

SISTEMA DE PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LA
PRODUCCIÓN EN ASCENMETÁLICAS CUERVO LTDA

AUTORES:
ANA MARÍA BELTRÁN DÍAZ
JULIO CÉSAR REYES TRIANA

UNIVERSIDAD LIBRE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
BOGOTÁ D.C.
2013

SISTEMA DE PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LA
PRODUCCIÓN EN ASCENMETÁLICAS CUERVO LTDA

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR
AL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL DE LA UNIERSIDAD LIBRE

ANA MARÍA BELTRÁN DÍAZ
CÓDIGO: 062081029
JULIO CÉSAR REYES TRIANA
CÓDIGO: 062051584

DIRECTOR
ING. MANUEL ÁNGEL CAMACHO OLIVEROS

UNIVERSIDAD LIBRE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
BOGOTÁ D.C.
2013

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. Generalidades	3
1.1 Descripción del problema.....	22
1.2 Formulación del problema.....	31
1.3 Objetivo general.....	31
1.4 Objetivos específicos	32
1.5 Alcance	32
1.6 Tipo de investigación	32
1.7 Cuadro metodológico.....	33
1.8 Marco legal y normativo.....	38
1.9 Marco referencial	39
1.9.1 Antecedentes	39
1.10 Marco teórico	41
1.10.1 Proceso de Programación y control de la producción	42
1.10.2 Pronósticos	43
1.10.3 Planeación agregada	43
1.10.4 Estrategias de planeación agregada.....	44
1.10.5 Costos de la planeación agregada.....	45
1.10.6 Plan maestro de producción	45
1.10.7 Planeación de los requerimientos de material	46
1.10.8 Programación de la producción	47
1.10.9 Control de producción	48
1.11 Marco conceptual.....	49
2. Diagnóstico de la empresa ascenmetálicas cuervo.....	51
2.1. Descripción de la empresa	51
2.2. Sector Metalmecánico años 2009 - 2012.....	53
2.3 Proceso general de operación en Ascenmetálicas Cuervo Ltda.....	56
2.4. Análisis dofa de la planeación, programación y control de la producción en Ascenmetálicas Cuervo Ltda.	59
2.5 Análisis de las 5 fuerzas de porter	62
2.5.1 Amenaza de entrada de nuevos competidores.....	62
2.5.2 Amenaza de posibles productos sustitutos	62
2.5.3 Poder de negociación de los proveedores	63
2.5.4. Poder de negociación de los clientes.....	63
2.5.5 Rivalidad entre competidores existentes.....	63
2.6 Análisis de Pareto	65
2.6.1.Subclasificación y descripción de los productos Pareto.....	68
3. Dentificación de los Componentes del sistema	73

3.1. Materias primas	75
3.2. Mano de obra y procesos del taller	82
3.2.1 Caracterización de la Mano de Obra y de los Procesos del Taller.....	83
3.2.2. Costos de la Mano de Obra.	87
3.2.3. Identificación de Operaciones y Registro de Tiempos por Producto.....	91
4. Parámetros a considerar en el desarrollo de la propuesta.....	97
4.1.1. Resultados del pronóstico.....	102
4.2. Costo de materias primas por producto	107
4.3. Capacidad disponible.....	110
4.3.1 Cálculo de horas disponibles trabajador a la semana.....	110
4.3.2 Cálculo de las horas disponibles por trabajador y por planta en el mes.....	111
4.4 Costos de mano de obra año 2013.....	112
4.5 Cantidad de horas extras máximas al mes	113
4.6 Costo de almacenamiento	115
5. Técnicas utilizadas para el desarrollo de la propuesta.....	116
5.1 Planeación agregada	116
5.1.1 Estrategia de nivelación de la tasa de producción mediante horas extras y/o horas de subcontratación	123
5.1.2. Estrategia de fabricación anticipada para inventario con horas extras y horas de subcontratación.....	139
5.2 Plan maestro de producción	155
5.3 Plan de requerimientos de material	159
5.4 Programación del taller	165
▪ Escenario de Mayo.....	166
▪ Escenario de Junio	167
▪ Escenario de Noviembre.	167
▪ Escenario de Diciembre	168
5.4.2. Programación de los escenarios en la aplicación Lekin.....	169
5.5 Control de la producción	174
6. Análisis de resultados del sistema de planeación, programación y control de la producción propuesto.	177

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Participación en ventas de las familias de piezas.	23
Tabla 2. Clasificación ABC de las familias de piezas en Ascenmetálicas Cuervo Ltda.	28
Tabla 3. Crecimiento de la producción en millones de pesos de productos del sector metalmeccánico años 2008 – 2012.	55
Tabla 4. Cantidad de Referencias por Familia de Piezas	68
Tabla 5. Consumo Teórico de Fundición de Hierro en Kilogramos para la producción de Poleas año 2012.	79
Tabla 6. Cuadro de evaluación de las características de los centros de trabajo. ..	84
Tabla 7. Costos de salarios, seguridad social y parafiscales de la mano de obra. ..	87
Tabla 8. Prestaciones diferidas por mes y costo total de la mano de obra.	87
Tabla 9. Obligaciones a cargo del empleador.	89
Tabla 10. Costos por horas de subcontratación o tercerización y horas extras de enero a diciembre de 2012.	90
Tabla 11. Pronóstico de demanda agregada en unidades de producto de las familias de piezas para el año 2013.	104
Tabla 12. Costo unitario de Materia Prima por producto.	108
Tabla 13. Horas invertidas de (1) trabajador a la semana en actividades que no corresponden a su función laboral.	110
Tabla 14. Horas disponibles por trabajador y por planta.	112
Tabla 15. Información prestaciones diferidas por mes y costo salario Mensual por empleado año 2013.	114
Tabla 16. Días hábiles, horas disponibles mes, pronósticos h-h productos y servicios de enero a junio de 2013.	120
Tabla 17. Estrategia 1 de planeación agregada, horas extras para productos y horas de subcontratación para servicios.	130
Tabla 18. Estrategia 2 de planeación agregada, horas extras y horas de subcontratación para productos y servicios simultáneamente.	136
Tabla 19. Estrategia 3 de planeación agregada, fabricación anticipada de productos para almacenamiento, uso de horas extras y horas de subcontratación.	143
Tabla 20. Cálculo inventario y costo de almacenamiento zapatas por meses.	147
Tabla 21. Cálculo inventario y costo de almacenamiento rolletes por mes.	149
Tabla 22. Cálculo inventario y costo de almacenamiento poleas por mes.	151
Tabla 23. Costos de almacenamiento de zapatas, rolletes y poleas.	152
Tabla 24. Plan Maestro de Producción de Enero a Junio de 2013.	157
Tabla 25. Plan de Requerimientos de Material para los periodos de baja y alta demanda en Ascenmetálicas Cuervo Ltda.	163

LISTA DE CUADROS

Pág.

Cuadro 1. Fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas identificadas en Ascenmetálicas Cuervo Ltda.	60
Cuadro 2. Familias de piezas de la clasificación A de productos.....	66
Cuadro 3. Descripción de las familias de piezas Pareto y cantidad de referencias iniciales.	70
Cuadro 4. Resultados de la subclasificación de productos por familias de piezas.	71
Cuadro 5. Cantidad de materias primas que almacena la empresa en las instalaciones de su proveedor.	76
Cuadro 6. Cantidad de Materias Primas por cada Producto de las familias de piezas Pareto.	76
Cuadro 7. Registro de Compra de Materias Primas año 2012 en la empresa Ascenmetálicas Cuervo.	78
Cuadro 8. Comparación Cantidades Reales Vs Cantidades Teóricas año 2012. .	80
Cuadro 9. Comparación compras reales frente a Compras Teóricas según producción 2012.	80
Cuadro 10. Tiempos de fabricación en horas para productos.	92
Cuadro 11. Tiempos de fabricación en horas para servicios.	93
Cuadro 12. Resultados de los errores generados en los (3) ensayos de las familias de piezas.	106
Cuadro 13. Información de entrada para la elaboración de estrategias de planeación agregada.	123
Cuadro 14. Demanda de productos y servicios para el escenario del mes de mayo	166
Cuadro 15. Demanda semanal de productos y servicios para el escenario del mes de junio.	167
Cuadro 16. Demanda Semanal de Productos y Servicios para el escenario del mes de Noviembre.....	168
Cuadro 17. Demanda semanal de productos y servicios para el escenario del mes de diciembre.	169
Cuadro 18. Tiempos resultantes de los criterios de programación para el escenario de mayo.	171

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Clasificación ABC de las familias de piezas en Ascenmetálicas Cuervo Ltda.	28
Figura 2. Diagrama de Flujo de la Metodología usada para el desarrollo del Sistema de Planeación, Programación y Control de la Producción.	37
Figura 3. Proceso de planeación, programación y control de la producción.	42
Figura 4. Proceso de planeación agregada.	44
Figura 5. Proceso de Planeación Maestra y MRP.	47
Figura 6. Proceso de programación de la producción.	48
Figura 7. Participación en % de los subsectores en la industria manufacturera en Colombia.	52
Figura 8. Principales productos del sector metalmecánico.	53
Figura 9. Diagrama general del Proceso de Producción.	57
Figura 10. Estrategias generadas a partir del análisis DOFA.	61
Figura 11. Fuerzas de competitividad de la empresa Ascenmetálicas Cuervo Ltda.	64
Figura 12. Estructura de un Ascensor.	69
Figura 13. Diagrama Causa – Efecto para el análisis del problema: “Inexistencia de una metodología eficiente para la planeación, programación y control de la producción en Ascenmetálicas Cuervo Ltda.”	74
Figura 14. Áreas del Taller N° 1 Ascenmetálicas Cuervo Ltda.	82
Figura 15. Áreas del Taller N° 2 Ascenmetálicas Cuervo Ltda.	83
Figura 16. Representación por colores de las familias de piezas Pareto.	95
Figura 17. Presencia de las operaciones de las familias de piezas en los diferentes centros de trabajo.	96
Figura 18. Demanda de Entradas años 2011 – 2012.	98
Figura 19. Demanda de Poleas años 2011 – 2012.	98
Figura 20. Demanda de Servicios años 2011 – 2012.	99
Figura 21. Demanda de Hojas de Cabina años 2011 – 2012.	99
Figura 22. Demanda de Brackets años 2011 – 2012.	100
Figura 23. Demanda de Zapatas años 2011 – 2012.	100
Figura 24. Demanda de Rolletes años 2011 – 2012.	100
Figura 25. Pronóstico de demanda de Brackets año 2013 con la constante de suavización alfa: 0.8, gamma: 0.9 y delta: 0.6.	102
Figura 26. Pronóstico de demanda de Brackets año 2013 con la constante de suavización alfa: 0.2, gamma: 0.2 y delta: 0.2.	103
Figura 27. Información de entrada y resultados de la aplicación de la planeación agregada.	117
Figura 28. Capacidad H-H mes planta frente a la demanda en h-h de productos y servicios.	121

Figura 29. Capacidad h-h mes planta frente a la demanda en h-h de productos y servicios simultáneamente.....	122
Figura 30. Comparación demanda en horas hombre frente a la capacidad disponible en horas hombre incluyendo horas extras y horas de subcontratación de la estrategia 1.	132
Figura 31. Comparación demanda en horas hombre frente a la capacidad disponible en horas hombre incluyendo horas extras y horas de subcontratación simultáneas para productos y servicios de la estrategia 2.....	138
Figura 32. Demanda pronosticada de zapatas, rolletes y poleas para el año 2013.	139
Figura 33. Demanda Pronosticada de Zapatas, Rolletes y Poleas para el año 2013.....	140
Figura 34. Demanda de productos y servicios incluyendo la fabricación anticipada para inventario frente a las horas hombre disponibles del taller.	141
Figura 35. Demanda de productos y servicios incluyendo la fabricación anticipada para inventario frente a las horas hombre disponibles del taller.	142
Figura 36. Costos de las Estrategias de Planeación Agregada.	153
Figura 37. Comparación demanda total incluyendo fabricación anticipada para almacenamiento frente a la capacidad disponible H-H incluyendo horas extras y subcontratación.....	154
Figura 38. Horas extras y horas de subcontratación de las estrategias de planeación agregada para el año 2013.....	154
Figura 39. Demanda en Horas Hombre de productos y servicios para el año 2013.	159
Figura 40. Comportamiento de la demanda de productos en horas hombre año 2013.....	160
Figura 41. Demanda de Productos y servicios frente a la Capacidad Disponible año 2013.....	165
Figura 42. Formato para requisición y control de pedidos de materias primas.	174
Figura 43. Formato para requisición y control de pedidos de materias primas.	175
Figura 44. Formato para el control de las existencias de materias primas.	176
Figura 45. Demanda en horas hombre de productos y servicios frente a la capacidad disponible para el año 2013.....	178
Figura 46. Demanda agregada frente a la capacidad disponible de la empresa incluyendo horas extras y subcontratación año 2013.	179
Figura 47. Comportamiento de la demanda de productos en horas hombre año 2013.....	180
Figura 48. Comparación de costos de materias primas y mano de obra de los años 2012 y 2013.	181
Figura 49. Comparación tiempos bajo los criterios FCFS y función objetivo que minimiza el tiempo de flujo.....	182

TABLA DE GRAFICAS

	Pág.
Gráfica 1.Capacidad H-H Mes Planta frente a la demanda en H-H de Productos y Servicios Simultáneamente.....	54
Gráfica 2. Gráfico de Pareto Familias de Piezas en Ascenmetálicas Cuervo Ltda.	67
Gráfica 3.Gráfico radial de los criterios usados para la programación en el escenario de mayo.....	171

HOJA DE ACEPTACIÓN

El trabajo de grado titulado “Sistema de Planeación, Programación y Control de la Producción en Ascenmetálicas Cuervo Ltda” realizado por los estudiantes Ana María Beltrán Díaz con código: 062081029 y Julio César Reyes Triana con código: 062051584, cumple con los requisitos legales exigidos por la Universidad Libre para optar al título de Ingeniero Industrial.

Firma del director del proyecto

Firma del Jurado 1

Firma del Jurado 2

Bogotá D.C. 05 de Noviembre de 2013.

DEDICATORIA

A Dios

Por haberme permitido desarrollar el presente proyecto con toda la paciencia y amor; por darnos la salud, la constancia y el ánimo necesario para no desfallecer jamás ante las dificultades que se me presentaron. Él es el gran hacedor de mi vida y quién nos guió para culminar nuestros estudios y nuestro proyecto.

A mis Padres y Familiares

Por el apoyo incondicional que me brindaron, por sus consejos y motivación ante las adversidades presentadas. A ustedes por ser la fuente de energía y de amor durante toda mi carrera. Gracias por ser mi motivación y empuje para terminar con orgullo esta meta.

A Ricardo Cuervo

Este proyecto se pudo llevar a cabo gracias al apoyo y enseñanza de una de las mejores personas que he conocido, el señor Ricardo Cuervo, propietario de la empresa donde desarrollamos nuestro proyecto de grado. Sin la ayuda de Don Ricardo, su paciencia para enseñar y su gran corazón no hubiese sido posible el sueño de obtener el título profesional.

Ana María Beltrán Díaz.

DEDICATORIA

Le dedico este proyecto de grado a Dios en primer lugar, el permitió que se convirtiera en un reto para mi vida. No ha sido fácil afrontar todas las situaciones que se nos han presentado en el desarrollo del mismo. A él infinitos agradecimientos pues su misericordia y amor me permitió tener paciencia para culminarlo con éxito.

A mis padres, quienes son el motor de mi vida, dedico con gran amor esta nueva etapa que termina en mi vida personal y profesional. Gracias a su apoyo pude forjar mi destino y continuar adelante a fin de terminar este proyecto.

Dedico también el presente proyecto al señor Ricardo Cuervo, quién permitió que pudiéramos con todo el esfuerzo estudiar su empresa, partiendo de sus enseñanzas y conocimientos que nos entregó con toda la dedicación y el amor posible.

Julio César Reyes Triana.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por habernos permitido cumplir nuestro sueño de culminar nuestra carrera profesional con esfuerzo y esmero en todo lo emprendido. Por habernos acompañado y guiado en nuestros estudios, siendo nuestra fortaleza ante las dificultades y la gran roca en la que hemos fundado nuestro conocimiento.

Gracias a nuestras familias, por el apoyo brindado, por su amor y por ser la razón que nos motivó día a día para la realización de este proyecto. A nuestros Maestros, pues sus enseñanzas son la base de nuestro saber, muchas gracias pues su sabiduría, nos permitirá ser mejores personas y unos excelentes profesionales.

Al Ingeniero Manuel Ángel Camacho Oliveros, gracias pues su guía, dedicación y paciencia fueron indispensables para la culminación con éxito de nuestro proyecto de grado.

Al Ingeniero Ever Ángel Fuentes Rojas, Director de la Facultad quién con su comprensión, colaboración y apoyo permitió la culminación del presente documento.

Al Ingeniero Oscar Mayorga Torres, le agradecemos sus consejos y su comprensión durante las fases del anteproyecto y documento final.

A la Universidad Libre le damos las gracias por habernos acogido y guiado en el camino hacia la vida laboral. Sus valores, enseñanzas y metodologías permitieron que creyéramos personal y profesionalmente.

Los autores

RESUMEN

A continuación se muestra el desarrollo del trabajo de grado titulado "Sistema de Planeación, Programación y Control de la Producción en Ascenmetalicas Cuervo Ltda", el cual busca generar una propuesta que le permita a la empresa minimizar sus costos y organizar sus actividades de manufactura. La propuesta que se llevará a cabo partirá teniendo en cuenta la situación actual de la empresa, la cual se evaluará a través de diferentes herramientas de diagnóstico para el análisis de los componentes y sus costos asociados. Se establecerán los parámetros para el desarrollo del sistema a partir de técnicas como la planeación agregada, plan maestro de producción, plan de requerimientos de material y programación del taller, en el desarrollo y análisis de estas técnicas se generarán actividades y formatos que permitan obtener una retroalimentación o control que garantice lo planeado anteriormente. Por último se compararan los costos de la propuesta generada frente a los costos que se determinaron bajo el análisis de la situación actual de la empresa, con el fin de corroborar que la propuesta efectivamente disminuya los costos de la empresa y le indique bajo qué criterios debe planear, programar y controlar su producción.

Palabras Claves:

- Planeación
- Programación
- Control
- Costos
- Operaciones

ABSTRACT

Following the development of the thesis entitled "System Planning, Scheduling and Control of Production in Ascenmetálicas Cuervo Co", which seeks to create a proposal that will allow the company to minimize costs and organize their manufacturing activities shown. The proposal will leave out taking into account the current situation of the company, which will be evaluated through different diagnostic tools for the analysis of the components and their associated costs. Parameters for the development of the system is established using techniques such as aggregate planning , master production schedule , material requirements plan and program of the workshop on the development and analysis of these technical activities and formats to get it will generate or feedback control ensuring

planned earlier. Finally the costs of the proposal generated were compared against the costs that were determined under the analysis of the current situation of the company, in order to corroborate the proposal effectively lowers cost of the company and explain what criteria should plan, schedule and control production.

Key Words:

- Planning
- Scheduling
- Control
- Costs
- Operations

INTRODUCCIÓN

La planeación, programación y control de la producción es un tema que no ha sido abordado por todas las organizaciones que manejan procesos de transformación. Muchas empresas manejan su producción a través de técnicas empíricas basadas en la experiencia de cada sector y a través de ellas consiguen obtener rentabilidad, algunas se acostumbran a manejar sus procesos de la misma forma a través de los años. Lo que desconocen las empresas son los beneficios que conlleva anticiparse a sus operaciones a través de los diferentes planes de producción. En el presente proyecto de grado se muestra la situación actual de la empresa objeto de estudio, los costos asociados a sus actividades actuales, se propone la planeación agregada, planeación maestra, plan de requerimientos de material y programación de taller, como metodologías que se interrelacionan y permiten demostrar una mejora en la organización de las actividades de manufactura, la disminución de los costos resultantes frente a los costos actuales, así como la disminución de los tiempos de flujo de sus operaciones.

De acuerdo a lo anterior, para el desarrollo de la planeación se realizó un análisis del comportamiento de la demanda, con el fin de determinar los pronósticos futuros y con base a ellos establecer la planeación y programación de la producción adecuadas para la empresa. Con base en estas necesidades la empresa puede anticiparse a su producción y establecer los niveles requeridos de cada recurso, a fin de utilizarlos al máximo a un mínimo costo. El reto está en la determinación de las unidades de agregación pertinentes a la empresa, dado que la variedad de artículos que fabrica la organización tiene diferentes secuencias tecnológicas con carácter combinatorio en el taller. Para ello se tuvo que clasificar y subclasificar los productos en familias de piezas para conocer sus tiempos de fabricación y de ésta manera determinar la capacidad en horas hombre necesarias para suplir los pronósticos de las familias de piezas. De acuerdo a este análisis se determinó que existen unos lapsos en los cuales la capacidad disponible de la empresa no es suficiente para suplir el pronóstico de la demanda. El proyecto se basa en proponer un sistema que le permita a la empresa desarrollar sus actividades en esos lapsos críticos donde carecen de capacidad disponible, de forma que la empresa haga un máximo uso de sus recursos.

Con base en lo recientemente mencionado el sistema de planeación, programación y control que se desarrolla en el presente documento, se basa en hacer el mayor uso de la capacidad disponible durante los meses del año en donde se evidencia que la empresa no dispone de personal suficiente para abastecer su demanda razón por la cual incurre en costos adicionales para cumplir con los pedidos de sus clientes. Esto se llevará a cabo a través del análisis de la planeación agregada, la distribución de la fabricación semanal de la demanda a través del plan maestro, el plan de requerimientos de material y la programación del taller.

El indicador de desempeño de las metodologías, se refleja al final del documento, con la comparación de los costos generados frente a los costos actuales y el análisis de resultados con lo que se busca demostrar que además de reducir costos, el sistema contribuye a la organización de las actividades de manufactura de la empresa.

JUSTIFICACIÓN

La planeación de la producción en las organizaciones es un factor relevante y diferenciador. Los cambios en el medio obligan a las organizaciones a fortalecer sus procesos y controlar sus operaciones de forma tal que sean competitivas con sus productos y servicios. Para ello, las empresas definen objetivos, estrategias y planes de acción para alcanzar eficientemente los resultados propuestos. El anticiparse a la demanda del mercado, otorga a las empresas la destreza de conocer su capacidad y las acciones específicas que debe emprender a fin de cumplir con éxito los requerimientos futuros de los clientes. Conseguir una máxima utilización de sus recursos al menor costo posible es el reto de las compañías actuales.

El desarrollo de un sistema de planeación, programación y control de producción en ASCENMETÁLICAS CUERVO LTDA, es fundamental para la organización de los procesos productivos del taller. Contribuye a la planificación de los recursos, al máximo uso de la capacidad disponible, a una correcta distribución de la mano de obra y un adecuado manejo de la requisición de materias primas. Así como el conocimiento de sus recursos disponibles, y sus fortalezas y debilidades a la hora de planear. De esta manera la empresa puede cumplir las necesidades de los clientes, incurriendo en costos mínimos de mano de obra y de compra de materias primas. Esta metodología le genera también a la empresa una ventaja competitiva sobre otras empresas del sector que no poseen planeación alguna.

Las empresas cuentan con sistemas de planeación, programación y control de la producción para ser más eficientes y eficaces en sus operaciones, ya que de ésta manera pueden a través de técnicas, medir y cuantificar los resultados obteniendo menores costos de producción. La Ingeniería Industrial otorga las herramientas para una adecuada gestión de producción. Estas herramientas deben ser acordes a la configuración productiva y a las estrategias de la organización., a su vez permiten además de planear y programar, una retroalimentación constante entre la relación de las entradas y salidas del sistema. Al final el resultado positivo de esta gestión impacta en las utilidades de la compañía.

La importancia de este proyecto se centra en que contribuye a la mejora de la empresa en aspectos como el conocimiento de sus fortalezas y debilidades, del consumo de materias primas por producto, el reconocimiento de los tiempos generales de fabricación a través del levantamiento de los procesos, y la implementación de los formatos que están llevando a cabo actualmente con la información de las cantidades de productos que fabrican y de las requisiciones de material. De esta forma la empresa conoce la manera en la que pueden desarrollar técnicas para la organización de sus actividades y la planeación de los recursos que necesitaran a un futuro, venciendo la incertidumbre y los costos que

se generan por el desconocimiento de las necesidades de material y de mano de obra.

El desarrollo de este proyecto se constituye en un reto para nuestra profesión como Ingenieros Industriales dado que permite obtener un plus adicional al haber conocido y estudiado a fondo una empresa real y su problemática actual para posterior a ello generar una propuesta propia de mejora que representa el primer trabajo como Ingenieros. Gracias a este valor agregado, se pueden poner en contexto los conocimientos adquiridos al desarrollar este proyecto y con ello cooperar a la solución de otras problemáticas que se presenten en el sector real.

1. GENERALIDADES

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La empresa Ascenmetálicas Cuervo Ltda, es una pyme del sector metalmeccánico que se dedica a la fabricación, comercialización, mantenimiento y reparación de piezas y estructuras para ascensores. Las pymes constituyen gran parte de las empresas colombianas y tienen por características comunes ser empresas pequeñas y carecen de sistemas de planeación, programación y control de sus operaciones. Ascenmetálicas Cuervo funciona bajo la experiencia de su propietario y cumple con las órdenes de pedido sin una previa planificación de su taller. Desconoce sus necesidades de material, su capacidad disponible, sus costos asociados, y las unidades de agregación con las que debe planear sus operaciones. Por lo anterior incurre en costos adicionales de subcontratación y horas extras, dado que debe cumplir con los requerimientos de sus clientes aunque sus recursos disponibles le sean insuficientes.

La empresa fabrica gran diversidad de piezas, que a su vez, pasan de forma combinatoria por los diferentes centros de trabajo que se relacionan a continuación:

- Área de Torno.
- Área de Fresado.
- Área de Troquelado.
- Área de Soldadura.
- Área de Cizalla.
- Área de Taladrado.
- Área de Pulido y Pintura.
- Área de Ensamble.
- Área de almacenamiento para entrega de producto terminado.

En las anteriores áreas relacionadas, la empresa dispone de (6) operarios para ejecutar las operaciones. Adquirió en arrendamiento (2) bodegas, que hacen las veces de taller. En una bodega realizan las operaciones de mecanizado y en la otra, pintan, ensamblan y almacenan para entrega las piezas.

Ascenmetálicas Cuervo Ltda además de fabricar piezas que conforman un Ascensor, a su vez presta el servicio de arreglo y reparación de las mismas cuando los fabricantes lo requieren. Las piezas se caracterizan por diferir entre si según las dimensiones que requiera cada fabricante. Así que cada solicitud de

fabricación constituye un pedido particular y específico según las necesidades de los fabricantes.

De acuerdo al registro de la facturación del año 2012 que se llevó a cabo en la empresa se encontró que existen aproximadamente 1.513 referencias de productos, debido a esta cantidad de referencias y con el fin de analizar sus características, se procedió a agruparlas en familias de piezas, con lo que se obtuvo una clasificación ABC de productos, que corresponde al número de familias y su participación porcentual dentro del total de piezas. El registro de la facturación se puede observar en el Anexo 1.

Las familias de piezas representan la clasificación de los diferentes productos según características similares, según características similares, según su naturaleza o proceso similar de fabricación. Los productos de una familia de piezas varían solamente en sus dimensiones. Se realizó una primera clasificación donde se obtuvieron 161 familias de piezas. Estas familias según los datos históricos de ventas representan el 100% de los ingresos recibidos por la empresa. La participación porcentual en ventas de cada una de ellas durante el periodo Enero – Diciembre de 2012 se puede ver reflejada en la Tabla 1. Participación en ventas de las familias de piezas.

Tabla 1. Participación en ventas de las familias de piezas.

Familias de Piezas	Participación en Ventas (%)	Participación Acumulada (%)	% Participación por familias de piezas
ENTRADAS	39.72768	39.72768	0.62111801
POLEA	13.39446	53.12214	1.24223603
SERVICIO	12.60492	65.72706	1.86335404
BRACKETS	4.37574	70.1028	2.48447205
HOJAS	3.9108	74.0136	3.10559006
ZAPATAS	2.92712	76.94072	3.72670808
CABLE	2.1399	79.08062	4.34782609
ROLLETE	1.87788	80.95849	4.9689441
RUEDA	1.27756	82.23605	5.59006211
ACRILICOS	1.14979	83.38584	6.21118012
PUERTA	0.90921	84.29505	6.83229814
PLATINA	0.89191	85.18696	7.45341615
RODAMIENTO	0.81587	86.00284	8.07453416
CLIPS	0.79161	86.79445	8.69565217
GUAYA	0.68825	87.4827	9.31677019
CORRALES	0.59045	88.07314	9.9378882

TERMINALES	0.57065	88.64379	10.5590062
RIEL	0.5594	89.2032	11.1801242
BUJE	0.50078	89.70398	11.8012422
SOPORTES	0.47381	90.17778	12.4223603
OMEGAS	0.46926	90.64704	13.0434783
ELES	0.44855	91.0956	13.6645963
TAPON	0.37183	91.46743	14.2857143
MECANISMOS	0.3589	91.82633	14.9068323
TORNILLO	0.35387	92.18019	15.5279503
BASE	0.3376	92.5178	16.1490683
CONTACTO	0.31236	92.83016	16.7701863
DISCO	0.29729	93.12745	17.3913044
ROSADERA	0.27874	93.40619	18.0124224
FRONTAL	0.24644	93.65264	18.6335404
GUIA	0.23927	93.8919	19.2546584
OTROS	0.23927	94.13117	19.8757764
MARCO	0.22491	94.35608	20.4968944
TECHOS	0.19141	94.54749	21.1180124
GUIP	0.16366	94.71115	21.7391304
CORONA	0.16031	94.87145	22.3602485
ZETA	0.15715	95.0286	22.9813665
SUSPENSION	0.15552	95.18413	23.6024845
CHASIS	0.14356	95.32769	24.2236025
ENCHAPE	0.14356	95.47125	24.8447205
PATINES	0.13877	95.61002	25.4658385
VISORES	0.13207	95.7421	26.0869565
VOLANTE	0.1304	96.00397	27.3291926
CALZA	0.12849	96.13246	27.9503106
ROTULAS	0.12442	96.25688	28.5714286
EMPALMES	0.12203	96.3789	29.1925466
DESLIZADERA	0.12059	96.49949	29.8136646
LLAVE	0.11724	96.61673	30.4347826
BOTONERA	0.11485	96.73158	31.0559006
GUARDAPIES	0.11423	96.84581	31.6770186
PORTA POLEA	0.11365	96.95946	32.2981367
PULSADOR	0.11305	97.07251	32.9192547
ARAÑA	0.11066	97.18317	33.5403727

COLGANTES	0.10958	97.29276	34.1614907
ROLENGEY	0.10265	97.3954	34.7826087
EXCENTRICAS	0.0987	97.4941	35.4037267
LAMINA	0.08972	97.58382	36.0248447
CADENA	0.08877	97.67259	36.6459627
RETENEDOR	0.08829	97.76088	37.2670808
U	0.0725	97.83338	37.8881988
LLAVIN	0.07118	97.90456	38.5093168
ACOPLE	0.07106	97.97562	39.1304348
CAJA	0.06879	98.04441	39.7515528
TENEDORES	0.06819	98.1126	40.3726708
PILASTRINA	0.0658	98.1784	40.9937888
BOCALLAVE	0.06341	98.2418	41.6149068
AMORTIGUADOR	0.05982	98.30162	42.2360248
TUBO	0.05623	98.35785	42.8571429
VENTILADOR	0.05623	98.41407	43.4782609
CAN	0.05383	98.46791	44.0993789
BRAZO	0.05333	98.52124	44.7204969
LOGO	0.05025	98.57149	45.3416149
JUEGOS	0.04546	98.61695	45.9627329
PIE	0.04546	98.66241	46.5838509
PISO	0.04307	98.70548	47.2049689
TAPAS	0.04008	98.74555	47.826087
PASAMANOS	0.03912	98.78467	48.447205
PORTAZAPATAS	0.03828	98.82296	49.068323
CHAPA	0.03589	98.85885	49.689441
PIÑON	0.03589	98.89474	50.310559
TACADORES	0.03589	98.93063	50.931677
RODILLO	0.03517	98.9658	51.552795
CAUCHO	0.03505	99.00085	52.173913
RESORTE	0.03427	99.03513	52.7950311
PINES	0.03314	99.06826	53.4161491
EMPAQUE	0.0329	99.10116	54.0372671
CAN	0.03063	99.13179	54.6583851
ENCLAVAM	0.02931	99.1611	55.2795031
HIERRO	0.02907	99.19017	55.9006211
QUICIOS	0.02871	99.21888	56.5217391

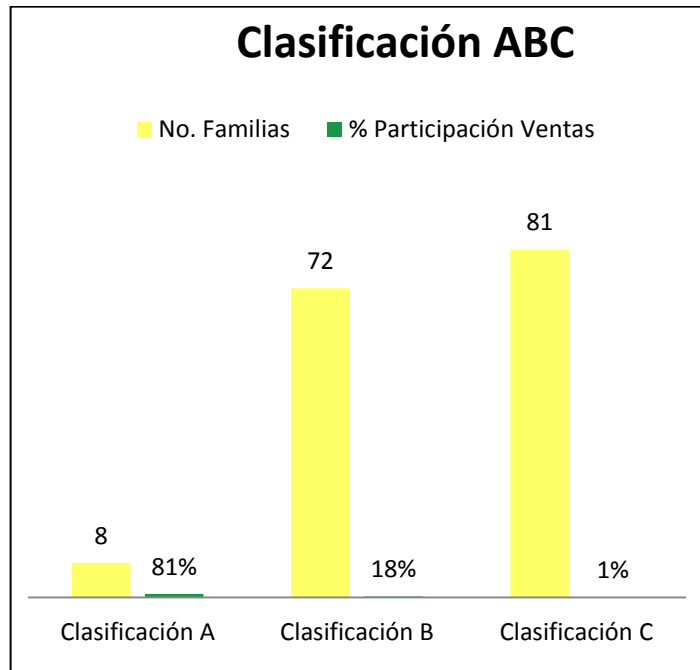
CERRADURAA	0.02752	99.2464	57.1428571
CANDADO	0.02716	99.27355	57.7639752
PORTA FOLDER	0.02608	99.29963	58.3850932
MECANISMO CERRADURA	0.02512	99.32476	59.0062112
TUERCA	0.02321	99.34796	59.6273292
MUELLE	0.02303	99.37099	60.2484472
BABERO	0.02273	99.39372	60.8695652
ANGULO	0.02153	99.41526	61.4906832
CHUMACERA	0.02153	99.43679	62.1118012
VARILLA	0.02153	99.45833	62.7329193
CANAL	0.0201	99.47842	63.3540373
SEPARADORES	0.01962	99.49804	63.9751553
BIESTABLES	0.01914	99.51719	64.5962733
TUBOS	0.01914	99.53633	65.2173913
VARIOS	0.01914	99.55547	65.8385093
ACEITERAS	0.01794	99.57341	66.4596273
CORREDERA	0.01675	99.59016	67.0807453
GANCHO	0.01675	99.60691	67.7018634
MICOS	0.01675	99.62366	68.3229814
DINTEL	0.01555	99.63921	68.9440994
PORTAQUICIOS	0.01525	99.65446	69.5652174
ABRAZADERAS	0.01436	99.66882	70.1863354
ARANDELA	0.01412	99.68294	70.8074534
LAGRIMAS	0.01316	99.6961	71.4285714
TUERCAS	0.01271	99.7088	72.0496894
BLOQU	0.01262	99.72142	72.6708075
L	0.0122	99.73363	73.2919255
BANDERA	0.01196	99.74559	73.9130435
JGO. CONTACTO	0.01196	99.75755	74.5341615
DASES	0.01137	99.76892	75.1552795
CUÑA	0.01041	99.77933	75.7763975
PEGANTE	0.01005	99.78937	76.3975155
ARGOLLAS	0.00957	99.79894	77.0186335
CERRADURA	0.00957	99.80852	77.6397516
CUÑERO	0.00957	99.81809	78.2608696
PASTAS	0.00957	99.82766	78.8819876
SENSOR	0.00957	99.83723	79.5031056

CORREA	0.00934	99.84657	80.1242236
PATAS	0.00861	99.85518	80.7453416
FLEJE	0.00819	99.86338	81.3664596
CALSAS	0.0079	99.87128	81.9875776
FRENOS	0.00778	99.87905	82.6086957
SEGURO	0.00778	99.88683	83.2298137
UNION	0.0073	99.89412	83.8509317
FLANCHE	0.00718	99.9013	84.4720497
LEVA	0.00718	99.90848	85.0931677
PATIN	0.00718	99.91566	85.7142857
PERFIL	0.00718	99.92284	86.3354037
BULON	0.00598	99.92882	86.9565217
HONGO	0.00598	99.9348	87.5776398
PIEZA	0.00598	99.94078	88.1987578
ORING	0.00502	99.94581	88.8198758
FACIAS	0.00479	99.95059	89.4409938
ZINCADO	0.00479	99.95538	90.0621118
ESPARRAGOS	0.00431	99.95968	90.6832298
PLAT	0.00383	99.96351	91.3043478
BISAGRAS	0.00359	99.9671	91.9254658
PLATINERIA	0.00359	99.97069	92.5465839
PORTADESLIZADERA	0.00359	99.97428	93.1677019
ESCALERA	0.00299	99.97727	93.7888199
TENSOR	0.00299	99.98026	94.4099379
CHAPALAS	0.00287	99.98313	95.0310559
FOTOCELDA	0.00287	99.986	95.6521739
YUGOS	0.00287	99.98887	96.2732919
DOBLE ARANDELA	0.0028	99.99167	96.8944099
PINZA	0.00239	99.99407	97.515528
MEDIALUNA	0.00215	99.99622	98.136646
WASA	0.00187	99.99809	98.757764
EMBOLO	0.0012	99.99928	99.378882
BOMBA	0.00072	100	100
TOTAL	100		

Fuente: Los autores, 2013. Basados en la información recopilada en Ascenmetálicas Cuervo Ltda.

Con base en la información contenida en la Tabla 1, se consideró realizar una clasificación ABC con el fin de determinar cuáles y cuantas familias de piezas sería adecuado manejar para dar una solución integral que permita enfocar los esfuerzos en las variables más críticas y que representan los mayores ingresos de la empresa. Los cálculos de la clasificación ABC se detallan en el Anexo 2.

Figura 1. Clasificación ABC de las familias de piezas en Ascenmetálicas Cuervo Ltda.



Fuente: Los autores, 2013. Basados en la información recopilada en Ascenmetálicas Cuervo Ltda.

Tabla 2. Clasificación ABC de las familias de piezas en Ascenmetálicas Cuervo Ltda.

Clasificación ABC	No. Familias	Ingresos por Ventas	% Participación Ventas
Clasificación A	8	\$ 676,724,481	81%
Clasificación B	72	\$ 149,627,380	18%
Clasificación C	81	\$ 9,538,800	1%
Total		\$ 835,890,661	100%

Fuente: Los autores, 2013. Basados en la información recopilada en Ascenmetálicas Cuervo Ltda.

La Tabla 2 y la Figura 1 muestran el resultado de la clasificación ABC, donde las familias de piezas de la clasificación A, corresponden a los productos que representan el 81% de los ingresos totales de la compañía. La suma de las clases B y C representan el 19% restante de los ingresos con un total de 153 familias.

Características de las familias A:

Los productos A son proyectos que implican grandes tiempos de fabricación, poseen grandes dimensiones, corresponden como ya se mencionó al 81% del total de los ingresos de la compañía. Por ende la mayor parte de los esfuerzos de la compañía se centra en el desarrollo de estos productos. Estas familias de piezas como las Entradas, Poleas y Servicios hacen parte de los principales productos que fabrica la empresa pues son requeridos en grandes cantidades por sus principales clientes: Ascensores Shindler, Thyssenkrupp, y Ascensores Integral.

Características de las familias B y C:

Los productos B, corresponden a piezas de mediana y pequeña dimensión, que se fabrican como soporte a los proyectos de mayor dimensión. Productos como los Tapones, Terminales y Ejes son algunos de los que se pueden encontrar en esta clasificación. Poseen gran diversidad de referencias y representan sólo el 19% de los ingresos de la compañía.

Caracterización del proceso

A continuación se describen las características principales asociadas al proceso de fabricación que se desarrolla en Ascenmetálicas Cuervo Ltda.

- **Material:** El proceso de adquisición de materia prima, se presenta en el momento en que un proyecto es aprobado y definida su manufactura en la empresa. Existe algunos materiales, que son comprados de forma mensual, ya que por la experticia de su gerente, se consideran de uso constante; las láminas y el cobre son un ejemplo. Las cantidades de compra de éstos materiales no son exactas, compran grandes órdenes para ir consumiendo material a medida que se van realizando los trabajos, razón por la cual se observa almacenamiento en exceso, como reserva en el taller. De acuerdo a este comportamiento de compra no planificado, la empresa incurre en altos costos de material. No existe una planificación anticipada para la compra de materias primas acorde a las necesidades de demanda que posee la empresa. El gerente calcula un margen del 30% sobre los costos asignados de materia prima. Con este cálculo empírico cubre los costos adicionales y genera un margen de ganancias.

El costo de transporte de material desde el proveedor hasta el taller y desde el taller hasta los clientes en algunas ocasiones va por cuenta de la empresa, no existe política frente a esto.

- **Métodos:** El orden de los trabajos está dado por la prioridad en determinados proyectos, que a su vez está definida por la fecha de entrega a un cliente importante. Por lo tanto si se debe entregar un trabajo con inmediatez, y los demás trabajos cuentan con holgura para realizarlos, la empresa detiene estos últimos, trabaja horas extras o subcontrata, cumpliendo con la entrega del trabajo inmediato. Las máquinas son utilizadas de acuerdo a la necesidad de cada día, y a la prioridad con que se pacten los trabajos, sin una planeación anticipada de las mismas.

La empresa carece de procedimientos exactos en sus operaciones. Se basa en la experiencia y en las indicaciones de su gerente para la realización de los trabajos. No hay claridad en la capacidad de producción con la que cuenta la organización, por ende y dado a la falta de organización es que se incurre en costos adicionales en la subcontratación.

- **Mano de Obra:** Los operarios realizan labores de corte, operación de cizalla, fresadora, troqueladora, ensamble y pintura, no existe especialización en las tareas, todos conocen la operación de las máquinas en general. Cuando el volumen de trabajo es escaso, el gerente establece las indicaciones y pautas para asignar las labores entre los mismos según su nivel de ocupación, experiencia y conocimiento. Los operarios no se enfrentan a niveles de presión puesto que existe holgura en la entrega de trabajos. La documentación es manejada por su secretaria, quién es la encargada de todas las labores administrativas y de garantizar el flujo de información. En ocasiones es su gerente quién termina los trabajos, cuando

se requiere dar prioridad de entrega. Se puede presentar eventualmente altos niveles de trabajo, y fechas cortas de entrega para lo cual el gerente dispone de horas extras o de subcontratación, hecho que conlleva a un incremento en los costos asociados a la mano de obra, y no se tiene registro de la diferencia en costos entre una estrategia y otra.

- **Maquinaria:** Las maquinas no se usan al 100% en el taller. Carecen de programación dado que los trabajos van siendo asignados por prioridades de entrega. La relación entre las máquinas no corresponde a una secuencia específica, los productos posee diferentes secuencias tecnológicas, ya que al fabricar diversidad de piezas no todas corresponden al mismo proceso. Al no usarse las máquinas completamente no se conoce un indicador de desempeño real. En su mayoría, carecen de constante mantenimiento y se caracterizan por tener un largo tiempo de uso.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente y dada la complejidad de la operación por la gran diversidad de productos que la empresa maneja; el desarrollo de un sistema de planeación programación y control de la producción es fundamental para que la compañía asigne eficientemente sus recursos de tal forma que pueda cumplir con los pedidos de sus clientes, buscando reducir sus costos adicionales y aprovechar al máximo su capacidad disponible.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es el sistema de planeación, programación y control de la producción en ASCENMENTÁLICAS CUERVO LTDA que le permitirá cumplir con las necesidades de sus clientes a un mínimo costo?

1.3 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar el sistema de planeación, programación y control de la producción en Ascenmetálicas Cuervo Ltda, contribuyendo a la organización de sus actividades de manufactura y cumpliendo con las necesidades de sus clientes a un mínimo costo.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar un diagnóstico del sistema de planeación de la producción en ASCENMETÁLICAS CUERVO LTDA con el fin de conocer el estado actual de la planeación en la empresa.
- Definir los componentes que requiere el sistema de planeación, programación y control de la producción en ASCENMETÁLICAS CUERVO LTDA con la finalidad de estructurar el sistema.
- Determinar los parámetros, procesos, procedimientos e indicadores requeridos para el sistema de planeación, programación y control de la producción en ASCENMETÁLICAS CUERVO LTDA a fin de establecer los requisitos del sistema.
- Validar la propuesta del sistema de planeación, programación y control de la producción en ASCENMETÁLICAS CUERVO LTDA con el objeto de establecer su concordancia con las necesidades de la empresa.

1.5 ALCANCE

Se pretende proponer un sistema de planeación, programación y control de la producción para la empresa ASCENMETÁLICAS CUERVO LTDA, que se encuentra ubicada en la Cra 26 No 22C-29 Barrio Samper Pizano, en la ciudad de Bogotá D.C. La propuesta del sistema se dará como resultado del estudio e investigación que se llevó a cabo durante 12 meses, iniciando en Agosto del 2012 y terminando en Agosto de 2013. La propuesta busca que la empresa pueda cumplir con las necesidades de los clientes, a un bajo costo, para ello se estudian diferentes técnicas como la planeación agregada, planeación maestra, planeación de requerimientos de material, programación de taller y el control de los elementos asociados a estas técnicas, que permitan la consolidación de la misma. Posterior a ello, se valida la propuesta generada frente al estado actual de la empresa, comparando sus costos iniciales frente a los costos generados, pudiendo demostrar la reducción de los mismos.

1.6 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El proceso de investigación se desarrollará bajo una metodología mixta aplicada. Corresponde a una investigación aplicada porque busca poner en práctica la teoría, el conocimiento y las metodologías existentes en la aplicación y desarrollo del proyecto. El progreso y avance del mismo se puede observar en forma directa en las actividades en las que se desenvuelve la empresa. No obstante, la teoría

basada en documentación electrónica y libros físicos dan soporte a la investigación. Por ello la investigación de campo e investigación documental, se convierte en una investigación Mixta.¹

1.7 CUADRO METODOLÓGICO

Objetivos Desarrollados	Actividades	Técnicas de Recolección de Datos	Metodología
Elaborar un diagnóstico de la estructura actual del sistema de planeación de la producción en ASCENMETÁLICAS CUERVO LTDA.	Reconocimiento de la actividad económica de la empresa.	Información primaria: Observación directa, entrevistas	Matriz DOFA, Diagrama de Flujo, Análisis de las 5 fuerzas de Porter, Análisis del sector.
	Reconocimiento de los productos.	Información primaria: Observación directa, entrevistas	Generación de tablas con la información de ventas, Análisis de Pareto/Clasificación ABC.
	Clasificación y Subclasificación de los productos en familias de piezas.	Recolección de información de la facturación 2011 y 2012 de ventas.	
Definir los componentes que requiere el sistema de planeación, programación y control de la producción en ASCENMETÁLICAS CUERVO LTDA con el fin de estructurar el sistema.	Identificación y análisis de los componentes del sistema.	Información primaria: Observación directa, entrevistas, cuestionarios.	Diagrama de Causa - Efecto
Definir los componentes que requiere el sistema de planeación, programación y control de la producción en ASCENMETÁLICAS CUERVO LTDA con el fin de estructurar el sistema.	Identificación de las principales materias primas.	Información primaria: Observación directa, /entrevistas	Revisión de los registros de Compras del año 2012 de la empresa.
Determinar los parámetros, procesos, procedimientos e indicadores requeridos para el sistema de planeación, programación y control de la producción en ASCENMETÁLICAS CUERVO LTDA a fin de establecer los requisitos del sistema.	Cuantificación de las materias primas por producto.	Información primaria: Observación directa, entrevistas	Consolidación de tablas en excel con las materias primas requeridas por producto.
	Comparación de costos por compras de materias primas.	Información primaria: Observación directa, entrevistas	Análisis de costos

¹HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto., FERNÁNDEZ COLLADO, Carlos y BAPTISTA LUCIO, Pilar. Metodología de la investigación. México. McGraw-Hill. 4a. Ed. 2008.

	Descripción de la mano de obra y maquinaria.	Información primaria: Observación directa, entrevistas	Observación de la forma como opera la empresa, recolección de información en tablas en Excel.
	Determinación de costos de mano de obra, horas extras y subcontratación.	Información primaria: Observación directa, entrevistas	Revisión de los registros de costos de nómina suministrados por la empresa.
	Identificación de los procesos de fabricación.	Información primaria: Observación directa, entrevistas	Observación directa y registro de los procesos existentes en tablas en Excel.
	Toma de tiempos de los procesos de fabricación.	Información primaria: Observación directa, entrevistas	Observación directa, registro de los tiempos en Excel. Seguimiento del registro de los tiempos diligenciados por la empresa en los formatos suministrados.
	Levantamiento de los diagramas de proceso y recorrido.	Información primaria: Observación directa, entrevistas. Información secundaria: Revisión Bibliográfica.	Elaboración de los diagramas de proceso y recorrido en Visio.
	Descripción de los procesos actuales.	Información primaria: Observación directa, entrevistas	Identificación de las características de los procesos actuales de la empresa.
	Identificación del comportamiento de la demanda año 2011 y 2012.	Información primaria: Observación directa, entrevistas	Elaboración de cuadros comparativos y gráficas en Excel y Minitab.
	Comparación del comportamiento de la demanda de los años 2011 y 2012.	Información primaria: Observación directa, entrevistas	Análisis de los resultados del comportamiento de la demanda
	Uso de técnica cuantitativa de pronósticos" método Winters" para obtener pronósticos del año 2013.	Información Observación directa, entrevistas.	Generación de Pronósticos a través de MINITAB.
	Conversión de la demanda de und. demanda horas hombre.	Información Prim: Obs. Directa, entrevistas.	Cálculos en hoja de cálculo en Excel y conversión de medidas.
	Cálculo de la capacidad disponible en horas hombre.	Información primaria: Observación directa, entrevistas. Información secundaria: Revisión Bibliográfica.	Cálculos en hoja de cálculo en Excel
	Análisis de la demanda agregada de productos y servicios frente a la capacidad disponible.	Información primaria: Observación directa, entrevistas. Información secundaria: Revisión Bibliográfica.	Comparación de la demanda de productos y servicios frente a la capacidad disponible en horas hombre.

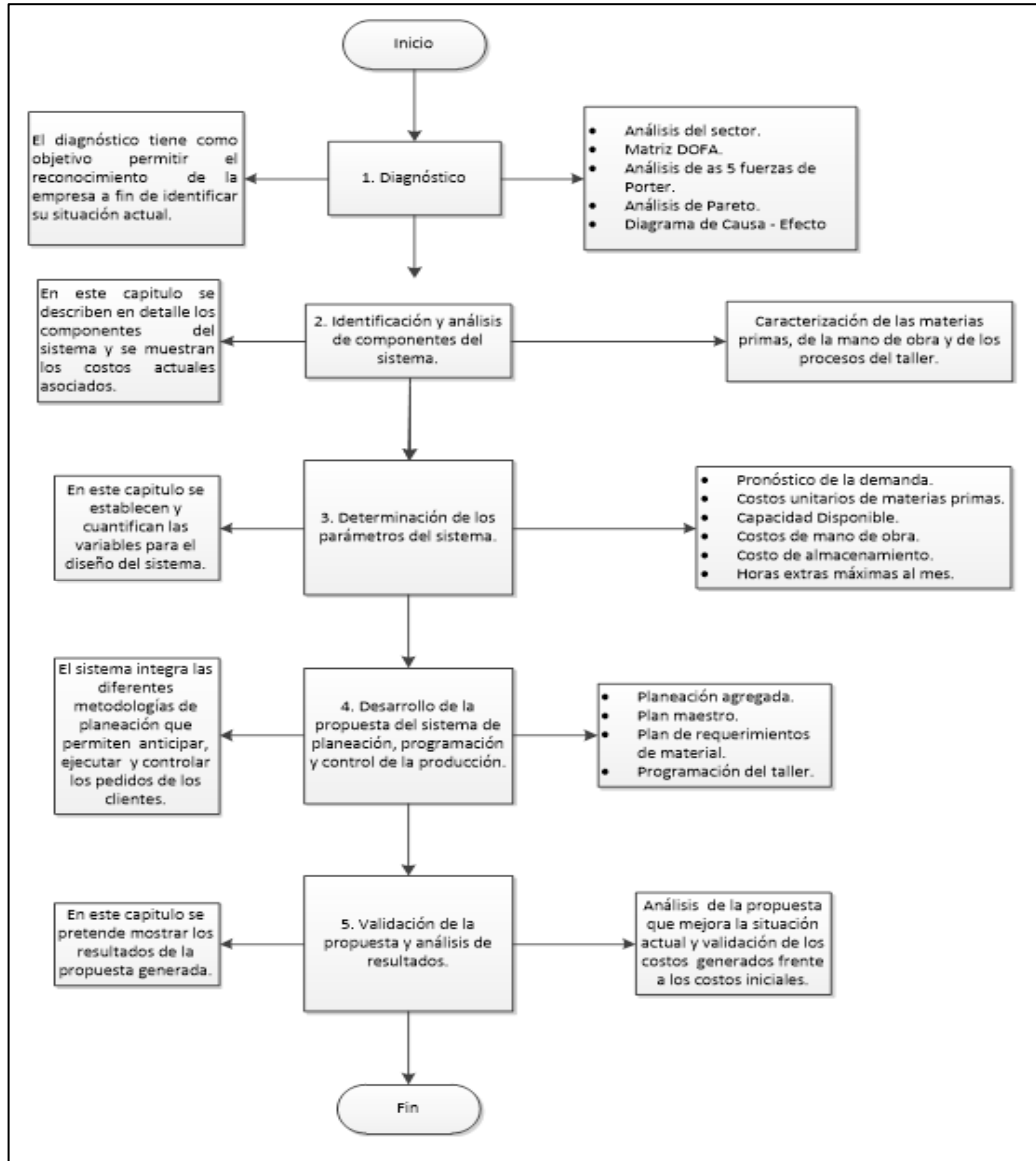
	<p>Cálculo de tres (3) estrategias de planeación agregada. Selección de la estrategia de nivelación de inventario y validación frente a los costos actuales de Mano de Obra.</p>	<p>Información primaria: Observación directa, entrevistas. Información secundaria: Revisión Bibliográfica.</p>	<p>Elaboración de tablas en Excel con la información requerida para cada estrategia de planeación agregada y Análisis de costos.</p>
<p>Determinar los parámetros, procesos, procedimientos e indicadores requeridos para el sistema de planeación, programación y control de la producción en ASCENMETÁLICAS CUERVO LTDA a fin de establecer los requisitos del sistema.</p>	<p>Generación de plan maestro de producción según la estrategia seleccionada.</p>	<p>Información primaria: Observación directa, entrevistas. Información secundaria: Revisión Bibliográfica.</p>	<p>Elaboración de tablas con la desagregación del plan agregado.</p>
<p>Determinar los parámetros, procesos, procedimientos e indicadores requeridos para el sistema de planeación, programación y control de la producción en ASCENMETÁLICAS CUERVO LTDA a fin de establecer los requisitos del sistema.</p>	<p>Desarrollo del MRP y comparación frente a los costos actuales por compras de materias primas.</p>	<p>Información primaria: Observación directa, entrevistas. Información secundaria: Revisión Bibliográfica.</p>	<p>Elaboración de tablas en excel y análisis de costos.</p>
	<p>Análisis de escenarios para la programación de la producción.</p>	<p>Información primaria: Observación directa, entrevistas. Información secundaria: Revisión Bibliográfica.</p>	<p>Elaboración de tablas en excel con los escenarios propuestos.</p>
<p>Determinar los parámetros, procesos, procedimientos e indicadores requeridos para el sistema de planeación, programación y control de la producción en ASCENMETÁLICAS CUERVO LTDA a fin de establecer los requisitos del sistema.</p>	<p>Identificación y análisis del criterio actual de programación de la producción de la empresa.</p>	<p>Información primaria: Observación directa, entrevistas. Información secundaria: Revisión Bibliográfica.</p>	<p>Observación directa, revisión de la forma en la que opera el taller.</p>

<p>Validar la propuesta del sistema de planeación, programación y control de la producción en ASCENMETÁLICAS CUERVO LTDA con el fin de establecer su concordancia con las necesidades de la empresa.</p>	<p>Comparación de los resultados obtenidos a través de la planeación agregada, plan maestro, mrp y programación del taller del criterio de programación propuesto frente al actual frente a los costos y la situación que se presentó de la empresa inicialmente.</p>	<p>Información primaria: Observación directa, entrevistas. Información secundaria: Revisión Bibliográfica.</p>	<p>Análisis de costos y de los tiempos de flujo de la operación y ventajas con respecto al criterio propuesto.</p>
--	---	--	--

Fuente: Los autores, 2013.

En la Figura 2, se muestran de forma consolidada, las etapas que corresponden al cumplimiento de cada uno de los objetivos propuestos, así como las técnicas y actividades generales que se llevaron a cabo para el desarrollo del sistema. El orden de las etapas que se muestra en el diagrama de flujo, se refleja en el contenido del documento.

Figura 2. Diagrama de Flujo de la Metodología usada para el desarrollo del Sistema de Planeación, Programación y Control de la Producción.



Fuente: Los autores, 2013.

1.8 MARCO LEGAL Y NORMATIVO

- **Constitución Política de Colombia de 1991**

Por la cual se fija los límites y se definen las relaciones entre los distintos poderes del Estado hacia con sus ciudadanos, instaurando así las bases para su gobierno y para la formación de los distintos tipos de instituciones que se encuentren ubicadas dentro de todo el territorio Nacional.²

- **Código sustantivo del trabajo. Decreto 2663 de 1950**

Por el cual se rigen las actividades laborales del empleador y los empleadores en Colombia.³

- **Código de comercio Decreto 410 de 1971**

Por el cual se regulan todas las actividades comerciales de una organización establecidas en el territorio colombiano.⁴

- **Ley 590 del 2000**

Esta ley tiene por objeto promover el desarrollo integral de las micro, pequeñas y medianas empresas en consideración a sus aptitudes en la generación de empleo, el desarrollo regional, la integración de los sectores económicos.⁵

- **Ley 9 de Enero 24 de 1979**

El congreso de la república establece las normas para preservar, conservar y mejorar la salud de los individuos en sus ocupaciones.⁶

² PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. Constitución política de Colombia. [En línea]. [Consultado el 30 de Julio 2103] Disponible en: <http://web.presidencia.gov.co/constitucion/index.pdf>.

³ SENADO DE LA REPÚBLICA. Código sustantivo del trabajo. [En línea]. [Consultado el 30 de Julio de 2013] Disponible en: http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/codigo/codigo_sustantivo_trabajo.html.

⁴ SENADO DE LA REPÚBLICA. Código de Comercio. [En línea]. [Consultado el 30 de Julio de 2013] Disponible en: http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/codigo/codigo_comercio.html.

⁵ SENADO DE LA REPÚBLICA. Ley 590 del 2000. [En línea]. [Consultado el 30 de Julio de 2013]. Disponible en: http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley/2000/ley_0590_2000.html.

⁶ ALCALDÍA DE BOGOTÁ. Ley 9 de Enero 24 de 1979. [En Línea]. [Consultado el 30 de Julio de 2013]. Disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1177>.

- **Resolución 2400 de Mayo 22 de 1979**

El ministerio de trabajo y seguridad social establecen algunas disposiciones sobre higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo.⁷

1.9 MARCO REFERENCIAL

La empresa Ascenmetálicas Cuervo Ltda, es una empresa del sector metalmecánico que se dedica a la fabricación, comercialización, mantenimiento y reparación de piezas y estructuras para ascensores. La empresa se caracteriza por fabricar piezas de acuerdo a los requerimientos de los clientes. Estas especificaciones varían según los proyectos y según las dimensiones requeridas, razón por la cual producen gran número de productos acordes a éstas particularidades, su propietario es quién define y asigna los recursos disponibles a medida que se van requiriendo, sin una planificación previa de sus actividades.⁸

1.9.1 Antecedentes

A continuación se presentan referentes asociados al desarrollo de un sistema de planeación, programación y control de la producción, donde se analizan los diferentes aspectos de algunas empresas objeto de estudio y se expone también la gestión de otra empresa actualmente y su proyección hacia el futuro.

El propósito fundamental de una tesis de la planeación de la producción publicada en el año 2003 en una empresa dedicada a la manufactura de compactadores de basura fue encontrar una solución que resolviera la problemática de falta de integración entre departamentos, control de inventario, restricción en el equipo de materia prima e incertidumbre en las capacidades de producción. Para ello usaron dos herramientas de ingeniería: Un planeador de requerimientos de material (MRP) y el algoritmo de programación sin demora. Se diseñó un software en Excel en donde se unían estos dos conceptos los cuales generan información para la toma de decisiones, como cantidades a producir, inventarios en proceso y gráficas Gantt. Lo anterior es necesario para cumplir con las fechas de entrega establecidas y tener un control del estado de las órdenes. El desarrollo de esta aplicación integra nuevos conceptos a la manufactura tradicional, permite el mejoramiento del flujo de producción y establece bases para mejoras en otras áreas de la empresa.⁹

⁷ MINISTERIO DE TRABAJO Y SEGURIDAD. Resolución 2400 de 1979. [En línea]. [Consultado el 30 de Julio de 2013]. Disponible en:
http://www.minambiente.gov.co/documentos/res_2400_220579.pdf.

⁸ Información recopilada en la empresa Ascenmetálicas Cuervo.

⁹ DÁVILA Sánchez, Miguel Á., MARTÍNEZ López, Pablo. "Programa de planeación de la producción en una empresa de manufactura". Tesis licenciatura. Ingeniería Industrial. Universidad de las Américas Puebla. 2003.

Posteriormente, en un estudio publicado en el año 2007 acerca del aseguramiento del proceso de diseño y desarrollo en un taller metalmecánico se estableció que cada empresa de este sector es única en su forma de operar ya que el diseño se efectúa para productos específicos bajo pedido y debe adecuarse a las condiciones propias de operación y los continuos cambios por parte del cliente durante el desarrollo del proyecto. Debido a lo anterior, proponen que la formalización del diseño no sea solo una actividad administrativa, parte de una planeación y compromiso de la dirección. Para ello resaltan la importancia de un enfoque basado en procesos y la necesidad de establecer planes a mediano plazo que anticipen las necesidades y generen una ventaja competitiva.¹⁰

Luego, se presenta en el año 2011 una tesis que propone implementar un modelo de planeación y control de la producción en una empresa dedicada a la fabricación de muebles de madera mediante el previo estudio de los procesos y de sus partes componentes como los elementos de la planificación y control; estudio, clasificación y flujo de materiales; planeación de la capacidad y plan maestro de producción. Mediante el análisis se estableció que estos no se encuentran integrados formalmente y que la empresa carece de un sistema de organización por lo cual se hace necesario implementar una serie de mecanismos de control que permitan hacer más eficiente la administración. Con el fin de mejorar la gestión se sugiere una serie de guías de planificación a largo, mediano y corto plazo. Se concluye finalmente que la aplicación de las políticas propuestas permitirá la mejora en la eficiencia de los procesos y la correcta ejecución de las operaciones, logrando así un impacto positivo reflejado en utilidades para la organización.¹¹

En el año 2011 también se desarrolla un proyecto que tiene por objetivo resolver un problema de secuenciación de operaciones en el sector de la automoción, en un ambiente de taller mecánico con máquinas en paralelo, de forma que se minimizaban los tiempos de entrega o en su defecto se minimizaba el retraso medio de los pedidos. Inicialmente realizaron un diagnóstico de la programación utilizada en el taller, destacando los inconvenientes que resultaban en la operación. Se identificó como un caso de taller mecánico denominado Flexible Job-Shop, se compararon las diferentes alternativas disponibles y se propuso un procedimiento de solución a través de un método heurístico. Los métodos heurísticos como herramientas de gestión de la producción, están siendo usados con frecuencia en la actualidad para la solución de diversas situaciones complejas en una industria cambiante, que no poseen una solución única factible y que no pueden ser solucionadas por los métodos tradicionales. Las heurísticas permiten

¹⁰TORRES Charry, Giovanni. "Aseguramiento del proceso de diseño y desarrollo en un taller metalmecánico". Revista Scientia Et Technica, mayo, año/vol. XIII, número 034. Universidad Tecnológica de Pereira. 2007

¹¹CRIOLLO TACURI, Henry m. "Propuesta para implementar un modelo de planeación y control de la producción en la empresa de muebles el Carrusel Cía Ltda". Universidad Politécnica Salesiana de Ecuador. 2011.

que las empresas generen las soluciones más cercanas a sus problemas organizacionales, aunque no garanticen el hallazgo de resultados óptimos. En este caso el algoritmo propuesto dio como resultado la secuencia a seguir para cumplir con el plan propuesto teniendo en cuenta las particularidades del caso real y el objetivo que se quería alcanzar.¹²

Los anteriores estudios tienen en común, elementos claves que evidencian problemáticas frecuentes en los diferentes sectores y en el sector metalmeccánico a través del tiempo, como la falta de integración entre los componentes de la producción, ausencia de planeación, problemas de secuenciación de operaciones, debido a la complejidad de las organizaciones, falta de control y seguimiento. Es por esto que los estudios actuales propenden por el establecimiento de sistemas que mejoren las características de la planeación, programación y control de la producción en ambientes tanto sencillos como complejos y de incertidumbre, a través de métodos analíticos y heurísticos con el fin de aumentar la eficiencia y eficacia de las empresas.

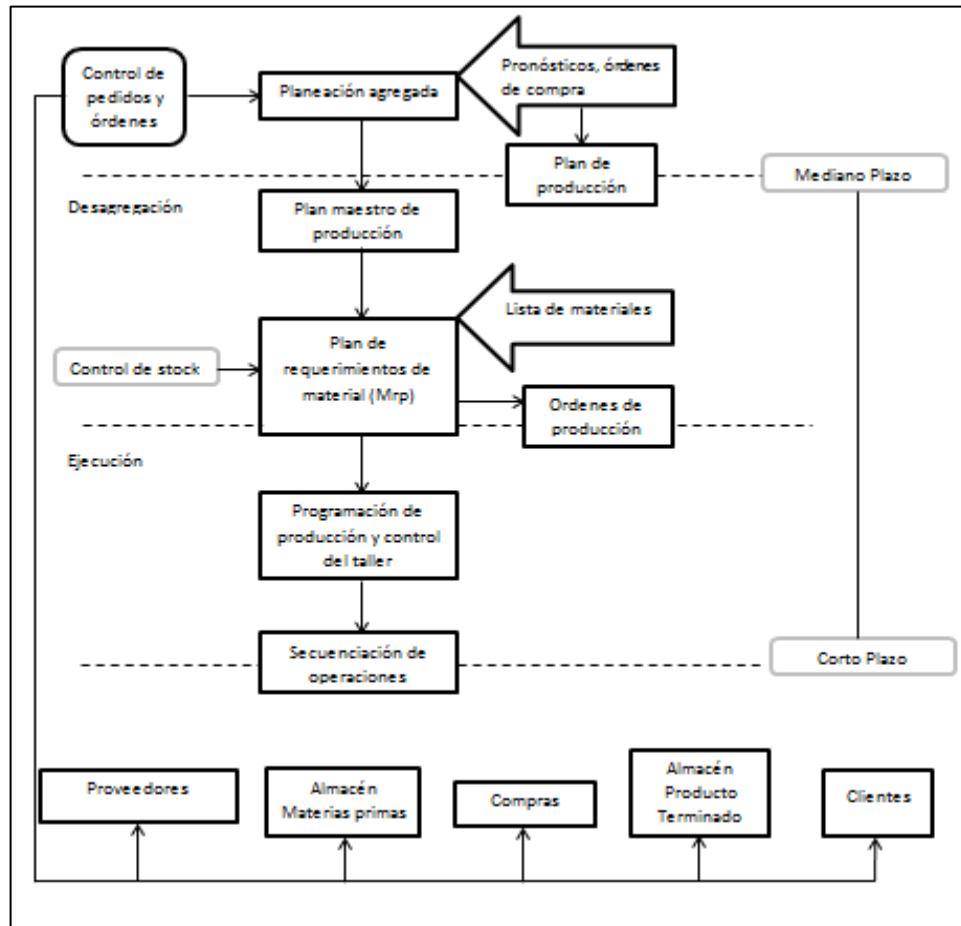
1.10 MARCO TEÓRICO

La planeación y control de la producción en las empresas es de gran importancia ya que determina lo que ha de producirse en un futuro para atender las necesidades del mercado, establece un plan indicando los recursos requeridos para llevarlo a cabo y en última instancia indica la viabilidad del plan.¹³ El proceso de planeación, programación y control de la producción se puede dividir en tres etapas. La primera comprende la creación de un plan agregado de producción, teniendo en cuenta la información del mercado para determinar que artículos se van a fabricar en un lapso de tiempo. La segunda etapa consiste en planificar los requerimientos de material y capacidad para llevar a cabo el plan general. Por último, la tercera etapa ejecuta el plan previamente evaluado. Éste proceso se puede describir como se muestra en la Figura 3.

¹²CALLEJA SANZ, Gema. "Algoritmo de dispatching para la programación de la producción en una planta de fabricación." Universidad Politécnica de Catalunya.2011.

¹³ TAHA, Hamdy A. (2004) Investigación de operaciones. Editorial Pearson Educación, México.

Figura 3. Proceso de planeación, programación y control de la producción.



Fuente: Los autores, 2012. Basado en todo el material bibliográfico relacionado en este documento.

1.10.1 Proceso de Programación y control de la producción

El plan de producción tiene por objeto determinar las tasas de producción que son compatibles con las ventas y los costos calculados. Una vez determinadas dichas tasas, hay que verificar si se dispone de los recursos suficientes para llevarlas a cabo.¹⁴ Estos recursos comprenden factores como materia prima, mano de obra, maquinaria, instalaciones, financiación, etc. Los objetivos la gestión de producción son 1) maximizar las utilidades y la satisfacción al cliente, 2) minimizar los costos.¹⁵

¹⁴GONZÁLEZ RIESCO, Monserrat, Gestión de la producción, Como planificar y controlar la producción industrial. Ediciones de la U.1a ed. 2010.

¹⁵COLLIER, David A., EVANS James R. Administración de operaciones: Bienes, servicios y cadenas de valor. Cengage Learning Editores 2da ed.2009.

1.10.2 Pronósticos

Uno de los elementos fundamentales en la planeación, son los pronósticos, debido a que estos son de una preponderancia considerable para una adecuada y acertada toma de decisiones, además que mediante esta se logra establecer un horizonte más claro y concreto frente a las operaciones a ejecutar para poder satisfacer la demanda. La elaboración de pronósticos es el proceso de proyección de valores de una o más variables en el futuro. Los pronósticos ejercen una influencia en todas las áreas de la organización, ya que es clave para la determinación de futuras acciones como las de finanzas y contabilidad, mercadeo, talento humano, entre otros. En cuanto a la producción, la elaboración de pronósticos ayuda al establecimiento de factores clave como: la selección de procesos, planeación de capacidades y distribución de instalaciones, así mismo se considera continuamente para la planeación, programación e inventarios. Vale considerar que ningún pronóstico es perfecto, ya que hay muchos aspectos que no se pueden predecir con certeza.¹⁶

Los pronósticos se pueden elaborar mediante métodos estadísticos, y métodos basados en juicios, los primeros utilizan información histórica para pronosticar los valores futuros, mientras que los métodos basados en juicios, como su nombre lo indica, se basan en opiniones y experiencias de la gente al desarrollar los pronósticos. Los pronósticos se pueden clasificar en cuatro tipos básicos: cualitativos(subjetivas; de juicio), análisis de series de tiempo(con base en la idea que el historial de los eventos a través del tiempo se puede utilizar para proyectar el futuro), causales(trata de entender el sistema subyacente y que rodea la elemento que se va a pronosticar) y modelos de simulación(modelos dinámicos, casi siempre elaborados por computadora, que permiten al encargado de proyecciones hacer suposiciones acerca de las variables internas y el ambiente externo en el modelo).¹⁷

1.10.3 Planeación agregada

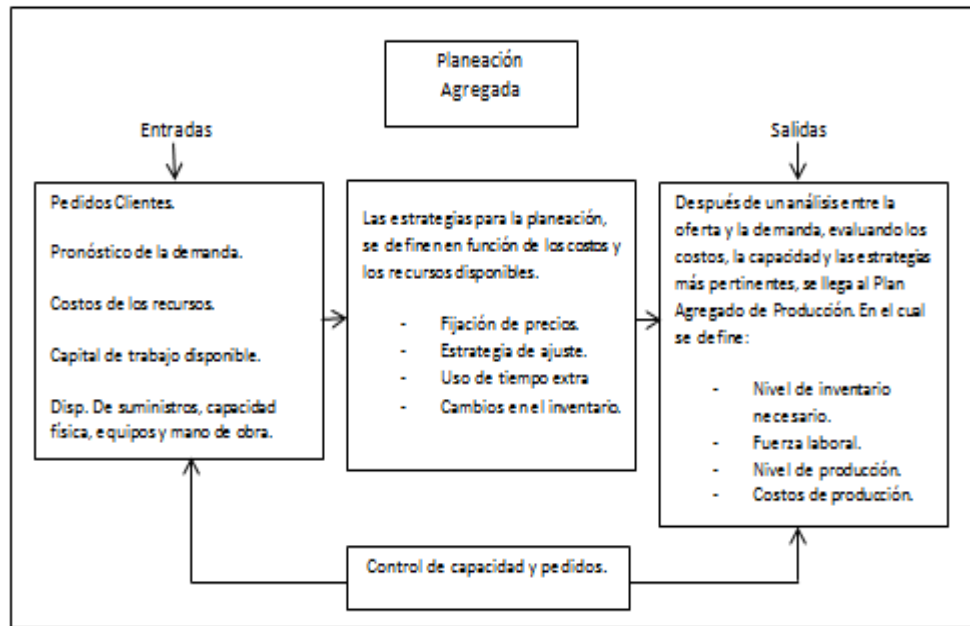
Es una actividad que consiste en acoplar la oferta de la producción con la demanda a un mediano plazo. El término agregado implica que la planeación se hace para una sola medida general o, a lo máximo, para un reducido número de categorías agregadas de productos.¹⁸ La meta de la planeación es establecer los niveles generales de producción en un futuro a mediano plazo a la luz de una demanda fluctuante o incierta. Permite establecer los índices de producción por grupos u otras categorías teniendo en cuenta la capacidad disponible e

¹⁶ CHASE, Richard B., JACOBS, F. Robert y AQUILANO, Nicholas J, op. cit.,p 437.

¹⁷COLLIER, David A., EVANS James R, op. cit, p 450 a 452.

¹⁸Ibíd. p 542 a 545.

intentando cumplir el plan al menor costo posible.¹⁹ El proceso de planeación agregada se describe como se muestra en la Figura 4.
 Figura 4. Proceso de planeación agregada.



Fuente: Los autores, 2012. Basado en todo el material bibliográfico relacionado en este documento.

1.10.4 Estrategias de planeación agregada²⁰

- Fijación de precios: Se usa para reducir los picos de la demanda o para aumentar la demanda durante periodos de poco movimiento. El propósito es nivelar la demanda en un tiempo determinado.
- Publicidad y promoción: Estos métodos se utilizan para estimular o uniformar la demanda.
- Estrategia de ajuste o persecución: Consiste en igualar el índice de producción con el índice de pedidos contratado. Se despide o se contrata empleados conforme varía el índice de pedidos.
- Uso de tiempo extra: Se recurre al tiempo extra para hacer ajustes en la mano de obra a corto y a mediano plazo en lugar de hacer contrataciones y despidos, en especial si el cambio en la demanda es temporal.
- Estrategia de nivel: Mantener una fuerza de trabajo estable con un índice de producción constante. Se varían los niveles de inventario para soportar los cambios de la demanda.

¹⁹MEREDITH, Jack., Administración de las operaciones. Editorial limusa. 2da ed. 2002 op. cit p 340 a 370.

²⁰SCHRODER, Roger G., GOLDSTEIN, Susan Meyer y RUNGTUSANATHAM, M. Johnny. Administración de operaciones conceptos y casos contemporáneos. Editorial McGraw Hill. 5a ed. 2011.

- Cambios en el inventario: Se puede constituir un inventario durante los periodos de baja demanda con el fin de que puedan suplir los faltantes en la temporada de demanda máxima. Se considera un amortiguador entre la oferta y la demanda
- Subcontratación: Consiste en la adquisición externa de un trabajo a partir de otras empresas, es importante seleccionar un proveedor que cumpla con los requerimientos de calidad y tiempo de entrega.

1.10.5 Costos de la planeación agregada²¹

La mayoría de los métodos de planeación agregada incluye un plan que minimiza los costos. Los costos están asociados al tipo de estrategia a seguir. Es por ello que se deben evaluar varias estrategias con el fin de seleccionar la o las más pertinentes logrando el menor costo posible. Existen diferentes clases de costos, se mencionan a continuación los más representativos.

- Costos de producción básicos: Son los costos fijos y variables en los que se incurre al producir un tipo de producto determinado en un periodo definido. En éstos se incluyen los costos de la fuerza de trabajo directo e indirecto, así como la compensación regular y de tiempo extra.
- Costos asociados con cambios en el índice de producción: Son aquellos que comprenden la contratación, la capacitación y el despido de personal.
- Costos de mantenimiento de inventario: Un componente importante es el costo de capital relacionado con el inventario. Otros componentes son el almacenamiento, los seguros, los impuestos, el desperdicio y la obsolescencia.
- Costos por faltantes: Por lo regular son difíciles de medir e incluyen costos de expedición, pérdida de la voluntad de los clientes y pérdida de los ingresos por ventas.

El resultado del análisis entre la oferta y la demanda y la determinación entre los recursos que se requieren; un balance entre el nivel de fuerza laboral, tasa de producción y niveles de inventario genera un plan agregado de producción que será posteriormente desagregado en el plan maestro de producción.

1.10.6 Plan maestro de producción²²

El plan maestro de producción (*MPS- Master Production Schedule*) especifica cuántos productos terminados se van a producir y cuándo se producirán. Consiste en detallar, semanal o incluso diariamente, la cantidad de productos específicos o grupos de producto que deben elaborarse. El propósito del plan maestro es traducir el plan agregado a un plan separado para productos terminados

²¹CHASE, Richard B., JACOBS, F. Robert y AQUILANO, Nicholas J. op, cit., p.588 - 610.

²²TAWFIK, Louis., CHAUVEL, Alain, M. Administración de la producción. McGraw Hill. 1992. Op, cit., p 275 a 290.

individuales. También brinda los medios para evaluar los programas alternativos en términos de necesidades de capacidad, proporciona entradas al sistema MRP y ayuda a los administradores a generar prioridades de programación al establecer fechas límite de producción de los artículos individuales. En el plan maestro de producción las cantidades expresan lo que se necesita producir, no lo que se puede producir.

El desarrollo de un programa maestro incluye lo siguiente: 1) calcular el inventario disponible proyectado, y 2) determinar las fechas y la magnitud de las cantidades de producción de productos específicos.²³ En la figura 3, se puede observar el proceso de planeación maestra.

1.10.7 Planeación de los requerimientos de material²⁴

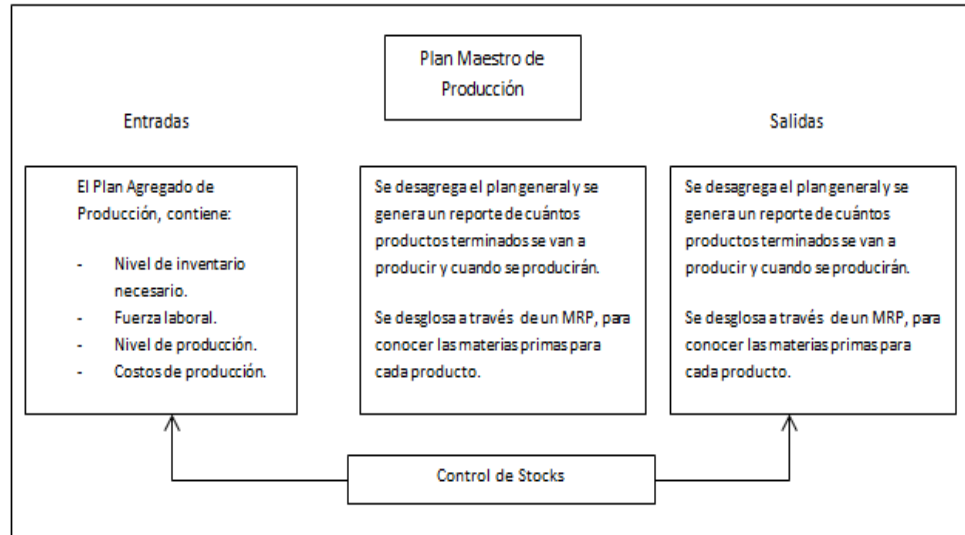
La planeación de requerimientos de material (MRP), es un sistema de planeación y compras. Proyecta las necesidades de partes individuales o subensambles con base en la demanda para los productos terminados. Trabaja en base a dos parámetros: tiempos y cantidades. En el MRP La salida principal es un reporte de programación en el tiempo, que ofrece 1) un programa para obtener las materias primas, 2) un programa detallado para fabricar el producto y controlar los inventarios, 3) información de producción que conduce el flujo de efectivo y las necesidades financieras.²⁵ Además de calcular las cantidades de materias primas para satisfacer la demanda, considera cuando deben liberarse las órdenes para cada artículo con el fin de entregar la cantidad completa en la fecha indicada. En la

Figura 5, se puede observar el proceso de planeación maestra y plan de requerimientos de material.

²⁴GONZÁLEZ RIESCO, op. cit.,p 1- 20.

²⁵ FOGARTY, Donald W. (1994) Administración de la producción e inventarios Editorial: Compañía Editorial Continental. México

Figura 5. Proceso de Planeación Maestra y MRP.



Fuente: Los autores, 2012. Basado en todo el material bibliográfico relacionado en este documento.

El plan maestro es la base para la planificación de los requerimientos de material ya que a partir de él se pueden conocer los requerimientos exactos de producto terminado. Además es importante conocer la lista de materiales, el registro de inventarios y el lead time para cada producto, con el fin de crear una programación del tiempo y de las unidades necesarias en esta etapa del proceso.

1.10.8 Programación de la producción²⁶

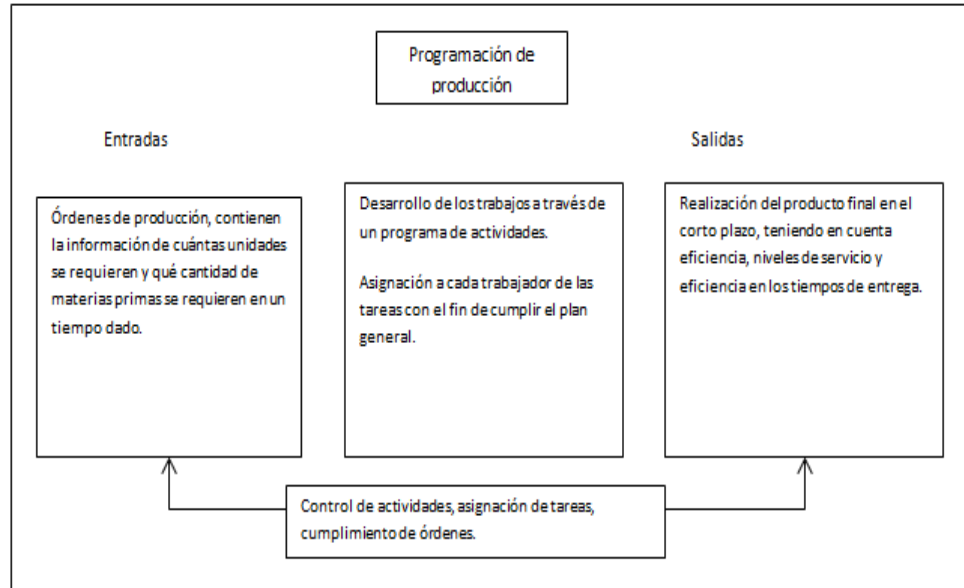
Las decisiones de programación asignan la capacidad, los recursos disponibles (equipo, mano de obra y espacio) a los trabajos, actividades, tareas o clientes a lo largo del tiempo. La programación da como resultado un plan basado en fases de tiempo, o programa de actividades. Éste indica lo que habrá de hacerse, cuándo, por quién y con qué equipamiento.²⁷ La programación de operaciones debe diferenciarse claramente de la planeación agregada, pues esta última trata de determinar los recursos necesarios mientras que la programación asigna los recursos conseguidos a través de la planeación agregada de la mejor manera posible para satisfacer los objetivos operacionales. La planeación agregada se efectúan con base en un lapso de aproximadamente un año y, la programación de operaciones en función de un periodo que incluye un número breve de meses, semanas u horas. Se pretende lograr varios objetivos en conflicto: Un alto nivel de

²⁶SCHRODER, op. cit, p 330 - 353.

²⁷<http://bdigital.eafit.edu.co/proyecto/p658.514c824/capitulo.2.Pdf>

eficiencia, inventarios bajos y un buen servicio al cliente. En la Figura 6, se muestra el proceso de programación de la producción.

Figura 6. Proceso de programación de la producción.



Fuente: Los autores, 2012. Basado en todo el material bibliográfico relacionado en este documento.

1.10.9 Control de producción

Un sistema en movimiento está sujeto a perturbaciones de muchos tipos que varían el rendimiento del mismo. El control se encuentra presente durante todo el proceso de planeación y programación de producción. Para tomar decisiones de control es necesario contar con la relación entre las entradas y salidas, y su resultado frente a los patrones previamente establecidos, con el fin de garantizar el cumplimiento o tomar acciones correctivas del sistema.

1.10.10 Herramientas de diagnóstico

- **Diagrama de Pareto:** Consiste en un gráfico de barras similar al histograma que se conjuga con una curva de tipo creciente y que representa en forma decreciente el grado de importancia o peso que tienen los diferentes factores que afectan a un proceso, operación o resultado. Con el análisis de Pareto, se pueden separar los “Pocos Vitales” de los “Muchos Triviales”, a fin de deducir que el 20% de las causas resuelven el 80% del problema y el 80% de las

causas solo resuelven el 20% del problema, permitiendo identificar las oportunidades para la mejora.²⁸

- **Análisis de las 5 fuerzas de Porter:** Este modelo enseña que una empresa está rodeada de cinco factores fundamentales dentro de una industria y hay que aprender a controlarlos muy bien para sobrevivir en el mercado y tomar buenas decisiones, de tal manera que lleven a las empresas, al éxito tomando en cuenta altas tasas de rentabilidad. Porter, también muestra que en la empresa existen dos tipos de competencia, la positiva y la destructiva, la primera es cuando un competidor busca diferenciarse del resto en vez de acaparar todo el mercado y la otra es justamente todo lo contrario pues todas las empresas ofrecen lo mismo. El sentido del modelo, consiste en generar estrategias y aplicarlas correctamente para tener éxito y derrotar a la competencia y sobretodo posicionarse sólidamente dentro de la industria.²⁹

1.11 MARCO CONCEPTUAL³⁰

Algunos autores como Schroeder [1992], Tawfik & Chauvel [1992], Nahmias [1997], Riggs [1998], Chase & Aquilano [1995], Domínguez Machuca [1995] entre otros, establecen en términos generales que el proceso de planeación en las organizaciones se inicia con las previsiones o los pronósticos que permiten generar planes a corto, mediano y largo plazo. Adicional a ello, argumentan que este proceso sigue un enfoque jerárquico en el que se logra una integración vertical entre los objetivos estratégicos, tácticos y operativos y además establece también una relación con otras áreas funcionales de la empresa. Básicamente las fases que componen el proceso de planeación, programación y control de la producción se relacionan a continuación.

- Determinación de Pronósticos
- Planeación Agregada
- Planeación Maestra
- Planeación de Requerimientos de Material
- Programación de las operaciones.

²⁸ UNIVERSIDAD NACIONAL. Diagrama de Pareto. [En línea]. [Consultado el 11 de febrero de 2014]. Disponible en <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4100002/lecciones/instrumentos/pareto.htm>

²⁹ CONYUNTURA ECONÓMICA. Cinco fuerzas competitivas de Michael Porter. [En línea]. [Consultado el 11 de febrero de 2014]. Disponible en: <http://coyunturaeconomica.com/marketing/cinco-fuerzas-competitivas-de-michael-porter>

El control de la producción se encuentra presente en todas las anteriores fases, dado que al ser un sistema, las salidas de una fase son las entradas de la siguiente fase, con lo cual se puede evaluar si los insumos son acordes a las necesidades del proceso y así verificar que los resultados cumplan con los planes propuestos inicialmente. A continuación se describirán brevemente algunas técnicas que permiten cumplir las fases mencionadas:

- **Modelos de Pronósticos:** Corresponden a técnicas que permiten predecir el futuro a partir de datos históricos, son usados en las empresas para determinar la demanda futura de sus productos y en base a esto controlar la cantidad de productos que deben producir en el mediano y largo plazo, se pueden encontrar cualitativos como el método Delphi y cuantitativos como los promedios móvil.³¹
- **Estrategias para planear la producción:** Planes que entrañan trueques entre el tamaño de la fuerza laboral, las horas laborales, el inventario y los pedidos atrasados acumulados.³²
- **Plan maestro de producción:** Este es un plan de entrega para la organización manufacturera. Incluye las cantidades exactas y los tiempos de entrega para cada producto terminado.³³
- **Planeación de requerimientos de capacidad (CRP):** Es el proceso para determinar la cantidad de mano de obra y recursos de maquinaria que se requieren para lograr las tareas de producción.³⁴
- **Planeación de requerimientos de materiales (PRM):** Es un enfoque de previsión basado en la demanda para planear la producción de artículos manufacturados y pedido de materiales y componentes para minimizar los inventarios innecesarios y reducir los costos.³⁵
- **Programación:** Se refiere a la asignación de recursos a lo largo del tiempo para la realización de tareas específicas.³⁶
- **Programación de pedidos:** Planeación final del uso de máquinas, líneas de producción o centros de trabajo específicos para producir los pedidos.³⁷
- **Gráfica de Gantt:** Es una gráfica de barras que permite programar recursos humanos, administrativos, maquinaria etc.³⁸

³¹ NOORI, Hamid., Radord, Rusell. Administración de operaciones y producción. McGraw-Hill. 1era ed. 1997.

³² *Ibid.*, p 577.

³³ SIPPEN, Daniel., BULFIN, Robert. Planeación y Control de la producción. McGraw Hill. 1998.

³⁴ *Ibid.*, p. 547.

³⁵ *Ibid.*, p 549.

³⁶ *Ibid.*, p. 518.

³⁷ KRAJEWSKI, op. cit, p 523.

³⁸ KRAJEWSKI, op. cit, p 489.

2. DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA ASCENMETÁLICAS CUERVO

2.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

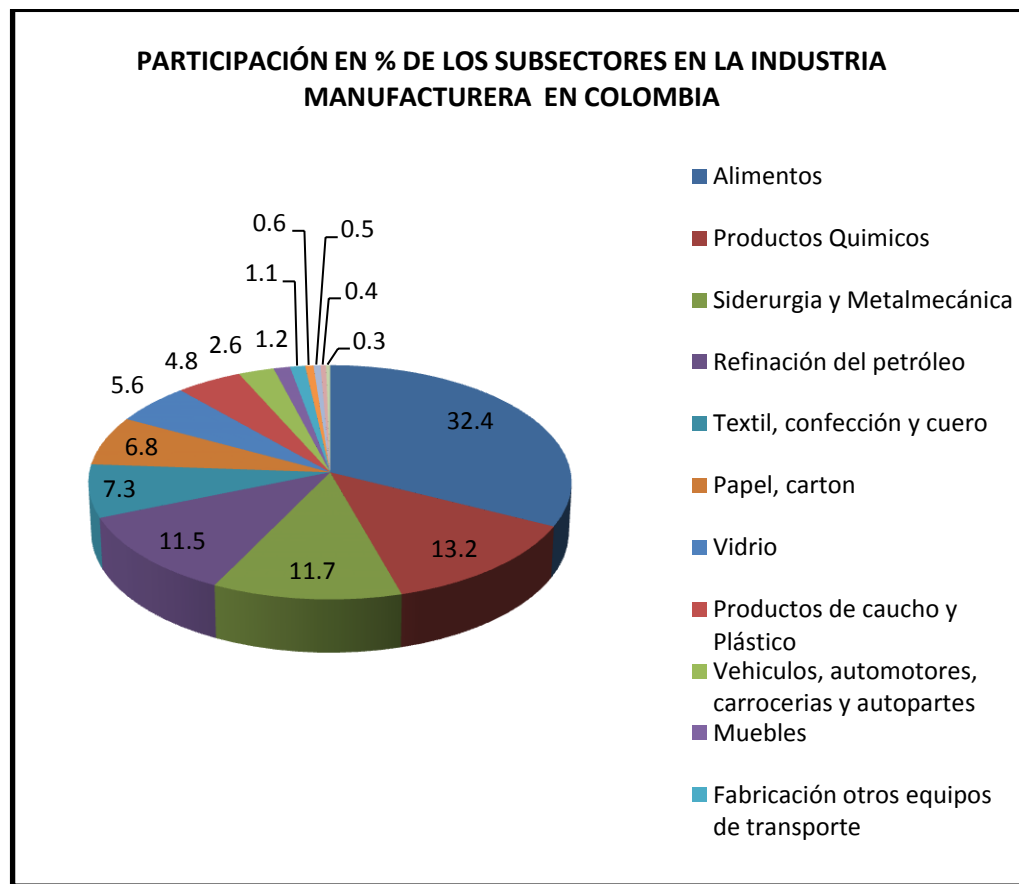
Ascenmetálicas Cuervo Ltda, es una compañía localizada en Bogotá, Colombia, ubicada en la Cra 26 No 22C-29, Barrio Samper Mendoza. Fundada en el 2005, es reconocida en el sector metalmeccánico específicamente en la industria de los Ascensores, por la fabricación de piezas para ascensores y prestación de servicios de reparación de las mismas³⁹.

Actualmente Ascenmetálicas Cuervo Ltda cuenta con el trabajo de (6) personas en el área de producción donde desarrollan labores de mecanizado en máquinas y herramientas manuales como Torno, Fresa, Troqueladora, etc. Adicional prestan servicios de soldadura, de ensamble de marcos o entradas, reparación de motores, bujes, arreglos de puertas etc.

Las piezas que fabrica y los servicios que presta, son suministrados a las grandes empresas de la industria, como Ascensores Schindler, Thyssenkrupp Elevadores, Ascensores Integral siendo éstos sus principales clientes. Posee alrededor de (25) clientes en Bogotá D.C. Cabe resaltar según lo anterior que la empresa no produce bienes para el cliente final sino que pertenece a la cadena de suministro de ascensores siendo proveedor de los grandes fabricantes y satisfaciendo las necesidades intermedias para la entrega del producto final que este caso corresponde a la entrega y puesta en funcionamiento del Ascensor o su mantenimiento por parte del fabricante. La empresa pertenece al sector de la Industria Manufacturera, y al subsector Metalmeccánico específicamente en el suministro y ensamble de partes para Ascensores. El sector de la Siderurgia y la Metalmeccánica, ocupan el 11,7 por ciento, dentro del total de la Industria manufacturera según Figura 7.

³⁹Información suministrada por Ascenmetálicas Cuervo Ltda.

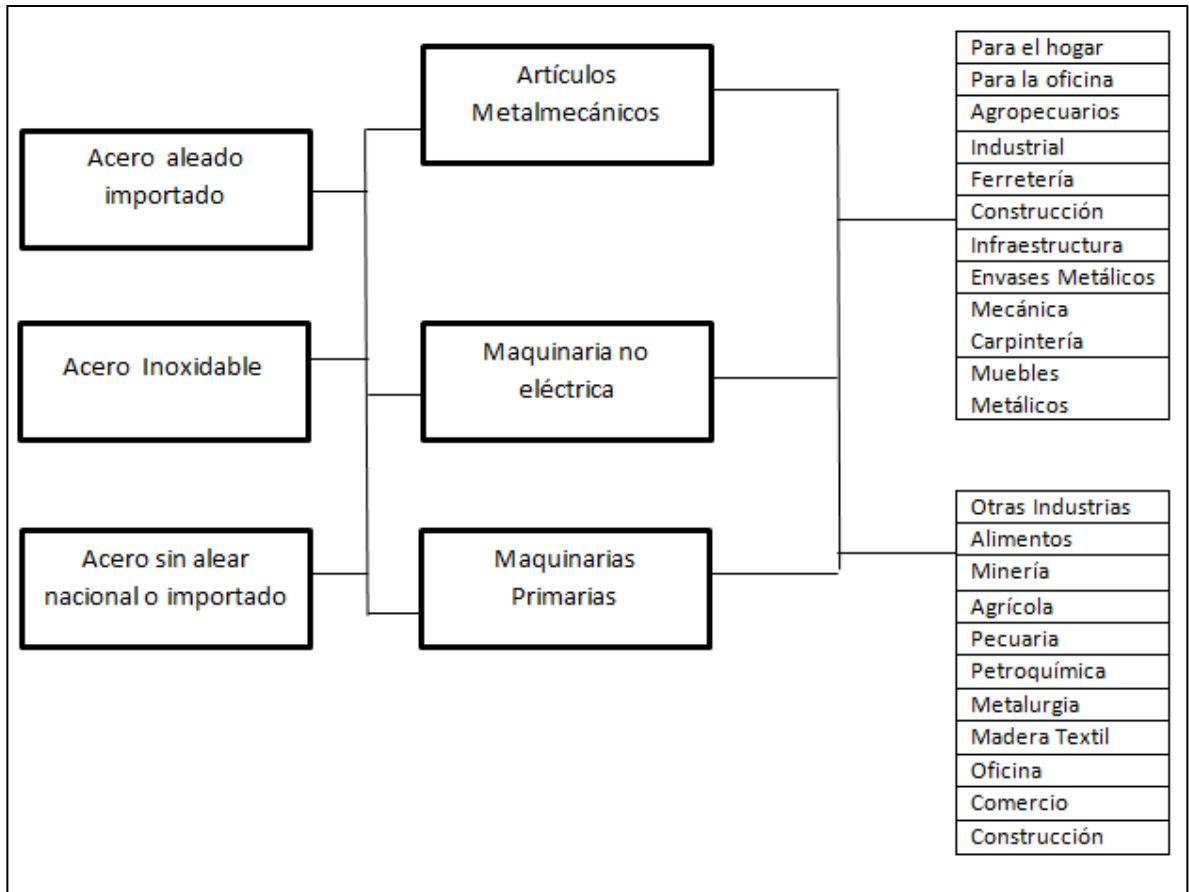
Figura 7. Participación en % de los subsectores en la industria manufacturera en Colombia.



Fuente: Encuesta Anual Manufacturera 2011. [Consultado en: <http://www.dane.gov.co/index.php/industria/encuesta-anual-manufacturera-eam>]

El sector metalmeccánico proporciona diferentes productos a la industria, como se puede observar en la Figura 8, Ascenmetálicas Cuervo se encuentra dentro de las empresas que fabrican artículos metalmeccánicos para uso estructural y para la construcción ya que los ascensores son pieza fundamental para el acceso y tránsito de las personas dentro de edificaciones y construcciones de gran altura.

Figura 8. Principales productos del sector metalmeccánico.



Fuente: Los autores, 2013. Cámara Fedemetal.
<http://www.andi.com.co/pages/comun/infogeneral.aspx?id=27&Tipo=2>

[Consultado en:

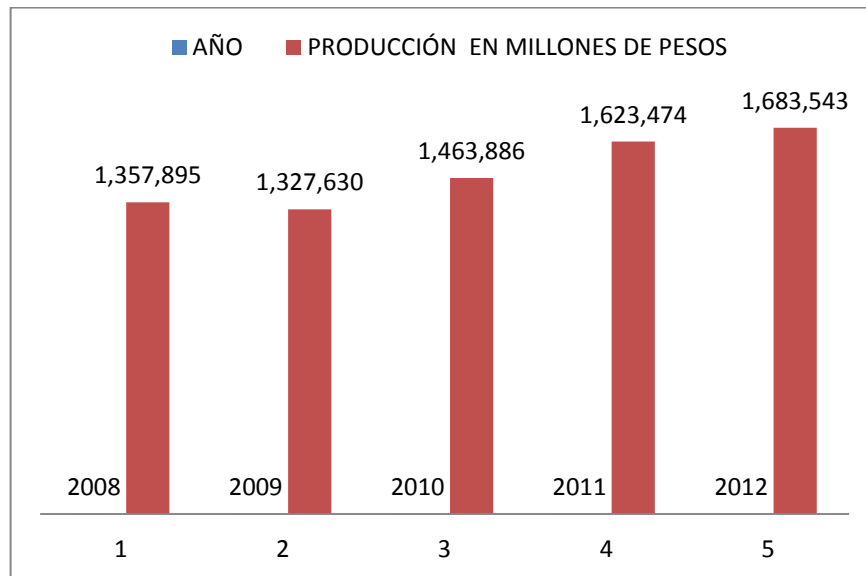
2.2. SECTOR METALMECÁNICO AÑOS 2009 - 2012

Según la Gráfica 1 y la Tabla 3, en el año 2009 se evidencia un decrecimiento de la producción del sector metalmeccánico del 2,2 por ciento con respecto al año 2008, dado que la producción industrial se afectó por el alza en las tasas de interés por parte del Banco de la República en ese año. Adicional se disminuyeron proyectos de obra civil que explican la caída de la demanda de los productos

metálicos de uso estructural, lo que afectó directamente la producción de los fabricantes de ascensores. Para el año 2010 se percibía un ambiente optimista, pues tanto la economía global como la industria nacional, entraron en una fase de recuperación; la salida de la desaceleración se evidenció desde el sorpresivo crecimiento del PIB en el cuarto trimestre del año 2009, (2,45 por ciento) el cual estuvo jalonado por el buen momento de los sectores de la minería, hidrocarburos y construcción. En marzo de 2010, las cifras arrojaban el buen momento de la industria metalmeccánica quizás el segmento más afectado por la recesión. Esto lo demuestra el crecimiento de la producción para el año 2010, correspondiente al 10,2 por ciento y para el año 2011 del 10,9 por ciento.⁴⁰

En el año 2012, se percibió un crecimiento de tan sólo el 3.7%, debido a como lo mencionan algunos expertos, la apertura comercial está llevando a las empresas a competir fuertemente dentro de un contexto de crisis mundial, y en la mayoría de los casos las empresas extranjeras generan mayor rentabilidad pues sus costos de producción son menores que los costos en los que incurren los empresarios colombianos.⁴¹

Gráfica 1. Capacidad H-H Mes Planta frente a la demanda en H-H de Productos y Servicios Simultáneamente.



Fuente: Los autores, 2013. Basados en la Encuesta anual manufacturera 2012, [Consultado en: <http://www.dane.gov.co/index.php/industria/encuesta-anual-manufacturera-eam>]

⁴⁰Encuesta Anual Manufacturera DANE 2012 y ANDI, Cámara Fedemetal

⁴¹<http://www.metalmecanica.com>

Tabla 3. Crecimiento de la producción en millones de pesos de productos del sector metalmecánico años 2008 – 2012.

Año	Producción en millones de pesos	Crecimiento en millones de pesos	Porcentaje Crecimiento
2008	1,357,895	184,104	15.60%
2009	1,327,630	-30,265	-2.20%
2010	1,463,886	136,257	10.20%
2011	1,623,474	159,588	10.90%
2012	1,683,543	60,069	3,7%

Fuente: Los autores, 2013. Basados en la Encuesta anual manufacturera 2012, [Consultado en: <http://www.dane.gov.co/index.php/industria/encuesta-anual-manufacturera-eam>]

La empresa se especializa dentro del sector metalmecánico, en la satisfacción de necesidades de la industria del ascensor. Esta industria depende a su vez, del jalonaso que le proporciona el sector de la construcción. La demanda de bienes y servicios se mueve al ritmo de esta última industria. En el año 2011 y 2012 se alcanzó la mayor cifra en ventas de vivienda y en proyectos de construcción, con alrededor de 18.291 unidades vendidas.⁴²

En Colombia las empresas que tiene participación en el mercado de fabricación de Ascensores son Mitsubishi con un 30 por ciento, Ascensores Andino con un 28 por ciento y Otis, Schindler y LG que suman el otro 42 por ciento de las ventas nacionales. Estos fabricantes de ascensores llaman la atención de los constructores y usuarios en factores de ventaja competitiva, como calidad y respaldo. El primer aspecto debe estar presente en los trabajos de todos los fabricantes, el segundo aspecto si marca la diferencia entre una marca y la otra, es decir, el mantenimiento. Ellos ofrecen un servicio pos venta que fideliza y le garantiza a los clientes el correcto funcionamiento del ascensor y los

⁴²http://www.elcolombiano.com/BancoConocimiento/E/en_2012_el_sector_conservaria_ritmo_de_crecimiento/en_2012_el_sector_conservaria_ritmo_de_crecimiento.as
p.

mantenimientos mensuales preventivos y correctivos con el fin de que el ascensor esté siempre operando con una vida útil entre los 25 y 30 años.⁴³

Ascenmetálicas Cuervo conoce esta situación y le brinda un servicio y suministro de partes de calidad a estos fabricantes. Los mantenimientos que los fabricantes deben realizar permiten que la empresa esté interactuando constantemente con ellos, proveiéndole las distintas piezas y marcas que los fabricantes necesiten en el menor tiempo posible.

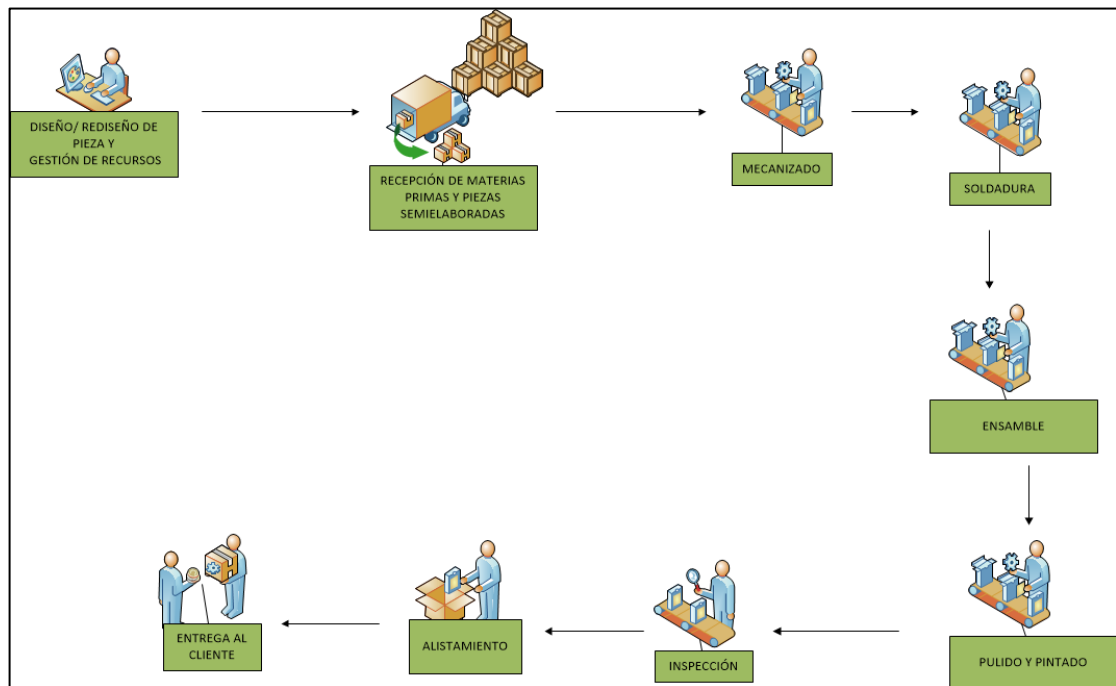
2.3 PROCESO GENERAL DE OPERACIÓN EN ASCENMETÁLICAS CUERVO LTDA

Ascenmetálicas Cuervo Ltda es administrada por su propietario el señor Ricardo Cuervo, quién es la persona que planea, programa y controla todas las operaciones de la empresa. El propietario con su experiencia define precios, establece requerimientos de materias primas, asigna las tareas del taller, inspecciona la producción y realiza el contacto comercial. No existe un procedimiento establecido para la planeación, programación y control de las actividades de producción. La empresa funciona a base del conocimiento que posee su propietario, sin controles definidos y sin una anticipación de requerimientos de material y mano de obra disponible. Los pedidos se van asignando en el taller a medida que van llegando, y según las especificaciones del proyecto y dimensiones requeridas. El primer contacto del cliente, se hace por vía telefónica, correo electrónico o físicamente con el propietario. La solicitud del cliente es recibida por el propietario quién identifica la cantidad de material que requiere y cuánto le cuesta ese material, además de calcular el costo que le implica realizarlo. Con ésta información entrega la cotización al cliente. Si el cliente acepta la cotización, se procede a la fabricación en el taller.

En la Figura 9 se puede apreciar el proceso general de producción con las operaciones básicas que se llevan a cabo para la fabricación de piezas en el taller de la empresa. La secuencia de las operaciones y su realización depende de las especificaciones de la pieza a realizar y si esta lo requiere. A continuación se describen las principales características de cada actividad.

⁴³http://www.elcolombiano.com/BancoConocimiento/L/los_ascensores_suben_al_ritmo_de_la_construccion/los_ascensores_suben_al_ritmo_de_la_construccion.asp

Figura 9. Diagrama general del Proceso de Producción.



Fuente: Los autores, 2013. Basados en la información recopilada en Ascenmetálicas Cuervo Ltda.

- **Diseño/ Rediseño de pieza y gestión de recursos:** El propietario en base a la solicitud del cliente revisa la pieza o el producto solicitado, y realiza cambios en el diseño si este lo requiere. También define la cantidad de material a requerir, ordena la producción y procede a comprar los materiales que necesita.
- **Recepción de materias primas y piezas semielaboradas:** Una vez definido el diseño de la pieza a trabajar, el propietario hace una revisión de las materias primas que requiere a fin de identificar la cantidad de material a comprar. Realiza la requisición a sus proveedores y recibe las materias primas según los tiempos de entrega establecidos.

- **Mecanizado:** Cuando el material o la pieza semielaborada ingresan al taller, pasa a ser trabajada por el operario en la máquina inherente al proceso a ejecutar. Esta operación se le denomina a aquella operación en la cual interviene una máquina como Torno o Fresa y se produce una transformación de un material en bruto o semitrabajado, a un producto terminado.
- **Soldadura:** Esta operación que realiza el taller, permite el ensamble o la unión de diferentes piezas semielaboradas. No todas las piezas que produce la empresa requieren pasar por la operación de Soldadura. Algunas piezas como los Brackets especializados requieren de esta operación. Otras piezas que no lo requieren continúan su flujo sin hacer escala pasando directo a las operaciones de pulido y pintado.
- **Ensamble:** Esta operación en su mayoría de veces es independiente de la operación de mecanizado del taller y de la operación de soldadura pues se realiza con piezas que ya vienen premecanizadas desde el proveedor y a través de ella se unen a través de tornillos y tuercas como en el caso de las entradas o marcos de un ascensor.
- **Pulido y pintado:** Estas operaciones al igual que los pasos anteriores, no aplican para todas las piezas que se llevan a cabo, sólo para aquellas piezas que por exigencia del cliente, por normatividad, o simplemente por presentación requieren de esta labor.
- **Inspección:** Este punto del flujo es determinante para la culminación del proceso productivo, ya que en él se realiza una revisión por parte del propietario, quien acorde con su conocimiento y experticia, determina la aprobación o no, del producto final, tomando como referencia las especificaciones dadas por el cliente y su criterio en el desarrollo de estos procesos.
- **Alistamiento:** En este paso las piezas son empaquetadas para su posterior entrega al cliente. No para todas las piezas se requiere empaquetamiento. Por ejemplo, las poleas se envuelven en un plástico a fin de protegerlas de suciedad y agentes corrosivos, antes de su entrega final.
- **Entrega al cliente:** Finalmente, cuando se ha llevado a cabo todo el proceso productivo, se llega a un acuerdo con el cliente para establecer si la entrega se hará por parte de la empresa o como en la mayoría de veces, el cliente debe acercarse a las instalaciones de la misma para recoger el trabajo.

El proceso general de operación de la empresa, recae como responsabilidad del propietario, dado que actualmente él es quién define los parámetros para planear y programar la producción. La asignación de trabajos en las diferentes operaciones básicas depende del orden en el que vayan llegando los pedidos y el criterio con el que el propietario decida la fabricación de los trabajos. La empresa no tiene establecido un criterio para la programación de los trabajos del taller.

2.4. ANÁLISIS DOFA DE LA PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN EN ASCENMETÁLICAS CUERVO LTDA.

Dentro de las fortalezas que posee la empresa, sobresale la amplia experiencia de su propietario en el sector de la metalmecánica. Él con su conocimiento entiende las necesidades del mercado, define negocios para la empresa, diseña los proyectos y dirige el rumbo de la organización. De esta forma la empresa compete en el mercado, creando un voz a voz por la confianza y seguridad que brinda a los fabricantes de ascensores. También la empresa tiene como premisa la elaboración de piezas y proyectos garantizando que realmente sean bajo las dimensiones y especificaciones requeridas por el cliente, brindándole soporte antes de la venta y posterior a la misma, logrando con esto una fidelización del cliente. La empresa obra de ésta manera tanto para trabajos sencillos como para trabajos complejos. El personal que labora en la empresa, ya cuenta con una experiencia en el sector, lo cual apoya el desarrollo de las actividades contribuyendo a la efectividad de la operación. Se destaca como fortaleza, el compromiso y compatibilidad que refleja el personal hacia la empresa y hacia el propietario de la empresa gracias al apoyo que les brinda. Esto permite que se cree un clima laboral adecuado y un ambiente asertivo para lograr el cumplimiento de los pedidos y las metas propuestas por la compañía.

Ascenmetálicas cuenta con alianzas con proveedores claves de materias primas y de servicios. Estas alianzas le permiten negociar precios, priorizar órdenes de compra y solicitar manejos especiales en proyectos que requiere con mayor urgencia. Este factor permite que la empresa tenga rapidez a la hora de cumplir requerimientos adicionales de los clientes. En el taller se pueden trabajar diversidad de piezas acordes a las necesidades del cliente. Si ha de requerirse un cambio en la forma y existe la posibilidad de hacerlo, la empresa le brinda esta opción al cliente ofreciéndole varias alternativas por las que puede optar, permitiendo que el cliente conozca la versatilidad de la empresa en la elaboración de diferentes clases de piezas. Por su amplia experiencia en el sector, la empresa es llamada a realizar trabajos a nivel nacional, lo cual le permite mayor reconocimiento. Trabaja de la mano de los grandes fabricantes de ascensores como lo son Ascensores Schindler y Thyssenkrupp elevadores, lo cual permite que la compañía crezca a la par del desarrollo de negocios de dichos fabricantes. La empresa no estima su capacidad de forma eficiente y no conoce la cantidad de materias primas que requiere exactamente para la producción y los tiempos de hacer la requisición de las mismas. La compañía cumple las entregas de pedidos, invirtiendo mayores recursos de los que debería invertir, dado que incurren en horas extras y subcontratación adicional para el cumplimiento de los pedidos de

los clientes. Este rasgo mencionado es la debilidad global del sistema de producción en Ascenmetálicas Cuervo Ltda.

A lo anterior, se le suma la desorganización en la asignación de tareas en el taller y una programación empírica que no establece juicios claros que prioricen sus requerimientos. De acuerdo a lo anterior la empresa debe tratar de superar y mejorar los aspectos críticos de la planeación, programación y control de la producción, dado que la competencia está en continuo fortalecimiento de sus sistemas de información junto con la mejora de los métodos operacionales existentes en dichas empresas. Así mismo, debe tratar de indagar sobre las empresas que están incursionando en el mercado, y sobre los productos de origen extranjero, a fin de conocer sus estrategias, tomar las mejores prácticas y de ésta manera destacarse en el mercado. El anterior análisis se basa en el Cuadro 1, donde se evidencia un resumen de las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas en Ascenmetálicas Cuervo Ltda.

Cuadro 1. Fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas identificadas en Ascenmetálicas Cuervo Ltda.

Fortalezas	Debilidades
<ul style="list-style-type: none"> - Habilidad y experticia del personal que labora. - Compromiso de los trabajadores. - Buenas Relaciones con la fuerza laboral. - Capital disponible para el desarrollo de sus actividades. - Experiencia de más de 20 años del propietario en el sector. - Calidad garantizada en los proyectos. - Fidelidad de sus clientes. - Versatilidad en la fabricación de diferentes piezas según las especificaciones de los clientes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ausencia de un método eficiente de planeación, programación y control de la producción. - Incurren en constantes horas extras y subcontratación para cumplirle a los clientes. - Se desconocen la cantidad de materias primas requeridas para la producción del taller. - Carece de una metodología para para la identificación y el control de los costos. - Desconocen la capacidad disponible en horas hombre.
Oportunidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> - Participación en diferentes proyectos de construcción a nivel nacional. - Estrategias de crecimiento de las empresas clientes líderes en el mercado, como Ascensores Schindler . 	<ul style="list-style-type: none"> - Fortalecimiento de los sistemas de producción de la competencia. - Aumento de las empresas que ofrecen los mismos productos y servicios.

Fuente: Los autores, 2013. Basados en la información recopilada en Ascenmetálicas Cuervo Ltda.

A partir del Cuadro 1, se pueden establecer unas estrategias que le permiten a la empresa usar sus fortalezas y oportunidades para ser más competitiva, así como también a partir de las mismas fortalezas mitigar los riesgos que se puedan materializar con las posibles amenazas. A partir de las oportunidades, la empresa puede generar también estrategias que le ayuden a mejorar sus puntos débiles. En la

Figura 10, se pueden observar las estrategias generadas a partir del análisis Dofa generado.

Figura 10. Estrategias generadas a partir del análisis DOFA.

Factores Externos / Factores Internos	Oportunidades	Amenazas
Fortalezas	<ul style="list-style-type: none"> - Alianza con sus clientes principales, y sus proveedores de confianza, para la realización de los diferentes proyectos a nivel nacional, dado el capital disponible y el amplio conocimiento del sector. 	<ul style="list-style-type: none"> - Dada la experticia y conocimiento de sus productos, se debe establecer un sistema de planeación, programación y control de la producción, con participación de todos sus empleados, con el fin de organizar sus actividades de manufactura y competir con calidad frente a los sistemas de la competencia.
Debilidades	<ul style="list-style-type: none"> - Participación en los proyectos de sus clientes, cumpliendo con la metodología exigida por ellos, a fin de establecer unos tiempos y un orden en 	<ul style="list-style-type: none"> - La empresa inicia un proceso de reconocimiento de sus procesos, del tiempo de las operaciones, recursos disponibles, con el fin de empezar a generar pautas para la

	las actividades que los ayude al cumplimiento efectivo de los pedidos sin incurrir en costos adicionales.	construcción de una metodología que le permita planear sus operaciones y poder competir en el largo plazo con las empresas que se consideran competencia actual.
--	---	--

Fuente: Los autores, 2013. Basados en la información recopilada en Ascenmetálicas Cuervo Ltda.

2.5 ANÁLISIS DE LAS 5 FUERZAS DE PORTER

Se procede a llevar a cabo el análisis de las 5 fuerzas de Porter dado que le permite a la empresa conocer el entorno en el cual desarrolla sus operaciones, lo cual le permite a la empresa generar estrategias para mantenerse en el mercado de forma competitiva y exitosa.⁴⁴ Este entorno según Michael Porter, comprende cinco factores principales que se describen a continuación:

2.5.1 Amenaza de entrada de nuevos competidores

Este factor, indica el efecto del ingreso de nuevas empresas a un mercado atractivo, generando más competencia, lanzamiento de nuevos productos, redistribución de las ganancias del mercado y por ende disminución de rentabilidad para las empresas. Las empresas deben estar preparadas para competir en estas condiciones a través de diferentes estrategias como Diferenciación del producto, Identificación de marca, acceso a capital de inversión. Ascenmetálicas Cuervo, se caracteriza por tener en el sector un reconocimiento generado por la calidad y precisión de los proyectos, seriedad y prestigio en los diferentes clientes, razón por la cual las empresas grandes en el sector como Schindler y Thyssenkrupp la prefieren. Los nuevos competidores del sector deben contar con una trayectoria y experiencia significativa para llegar a ser competencia fuerte en el sector de los ascensores.⁴⁵ Por la anterior razón no se presenta ingresos constantes de nueva competencia para la empresa, a menos que posea una experiencia de más de 20 años en el mercado.

2.5.2 Amenaza de posibles productos sustitutos

El producto sustituto es aquel que satisface las mismas necesidades que un producto en estudio. Este producto puede alterar la oferta y demanda en el

⁴⁴HERNANDEZ Vega, Manuel O., MUÑOZ Mesa, Mónica C. "Diseño de una metodología para la planeación y Programación de Producción de café tostado y molido en l planta de Colcafé Bogotá". Trabajo de Grado. Ingeniería Industrial. Pontificia Universidad Javeriana Bogotá.2004.

⁴⁵Ibíd.,<http://coyunturaeconomica.com/marketing/cinco-fuerzas-competitivas-de-michael-porter>

mercado, ya que se ofrecen con buena calidad y a bajos precios. Las empresas deben estar alertas a los nuevos productos que incursionan en el mercado dado que estos pueden alterar las preferencias de los clientes. Para el caso de la industria del ascensor no existen productos que satisfagan de forma total las necesidades de los clientes, sin embargo existen servicios que son prestados por empresas de mantenimiento aunque no sean directamente de la industria del ascensor de igual forma existen piezas que son traídas de países como Korea o Japón e intentan reemplazar en ciertas características las piezas de la industria nacional.

2.5.3 Poder de negociación de los proveedores

Este factor es importante ya que los proveedores son pieza clave en la cadena de abastecimiento puesto que son quienes suministran las materias primas. Entre más proveedores se tenga de materias primas, mayor opción existe de negociación, pues la oferta es amplia y diversa con precios acordes a las necesidades de la empresa. Ascenmetálicas tiene definidos sus proveedores por antigüedad, precios y calidad, sin embargo cabe resaltar que se debe revisar constantemente las alianzas con proveedores a fin de establecer y seleccionar el proveedor que más convenga. Cuando los proveedores se comprometen y existe demora en la entrega de material, el propietario se comunica para lograr agilización en el trámite del pedido, dada la antigüedad que lleva trabajando con los mismos proveedores. De acuerdo a lo anterior la empresa posee un alto poder de negociación con sus proveedores, dado que representa altos ingresos para el proveedor, además de la antigüedad que lleva trabajando con ellos.

2.5.4. Poder de negociación de los clientes

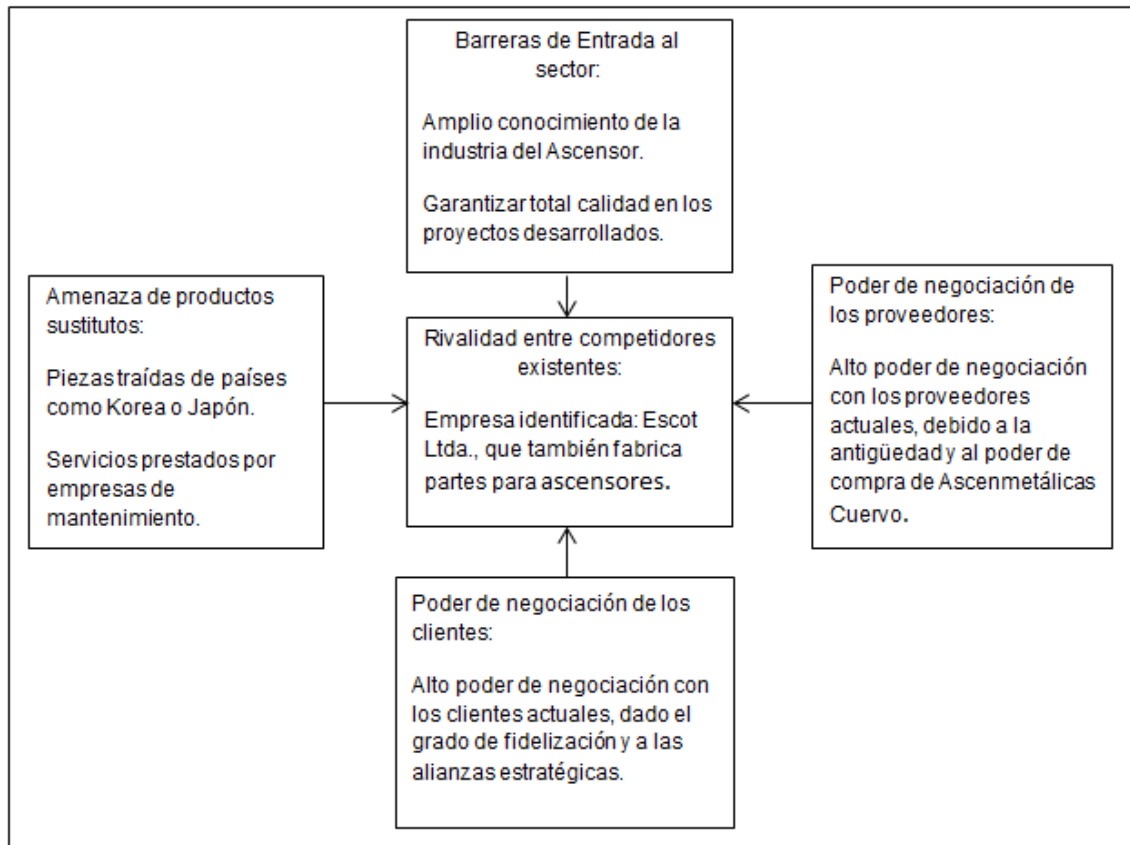
En este factor se resalta la fortaleza que tienen las empresas en su determinación para negociar con sus clientes. Ascenmetálicas es reconocida en el mercado por los proyectos que viene desarrollando con empresas destacadas en la industria como Schindler y Thyssenkrupp. Teniendo en cuenta que estas empresas son las que más le compran a Ascenmetálicas y la prefieren en la mayoría de proyectos, se ha logrado construir un ambiente de fidelización, llegando a acuerdos de servicio ventajosos para ambas partes, adicional a alianzas en proyectos específicos donde deben interactuar ambas empresas.

2.5.5 Rivalidad entre competidores existentes

Actualmente no existen cantidades de empresas que se dediquen a la fabricación de partes para ascensores en su completitud, dado que también se encuentran abasteciendo otras actividades del mercado como servicios de instalación y mantenimientos en general. Para trabajar únicamente en la fabricación de piezas y montaje de ascensores se requiere una amplia experiencia en el sector a fin de lograrle competir a empresas como Ascenmetálicas Cuervo. La empresa no

posee una rivalidad definida en el sector que se desenvuelve. Se tiene conocimiento de una empresa que le compite directamente en la fabricación de partes para ascensores, esta empresa se llama, Escot Ltda, la cual hoy en día también posee deficiencias en la forma en que planea sus operaciones.⁴⁶ A partir del análisis de los anteriores factores se llevó a cabo la Figura 11, que se detalla a continuación.

Figura 11. Fuerzas de competitividad de la empresa Ascenmetálicas Cuervo Ltda.



Fuente: Los autores, 2013. Basados en la información recopilada en Ascenmetálicas Cuervo Ltda.

A partir de la identificación de las fuerzas que rigen el mercado en el que se desenvuelve la empresa, se pueden establecer estrategias que le permitan a la empresa generar una ventaja competitiva. Una estrategia propuesta consiste en utilizar el amplio conocimiento que posee su propietario en el sector y que a su vez es una barrera de entrada dado que no todas las empresas poseen dicha trayectoria, para generar mayor cantidad de proyectos de alta complejidad y

⁴⁶Dato obtenido del proyecto de grado del estudiante Camilo AndresCastiblanco " OPERACIONES EN ESCOT LTDA"

alianzas estratégicas con clientes y proveedores, que le permitan a la empresa seguirse diferenciando en el mercado. A su vez, fortalecer su sistema de información, dado que debe complementar la experiencia con una metodología que le permita optimizar los recursos disponibles.

2.6 ANÁLISIS DE PARETO

Ascenmetálicas Cuervo Ltda, como se ha descrito anteriormente, fabrica piezas que conforman un ascensor y a su vez presta el servicio de arreglo y reparación de las mismas cuando los fabricantes lo requieren. Las piezas se caracterizan por diferir entre si según las dimensiones que requiera cada fabricante. Así que cada solicitud de fabricación constituye un pedido particular y en algunas ocasiones depende de la marca que requiera cada fabricante. Cada pieza o producto fabricado por la empresa se agrupó en una familia de piezas, con el fin de generar una clasificación de productos por características similares y evitar con ello duplicidad en el análisis. Para ello se procedió a clasificar 1.513 referencias de productos en 161 familias de piezas.⁴⁷ La participación de cada familia sobre el total de ventas de la compañía se puede observar en la Tabla 1, del capítulo No 1 del presente documento.

Con base en la participación de cada familia de piezas sobre las ventas de la compañía, se puede establecer un análisis de Pareto o clasificación ABC, que permite identificar las familias de clase A, que le representan los mayores ingresos a la compañía. En la Tabla 2 del capítulo 1, se puede observar la clasificación ABC generada para la descripción del problema, en la cual se obtuvo para la clasificación A, un número de 8 familias de piezas que representan el 81% de los ingresos.

⁴⁷ Información recopilada y clasificada en Ascenmetálicas Cuervo Ltda.

Cuadro 2. Familias de piezas de la clasificación A de productos.

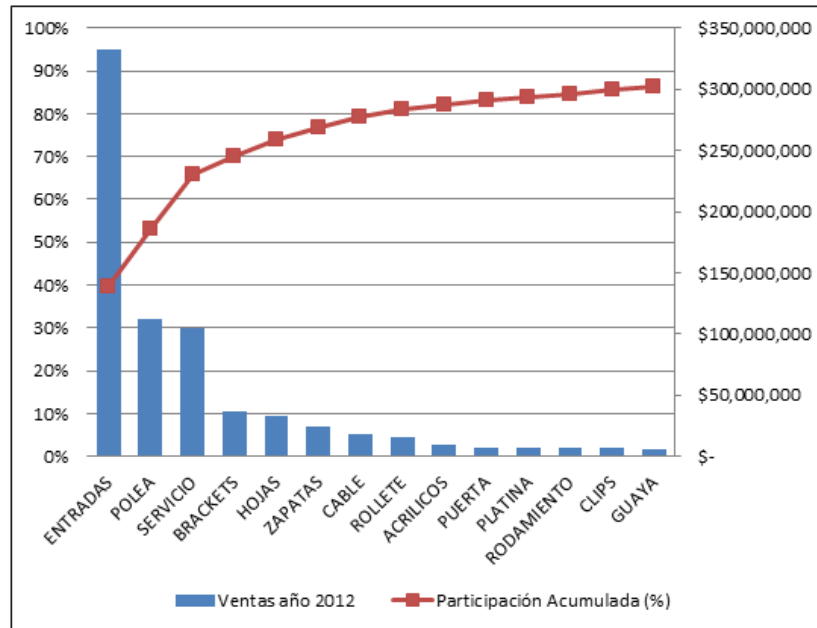
Familias	Ventas año 2012	Participación en Ventas	Participación Acumulada (%)	% Por familias de piezas
Entradas	\$ 332,080,000	39.73%	39.73%	0.62
Poleas	\$ 111,963,000	13.39%	53.12%	1.86
Servicios	\$ 105,363,381	12.60%	65.73%	2.48
Brackets	\$ 36,576,400	4.38%	70.10%	3.11
Hojas	\$ 32,690,000	3.91%	74.01%	3.73
Zapatas	\$ 24,467,500	2.93%	76.94%	4.35
Cable	\$ 17,887,200	2.14%	79.08%	4.97
Rolletes	\$ 15,697,000	1.88%	80.96%	5.59

Fuente: Los autores, 2013. Basado en el registro de los principales productos en Ascenmetálicas Cuervo Ltda, Ventas año 2012.

En la

Gráfica 2, donde se observa el gráfico del análisis de Pareto, se evidencia que las familias, Entradas, Poleas, Servicios, Brackets, Hojas, Zapatas, Cable y Rolletes son como se evidencia a través del gráfico de columnas las que representan las mayores ventas. También se puede observar que la participación acumulada de las familias de piezas cuando alcanza la altura de la familia de los Rolletes alcanza un 81%. Las demás familias de piezas que en total serían 153, representan una participación del 19% restante.

Gráfica 2. Gráfico de Pareto Familias de Piezas en Ascenmetálicas Cuervo Ltda.



Fuente: Los autores, 2013 basado en el registro de los principales productos Ascenmetálicas Cuervo Ltda, Ventas año 2012.

Como se pudo observar bajo este análisis se puede apreciar el principio de Pareto dado que existen 8 familias de piezas que representan más del 80% de los ingresos. De acuerdo a ello se pretende desarrollar un sistema de planeación, programación y control de la producción que se enfoque en analizar y concentrar sus esfuerzos en las siguientes familias de piezas:

- Entradas
- Poleas
- Servicios
- Brackets
- Hojas
- Zapatas
- Rolletes

Cabe aclarar que la familia de piezas denominada cable no será tenida en cuenta dentro del desarrollo de la propuesta pues constituye un producto que se

comercializa únicamente. Esta familia carece de procesos de producción para los cuales su estudio es inherente al desarrollo del sistema.

Para estudiar las anteriores familias de piezas, se hace necesario efectuar una segunda clasificación que especifique en mayor medida los productos dado que cada familia de piezas cuenta con diferentes referencias de productos, lo cual hace complejo y redundante el estudio pues algunas referencias de productos pueden repetirse en una misma familia. Por ello fue necesario establecer patrones que permitieran agrupar las referencias por familias de piezas, con el fin de analizar la información de forma específica. A continuación se muestra la cantidad de referencias de productos que conforman cada familia. El detalle de los productos por familia se puede encontrar en el Anexo 3.

Tabla 4. Cantidad de Referencias por Familia de Piezas

Familia de piezas	Cantidad de referencias
Entradas	56
Polea	81
Servicio	282
Brackets	27
Hojas	38
Zapatas	163
Rolletes	61
<i>Total</i>	708

Fuente: Los autores, 2013. Basado en el registro de los principales productos Ascenmetálicas Cuervo Ltda, Ventas año 2012.

2.6.1 Subclasificación y descripción de los productos Pareto

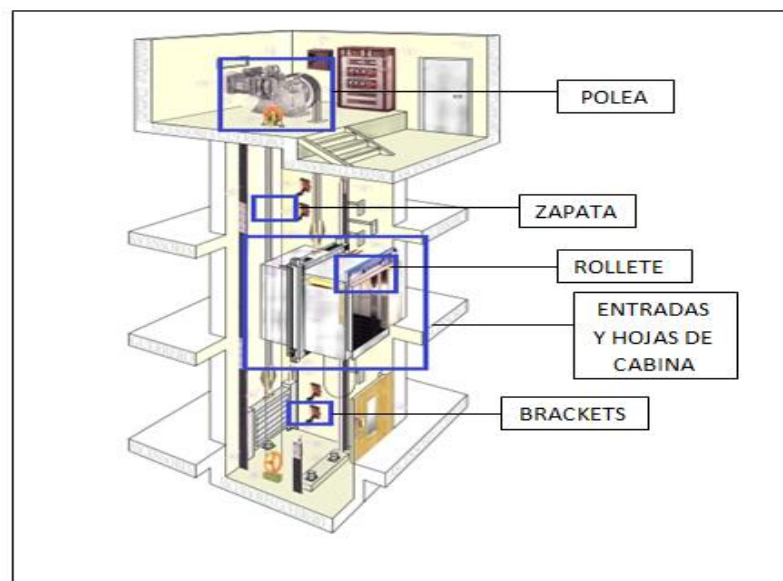
Debido a la cantidad de referencias que se encuentran registradas por cada familia de piezas, se hizo necesario realizar un análisis de referencias con el fin de agruparlas según características similares.

Para ello se realizó una revisión de cada uno de los productos que conforman cada familia de piezas, teniendo en cuenta unos patrones dados por el propietario de la empresa. Dentro de los patrones o criterios para la subclasificación se encuentran, la clase de material del que están compuestos los productos, tamaño de las piezas, precios similares dentro de una misma familia de pieza, clases de servicios, etc. Es importante mencionar que estas familias de piezas constituyen partes mecánicas de un Ascensor y que sus diferentes referencias representan

las dimensiones que se pueden encontrar según los requerimientos propios de cada proyecto.

Un Ascensor es un sistema de transporte vertical diseñado para movilizar personas o bienes entre diferentes alturas, puede ser utilizado ya sea para ascender o descender en un edificio o construcción subterránea. Se conforma por partes mecánicas, eléctricas y electrónicas que funcionan conjuntamente para lograr un medio seguro de movilidad.⁴⁸ En la Figura 12, se puede observar la ubicación aproximada de las familias de piezas Pareto que fabrica Ascenmetálicas Cuervo dentro de la estructura de un Ascensor.

Figura 12. Estructura de un Ascensor










Fuente: Revista Bit No 30 Ascensores Guía Técnica. [En línea]. [Consultado el 30 de Julio de 2013] Disponible en: http://biblioteca.duoc.cl/bdigital/esco/Ingenieria_y_%20tec_construccion/098.pdf

A continuación, se describen brevemente los productos de las familias Pareto, los criterios que se tuvieron en cuenta para realizar la segunda clasificación, así como el número de productos finales como resultado de dicha subclasificación.

⁴⁸<http://www.sigweb.cl/biblioteca/AscensoresComponentes.pdf>

Cuadro 3. Descripción de las familias de piezas Pareto y cantidad de referencias iniciales.

Familias de piezas	Descripción	Cantidad de referencias primera clasificación
Entradas 	Subensamble de lo que en el Ascensor se denomina Cabina. Se puede decir que representa el Marco de la cabina.	56
Servicio 	Constituye el montaje, la reparación, mantenimiento y arreglo de piezas para Ascensores.	282
Polea 	Consiste en una rueda con una ranura y una cuerda que pasa a través de ella, que trata de vencer la resistencia atada a sus extremos, ejerciendo una potencia o fuerza en el otro extremo.	81
Brackets 	Estructura que sirve como base soporte de los rieles.	27
Hojas 	Estas hojas son las llamadas puertas exteriores o puertas de cabina. Son más altas que las hojas de las entradas.	38
Zapatatas 	Piezas formadas por un soporte que se acopla a la leva de un freno, y sirve para la movilización de la cabina en el riel.	163
Rolletes 	Dispositivo que forma parte de los mecanismos los cuales permiten el accionamiento de las puertas.	61
TOTAL		708

Fuente: Los autores, 2013.

Cuadro 4. Resultados de la subclasificación de productos por familias de piezas.

Familias de piezas	Criterios para la subclasificación	Resultado de la subclasificación	Cantidad de referencias de las reclasificación
Entradas	1. Clase de material: Cold Rolled o Acero Inoxidable. 2. Entradas donde la empresa proporcionará o no, el mecanismo.	<ul style="list-style-type: none"> - Entradas en cr y hojas para hall 800 mm. - Entradas en cr y hojas para hall + mecanismo 800 mm. - Entradas en acero y hojas para hall 800 mm. - Entradas en acero y hojas para hall+ mecanismo 800mm. 	4
Servicio	1. Clase del servicio: Manual o con intervención de máquinas. 2. Que correspondiera al mismo servicio aunque fuesen diferentes referencias. 3. Separar los servicios de la misma clase pero con precios diferentes, al tratarse de trabajos adicionales.	Se obtuvo como resultado 65 subclasificaciones que se pueden observar en el anexo 5.	65
Polea	1. Agrupar las poleas por el tamaño de las mismas y el número de canales con base en los precios de venta.	<ul style="list-style-type: none"> - Polea pequeña operador de puertas. - Polea de desvío de 4 - 5 canales de 40 cm. - Polea de desvío de 30 cm 4 canales. - Polea de 40 x 9 5 ranuras. - Polea de traccion 40 cm a 46 cm 4 canales. - Polea de traccion 65 cm a 70 cm 6 canales. - Polea de traccion 55 cm a 65 cm 7 canales. - Polea de traccion 55 cm a 65 cm 5 canales. - Polea de traccion 42 cm a 52cm 4 canales. - Polea de traccion 52 cm a 55 cm 5 canales 	10
Brackets	1. Reclasificarlos según las dimensiones y precios de venta similares.	<ul style="list-style-type: none"> - Brackets contrapeso sencillo 7x8x16 - Brackets contrapeso sencillo 20x7x18 3/16. - Brackets para contrapeso 13/16. - Brackets carro cabina 3/16. - Brackets contrapeso y carro de 1,10 a 1,32 / 3300 	5
Hojas	1. Clase de material: Cold Rolled o Acero Inoxidable.	<ul style="list-style-type: none"> - Hojas en acero. - Hojas en cr. 	2
Zapatas	1. Reclasificarlos según las dimensiones y precios de venta similares.	<ul style="list-style-type: none"> - Zapatas para puerta: Testolay, Normalizada, Celcom, Andino, Fermato. - Zapatas de contrapeso. - Zapatas de cabina. 	3
Rolletes	1. Reclasificarlos según las dimensiones y precios de venta similares.	<ul style="list-style-type: none"> - Rolletes pequeños de cerradura. - Rolletes excéntricos - Rolletes baebro colgador de puertas. 	3
Total			92

Fuente: Los autores, 2013.

La información de entrada para la subclasificación fueron las (708) referencias de productos que se determinaron en la primera clasificación de las (8) familias de piezas Pareto. La subclasificación se basó en una agrupación de las referencias según los criterios expuestos en la Tabla 7. Por ejemplo, para la familia de piezas de Entradas y Hojas el criterio de subclasificación se centró en identificar la clase de material que compone el producto. Para este caso son elaboradas en Cold Rolled o en Acero Inoxidable, de esta manera se unificaron los productos que pertenecían a cada criterio. De éste análisis resultaron (92) productos en los cuales se centrará el análisis de los procesos de fabricación y los componentes que conforman el sistema.

El detalle de la clasificación por familias de piezas, las cantidades y los valores en ventas se puede encontrar en el Anexo 5.

3. IDENTIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA

El objetivo de este capítulo se centra en identificar, definir y analizar los componentes que integran la propuesta del sistema de planeación, programación y control de la producción así como la descripción de la situación actual de los mismos, dado que con base a ellos, se desarrolla el sistema. A continuación en la Figura 13, se muestra el diagrama de causa – efecto que se generó a partir de la observación realizada en la empresa Ascenmetálicas Cuervo y por medio de una serie de preguntas que fueron respondidas por su propietario, el señor Ricardo Cuervo, con el fin de identificar hechos que permitan conocer a fondo las variables críticas del problema. Las respuestas al cuestionario realizado se pueden evidenciar en el Anexo 5.1.

Cabe aclarar que la información que se entrega en el presente documento es una recopilación a través de las diferentes medios de recolección de datos, como la observación directa, entrevistas con los empleados y con el propietario, investigación en los registros históricos de la facturación y las ventas, toma de tiempos de las operaciones, levantamiento de los diagramas de proceso y de recorrido que se realizaron directamente en la empresa como trabajo de campo. Los soportes a esta investigación se pueden evidenciar en los Anexos del proyecto.

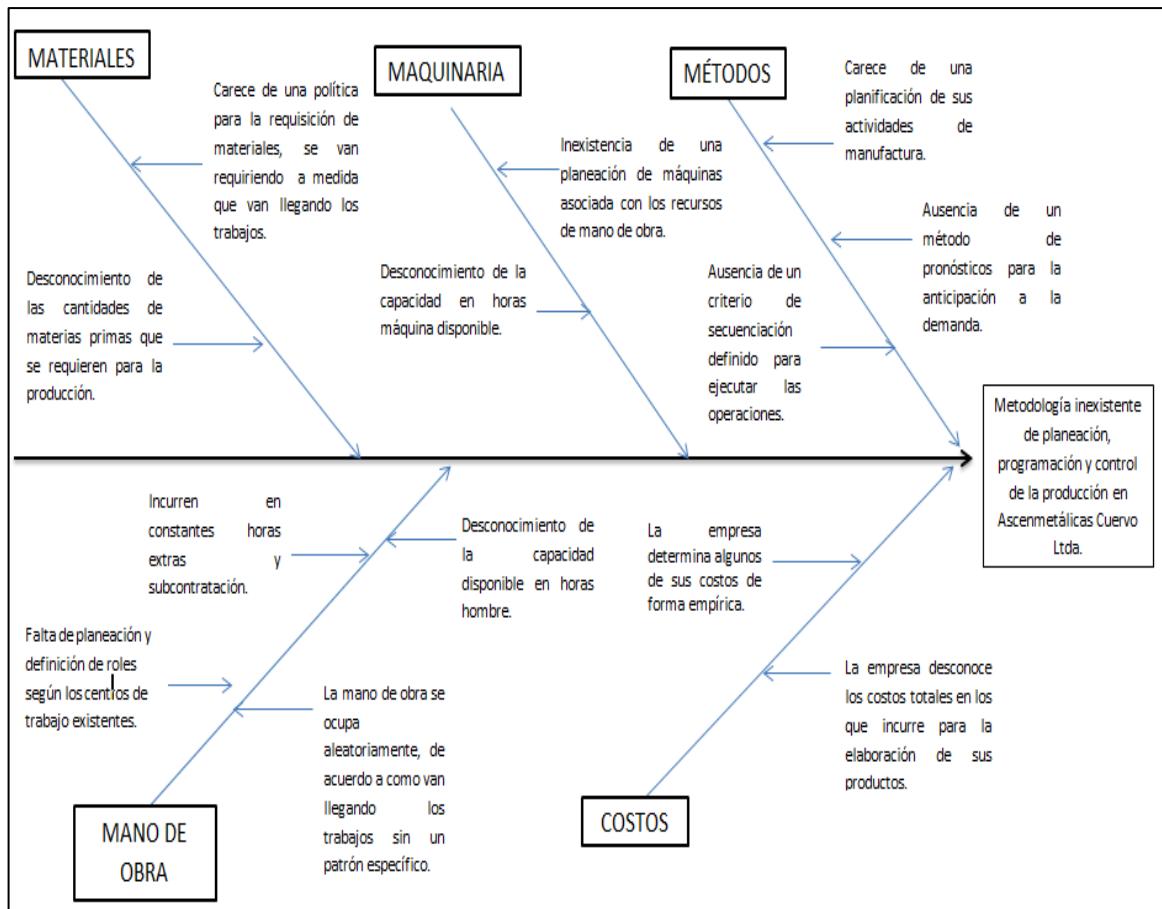
A partir de la Figura 13, se pueden identificar los componentes que integran la operación de la empresa y que hacen parte de toda la dinámica de producción. Con base en ellos, se establecieron las causas que están originando la problemática de la inexistencia de una metodología eficiente que le permita a la empresa planear, programar y controlar su producción. A grandes rasgos la situación identificada en cada uno de los componentes fue la siguiente:

- **Materiales o Materias Primas:** Según la observación realizada en la empresa, esta carece de una política para la requisición anticipada de materiales que le permita prepararse según la demanda. Las materias primas se compran sin un patrón específico que les indique qué deben comprar, cuando deben comprar y cuánto deben comprar.
- **Mano de Obra y Procesos del taller:** Según el levantamiento de los procesos y la revisión de la forma en la que opera la empresa que se puede evidenciar en el Anexo 8, las operaciones de la empresa dependen del trabajo de la mano de obra en los diferentes centros de trabajo que posee la empresa. Un centro de trabajo se compone de un operario y una máquina para realizar la labor. La empresa desconoce su capacidad en horas hombre y en horas máquina que le permitiría establecer cuantos productos podría fabricar según sus recursos disponibles. Adicional a ello no posee un método que le permita programar sus actividades usando

eficientemente sus recursos, desconocen técnicas como la planeación agregada, plan maestro y programación del taller. En la actividad normal, la empresa elabora sus productos a medida que van llegando sin ningún patrón de orden, y de esta manera también asigna su personal. Por lo anterior en algunas ocasiones debe incurrir en horas extras y subcontratar servicios para cumplirles a sus clientes.

- **Costos:** Según lo conversado con su propietario y que se puede evidenciar en el Anexo 6, la empresa determina sus costos de una forma empírica sin tener en cuenta todos los costos adicionales, como costos por subcontratación y horas extras. Estos costos extras, la empresa no los contempla en la actualidad. Por esta razón se busca con la propuesta disminuir estos costos adicionales que se derivan de una falta de planificación.

Figura 13. Diagrama Causa – Efecto para el análisis del problema: “Inexistencia de una metodología eficiente para la planeación, programación y control de la producción en Ascenmetálicas Cuervo Ltda.”



Fuente: Los autores, 2013. Basados en la información recolectada en Ascenmetálicas Cuervo Ltda.

Como se pudo observar en el anterior análisis, el proceso de planeación de la producción actual no contempla conceptos como el uso de pronósticos, análisis de las materias primas, identificación de los costos asociados, planeación de la capacidad disponible de la mano de obra, distribución y asignación de costos, secuenciación de operaciones entre otras. La empresa planea su producción según el control que lleva su propietario por medio del conocimiento que tiene del mercado y experiencia en el sector. Los pedidos de los clientes se van realizando a medida que van llegando al taller, sin definir patrones de organización y asignación de órdenes de pedido. A partir de esta situación, se procede a analizar los componentes de materias primas, mano de obra y los procesos del taller, con el fin de describir sus principales características e identificar los costos actuales de operación, para con ello poder generar la propuesta que mejore dicha situación actual.

3.1. MATERIAS PRIMAS

En el presente numeral se identificaran las principales materias primas que se requieren para llevar a cabo la producción de las piezas de las familias Pareto en Ascenmetálicas Cuervo, a fin de determinar el consumo de material y costos por producto. Dentro del análisis de la requisición de materias primas se pretendieron responder las siguientes preguntas:

- ¿Cada cuánto compran las materias primas?
- ¿Bajo qué criterio compran las materias primas?
- ¿Qué cantidad de materias primas compran?
- ¿Cuál es el stock de materias primas?
- ¿Cuál es el costo de las materias primas?

La respuesta a las anteriores preguntas permite obtener un mayor conocimiento de los elementos que componen la administración de las materias primas con el fin de determinar los tiempos y cantidades necesarias para abastecer en el momento justo, las requisiciones de material. Según lo indicado por el propietario de la empresa, él es quién define los parámetros bajo los cuales se compra la materia prima. A continuación en el Cuadro 5 se detallan las materias primas para los cuales conserva stock en las instalaciones del proveedor, en caso de requerirse material adicional.

Cuadro 5. Cantidad de materias primas que almacena la empresa en las instalaciones de su proveedor.

Materias Primas	Stock de Materias Primas	Reserva de Seguridad
Lámina Acero Calibre 18 4x8	10 Láminas	5
Lámina Cold Rolled Calibre 18 4x8	20 Láminas	8
Lámina Cold Rolled 3/16	10 Láminas	5 lámina (1 Lámina = 565 kg)

Fuente: Los autores, 2013. Basados en la información recopilada de las materias primas en Ascenmetálicas Cuervo.

En el Cuadro 6 se pueden observar las materias primas y las cantidades de materias primas para producir una unidad de producto por familias de piezas Pareto. Los productos que fabrica la empresa se basan en materiales, como Cold Rolled, Acero, Hierro y Nylon (Plástico), estos materiales se compra en bruto en presentaciones como lámina, barras y fundición. Es importante conocer la cantidad de materiales que se requieren para llevar a cabo una unidad de producto así como para un estimado de producción a corto plazo, esto con el fin de anticiparse a la demanda y contar con los materiales suficientes para abastecer la misma.

Cuadro 6. Cantidad de Materias Primas por cada Producto de las familias de piezas Pareto.

Entradas	Materias Primas	Cantidad de material
Entradas en Acero y hojas para hall 800 mm	Lámina Acero Calibre 18 4x8	2 Láminas
Entradas en Acero y hojas para hall + Mecanismo 800 mm		2 Láminas
Entradas en CR y hojas para hall 800 mm	Lámina Cold Rolled Calibre 18 4x8	2 Láminas
Entradas en CR y hojas para hall + Mecanismo 800 mm		2 Láminas
Poleas	Materias Primas	Cantidad de material
Polea nylon para operador de puertas	Kilos de Fundición en Hierro	30 Kg
Polea de desvió de 4 – 5 canales de 40 cm		40 Kg
Polea de 40 x 9 5 ranuras		40 Kg
Polea de desvió de 30 cm 4 canales		30 Kg
Polea de tracción 40 cm a 46 cm 4 canales		40 Kg
Polea de tracción 65 cm a 70 cm 6 canales		70 Kg
Polea de tracción 42 cm a 52cm 4 canales		52 Kg
Polea de tracción 55 cm a 65 cm 7 canales		65 Kg
Polea de tracción 55 cm a 65 cm 5 canales		65 Kg
Polea de tracción 52 cm a 55 cm 5 canales		52 Kg

Brackets	Materias Primas	Cantidad de material
Brackets contrapeso sencillo 7x8x16	Lámina Cold Rolled 3/16	240 cm
Brackets contrapeso sencillo 20x7x18 en 3/16		486 cm
Brackets contrapeso y carro de 1,10 a 1,32 /3300		728 cm
Brackets para contrapeso L 3/16		7000 cm
Brackets carro cabina 3/16		9000 cm
Hojas	Materias Primas	Cantidad de material
Hojas en acero	Lámina Acero Calibre 18 4x8	0,75 lámina
Hojas en Cold Rolled	Lámina Cold Rolled Calibre 18 4x8	0,75 lámina
Zapatas	Materias Primas	Cantidad de material
Zapatas testolay para puerta	Lámina Politron (Nylon)	18 cm
Zapatas tipo fermato para puerta		18 cm
Zapatas andino para puerta		18 cm
Zapatas normalizadas para puerta		18 cm
Zapatas de contrapeso		52 cm
Zapatas celcom para puerta		18 cm
Zapatas guía de cabina		100 cm
Rolletes	Materias Primas	Cantidad de material
Rolletes para cerradura	Barra Prolon 0,30 (Nylon)	3 cm
Rolletes para cerradura	Rodamiento	1 Rodamiento
Rolletes excéntricos	Barra Prolon 0,50 (Nylon)	3.5 cm
Rolletes excéntricos	Rodamiento	1 Rodamiento
Rolletes babero colgador de puertas	Barra Prolon 0,60 (Nylon)	4 cm
Rolletes babero colgador de puertas	Rodamiento	1 Rodamiento

Fuente: Los autores, 2013. Basados en la información recopilada por producto en Ascenmetálicas Cuervo Ltda.

Según el Cuadro 6, se puede observar que la empresa realiza compras de diferentes cantidades de material en los diferentes meses del año, y en algunos meses no realiza compra de materiales. No se observa un patrón específico para la requisición de materias primas. El detalle de las materias primas compradas, cantidades y costos se puede apreciar en el Anexo No 6, dado que se procedió con el registro de las compras realizadas por la empresa en el año 2012.

Las compras que se realizan dependen de cada producto, y no se presentan cantidades constantes durante los meses, esto demuestra que éstas se realizan a medida que van llegando pedidos sin anticipación previa. El gerente desconoce la cantidad de material que le sobra después de la elaboración de los productos, sólo conoce que cada vez que compra se generan excedentes de material que van quedando después de la fabricación.

Cuadro 7.Registro de Compra de Materias Primas año 2012 en la empresa Ascenmetálicas Cuervo.

Concepto	Lamina CR 4X8 CL 18 (Unds)	Lamina Inox 4x8 Cal 18 (Unds)	Lamina HR 3/16(Kilos)	Fundición Hierro (Kg)	Lamina Politron (Pies)	Barra Prolon 0,30 mm (Pies)	Barra Prolon 0,50 mm (Pies)	Barra Prolon 0,60 mm (Pies)	Rodamiento (Unds)
Enero	30	41	5650	120	18.3	3.3	2	7.22	59
Febrero	29	18	19210	678	3		3.3	7.87	81
Marzo	25		19210	562	3.4			12.07	29
Abril	85	31	9040	315	6.8				4
Mayo	50		15820	832	8.4			3.61	9
Junio	33		12430	958	2.6	5.8	2.85	11.48	6
Julio	39			1181					47
Agosto	72	22	21470	216	3				53
Septiembre	59	7		938	3.1			19.35	55
Octubre		28	9040	389	10.4		3.3	15.74	79
Noviembre	119	13	15820	1132	5.6		5.7	7.87	187
Diciembre	142		19210	276	22.2				163
Total	683	160	146900	7597	86.8	9.1	17.15	85.21	772

Fuente: Los autores, 2013. Basados en la facturación de compras del año 2012 recopilada en la empresa Ascenmetálicas Cuervo. Ltda.

La manera como realiza la requisición de material la empresa afecta directamente su cuadro de costos, pues desconocen el tiempo en el que deben comprar con anticipación las materias primas y las cantidades necesarias a comprar. Por ello también incurren en compras de cantidades diferentes cada mes llegando en algunas ocasiones a comprar más de lo que requieren realmente. En el Cuadro 7, se comparan las cantidades de materias primas compradas por la empresa en el año 2012 frente a las cantidades de materias primas teóricas que por cálculos de consumo de material por producto se debían comprar en el mismo año para cumplir con la producción. Se toma como ejemplo del cálculo de consumo de material, el producto Poleas, el cual se detalla en la Tabla 5. En el año 2012 se produjeron (151) poleas de diferentes dimensiones. Cada tipo de polea posee un consumo específico de fundición de hierro en kilogramos que va desde los 30 kg hasta los 70 kg por polea. El consumo teórico de kilogramos para las 151 poleas es de 6,902 kg. El detalle del consumo teórico de material para el año 2012 de los demás productos se puede observar en el Anexo 7.

Tabla 5. Consumo Teórico de Fundición de Hierro en Kilogramos para la producción de Poleas año 2012.

Poleas	Consumo unitario fundición en kg	Cantidad de poleas fabricadas 2012	Consumo total fundición en kg
Polea nylon para operador de puertas	30	36	1,080
Polea de desvío de 4 - 5 canales de 40 cm	40	5	200
Polea de 40 x 9 5 ranuras	40	13	520
Polea de desvío de 30 cm 4 canales	30	12	360
Polea de tracción 40 cm a 46 cm 4 canales	40	11	440
Polea de tracción 65 cm a 70 cm 6 canales	70	5	350
Polea de tracción 42 cm a 52cm 4 canales	52	15	780
Polea de tracción 55 cm a 65 cm 7 canales	65	12	780
Polea de tracción 55 cm a 65 cm 5 canales	65	16	1,040
Polea de tracción 52 cm a 55 cm 5 canales	52	26	1,352
	Total	151	6,902

Fuente: Los autores, 2013. Basados en la información recopilada del producto Poleas en la empresa Ascenmetálicas Cuervo.

El consumo de fundición de hierro para las poleas en el año 2012, según el consumo unitario multiplicado por la cantidad de poleas es de 6.902 Kilogramos. Revisando el registro de compras reales de materias primas, la empresa para el año 2012, compró 7,597 kilogramos de fundición de hierro, lo cual indica que la empresa incurrió en 695 kilogramos de fundición de hierro adicional de lo que realmente requería. En el Cuadro 8 se observa la diferencia en costos de las compras teóricas frente a las compras reales realizadas para todas las familias de productos.

Cuadro 8. Comparación Cantidades Reales Vs Cantidades Teóricas año 2012.

Producto	Producción año 2012	Materias Primas	Cantidad teórica año 2012	Cantidad real comprada año 2012	Costo Unitario
Entradas y Hojas en Acero	85	Lámina Acero Calibre 18 4x8 (Und)	121	160	\$180,993
Entradas y Hojas en Cold Rolled	361	Lámina Cold Rolled Calibre 18 4x8 (Und)	622	683	\$46,634
Poleas	151	Kilos de Fundición en Hierro	6,902	7,597	\$4,200
Brackets	553	Lámina ColdRolled 3/16 Kilos	140,598	146,900	\$2,800
Zapatas	1,346	Lámina Politron (Nylon) Pies	72	87	\$59,364
Rolletes	26	Barra Prolon 0,30 (Nylon) CM	78	281	\$583
Rolletes	111	Barra Prolon 0,50 (Nylon) CM	389	545	\$223
Rolletes	616	Barra Prolon 0,60 (Nylon) CM	2,464	2,600	\$180
Rolletes	753	Rodamiento (Und)	753	772	\$4,897

Fuente: Los autores, 2013. Basados en los registros de compras en Ascenmetálicas Cuervo Ltda.

Cuadro 9. Comparación compras reales frente a Compras Teóricas según producción 2012.

	Lámina Acero Calibre 18 4x8	Lámina Cold Rolled Calibre 18 4x8	Fundición Hierro	Barra Prolon (Nylon)	Lámina de Politron	Rodamiento	Total	Diferencia total costos
Compras Teóricas Año 2012	\$21,900,153	\$422,680,748	\$28,988,400	\$575,741	\$4,274,208	\$3,687,441	\$482,106,691	\$31,617,248
Compras Reales Año 2012	\$28,958,880	\$443,171,022	\$31,907,400	\$753,358	\$5,152,795	\$3,780,484	\$513,723,939	

Fuente: Los autores, 2013. Basados en el registro de las compras año 2012 en Ascenmetálicas Cuervo Ltda.

Según el Cuadro 9, se pueden identificar las cantidades de materias primas teóricas o requeridas, para abastecer en este caso la producción del año 2012, frente a las cantidades de materias primas reales que se compraron en el mismo año. Se realizó el cálculo del costo y consumo unitario de las materias primas requeridas para la producción del año 2012, obteniendo un costo total de \$482.106.691 por concepto de compras teóricas, frente a un total de \$513.723.939 correspondiente a las compras que realmente se realizaron en ese año. Bajo este análisis se concluye que las compras adicionales en que incurrió la empresa por falta de planeación fueron alrededor del 6,5% adicional frente a las

compras que se requerían, resultando una diferencia en pesos de \$31.617.248 que se pudo haber ahorrado la empresa comprando las cantidades de materias primas que requieren realmente para la producción, a través de un plan que le permitiera conocer sus necesidades de material de forma anticipada.

De acuerdo a la entrevista realizada al propietario de la empresa dentro del trabajo de campo que se llevó a cabo y que se puede observar en el Anexo 7.1. Ascenmetálicas Cuervo Ltda, maneja unos acuerdos de niveles de servicio con los proveedores con lo cual determinan los tiempos de entrega de las materias primas. Los proveedores según la información que nos entregó el propietario, se tardan en entregar las materias primas entre 1 y 5 días.

El gerente general o propietario realiza la requisición de materiales si tiene pedidos por anticipado contemplando las materias primas para un mes. Si desconoce los pedidos realiza las requisiciones por las cantidades puntuales que requiere. En algunas ocasiones negocia los precios con el proveedor aunque ya existen unos precios unitarios establecidos por materia prima. Este proceso se lleva a cabo cada vez que requiere comprar algún tipo de material, e implica unos costos de transporte de material que al mes ascienden a un valor total de \$280.000.

Los proveedores asumen el transporte siempre y cuando las cantidades y los valores de compra ameriten el transporte del producto. En este caso y según la política de la empresa, la compra de las materias primas se genera de forma mensual. La empresa compra materiales al por menor cuando llegan pedidos sin solicitud de cotización con tiempo de entrega inmediato.

Se observó según el análisis del presente apartado, que la empresa realiza compras de material a medida que va requiriendo materias primas para su producción, sin una planeación previa, puesto que desconoce los consumos de material de forma anticipada. La empresa realiza compras adicionales que le implican un costo de almacenamiento de materias primas y un costo por transporte de materiales desde el proveedor hasta sus instalaciones. Se pretende a partir del desarrollo de la propuesta de planeación agregada y el plan de requerimientos de material, que la empresa tenga una guía bajo la cual pueda realizar las compras de materias primas que la empresa requiere de forma anticipada para determinados periodos, garantizando el cumplimiento de la demanda y evitando compras adicionales que le generen costos elevados de inventario.

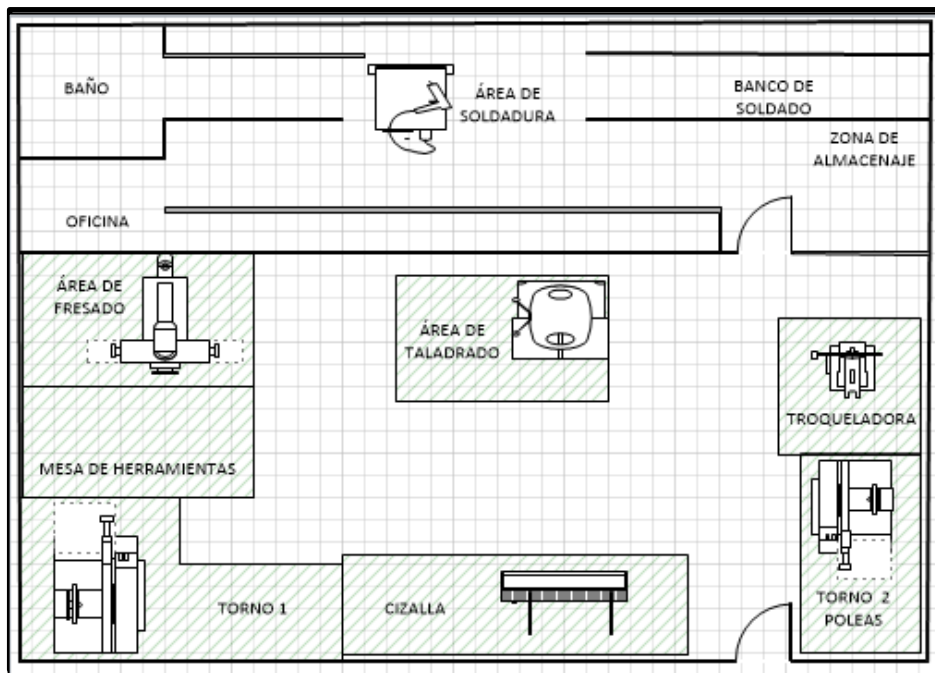
3.2. MANO DE OBRA Y PROCESOS DEL TALLER

En el presente numeral se describirán las principales características de la mano de obra y de los procesos de producción que se llevan a cabo en el taller de la empresa. Se mostrará la situación actual del taller, sus costos asociados y la manera en que el sistema propuesto responderá a la mejora de la situación diagnosticada. Al igual que el apartado anterior cabe aclarar que la información de este numeral se basa en el trabajo de campo realizado a través de la observación directa, levantamiento de los diagramas de proceso y de recorrido, toma de tiempos, entrevistas a los empleados etc.

Ascenmetálicas Cuervo Ltda, dispone actualmente de (6) trabajadores para realizar las labores de producción. Los trabajadores de producción, están distribuidos en las diferentes máquinas o áreas y cada uno ocupa una función específica. No obstante, en caso de tener tiempo disponible, cada trabajador está en la capacidad de realizar labores diferentes de la labor asignada.

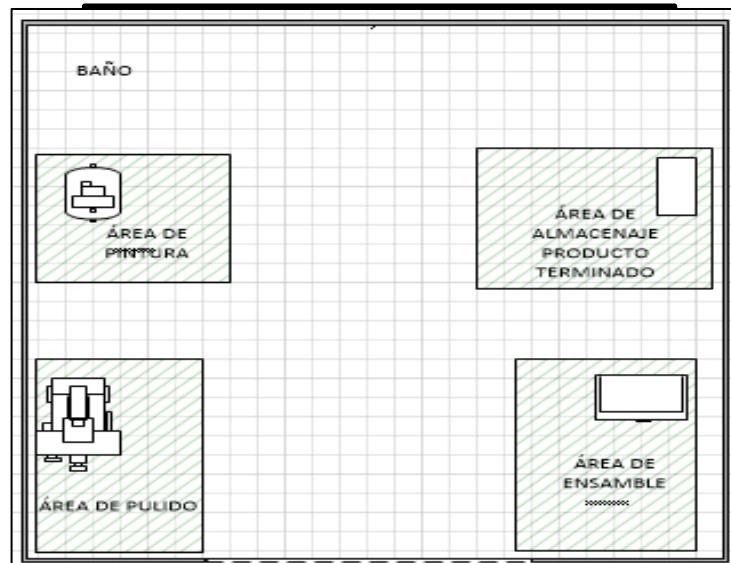
El taller está distribuido en diferentes centros de trabajo que implican una máquina o herramienta y un operario realizando la tarea. En las Figura 14 y Figura 15 se pueden observarlas diferentes áreas que componen los talleres que posee la empresa.

Figura 14. Áreas del Taller N° 1 Ascenmetálicas Cuervo Ltda.



Fuente: Los autores, 2013. Basados en la distribución de las áreas en Ascenmetálicas Cuervo Ltda.

Figura 15. Áreas del Taller N° 2 Ascenmetálicas Cuervo Ltda



Fuente: Los autores, 2013. Basados en la distribución de las áreas en Ascenmetálicas Cuervo Ltda.

En la Figura 14 se pueden observar los centros de trabajo del taller 1, donde se encuentran las siguientes máquinas de operación manual: Torno 1, Torno 2, Fresadora, Troqueladora, Equipo de Soldadura, Cizalla y Taladro.

En la Figura 15 se pueden observar los centros de trabajo del taller 2, en este taller se encuentran el Equipo de Pulido y Pintura, el área de Ensamble y un espacio de almacenamiento para entrega del producto terminado. Las anteriores máquinas, herramientas y centros de trabajo siempre son trabajados cada uno por un operario.

3.2.1 Caracterización de la Mano de Obra y de los Procesos del Taller

A continuación en la Tabla 6, se puede observar la evaluación de los diferentes centros de trabajo frente a las características identificadas de la mano de obra y la maquinaria. Esta evaluación se realizó con base en la observación directa y a la información suministrada por el propietario de la empresa con el fin de generar unas conclusiones alrededor de la forma en la que opera el taller de producción en la empresa.

Tabla 6. Cuadro de evaluación de las características de los centros de trabajo.

Centro de Trabajo / Característica evaluar	EL CENTRO DE TRABAJO REQUIERE UN OPERARIO EN LA EJECUCIÓN DE LA TAREA	EXISTE MÁS DE UN OPERARIO PARA ESE CENTRO DE TRABAJO	SE USA UNA MÁQUINA ROBUSTA PARA ESE CENTRO DE TRABAJO	SE USAN DOS MÁQUINAS O MÁS	SE PERCIBE ALTO GRADO DE AUTOMATIZACIÓN DEL TRABAJO	SE REALIZAN DIFERENTES PRODUCTOS	SE PRESENTAN HORAS EXTRAS	EL OPERARIO DE ESE CENTRO DE TRABAJO CONOCE LOS TIEMPOS DE PRODUCCIÓN	SE REQUIERE EXPERTICIA PARA EL TRABAJO	EL OPERARIO DE ESE CENTRO SABE EJECUTAR LAS OPERACIONES DE LOS OTROS CENTROS	SE ELABORAN VARIAS PIEZAS IGUALES	SE ELABORAN PIEZAS PARTICULARES EN POCAS CANTIDADES
CENTRO TORNO	5	0	5	5	3	5	5	3	5	4	3	4
CENTRO FRESADO	5	0	5	0	3	5	5	3	5	4	3	4
CENTRO DE CIZALLA	5	0	5	0	0	5	2	0	5	4	0	3
CENTRO DE SOLDADURA	5	4	0	0	0	5	5	3	5	4	0	3
CENTRO DE ENSAMBLE	5	5	0	0	0	5	5	3	5	4	3	4
CENTRO DE TALADRADO	5	0	0	0	0	5	2	0	5	4	0	3
CENTRO DE TROQUELADO	5	0	5	0	0	5	2	0	5	4	0	3
CENTRO DE PINTURA	5	5	0	0	0	5	5	3	5	4	3	4
CENTRO DE PULIDO	5	5	0	0	0	5	5	3	5	4	3	4
TOTAL PUNTUACIÓN	45	19	20	5	6	45	36	18	45	36	15	32
PORCENTAJE FRENTE AL MÁXIMO	100%	42%	44%	11%	13%	100%	80%	40%	100%	80%	33%	71%

Fuente: Los autores, 2013. Basados en la distribución de las áreas en Ascenmetálicas Cuervo Ltda.

La escala de evaluación se tomó del 0 al 5, donde el 0 indica que la característica o criterio no se evidencia en el centro de trabajo. Una mayor calificación indica que la característica se evidencia en ese grado en el centro de trabajo evaluado. De acuerdo a la Tabla 6, y a las observaciones realizadas en el taller de producción se pueden obtener las siguientes conclusiones respecto a la mano de obra y la maquinaria:

- Todos los centros de trabajo requieren de (1) un operario para ejecutar las operaciones.
- Existen centros de trabajo como el centro de Soldadura, Ensamble, Pulido y Pintura que requieren de más de (1) operario para la ejecución de sus operaciones.
- El taller posee un único centro de trabajo con dos máquinas, el centro de Torno.
- Las máquinas del taller son manuales y poco automatizadas. Según la Tabla 6, este criterio representó el 13%, del total dado que las operaciones dependen en gran medida de la ejecución del operario. Por ello, se identifica que la capacidad disponible del taller está representada por las Horas – Hombre que tienen disponible estos operarios para el procesamiento de los trabajos.
- Para operar las máquinas y ejecutar los trabajos los operarios requieren de experiencia y experticia en la labor.
- Varios productos pueden requerir de un mismo centro de trabajo para su procesamiento. En la Tabla 6 este criterio representó el máximo puntaje, dado que las operaciones de un producto en muchas ocasiones requieren ser ejecutadas en los diferentes centros de trabajo.
- El propietario no tiene establecido unificación de funciones por centros de trabajo o especialización en tareas específicas. Los operarios se rotan en las diferentes máquinas y están en la capacidad de realizar diferentes labores del taller.
- La empresa incurre en costos adicionales por Horas extras, dado que le llegan productos y servicios al mismo tiempo y no los puede realizar simultáneamente ya que los operarios o las máquinas se encuentran ocupados.
- Existe un desconocimiento de los tiempos promedio de fabricación de los productos y servicios.
- Los trabajos se van asignado en los centros de trabajo a medida que van llegando y según la disponibilidad del centro de trabajo.
- La empresa por tratar de cumplirle a los clientes en algunas ocasiones detiene procesos de fabricación en centros de trabajo por elaborar productos que requiere con un grado de urgencia mayor.
- La producción de las piezas se realiza de forma unitaria o en pequeñas cantidades de producto.
- Se evidencia alto grado de operaciones de forma manual.

Según las anteriores características obtenidas del estado actual de la de mano de obra y de los procesos del taller, se puede concluir que la capacidad de producción del taller está en función de la Mano de Obra dado que las operaciones dependen de la habilidad de los trabajadores y de la operación que ellos ejecuten en las máquinas o herramientas manuales. También se pudo identificar que el sistema de producción que representa las operaciones de la empresa, es un sistema “Make to Order” o fabricación bajo pedido, donde la empresa fabrica el producto sólo cuando éste ha sido requerido por el cliente.⁴⁹

Los procesos de taller, que se desarrollan en empresas con sistemas “Make to Order”, tienen como objetivo lograr flexibilidad. El equipo utilizado en ellos suele ser de propósito general, lo cual indica que puede ser utilizado para múltiples trabajos diferentes. Esta situación ocurre en el taller de Ascenmetálicas Cuervo, en donde diferentes requerimientos pueden ser procesados en un mismo centro de trabajo. La habilidad para generar los productos según las especificaciones del cliente se centra como ya se expuso, en los trabajadores, dado que la mayoría de operaciones dependen en un alto nivel de la experticia que poseen los empleados del taller. Para este caso las máquinas con las que cuenta la empresa funcionan al ritmo de los empleados, dado que su capacidad disponible depende de las horas disponibles que tengas ellos. Otra característica de los procesos de trabajo en un sistema tipo taller, en donde comúnmente se presenta desorganización, debido a la alta variabilidad del diseño o mecanizado de cada labor y debido a las diferentes secuencias tecnológicas que se deben llevar a cabo para un mismo producto.

Uno de los retos para las empresas que fabrican bajo pedido es tratar de determinar la secuencia óptima de fabricación dado el carácter combinatorio del problema. A estos problemas de taller se les denomina Job Shop o Flexible Job Shop. La función de la secuenciación en estos casos es asignar los recursos limitados a tareas a lo largo del tiempo optimizando uno o más objetivos.

La empresa fabrica piezas para ascensores y presta el servicio de mantenimiento y reparación de las mismas. Al momento de realizar los trabajos ocurre que se pueden encontrar tanto productos como servicios para ser procesados al mismo tiempo y algunos en un mismo centro de trabajo. La tarea está en la manera en la que la empresa debe programar sus operaciones de taller ante la presencia de estas situaciones que se limitan por los recursos que posee.

En el apartado que se desarrolla a continuación se describe en detalle, los costos por Mano de Obra en los que incurre la empresa actualmente.

⁴⁹RIGGS, James., Sistemas de producción: planeación, análisis y control, Editorial limusa.2001.

3.2.2. Costos de la Mano de Obra.

El costo de la mano de obra que opera en el taller incluye los salarios, las prestaciones, la seguridad social y los parafiscales que están a cargo de la empresa y se deben tener en cuenta dentro de la liquidación del costo total.

En las Tabla 7 y Tabla 8 se detallan los costos mensuales por concepto de salarios, seguridad social y prestaciones diferidas por mes de los seis empleados encargados de la producción en Ascenmetálicas Cuervo Ltda.

Tabla 7. Costos de salarios, seguridad social y parafiscales de la mano de obra.

Empleados	Costos mensuales				
	Salario	Aux. transporte	Pensión	Salud	Cajas comp.
Empleado 1	\$1,024,380	\$68,780	\$122,926	\$81,950	\$92,194
Empleado 2	\$858,528	\$68,780	\$103,023	\$68,682	\$77,268
Empleado 3	\$858,528	\$68,780	\$103,023	\$68,682	\$77,268
Empleado 4	\$770,724	\$68,780	\$92,487	\$61,658	\$69,365
Empleado 5	\$721,944	\$68,780	\$86,633	\$57,756	\$64,975
Empleado 6	\$634,140	\$68,780	\$76,097	\$50,731	\$57,073

Fuente: Los autores, 2013. Basados en la información de la nómina del año 2012 Ascenmetálicas Cuervo Ltda.

Tabla 8. Prestaciones diferidas por mes y costo total de la mano de obra.

Empleados	Prestaciones diferidas mes				Costo total mes
	Prima	Cesantías	Intereses ces.	Vacaciones	
Empleado 1	\$85,365	\$85,365	\$10,244	\$42,683	\$1,613,886
Empleado 2	\$71,544	\$71,544	\$8,585	\$35,772	\$1,363,726
Empleado 3	\$71,544	\$71,544	\$8,585	\$35,772	\$1,363,726
Empleado 4	\$64,227	\$64,227	\$7,707	\$32,114	\$1,231,289
Empleado 5	\$60,162	\$60,162	\$7,219	\$30,081	\$1,157,712
Empleado 6	\$52,845	\$52,845	\$6,341	\$26,423	\$1,025,274
				Total	\$7,755,614

Fuente: Los autores 2013, Basado en la información de la nómina del año 2012 Ascenmetálicas Cuervo Ltda.

Según lo indicado por su propietario, la empresa tiene por política conservar de forma estable el número de operarios del taller, no contempla el despido o contratación de operarios en el corto plazo. El costo total por salarios y prestaciones para los (6) operarios al mes tiene un valor de \$7.755.614.

$$\text{Costo Total MO} = \text{Costo MO mes} \times \text{No Meses año}^{50} \quad (1)$$

$$\text{Costo Total MO} = \$7.755.614 \times 12 = \$93.067.362$$

Como se observa en la fórmula 1 el costo de la mano de obra por nómina para el año 2012 correspondió a un valor de \$93.067.362.

En el desarrollo del documento se evidenciarán las demás fórmulas que se utilizaron y que fueron tomadas del libro de referencia que se cita al final de esta página. Por esta razón en las fórmulas que siguen no se volverá a citar el mismo libro consultado.

En la Tabla 9 se pueden observar los porcentajes de las obligaciones anuales y mensuales que son responsabilidad del empleador y que fueron aplicadas al salario de cada trabajador con el fin de obtener el costo total mostrado anteriormente.

⁵⁰ CHASE, Richard B., JACOBS, F. Robert y AQUILANO, Nicholas J. Administración de operaciones: producción y cadena de suministros. México, D.F. Editorial Mc Graw Hill. 12a ed. 2009.

Tabla 9. Obligaciones a cargo del empleador.

	Pensión	Salud	Riesgos profesionales	Aportes a cajas de compensación	Horas extras
Mensual	12% sobre el salario mensual a cargo del empleador.	8.5% sobre el salario mensual a cargo del empleador.	Le corresponde pagar por riesgo 1 y 3 porcentajes de 0,522% y 2,436% correspondientemente.	Sena: 2% 3% ICBF: Caja Comp.: 4%	Las horas extras que se desarrollan dentro de la jornada diurna se pagan con un recargo del 25% sobre el valor ordinario de la hora. Si se desarrollan en jornada nocturna el recargo será del 75%.
	Prima de servicios	Cesantías	Intereses sobre cesantías	Vacaciones	Dotación
Anual	30 días de salario por año	30 días de salario por año	12% anual sobre cesantías liquidadas al 31 del año.	15 días hábiles de descanso remunerado por cada año de servicios	Una entrega de vestido y calzado cada tres veces al año.

Fuente: Los autores, 2013. Basados en las Prestaciones sociales exigidas por la ley para el Empleador. [Consultado en: www.gerencie.com/prestaciones-sociales.html]

A continuación en la Tabla 10, se detallan los costos de horas de subcontratación, tercerización y horas extras obtenidos del registro de nómina y registro de proveedores de la empresa durante el año 2012

Tabla 10. Costos por horas de subcontratación o tercerización y horas extras de enero a diciembre de 2012.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Costo por Horas de subcontratación o tercerización	\$0	\$1,234,000	\$2,030,000	\$745,800	\$3,081,000	\$3,817,000	\$1,962,000	\$836,600	\$1,020,000	\$3,266,500	\$7,313,000	\$6,563,500	\$29,842,900
Costo por horas extras	\$28,200	\$28,200	\$84,600	\$42,300	\$14,100	\$42,300	\$98,700	\$56,400	\$56,400	\$84,600	\$112,800	\$98,700	\$747,300
												Total Año	\$30,590,200

Fuente: Los autores, 2013. Basado en la información de compras y nómina suministrada por Ascenmetálicas Cuervo Ltda del año 2012.

El costo total de la Mano de Obra de la empresa para el año 2012 resultó de la suma del costo total de Mano de obra, Costo por Subcontratación o Tercerización y Costo por Horas Extras como se puede observar en la fórmula 2.

$$\text{Costo Total de Mano de Obra} = \text{CMO} + \text{CS} + \text{CHE} \quad (2)$$

$$\text{Costo Total de Mano de Obra} = \$93.067.362 + \$29.842.900 + \$747.300$$

$$\text{Costo Total de Mano de Obra año 2012} = \$123.657.562$$

El costo total obtenido de \$123.657.562 representa la inversión en mano de obra que la empresa realizó para cumplir con su producción en el año 2012, incluyendo la mano de obra normal que representa los salarios y prestaciones de los operarios del taller por valor de \$93.067.362, y los costos por las horas de subcontratación y horas extras que suman \$30.590.200. Estos costos adicionales representan el 25% frente al valor total que incurrió la empresa por la mano de obra de \$123.657.562.

Según lo anterior, la empresa tiene la necesidad de evaluar otras alternativas que le permitan hacer un mayor uso de la capacidad disponible minimizando los costos adicionales de mano de obra a través de estrategias de planeación. La propuesta del sistema puede tener varias alternativas que involucren una utilización de las horas extras máximas de los trabajadores en lugar de subcontratación, o una posible fabricación anticipada de productos que conlleven a una disminución de los costos adicionales de mano de obra.

3.2.3. Identificación de Operaciones y Registro de Tiempos por Producto

Con el fin de identificar las operaciones y los tiempos de las operaciones, en los diferentes centros de trabajo se procedió con el levantamiento de los diagramas de proceso y diagramas de recorrido de los 92 productos y servicios que hacen parte de las (7) familias de piezas seleccionadas para el análisis del proyecto. Los Diagramas de proceso y de recorrido de los productos se pueden encontrar en el Anexo 8. Los Diagramas de Proceso de los servicios se pueden encontrar en los Anexos 9 y 10 y los Diagramas de Recorrido de servicios se pueden encontrar en los Anexos 11 y 12.

Los tiempos establecidos en los diagramas de proceso para los productos y servicios son los tiempos que resultaron de la toma de tiempos que se generó en Ascenmetálicas Cuervo Ltda en los meses de Enero a Abril que se detallan en el Anexo 13. Se comprobó que los tiempos siguen una distribución normal ya que en el intervalo comprendido entre la media más la desviación estándar, y la media menos la desviación estándar se encuentra el 68% de los tiempos tomados por producto. El resultado de la desviación estándar por cada producto también se puede observar en el Anexo 13.

A través del formato que se le suministro a la empresa, su propietario empezó a controlar las cantidades de productos fabricados y a monitorear el tiempo que gastan los trabajadores en cada producto teniendo en cuenta el tiempo promedio que se deben gastar por producto según el estudio realizado. El formato de control de las unidades y el tiempo de fabricación se puede observar en el Anexo 14 denominado Formato de control de unidades fabricadas. En el Anexo 15 se puede observar los formatos que fueron diligenciados por los trabajadores en la toma de tiempos.

A continuación en los Cuadro 10 y

Cuadro 11 se muestran los tiempos de fabricación promedio, obtenidos para los productos y para los servicios. El detalle de los tiempos por operación promedio para cada producto se puede observar en los diagramas de proceso en los Anexos 8, 9 y 10.

Cuadro 10. Tiempos de fabricación en horas para productos.

Productos	Tiempo promedio fabricación en horas
Brackets	0.43
Entradas	1.61
Hojas	0.81
Polea grande	6.53
Polea pequeña	3.35
Rolletes babero	0.83
Rolletes excéntricos	0.3
Rolletes para cerradura	0.09
Zapatas contrapeso	0.65
Zapatas guía de cabina	1.12
Zapatas puerta	0.22

Fuente: Los autores, 2013. Basado en el registro de toma de tiempos de los procesos en Ascenmetálicas Cuervo Ltda.

Según la Cuadro 10, se puede observar que los tiempos de los productos en general oscilan desde las 0,09 horas hasta las 6,5 horas. También existen productos que representan la misma familia de piezas pero se deben analizar por separado dado que los tiempos de fabricación son diferentes entre sí.

Cuadro 11. Tiempos de fabricación en horas para servicios.

Servicios	Clasificación	Tiempo promedio de fabricación en horas hombre
Servicios con máquina	Abertura de hueco	0.06
Servicios con máquina	Adaptación acople máquina + instalación	12
Servicios con máquina	Adaptación de volante encoder	8
Servicios con máquina	Adaptación volante	1
Servicios con máquina	Arreglo cerradura picaporte	1
Servicios con máquina	Arreglo cuña	0.5
Servicios con máquina	Arreglo de baberos	0.25
Servicios con máquina	Arreglo de bloques	1.5
Servicios con máquina	Arreglo de bujes	2
Servicios con máquina	Arreglo de can retráctil	2
Servicios con máquina	Arreglo de eje	2
Servicios con máquina	Arreglo de platinas	0.5
Servicios con máquina	Arreglo de polea	0.33
Servicios con máquina	Arreglo de soportes	0.5
Servicios con máquina	Arreglo de zapata	0.06
Servicios con máquina	Cambio de fleje	0.16
Servicios con máquina	Cambio de portazapata	3
Servicios con máquina	Corte brackets	0.08
Servicios con máquina	Corte de lámina	0.33
Servicios con máquina	Ensamble de paños	3
Servicios con máquina	Montaje de flanches a máquinas	3
Servicios con máquina	Perforación platina	0.16
Servicios con máquina	Perforación tubo	1
Servicios con máquina	Pintura de puerta	0.5
Servicios con máquina	Rectificación cuña	4
Servicios con máquina	Rectificación de grafilado,	0.33
Servicios con máquina	Rectificación testolay	0.16
Servicios con máquina	Reparación acople	0.33

Servicios con máquina	Reparación búfer hidráulico	4
Servicios con máquina	Reparación motor	2
Servicios con máquina	Reparación núcleo	0.33
Servicios con máquina	Servicio de torno	2
Servicios con máquina	Soldadura de 20 a 25 min, soldadura tapas en acero	0.41
Servicios con máquina	Soldadura especial - brazo freno	1.5
Servicios con máquina	Soldadura jaula ardilla - soldadura en aluminio	3.6
Servicios de forma manual	Ajuste bomba	4
Servicios de forma manual	Arreglo base	0.33
Servicios de forma manual	Arreglo bloques de seguro	0.08
Servicios de forma manual	Arreglo brazo operador	0.5
Servicios de forma manual	Arreglo de can fijo	0.25
Servicios de forma manual	Arreglo de puerta	0.33
Servicios de forma manual	Arreglo de varilla	0.08
Servicios de forma manual	Arreglo maquina	8.5
Servicios de forma manual	Arreglo mecanismo pines	0.25
Servicios de forma manual	Cambio corona sinfín	8
Servicios de forma manual	Cambio de arandelas	0.08
Servicios de forma manual	Cambio de bujes de 4 caballos cva	4
Servicios de forma manual	Cambio de bujes de 7 caballos cva	1
Servicios de forma manual	Cambio de cauchos	0.03
Servicios de forma manual	Cambio de pines	0.16
Servicios de forma manual	Cambio de piso a cabina	13.5
Servicios de forma manual	Cambio de retenedor	0.16
Servicios de forma manual	Cambio de riel	0.5
Servicios de forma manual	Cambio de rodamiento	0.33
Servicios de forma manual	Cambio de tornillería	2
Servicios de forma manual	Cambios de tres paños de cabina	8.5
Servicios de forma manual	Enchape de cabina	25.5
Servicios de forma manual	Enchape de puertas	8.5
Servicios de forma manual	Enchape marco	8
Servicios de forma manual	Instalación de rolletes	0.16

Servicios de forma manual	Instalación máquina de tracción	8
Servicios de forma manual	Lijar cabina	3
Servicios de forma manual	Mantenimiento de máquinas	2
Servicios de forma manual	Reparación corredera	0.5
Servicios de forma manual	Servicio de instalación 16 entradas	51








Fuente: Los autores, 2013. Basado en el registro de toma de tiempos de los procesos en Ascenmetálicas Cuervo Ltda.

Según el

Cuadro 11, se puede observar que los servicios se pueden dividir en dos grandes grupos: Servicios con Máquinas y Servicios de forma manual. Los servicios con máquinas son los servicios que además de intervenir un operario, se realizan con ayuda de una herramienta manual del taller. Los tiempos de estos servicios oscilan entre las 0,06 horas y las 12 horas. La cantidad de referencias de esta clase de servicios es de (35). Los servicios de forma manual, son servicios en donde interviene únicamente la mano de obra de un operario. Los tiempos de esta clase de servicios oscilan entre las 0,03 horas y las 51 horas. La cantidad de referencias de esta clase de servicios es de (30). Debido a las variaciones en los tiempos de todos los servicios presentados, fue que se decidió analizarlos por separado dado que no era posible generar un promedio con las variaciones de los diferentes tiempos presentados. De las (65) clases de servicios que se identificaron no todos llegan al mismo tiempo para ser fabricados en el taller, las diferentes clases de servicios se presentan de forma aleatoria en las semanas y en el mes y se desarrollan en todos los centros de trabajo.

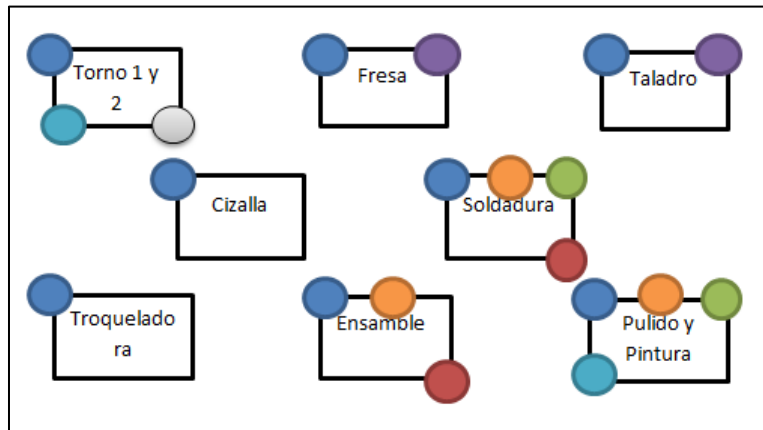
En la Figura 16 se puede observar la presencia de las diferentes familias de piezas en los centros de trabajo existentes. Los centros de trabajo por los cuales deben pasar la mayor parte de los productos y servicios dentro de su secuencia tecnológica son los centros de Soldadura, Ensamble, Pulido y Pintura. Estos centros de trabajo pueden llegar a convertirse en Cuellos de Botella, pues disminuyen el ritmo de la operación general en el caso en que lleguen los productos que las requieran al mismo tiempo. Los Servicios registran que deben pasar por todos los centros de trabajo, pues todas las clases de servicios que existen, requieren por lo menos pasar por algún centro de trabajo. Esto no quiere decir que su secuencia tecnológica implique hacer uso de todos los centros de trabajo, pero se debe contemplar que cualquiera de los centros puede ser utilizado por los servicios, dado que estos como ya se había mencionado antes, se presentan de forma aleatoria y cualquiera puede ocupar determinado centro de trabajo.

Figura 16. Representación por colores de las familias de piezas Pareto.

Entradas		Servicios		Hojas	
Poleas		Brackets		Zapatatas	
Rolletes					

Fuente: Los autores, 2013

Figura 17. Presencia de las operaciones de las familias de piezas en los diferentes centros de trabajo.



Fuente: Los autores, 2013. Basados en el levantamiento de los procesos y en el reconocimiento de las operaciones en Ascenmetálicas Cuervo Ltda.

Se procedió con la elaboración de los Diagramas de Recorrido con el fin de identificar las diferentes operaciones y secuencias tecnológicas necesarias para la fabricación de los productos y la prestación de los servicios. A partir de ellos se logró establecer que para tanto productos como servicios se requieren en algunas ocasiones de las mismas operaciones y de los mismos centros de trabajo, razón por la cual el problema se centra en la secuenciación que se debe ejecutar en el momento en que se encuentran requerimientos de productos y servicios de forma simultánea en un mismo centro de trabajo. Lo anterior se puede comprobar en los anexos 8, 11 y 12 que corresponden a los Diagramas de Recorrido realizados por separado para productos y servicios.

De acuerdo a la revisión de las operaciones y los procesos del taller que se fundamenta en el levantamiento de los diagramas de proceso y recorrido para los (11) productos y los (65) servicios mencionados en el análisis del presente capítulo, **la problemática actual de los procesos del taller, se centra en la manera en la que se deben programar y realizar todas las operaciones de producción en el momento en el que se presente una demanda de productos y servicios simultánea que implique los mismos centros de trabajo para realizar ambas tareas y adicional a ello la capacidad del taller no sea suficiente para suplir ambas demandas. Actualmente la empresa ante esta situación decide cuál trabajo elabora en el taller, y para los demás trabajos o servicios subcontrata horas de empleados adicionales para cumplir con la orden del cliente. Por esta razón la empresa**

posee costos adicionales por mes de subcontratación o tercerización y horas extras, lo cual eleva sus costos generales de fabricación. El sistema de planeación, programación y control de la producción que se pretende proponer busca a través de la estrategia adecuada que la empresa disminuya los costos de la operación actual y programe sus operaciones con un criterio que le permita disminuir el tiempo de flujo de sus operaciones de modo que le pueda cumplir a sus clientes haciendo máximo uso de los recursos que posee.

4. PARÁMETROS A CONSIDERAR EN EL DESARROLLO DE LA PROPUESTA.

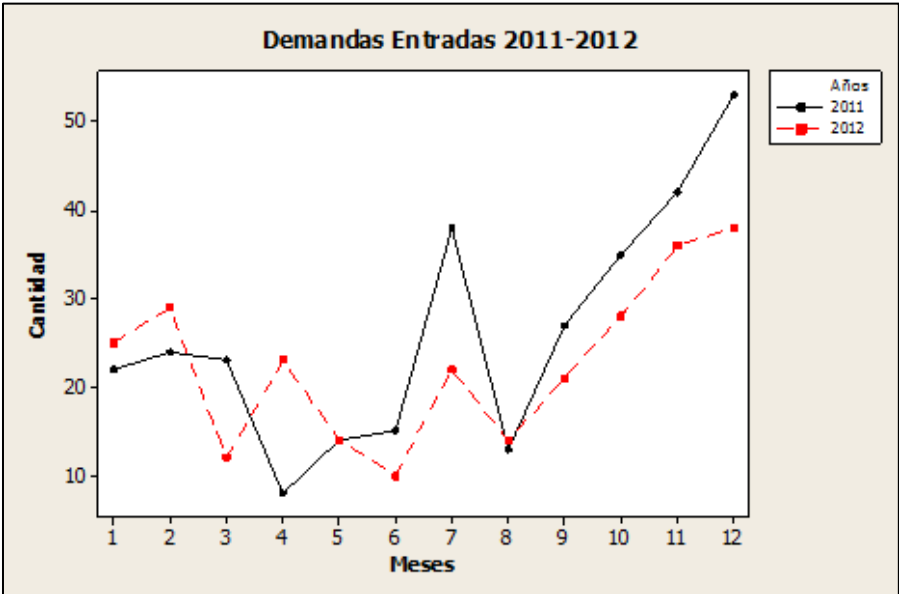
A continuación se establecen los parámetros que permitirán a partir de su análisis generar y evaluar la propuesta del sistema de planeación, programación y control de la producción en Ascenmetálicas Cuervo Ltda.

4.1. DETERMINACIÓN DE LOS PRONÓSTICOS DE LA DEMANDA

En el presente apartado se mostrará el análisis del comportamiento de la demanda de las familias Pareto, para los años 2011 y 2012. Con base en los resultados de este análisis se generará el pronóstico para la demanda de productos y servicios para el año 2013. Los pronósticos son el punto de partida del sistema dado que suministran la información de entrada correspondiente a las unidades a fabricar y el tiempo en el que se deben fabricar, requeridos para la elaboración de la planeación agregada.

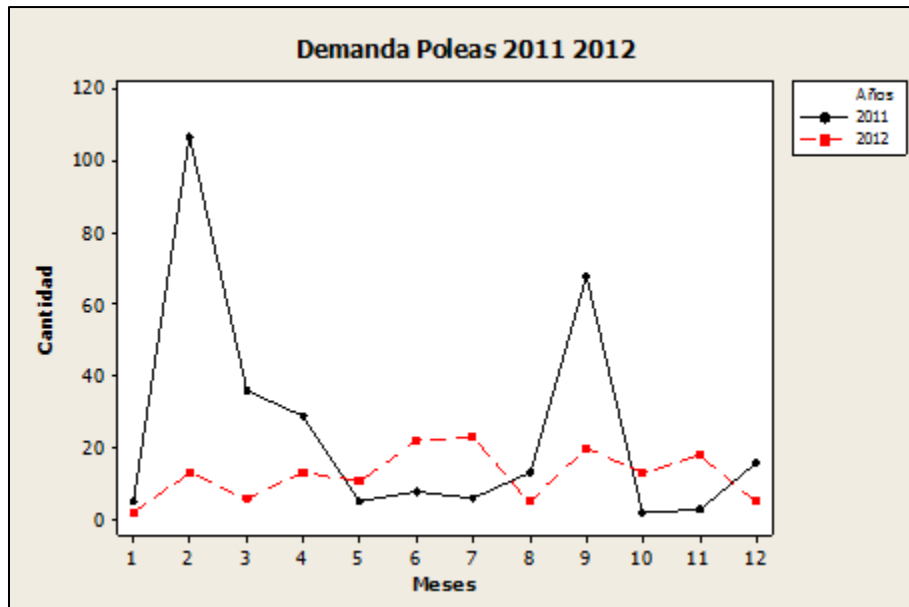
Se procedió a realizar una comparación entre la demanda de los años 2011 y 2012, para determinar si existían características similares o componentes de estacionalidad, tendencia o ciclicidad, para con ello, establecer una técnica de pronóstico adecuada para cada producto. La información de la demanda se graficó a través de la herramienta Minitab. A continuación de la Figura 18 a la Figura 24, se presenta gráficamente el comportamiento de la demanda para cada uno de los productos de las familias Pareto en los años 2011 y 2012. Posterior a ello se muestra el análisis obtenido de la comparación de los productos en los años mencionados.

Figura 18. Demanda de Entradas años 2011 – 2012.



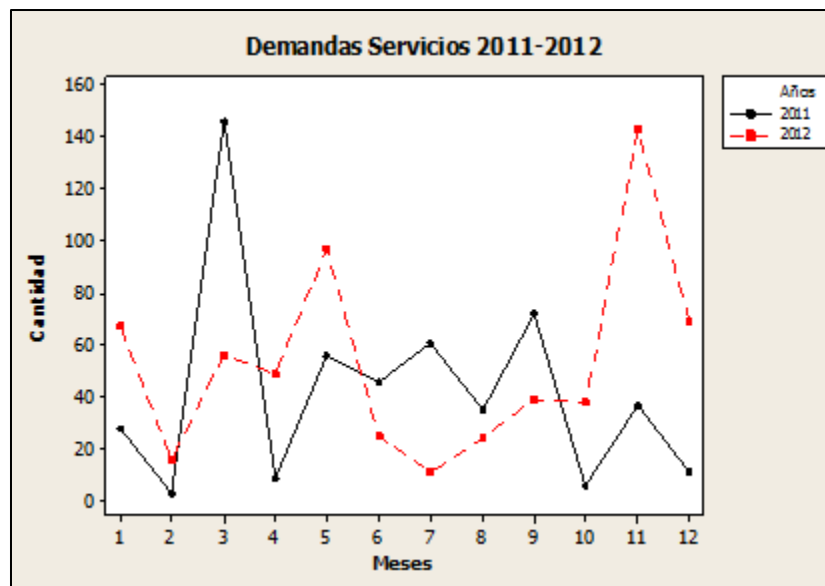
Fuente: Los autores, 2013. Basado en los datos de la demanda recolectados en Ascenmetálicas Cuervo Ltda en los años 2011 y 2012.

Figura 19. Demanda de Poleas años 2011 – 2012.



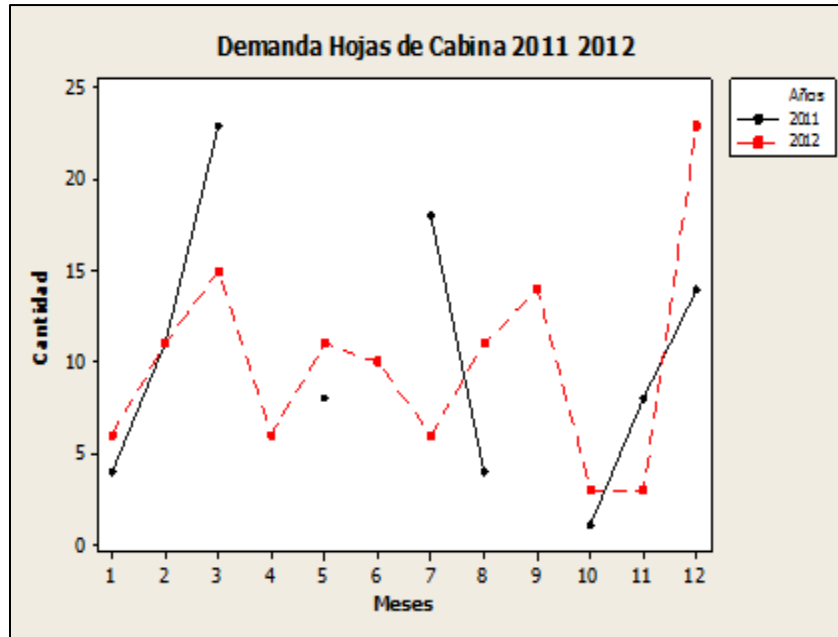
Fuente: Los autores, 2013. Basado en los datos de la demanda recolectados en Ascenmetálicas Cuervo Ltda en los años 2011 y 2012.

Figura 20. Demanda de Servicios años 2011 – 2012.



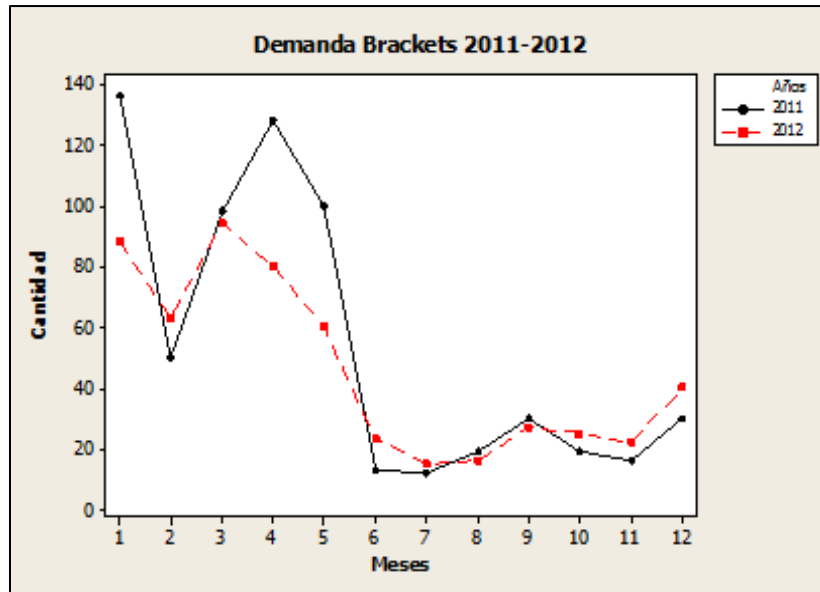
Fuente: Los autores, 2013. Basado en los datos de la demanda recolectados en Ascenmetálicas Cuervo Ltda en los años 2011 y 2012.

Figura 21. Demanda de Hojas de Cabina años 2011 – 2012.



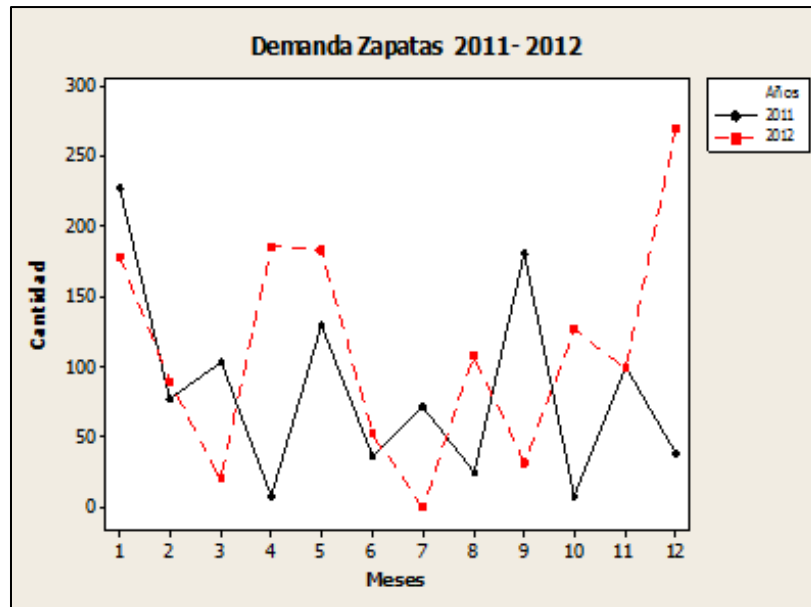
Fuente: Los autores, 2013. Basado en los datos de la demanda recolectados en Ascenmetálicas Cuervo Ltda en los años 2011 y 2012.

Figura 22. Demanda de Brackets años 2011 – 2012.



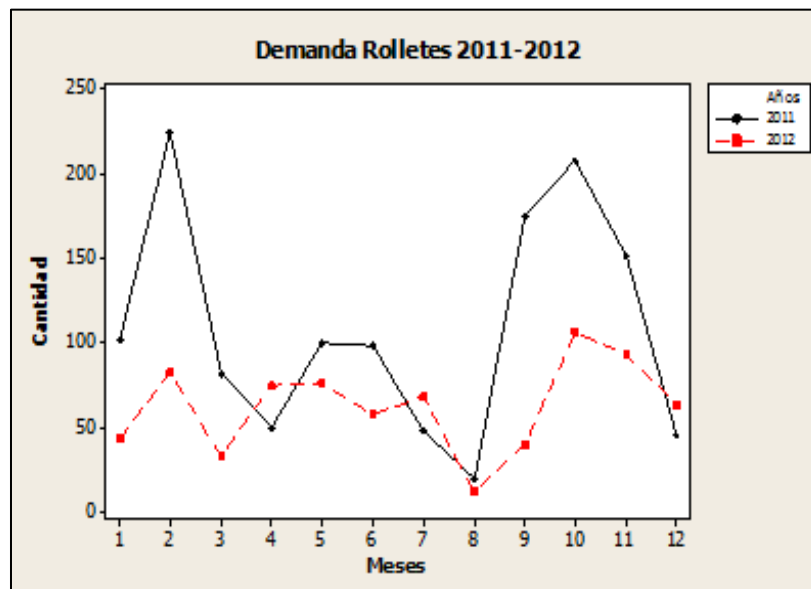
Fuente: Los autores, 2013. Basado en los datos de la demanda recolectados en Ascenmetálicas Cuervo Ltda en los años 2011 y 2012.

Figura 23. Demanda de Zapatas años 2011 – 2012.



Fuente: Los autores, 2013. Basado en los datos de la demanda recolectados en Ascenmetálicas Cuervo Ltda en los años 2011 y 2012.

Figura 24. Demanda de Rolletes años 2011 – 2012.



Fuente: Los autores, 2013. Basado en los datos de la demanda recolectados en Ascenmetálicas Cuervo Ltda en los años 2011 y 2012.

Según lo observado en las figuras de la 18 a la 24, los comportamientos de la demanda del año 2011, en color negro y los de la demanda del año 2012 en color rojo, son diferentes entre sí en los meses de los años expuestos. No se evidencia

que la demanda de cada producto coincida en los mismos meses del año 2011 y el año 2012. La demanda como se observa se da de forma irregular, no se pueden establecer patrones o similitudes en los comportamientos. Las cantidades de productos requeridos en cada mes son distintas en los años estudiados, dado que estos productos dependen en gran parte de factores externos como el movimiento de la economía y el sector de la construcción razón por la cual se evidencia una fluctuación durante los meses de los dos años. Adicional estos productos dependen de los proyectos generados por los fabricantes que toman diferentes tiempos en ser estudiados y adjudicados, por ello no es posible que en cada año se presenten las mismas necesidades de fabricación.

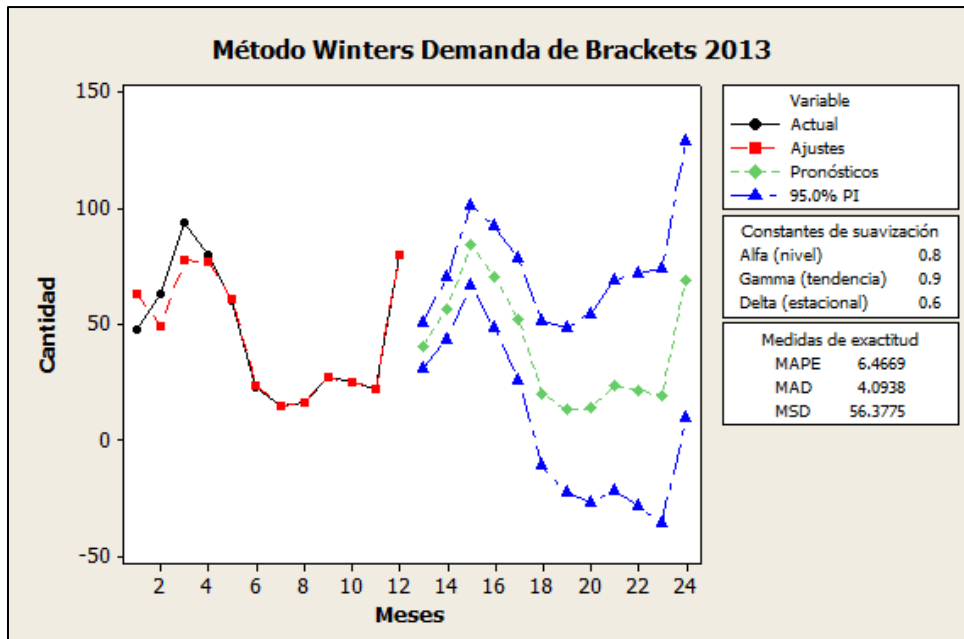
De acuerdo a lo anteriormente expuesto, y debido a las variaciones en el comportamiento de la demanda en los productos del año 2011 frente al año 2012, no se pudo establecer semejanzas en el comportamiento de los productos en estos años. Por esta razón y dado que se requiere generar los pronósticos del año 2013 para elaborar la propuesta, se propuso tomar como periodo histórico el año inmediatamente anterior del año pronosticado, en este caso será el año 2012.

4.1.1. Resultados del pronóstico

Se realizaron tres ensayos con distintas constantes de suavización, de alfa, gamma y delta a fin de establecer los mejores indicadores de control del pronóstico (MAPE, MAD Y MSD) para cada producto, dado que a menor valor de estos indicadores, mayor es la eficacia del pronóstico y así se puede seleccionar el pronóstico adecuado.

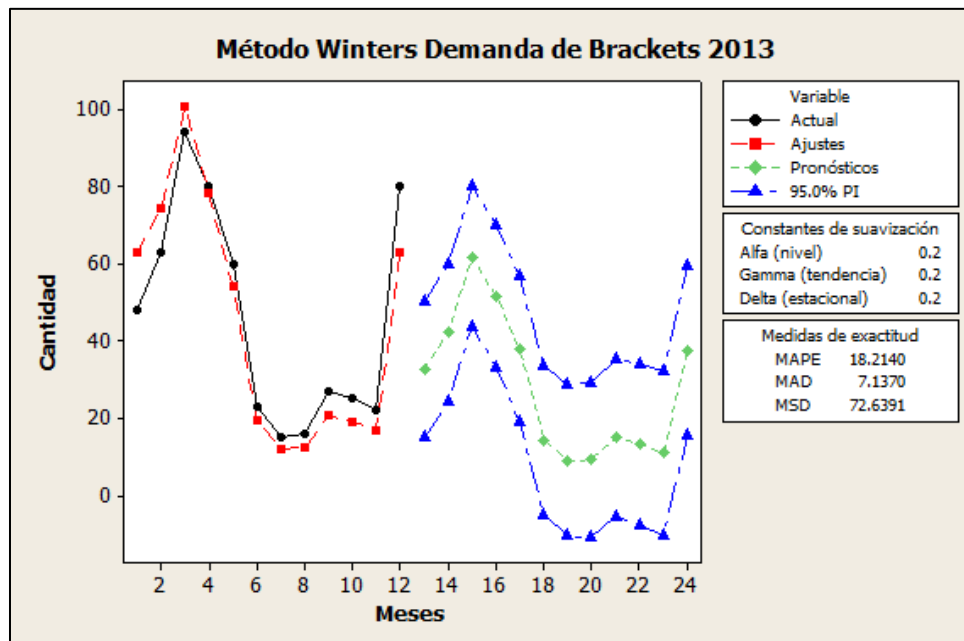
Este procedimiento se ejecutó a través de la aplicación Minitab con el método Winters, pues reúne los tres componentes que puede tener cualquier comportamiento de datos: Tendencia, estacionalidad, y ciclicidad. Lo anterior se realizó con base en la demanda histórica del año 2012 según lo explicado en el apartado anterior, y para todas las familias de productos resultantes del análisis de Pareto. A continuación en las figuras 24, 25 y 26 se muestran las gráficas resultantes de los tres ensayos del pronóstico de la demanda de Brackets para el año 2013.

Figura 25. Pronóstico de demanda de Brackets año 2013 con la constante de suavización alfa: 0.8, gamma: 0.9 y delta: 0.6.



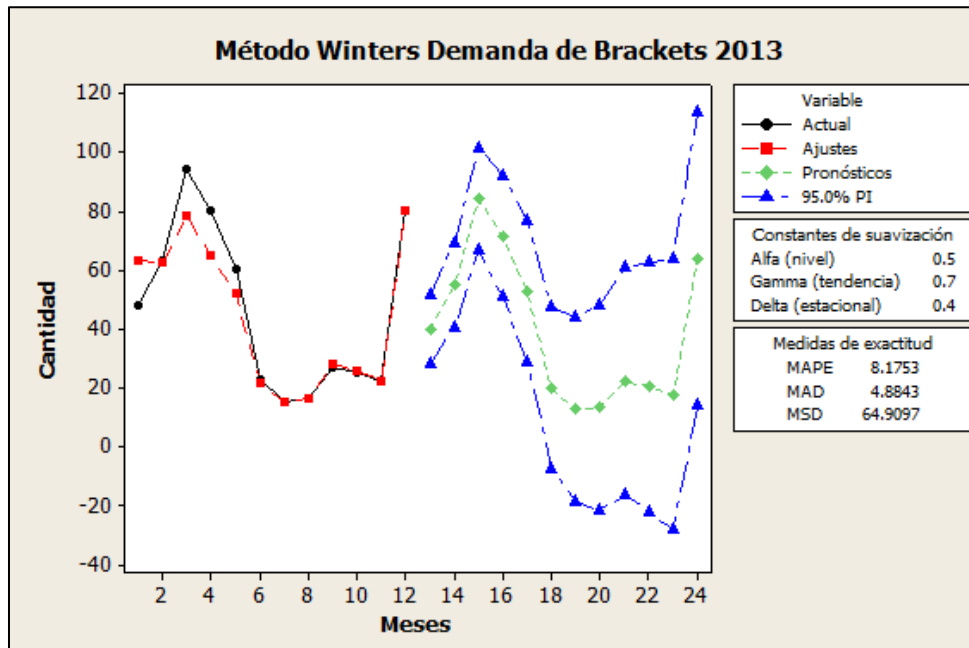
Fuente: Los autores, 2013.

Figura 26. Pronóstico de demanda de Brackets año 2013 con la constante de suavización alfa: 0.2, gamma: 0.2 y delta: 0.2.



Fuente: Los autores, 2013.

Figura 25. Pronóstico de demanda de Brackets año 2013 con la constante de suavización alfa: 0.5, gamma: 0.7 y delta: 0.4.



Fuente: Los autores, 2013.

De acuerdo a lo observado en las figuras 24, 25 y 26, se sometieron los datos históricos del año 2012, a través de las constantes de suavización Alfa, Gamma y Delta donde Alfa modela el nivel general de la serie, Gamma la tendencia y Delta la estacionalidad. Se puede evidenciar que la línea de color negro de las figuras representa el comportamiento actual de los datos, y la línea de color rojo representa los ajustes que se realizan con el fin de conseguir un comportamiento similar. De los tres ensayos con las constantes diferentes, el que mejor se ajustó a los datos fue: Alpha: 0.8, Gamma: 0.9 y Delta: 0.6, dado que requirió de menos ajustes para determinar el pronóstico y obtuvo los menores indicadores de control de pronóstico: Mape: 6.4, Mad: 4.09, Msd: 56.3. Para las demás familias de piezas ocurrió de la misma manera, el mejor ensayo se presentó con Alpha: 0.8, Gamma: 0.9 y Delta: 0.6, estos resultados y los de las demás familias Pareto se pueden observar en el Cuadro 12. En el Anexo 16 se pueden evidenciar los ensayos que se generaron en Minitab para todas las familias de piezas.

De acuerdo a los ensayos que se generaron a través de la herramienta Minitab, y después de seleccionado el ensayo que generó el menor error para cada familia, se procede a consolidar las cantidades pronosticadas para el año 2013 de las familias de piezas Pareto en la familias de piezas Pareto en la

Gráfica 2.

Tabla 11. Pronóstico de demanda agregada en unidades de producto de las familias de piezas para el año 2013.

Mes	Entradas	Servicios	Poleas	Brackets	Hojas	Zapatatas	Rolletes	Total uds.
Enero	21	63	1	41	6	175	46	353
Febrero	26	17	12	57	11	89	87	299
Marzo	31	60	5	84	15	20	35	250
Abril	13	49	14	70	6	183	79	414
Mayo	25	105	12	52	11	179	80	464
Junio	15	27	23	20	10	51	61	207
Julio	31	12	21	13	6	26	72	181
Agosto	23	26	5	14	11	31	13	123
Septiembre	15	42	17	23	15	125	42	279
Octubre	22	41	12	22	3	97	113	310
Noviembre	30	129	16	19	3	177	98	472
Diciembre	38	74	4	69	24	88	67	364
Total uds.	290	645	142	484	121	1,241	793	3,716

Fuente: Los autores, 2013. Resultado agregado de los pronósticos de demanda obtenidos a través del método Winters con las constantes Alfa: 0.8, Gamma: 0.9 y Delta: 0.6, para el año 2013.

En la Tabla 11, se muestra el pronóstico de la demanda agregada por familias de piezas para el año 2013. El detalle de la cantidad del pronóstico desagregado para cada una de las familias de piezas se puede encontrar en el Anexo 17. Con base en estos pronósticos se procederá a aplicar las diferentes metodologías que integran y fundamentan el sistema de planeación programación y control de la producción en Ascenmetálicas Cuervo Ltda.

Cuadro 12. Resultados de los errores generados en los (3) ensayos de las familias de piezas.

Familias de Piezas		Brackets			Entradas			Poleas			Rolletes			Servicios			Zapatatas			Hojas de cabina		
Ensayo 1		Mape	Mad	Msd	Mape	Mad	Msd	Mape	Mad	Msd	Mape	Mad	Msd	Mape	Mad	Msd	Mape	Mad	Msd	Mape	Mad	Msd
Alfa	0.8	6.46 69	4.09 38	56.37 75	2.577 33	0.581 69	1.191 7	3.296 71	0.195 39	0.14 87	2.580 33	1.41 3	7.392 36	4.73 68	2.10 91	19.12 49	0.903 76	1.053 08	5.849 74	2.323 07	0.222 14	0.170 39
Gamma	0.9																					
Delta	0.6																					
Ensayo 2		Mape	Mad	Msd	Mape	Mad	Msd	Mape	Mad	Msd	Mape	Mad	Msd	Mape	Mad	Msd	Mape	Mad	Msd	Mape	Mad	Msd
Alfa	0.2	18.2 14	7.13 4	72.63 91	6.813 98	1.561 43	2.996 26	8.630 42	0.916 03	0.91 61	6.848 1	4.22 1	24.27 03	12.4 75	6.06 77	60.79 72	2.455 8	2.784 9	12.06	6.191 56	0.591 9	0.514 43
Gamma	0.2																					
Delta	0.2																					
Ensayo 3		Mape	Mad	Msd	Mape	Mad	Msd	Mape	Mad	Msd	Mape	Mad	Msd	Mape	Mad	Msd	Mape	Mad	Msd	Mape	Mad	Msd
Alfa	0.5	8.17 53	4.88 43	64.90 97	6.813 98	1.561 43	2.996 26	4.033 41	0.312 98	0.22 66	3.197 43	1.73 9	7.022 34	5.85 43	3.30 37	29.03 37	1.128 92	1.541 67	8.156 61	2.882 82	0.255 4	0.149 33
Gamma	0.7																					
Delta	0.4																					

Fuente: Los autores, 2013. Basados en los datos generados por el método Winters bajo la herramienta Minitab.

4.2. COSTO DE MATERIAS PRIMAS POR PRODUCTO

En el numeral del análisis de las materias primas se discriminó el consumo de materias primas por producto y el costo anual que incurre la empresa por compras de materias primas. A continuación en la Tabla 12. Costo unitario de Materia Prima por producto, se muestra el costo total de materias primas por unidad. Se puede observar que para una misma familia de piezas existe diferente consumo de material por esta razón el costo unitario de material directo a pesar de ser un mismo producto varía por las dimensiones de la pieza. Un ejemplo de ello es la familia de piezas Polea, pues dadas sus diferentes dimensiones varía el consumo de fundición de hierro y a su vez varía el costo unitario por cada producto. Con base en esta información se desarrollará el plan de requerimientos de material, que le indicará a la empresa la cantidad de materias primas que deberá comprar, el costo de estas materias primas y los lapsos en que deberá realizar dichas requisiciones.

Tabla 12. Costo unitario de Materia Prima por producto.

Producto	Materia prima	Consumo de material	Costo unitario	Costo total por unidad
Entradas Cold Rolled	Lámina Cold Rolled calibre 18 4x8 (und)	2	\$47,772	\$95,544
Hojas Cold Rolled	Lámina Cold Rolled calibre 18 4x8 (und)	0.75	\$47,772	\$35,829
Entradas en Acero	Lámina acero calibre 18 4x8 (und)	2	\$185,409	\$370,818
Hojas en Acero	Lámina acero calibre 18 4x8 (und)	0.75	\$185,409	\$139,057
Polea de 40 x 9 5 ranuras	Kilos de fundición en hierro (kg)	40	\$4,302	\$172,080
Polea de desvío de 30 cm 4 canales	Kilos de fundición en hierro (kg)	30	\$4,302	\$129,060
Polea de desvío de 4 - 5 canales de 40 cm	Kilos de fundición en hierro (kg)	40	\$4,302	\$172,080
Polea de tracción 40 cm a 46 cm 4 canales	Kilos de fundición en hierro (kg)	40	\$4,302	\$172,080
Polea de tracción 42 cm a 52cm 4 canales	Kilos de fundición en hierro (kg)	52	\$4,302	\$223,704
Polea de tracción 52 cm a 55 cm 5 canales	Kilos de fundición en hierro (kg)	52	\$4,302	\$223,704
Polea de tracción 55 cm a 65 cm 5 canales	Kilos de fundición en hierro (kg)	65	\$4,302	\$279,630
Polea de tracción 55 cm a 65 cm 7 canales	Kilos de fundición en hierro (kg)	65	\$4,302	\$279,630
Polea de tracción 65 cm a 70 cm 6 canales	Kilos de fundición en hierro (kg)	70	\$4,302	\$301,140
Poleas operador de puertas	Kilos de fundición en hierro (kg)	30	\$4,302	\$129,060
Brackets carro cabina 3/16	Lámina Cold Rolled 3/16 kg	353.25	\$2,868	\$1,013,121
Brackets contrapeso sencillo 20x7x18 en 3/16	Lámina Cold Rolled 3/16 kg	19.0755	\$2,868	\$54,709
Brackets contrapeso sencillo 7x8x16	Lámina Cold Rolled 3/16 kg	9.42	\$2,868	\$27,017
Brackets contrapeso y carro de 1,10 a 1,32 / 3300	Lámina Cold Rolled 3/16 kg	28.574	\$2,868	\$81,950
Brackets para contrapeso I 3/16	Lámina Cold Rolled 3/16 kg	274.75	\$2,868	\$787,983
Rolletes babero	Barra Prolon 0,60 (nylon) (cm)	4	\$1,344	\$5,376
Rolletes babero	Rodamiento	1	\$5,016	\$5,016
Total rolletes babero				\$10,392
Rolletes cerradura	Barra Prolon 0,30 (nylon) (cm)	3	\$597	\$1,791
Rolletes cerradura	Rodamiento	1	\$5,016	\$5,016

Producto	Materia prima	Consumo de material	Costo unitario	Costo total por unidad
Total rolletes cerradura				\$6,807
Rolletes excéntricos	Barra Prolon 0,50 (nylon) (cm)	3.5	\$754	\$2,639
Rolletes excéntricos	Rodamiento	1	\$5,016	\$5,016
Total Rolletes excéntricos				\$7,655
Zapatas puerta	Lámina Politron (nylon) pies	18	\$60,812	\$1,094,616
Zapatas contrapeso	Lámina Politron (nylon) pies	52	\$60,812	\$3,162,224
Zapatas guías de cabina	Lámina Politron (nylon) pies	100	\$60,812	\$6,081,200

Fuente: Los autores, 2013. Basados en la información de las compras de material año 2012 en Ascenmetálicas Cuervo Ltda.

4.3. CAPACIDAD DISPONIBLE

La capacidad de producción de la empresa está en función de la Mano de Obra, como se explicó en capítulos anteriores los trabajos dependen del tiempo disponible de los trabajadores. Por esta razón se procede a calcular la capacidad disponible en horas hombre por un empleado y por el total de empleados de planta con el fin de obtener un parámetro que permita comparar si la capacidad disponible de la empresa es suficiente para abastecer la demanda pronosticada.

4.3.1 Cálculo de horas disponibles trabajador a la semana

Estas horas representan las horas reales de trabajo a la semana de un operario, a las cuales ya se les ha restado las horas que gastan los operarios en otras actividades ajenas a su función laboral. Según lo evidenciado en la empresa, los trabajadores cuentan con 49 horas laborables a la semana. A continuación en la Tabla 13 se detalla la información obtenida en Ascenmetálicas Cuervo acerca de las horas disponibles por trabajador a la semana.

Tabla 13 Horas invertidas de (1) trabajador a la semana en actividades que no corresponden a su función laboral.

Descripción	Número de horas
Horas de almuerzo	5
Horas de onces	2
Horas desplazamiento entre talleres	0.91
Horas necesidades personales	0.7
Horas de espera por fallas técnicas, demoras de materiales.	3
Horas en reuniones o capacitaciones	1
Total horas a la semana	12.61

Fuente: Los autores, 2013. Basados en la información recopilada en Ascenmetálicas Cuervo Ltda.

Con la información de la Tabla 13, se puede proceder al cálculo de las horas disponibles de un trabajador a la semana.

$$\text{Horas Disp. Operario/Semana} = \left(\text{Horas} \frac{\text{Sem}}{\text{trabajador}} \right) - (\sum \text{Horas Sem. ajenas a la función laboral}) \quad (3)$$

$$\text{Horas Disp.} \frac{\text{Operario}}{\text{Semana}} = 49h - (5h + 2h + 0.91h + 0.7h + 3h + 1h)$$

$$\text{Horas Disp.} \frac{\text{Operario}}{\text{Semana}} = 36.3 \text{ horas/semana}$$

$$\frac{\text{Horas Disp. Operario/Día}}{\text{Horas Disp. Operario x Semana / No de días de trabajo}} = \quad (4)$$

$$\text{Horas Disp.} \frac{\text{Operario}}{\text{Día}} = \frac{(36.3 h)}{6 \text{ días}} = 6.06 \text{ horas/día}$$

A las horas disponibles del Operario al día se le resta un porcentaje del 10%, que representa el tiempo que los operarios usan para la elaboración de los otros productos que no se encuentran dentro de las (7) familias de piezas seleccionadas en el análisis de Pareto.

$$\begin{aligned} \text{Horas Disp. Familias Pareto} \frac{\text{Operario}}{\text{día}} \\ = (\text{Horas Disp.}) - (\text{Horas fabric. otros productos}) \end{aligned} \quad (5)$$

$$\text{Horas Disp. Familias Pareto} \frac{\text{Operario}}{\text{día}} = (6.06h) - (0.60h) = 5.4 \text{ horas Disp./día}$$

4.3.2 Cálculo de las horas disponibles por trabajador y por planta en el mes

Con base en el resultado obtenido de las horas disponibles al día se procede a calcular las horas disponibles mes. Para ello se tienen en cuenta los días hábiles de cada mes según la Tabla 14.

A continuación se explica el cálculo de los días hábiles para el mes de Enero, las horas disponibles por trabajador y las horas disponibles de todos los trabajadores de planta en el mes de Enero.

$$\text{Días Hábiles del Mes de Enero} = 23 \text{ días}$$

$$\text{Horas Disponibles Trabajador / Mes} = \text{Días hábiles} \times \text{Horas Disp / Día} \quad (6)$$

$$\text{Horas Disponibles} \frac{\text{Trabajador}}{\text{Mes}} = 23 \text{ días} \times 5.4 \text{ horas} = 115 \text{ horas/mes}$$

$$\text{Horas Disponibles} \frac{\text{Planta}}{\text{Mes}} = \text{Horas Disp.} \frac{\text{trabajador}}{\text{Mes}} \times \text{No Operarios} \quad (7)$$

$$\text{Horas Disponibles Planta/Mes} = 115h \times 6 \text{ Operarios} = 690 \text{ horas planta/mes}$$

Según el cálculo realizado en las fórmulas 6 y 7, se calcularon también las horas disponibles por trabajador y por planta para los demás meses del año. Los resultados se pueden observar en la Tabla 14.

Tabla 14. Horas disponibles por trabajador y por planta.

Concepto	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Días hábiles	23	22	22	24	23	21	23	23	23	24	22	23
Horas disp. Trabaj. / mes	115	110	110	120	115	105	115	115	115	120	110	115
Horas disp. Planta. / mes	690	660	660	720	690	630	690	690	690	720	660	690

Fuente: Los autores, 2013.

Según los datos de la Tabla 14 se identificaron las horas disponibles por trabajador y por los (6) trabajadores totales de planta para cada mes del año. Con esta información se procede a analizar y comparar la capacidad requerida de los pronósticos de la demanda frente a la capacidad disponible de la empresa en el apartado de la propuesta de la planeación agregada.

4.4 COSTOS DE MANO DE OBRA AÑO 2013

En la Tabla 15 se detalla la información de los costos por salarios de los empleados del taller. Este costo involucra el salario base, las prestaciones, la seguridad social y los parafiscales que la empresa les paga a sus trabajadores para el año 2013. Este análisis arroja los costos que serán utilizados en los cálculos de la planeación agregada.

Para obtener un costo de referencia del salario de los (6) trabajadores, se determinó la participación de cada uno de los salarios sobre la suma del total, a continuación en la fórmula No 8, se detalla el procedimiento para calcular la participación del salario del empleado No 1 que se evidencia en la Tabla 15.

$$\text{Participación salario Empleado No 1} = \frac{\text{Costo mes empleado No1}}{\text{Costo total mes}} \times 100\% \quad (8)$$

$$\text{Participación salario Empleado No 1} = \left(\frac{\$1.654.250}{\$7.949.583} \right) \times 100\%$$

$$\text{Participación salario Empleado No 1} = 21\%$$

Posterior a ello, se calculó el porcentaje obtenido sobre cada salario y se sumaron todos los porcentajes para obtener el salario de referencia. A continuación en la fórmula No 9, se muestra el cálculo para el empleado No 1.

$$\begin{aligned} \text{Costo salario Empl. 1 según participación} & \\ = \text{Costo salario mes} \times (\%) \text{participación} & \end{aligned} \quad (9)$$

$$\text{Costo salario Empl. 1 según participación} = \$1.654.250 \times 21\% = \$344.237$$

Bajo el mismo procedimiento de las fórmulas 8 y 9 se obtuvo el costo para los empleados restantes. El resultado de los cálculos se puede observar en la Tabla 15. En esta misma tabla se puede evidenciar que el costo mensual según la participación de cada salario dio un valor de \$ 1.352.257. Este valor se tomará como referencia para los cálculos de Costos por Hora, Horas extras y Subcontratación que se usaran en la planeación agregada En los cálculos que siguen se muestran estos costos mencionados.

4.5 CANTIDAD DE HORAS EXTRAS MÁXIMAS AL MES

La empresa por política tiene establecido que las horas extras máximas al mes que se pueden laborar son (2) horas máximas por operario, dado que más de dos horas extras al día causan agotamiento y pueden disminuir la calidad en la elaboración de los productos. Esta información permite que se realicen los cálculos en la planeación agregada, controlando las horas extras máximas que se deben utilizar por mes.

Tabla 15. Información prestaciones diferidas por mes y costo salario Mensual por empleado año 2013.

Empleados	Costos mensuales 2013					Prestaciones diferidas mes				Costo Total Mes Persona	Participación frente al total	Costo según participación
	Salario	Auxilio de transporte	Pensión	Salud	Cajas comp.	Prima	Cesantías	Intereses Cesantías	Vacaciones			
Empleado 1	\$1,050,000	\$70,500	\$126,000	\$84,000	\$94,500	\$87,500	\$87,500	\$10,500	\$43,750	\$1,654,250	0.21	\$344,237
Empleado 2	\$880,000	\$70,500	\$105,600	\$70,400	\$79,200	\$73,333	\$73,333	\$8,800	\$36,667	\$1,397,833	0.18	\$245,791
Empleado 3	\$880,000	\$70,500	\$105,600	\$70,400	\$79,200	\$73,333	\$73,333	\$8,800	\$36,667	\$1,397,833	0.18	\$245,791
Empleado 4	\$790,000	\$70,500	\$94,800	\$63,200	\$71,100	\$65,833	\$65,833	\$7,900	\$32,917	\$1,262,083	0.16	\$200,369
Empleado 5	\$740,000	\$70,500	\$88,800	\$59,200	\$66,600	\$61,667	\$61,667	\$7,400	\$30,833	\$1,186,667	0.15	\$177,139
Empleado 6	\$650,000	\$70,500	\$78,000	\$52,000	\$58,500	\$54,167	\$54,167	\$6,500	\$27,083	\$1,050,917	0.13	\$138,929
									Total	\$7,949,583	1	\$1,352,257

Fuente: Los autores, 2013. Basados en la información recolectada en Ascenmetálicas Cuervo Ltda.

Costo de Hora Diurna:

$$CHD = \frac{(\text{Costo Promedio Trabajador /Mes})}{(\text{Horas Promedio Trabajador/Mes})} \quad (10)$$

$$CHD = \$1.352.357 / (114h) = \$11.863$$

Costo Hora Extra Diurna:

$$CHED = (\text{Costo hora diurna}) \times (\text{Factor de 1.25}) \quad (11)$$

$$CHED = (\$ 11.863) \times (1.25) = \$ 14.828$$

El factor para determinar el costo de la hora extra diurna se basa en una normativa que otorga la ley y que rigen a todas las organizaciones.

Costo de Hora por Subcontratación:

$$CHS (\text{Costo hora diurna}) \times (\text{Factor de 1.50}) \quad (12)$$

$$CHS = (\$11.863) \times (1.50) = \$17.794$$

El factor para determinar el costo de la subcontratación, es un factor que estableció el gerente en donde reunió todos los costos en que incurre por subcontratar horas de empleados adicionales.

4.6 COSTO DE ALMACENAMIENTO

La empresa por política fabrica sus productos bajo pedido y no almacena producto terminado en inventario. Por esta razón para la primera y segunda estrategia de planeación agregada no se contemplará inventario inicial, ni costos de almacenamiento.

En la tercera estrategia que se desarrollará más adelante en la planeación agregada se propone una fabricación anticipada de algunos productos. El parámetro que se usará es el 8% como porcentaje de almacenamiento sobre el costo unitario de los productos a almacenar. Para calcular el costo de almacenamiento de los productos se tuvo en cuenta el costo unitario y la tasa de colocación en Bancos. No se contempló el espacio de almacenamiento y los servicios públicos dado que el espacio que se destinará hará parte de la oficina actual y tampoco se requiere el uso de servicios públicos para mantener las piezas en inventario.

5. TÉCNICAS UTILIZADAS PARA EL DESARROLLO DE LA PROPUESTA.

En el presente capítulo se generará la propuesta del sistema a partir del desarrollo de la planeación agregada, el plan maestro, el plan de requerimientos de material y la programación de taller, de forma que la empresa mejore la organización de sus actividades de manufactura y minimice sus costos actuales de operación.

La planeación es el proceso de definición de la cantidad y cronología de la producción sobre un rango de tiempo determinado, ajustando la tasa de producción, empleo, inventarios, horas extras, subcontratación y otras variables controlables, intentando minimizar los costos durante el periodo de la planeación.⁵¹ Estas estrategias se utilizan para establecer las metas de producción para el futuro, utilizando de la mejor forma los recursos humanos y físicos. Dentro de los objetivos de la planeación se encuentra responder a las demandas irregulares del mercado mediante una utilización efectiva de los recursos de la organización⁵².

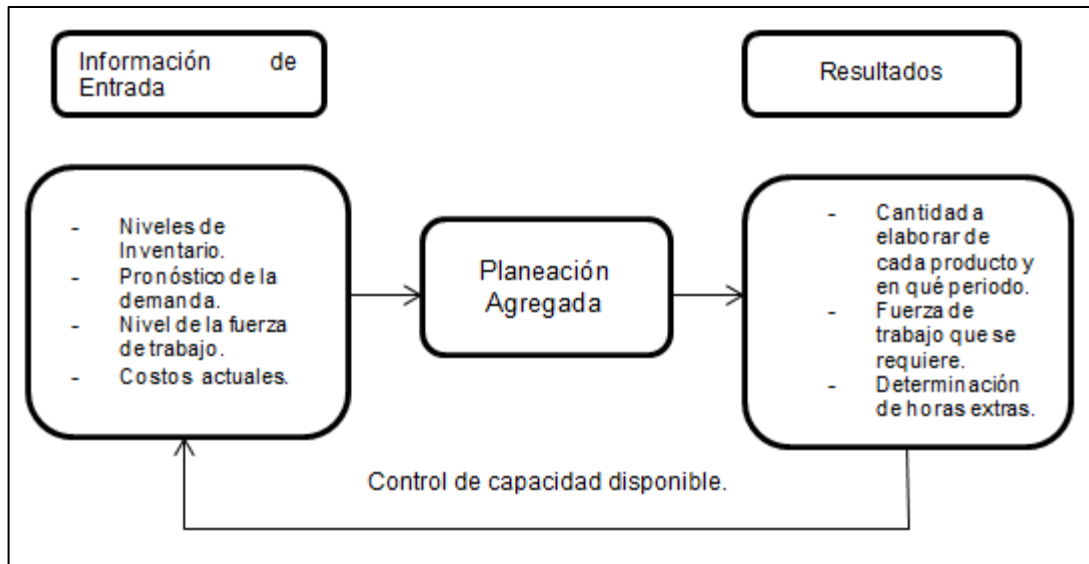
5.1 PLANEACIÓN AGREGADA

Para desarrollar el proceso de planeación agregada se hace necesario contar con información de entrada que permita realizar los cálculos con el fin de obtener unos resultados en términos de cantidades a elaborar, el periodo de tiempo de fabricación de las mismas, así como las necesidades de fuerza de trabajo y los recursos adicionales de horas extras y subcontratación si son necesarios. En la Figura 27, se puede observar el proceso de planeación agregada, la información necesaria de entrada y los resultados que se obtienen al final del proceso.

⁵¹SIPPER, Daniel., BULFIN, Robert. Planeación y Control de la producción. Mc Graw Hill. 1998.

⁵²Ibíd.,p 335 a 364.

Figura 27. Información de entrada y resultados de la aplicación de la planeación agregada.



Fuente: Los autores, 2013.

El proceso de planeación agregada se desarrolla a través de estrategias que involucran el manejo del inventario, tasa de producción, niveles de mano de obra, capacidad, y otras variables controlables. Las estrategias generan un costo total que la empresa tendría que incurrir en recursos de mano de obra para cumplir con la demanda pronosticada. A la hora de elaborar un plan agregado se pueden establecer una serie de preguntas que le permiten a la empresa evaluar las diferentes estrategias y comparar los costos resultantes. Las preguntas se citan a continuación:

- ¿Se deben utilizar los inventarios para absorber los cambios de la demanda en el periodo de la planeación?
- ¿Se debe variar la fuerza de trabajo, según los cambios de la demanda?
- ¿Debe usarse la subcontratación en las órdenes para mantener la fuerza de trabajo estable?
- ¿Deben mezclarse estrategias de tiempo extra y subcontratación a la vez, de tal forma que se minimice el costo?

La selección de la estrategia adecuada para la empresa, depende de la combinación de recursos disponibles que le generen un menor costo de producción. Con el desarrollo de la planeación agregada se busca proponer la mejor estrategia que le permita a la empresa disminuir sus costos de mano de obra, subcontratación y horas extras en los que está incurriendo actualmente.

A continuación se describe el procedimiento inicial que se llevó a cabo para establecer la información de entrada que se requiere para el desarrollo de las estrategias de planeación agregada.

- Convertir la demanda pronosticada en unidades de producto agregado a demanda en horas hombre.

Se decidió convertir las unidades de producto de los pronósticos en unidades de agregación en Horas Hombre, debido a que no es posible determinar la cantidad de producto elaborado por día por trabajador como unidad de agregación, dado que los productos los elaboran diferentes operarios, en diferentes centros de trabajo. Por ello la unidad de agregación para medir la tasa de producción de la empresa es en Horas Hombre. El resultado de las horas hombre por producto y por mes se puede revisar en el Anexo 18. Para realizar la conversión del pronóstico a horas hombre, se tuvo en cuenta el tiempo de procesamiento de cada producto multiplicado por las unidades del pronóstico.

Para ilustrar el proceso de conversión del pronóstico en unidades a horas hombre, a continuación se explica el cálculo obtenido para los Brackets en el mes de Enero.

Demanda Pronosticada Brackets Enero: 41 unidades

Tiempo procesamiento Unidad en Horas: 0.43 horas

$$\begin{aligned} \text{Horas Hombre Totales Brackets Enero} \\ = \text{Demanda Enero} \times \text{Tiempo proces. unidad} \end{aligned} \quad (13)$$

$$\text{Horas Hombre Totales Brackets Enero} : (41 \text{ uds} \times 0.43\text{h}) = 17.6 \text{ horas hombre}$$

La conversión en Horas Hombre para los demás productos se realizó bajo el mismo procedimiento. De la conversión se obtuvo las horas que se requieren de fabricación de todos los productos por mes, lo cual se procede a comparar con las horas disponibles de trabajo de los operarios del taller.

- Comparación de la Capacidad requerida en Horas Hombre frente a la Capacidad Disponible del taller.

En la Tabla 16 se puede observar la información de las horas disponibles por operario al mes y las horas disponibles del total de los (6) operarios de planta al mes obtenidas del capítulo de parámetros del sistema. Adicional se puede encontrar consolidado el pronóstico de la demanda agregada en horas hombre de productos y servicios. Con esta información se procede a comparar la capacidad disponible del taller, frente a la demanda en horas hombre de productos y

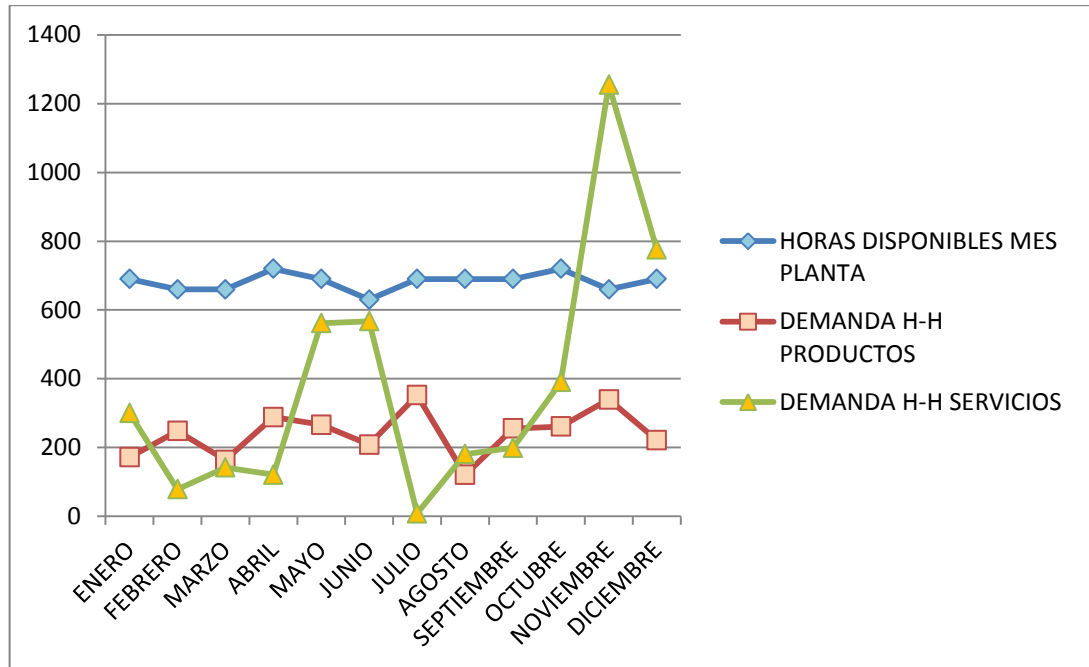
servicios. El análisis de la capacidad disponible se realizó en primera instancia por separado para servicios y para productos pues los dos poseen comportamientos diferentes de la demanda y de esta forma se puede identificar en qué caso la capacidad disponible es insuficiente. Lo anterior se puede observar en la Figura 28.

Tabla 16. Días hábiles, horas disponibles mes, pronósticos h-h productos y servicios de enero a junio de 2013.

Concepto	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Días hábiles	23	22	22	24	23	21	23	23	23	24	22	23
Horas disponibles trabajador por mes	115	110	110	120	115	105	115	115	115	120	110	115
Horas disponibles planta (6 operarios)	690	660	660	720	690	630	690	690	690	720	660	690
Pronóstico demanda agreg. h – h / mes para productos	172	248	164	289	266	209	352	121	256	261	340	222
Pronóstico demanda agreg. h – h / mes para servicios	301	79	142	121	562	567	9	181	199	391	1,255	776
Total pronóstico de la demanda	473	327	306	410	828	776	361	302	455	652	1,595	998

Fuente: Los autores, 2013. Basados en la Información recolectada en Ascenmetálicas Cuervo Ltda.

Figura 28. Capacidad H-H mes planta frente a la demanda en h-h de productos y servicios.

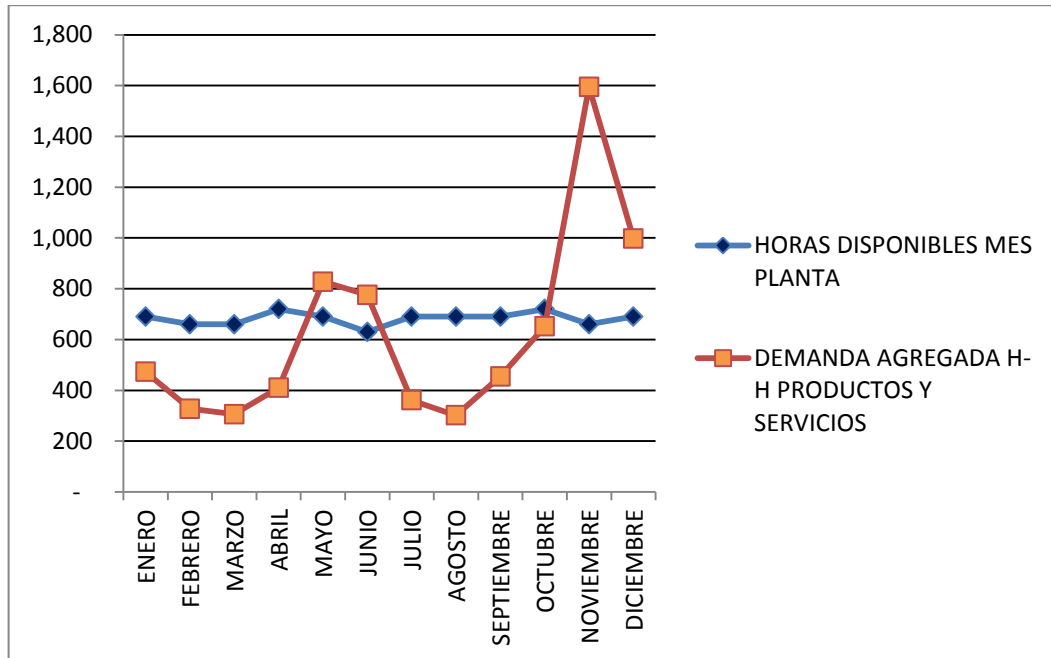


Fuente: Los autores, 2013. Basados en la Información recolectada en Ascenmetálicas Cuervo Ltda.

En la Figura 28, se puede observar que si la empresa se dedicara a fabricar sólo productos como entradas, poleas, zapatas, brackets, rolletes y hojas podría cumplir las necesidades de los clientes dado que su capacidad está por encima de la demanda pronosticada. Caso contrario a los servicios, puesto que en meses como Noviembre y Diciembre la capacidad disponible no es suficiente para prestar los servicios pronosticados. Esta comparación permite identificar que los servicios son los generadores de picos e insuficiencia en la capacidad disponible.

Es preciso también comparar la capacidad disponible del taller frente a la suma de la demanda en horas hombre de productos y servicios, ya que estas demandas se presentan de forma simultánea durante todos los meses del año.

Figura 29. Capacidad h-h mes planta frente a la demanda en h-h de productos y servicios simultáneamente.



Fuente: Los autores, 2013. Basados en la Información recolectados en Ascenmetálicas Cuervo Ltda.

Uniendo el pronóstico de la demanda agregada para productos y servicios según la Figura 29, se obtiene que en los meses de Mayo, Junio, Noviembre y Diciembre la capacidad de planta en horas – hombre no es suficiente para cumplir con el pronóstico de la demanda. De acuerdo a ésta análisis se procederá a plantear (3) estrategias que le permitan a la empresa planear sus recursos de mano de obra para los meses mencionados con el fin de cumplir con la demanda pronosticada seleccionando la estrategia que genere el menor costo.

Cabe aclarar que para los meses de Enero, Febrero, Marzo, Abril, Julio, Agosto y Octubre, como se pudo observar en la Figura 29, la capacidad disponible de la empresa puede suplir la demanda de productos y servicios simultáneamente sin incurrir en costos adicionales por subcontratación y por horas extras. Por esta razón en esos meses no se aplican las estrategias, sino se conserva el costo actual que la empresa incurre por sus seis operarios disponibles. De acuerdo a lo anterior se buscará seleccionar la estrategia de planeación agregada que genere el menor costo en los meses de Mayo, Junio, Noviembre y Diciembre, pues en estos meses es donde la empresa incurre en costos adicionales por insuficiencia en su capacidad disponible.

En el Cuadro 13, se relacionan los parámetros de entrada de la producción de Ascenmetálicas Cuervo para el desarrollo de las estrategias de planeación. Los

cálculos de los datos de entrada se pueden revisar en el capítulo de parámetros del sistema.

Cuadro 13. Información de entrada para la elaboración de estrategias de planeación agregada.

Datos de entrada	Valor
Inventario Inicial: (I ₀): Corresponde al inventario final del anterior periodo.	0 Unidades
Capacidad Disponible de los operarios de planta al mes.	Promedio de la Capacidad Disponible = 683 horas por mes
Trabajadores disponibles de planta por mes: La empresa dentro de su política conserva este número de operarios cada mes así se disminuya o incremente la producción.	6 Trabajadores
(*) Costo de Almacenamiento	\$ 0
Costo de Mano de Obra (1) trabajador Mes	\$1.352.357
Costo de Hora por Subcontratación	\$ 17.797
Costo de Hora Diurna	\$ 11.863
Costo de Hora Extra Diurna	\$ 14.828

Fuente: Los autores, 2013. Basados en la Información recolectada en Ascenmetálicas Cuervo Ltda.

Nota (1): En las estrategias 1 y 2, no se contempló inicialmente costo de almacenamiento, dado que la empresa actualmente no opera con almacenamiento de producto terminado.

Las estrategias de planeación agregada 1 y 2, que se detallan a continuación se realizaron tomando como base los criterios actuales que maneja la empresa para la distribución de su mano de obra. Se propondrá nivelar la fuerza de trabajo requerida a través de la combinación de horas extras y de horas de subcontratación, dado que la empresa recurre a estas opciones para cumplir con la demanda así le implique mayores costos.

5.1.1 Estrategia de nivelación de la tasa de producción mediante horas extras y/o horas de subcontratación

A continuación se propondrán dos estrategias que integran horas extras y horas de subcontratación. Es posible mantener algunas veces una fuerza trabajo constante pero variando las horas de trabajo. Cuando la demanda está en ascenso, existe un límite en el cual el tiempo extra requiere de más dinero y demasiado tiempo extra puede causar agotamiento en los operarios ayudando a que la productividad caiga. Una empresa también puede adquirir capacidad temporal mediante la subcontratación de horas adicionales, para cumplir con el trabajo en periodos picos de la demanda. La subcontratación tiene varios peligros, primero es costosa; segundo, se arriesga abrir la puerta del cliente a la

competencia; y tercero a veces es complejo encontrar el proveedor contratista que entregue a tiempo y a la vez con calidad los productos.⁵³

Los trabajadores necesarios para abastecer la demanda se establecieron para productos y para servicios por separado, con el fin de combinar las estrategias adecuadas entre horas extras y subcontratación en cada caso.

La primera estrategia contempló que el faltante en horas hombre de productos se suplirá a través de horas extras y el faltante en horas hombre de servicios se suplirá a través de la subcontratación de empleados externos. El faltante en horas hombre hace referencia al número de operarios y a las horas disponibles que le hacen falta a la empresa para que pueda cumplir con la demanda pronosticada. La segunda estrategia planteada contempla que los faltantes en horas hombre de productos y servicios se suplen a través de las horas extras y de la subcontratación de forma simultánea, teniendo en cuenta las horas extras máximas que se permiten por mes en la empresa. Se pretende a través de la construcción estas dos estrategias analizar cual le genera el menor costo a la empresa.

Los resultados de los cálculos de las estrategias se pueden detallar en la Tabla 18. La información de dichas tablas para su interpretación, se pueden dividir en dos secciones que se explican a continuación.

- **Primera sección de las Tablas.** Comprende la primer parte de las tablas y relaciona la información de entrada para el análisis de la estrategia, se encuentra información como Días Hábiles, Horas Disponibles Operario, Horas Disponibles Planta, Demandas Agregadas, y Trabajadores Disponibles. A partir de esta información se procede a analizar si los recursos de mano de obra son suficientes para suplir la demanda cada mes, desarrollando los cálculos de la segunda sección.
- **Segunda Sección de las Tablas.** En esta sección se encuentra el resultado de los cálculos de las horas extras y las horas de subcontratación requeridas por mes y la manera cómo se distribuyeron los recursos.

A continuación se describe el procedimiento utilizado para obtener los cálculos de cada estrategia.

⁵³SCHRODER,op. cit,p 330 - 353.

- Calcular el número de trabajadores necesarios para productos / (TNP)

$$TNP/ MES = \frac{(Pronóstico Demanda H - H Productos /Mes)}{(Horas Disp.Trabajador/ Mes)} \quad (14)$$

$$TNP/ MES = (172h) / (115h) = 1.49 \text{ aprox. } 2 \text{ trabajadores.}$$

El anterior resultado significa que para elaborar los productos la empresa necesita en el mes de Enero según su capacidad 1, 49 Hombres. La última fracción se convierte en Horas Hombre en un valor de 56.35 Horas (0.49 Hombre X 115 Horas /Hombre). Según el resultado anterior para la elaboración de productos en el mes de Enero se requiere 1 Hombre y 56.35 Horas o según la aproximación 2 trabajadores. De esta misma forma se obtuvo el resultado de los trabajadores necesarios en los meses siguientes para la fabricación de todos los productos.

- Calcular el número de trabajadores necesarios para servicios /TNS

$$TNS/ MES = \frac{(Pronóstico demanda H - H Servicios /Mes)}{(Horas Disp.Trabajador/ Mes)} \quad (15)$$

$$TNS/ MES = (301h) / (115h) = 2.62 \text{ aprox. } 3 \text{ trabajadores.}$$

Al igual que el cálculo de los productos, para los servicios la anterior cifra significa que se requieren 2.62 Hombres, esto quiere decir, 2 Hombres y 71.3 Horas – Hombre o según la aproximación 3 trabajadores, para cumplir con la demanda pronosticada de servicios en el mes de Enero. De esta misma forma se obtuvo el resultado de los trabajadores necesarios para los meses siguientes.

Los trabajadores necesarios tanto de productos como de servicios se totalizan para determinar cuál es el número de trabajadores totales requeridos.

- Cálculo de los trabajadores sobrantes o faltantes

Se procede a calcular la diferencia entre los trabajadores disponibles en planta frente a la sumatoria de los trabajadores necesarios para suplir la demanda de productos y servicios. El resultado de esta diferencia indica si la empresa posee trabajadores con horas disponibles o trabajadores con horas faltantes. Para ilustrar el cálculo se determina a continuación, los trabajadores sobrantes o faltantes del mes de Enero.

Trabajadores Disponibles Planta = 6 trabajadores

Trabajadores necesarios productos y servicios = 4.11, aproximadamente 5 trabajadores.

$$\begin{aligned} \text{Trabaj. sobrantes o faltantes} \\ = (\text{Trabaj. Disp. planta}) - (\text{Trabaj. necesarios prod. y serv.}) \end{aligned} \quad (16)$$

$\text{Trabaj. sobrantes o faltantes} = (6 \text{ trabaj.}) - (4.11 \text{ trabaj.}) = 1.89$, aproximadamente 2 trabajadores.

Para el mes de Enero existen 1.89 trabajadores sobrantes, lo que significa 1 trabajador (115 horas) y 0.89 trabajadores, aproximadamente 2 trabajadores adicionales después de cumplir la demanda del mes de Enero.

Estos trabajadores no se pueden despedir dado que la empresa tiene como política mantener de forma constante los (6) operarios de planta. Cabe resaltar que tampoco se contemplan estrategias de contratación y despido dado que la empresa no funciona bajo este sistema como se aclaró anteriormente. Bajo el anterior procedimiento de cálculo de los trabajadores y las horas sobrantes o faltantes del mes de Enero, se realizó el cálculo para los demás meses de año en cada estrategia.

Según los resultados obtenidos de los trabajadores que sobran o faltan cada mes y que se pueden observar en la Tabla 17, se corroboró que la empresa no cuenta con capacidad suficiente para suplir la demanda de productos y servicios simultáneamente, en los meses de Mayo, Junio, Noviembre y Diciembre, dado que en esos meses se presentaron horas faltantes para suplir la demanda.

Con la información obtenida de los trabajadores y las horas faltantes que se requieren para cumplir la demanda en los meses de Mayo, Junio, Noviembre y Diciembre se procede a generar dos estrategias combinando las horas extras y las horas que se deben subcontratar, para cumplir con la demanda de esos meses del año.

- Cálculos de la Estrategia 1: Horas Extras para Productos y Horas de Subcontratación para Servicios.

La combinación de las horas extras para productos y subcontratación para servicios se llevó a cabo en los meses de Mayo, Junio, Noviembre y Diciembre donde se presenta faltante de trabajadores y se deben suplir a través de alguna estrategia. Para los demás meses se mantienen constantes los (6) trabajadores y se distribuyen para realizar productos y servicios, dado que la demanda no sobrepasa la capacidad disponible.

Para los meses de Enero, Febrero, Marzo, Abril, Julio, Agosto, Septiembre y Octubre, se calculó el costo total por los seis operarios, obteniendo un costo por mes de \$7.949.586. Cabe aclarar que este costo también se evidencia en los demás meses del año, dado que además de hacer uso de su capacidad disponible la empresa incurre en otros costos por cumplir la demanda en los meses de Mayo, Junio, Noviembre y Diciembre.

Costo Empleados Totales / CET:

$$CET = (CT \text{ Promedio} / \text{Trabajador}) \times (\text{No trabajadores totales empleados disponibles}) \quad (17)$$

$$CT = \$1.352.357 \times 6 \text{ trabaj.} = \$8.114.142$$

Obtenido el costo por mes de los meses en los cuales la capacidad disponible es suficiente para cumplir con la demanda, se procede a calcular los costos de los meses en los cuales se debe hacer uso de las horas extras y las horas de subcontratación.

Costo de Mayo, Junio, Noviembre y Diciembre:

Para calcular el costo de estos meses, se tuvo en cuenta los trabajadores necesarios para productos y servicios frente a los (6) trabajadores de planta que fueron distribuidos para la fabricación de productos y servicios. Esta asignación se realizó en conjunto con la empresa. A continuación se muestran los cálculos realizados para el mes de Mayo, contemplando primero los productos y luego los servicios:

- Trabajadores Necesarios para Productos Mayo = 2.31 trabajadores.

Trabajadores distribuidos de Planta para productos Mayo = 2 trabajadores.

$$\begin{aligned} \text{Trabaj. sobrantes o faltantes Mayo} \\ = (\text{Trabaj. requeridos}) - (\text{Trabaj. distrib. productos}) \end{aligned} \quad (18)$$

$$\text{Trabaj. sobrantes o faltantes Mayo} = (2.31 \text{ trabaj.}) - (2 \text{ trabaj.}) = 0.31 \text{ trabajadores.}$$

La diferencia de 0.31 trabajadores equivale a los trabajadores faltantes que equivalen a 35.65 horas hombre y se calcularon de la siguiente manera:

$$\text{Horas - Hombre Prod. faltantes Mayo} = (\text{No Trabajadores faltantes / Mes}) \times (\text{Horas Disp. Trabajador / Mes}) \quad (19)$$

$$\text{Horas - Hombre Prod. faltantes Mayo} = (0.31 \text{ trabaj.}) \times (115h) = 35.65 \text{ horas}$$

Para suplir la demanda de fabricación de productos del mes de mayo hacen falta 35.65 horas. Estas horas se suplen bajo esta estrategia con Horas Extras:

Costo total de Horas Extras para Mayo:

$$\text{CHE Mayo} = (H - H \text{ Productos Mayo}) \times (\text{CHED}) \quad (20)$$

$$\text{CHE Mayo} = (35.65 h) \times (\$ 14.828) = \$ 528.618$$

- Trabajadores Necesarios para Servicios = 4.88, aprox. 5 trabajadores

Trabajadores distribuidos de Planta para servicios = 4

$$\begin{aligned} \text{Trabaj. sobrantes o faltantes Mayo} \\ = (\text{Trabaj. requeridos}) - (\text{Trabaj. distrib. servicios}) \end{aligned} \quad (21)$$

$$\text{Trabaj. sobrantes o faltantes Mayo} = (4.88 \text{ trabaj.}) - (4 \text{ trabaj.}) = 0.88, \text{ aprox. } 1 \text{ trabajador.}$$

Para suplir la demanda de prestación de servicios para el mes de mayo hacen falta 101.2 horas. Estas horas se suplen bajo esta estrategia con horas de subcontratación. Los cálculos se muestran a continuación:

$$\text{Horas - Hombre Servicios faltantes Mayo} = (\text{No Trabajadores faltantes / Mes}) \times (\text{Horas Disp. Trabajador / Mes}) \quad (22)$$

$$\text{Horas - Hombre Servicios faltantes Mayo} = (0.88 \text{ trabaj.}) \times (115h) = 101.2 \text{ horas}$$

Costo total de Subcontratación servicios para Mayo:

$$\text{CHSubc. Mayo} = (H - H \text{ Servicios Mayo}) \times (\text{CHS}) \quad (23)$$

$$\text{CHSubc. Mayo} = (101.2 \text{ horas}) \times (\$17.794) = \$ 1.800.752$$

Ahora se procede a obtener el costo total de los empleados de planta, más el costo por horas extras y de subcontratación para el mes de Mayo:

$$\text{CT Mayo} = \text{CET Planta} + \text{CHE} + \text{CHS}$$

(24)

$$\text{Costo Total Mayo} = (\$8.114.142) + (\$ 528.618) + (\$ 1.800.752) = \$10.443.513$$

El anterior procedimiento para obtener las horas hombre y el costo total para el mes de Mayo fue el mismo que se llevó a cabo para los meses de Junio, Noviembre y Diciembre. Los resultados se pueden observar en la Tabla 17.

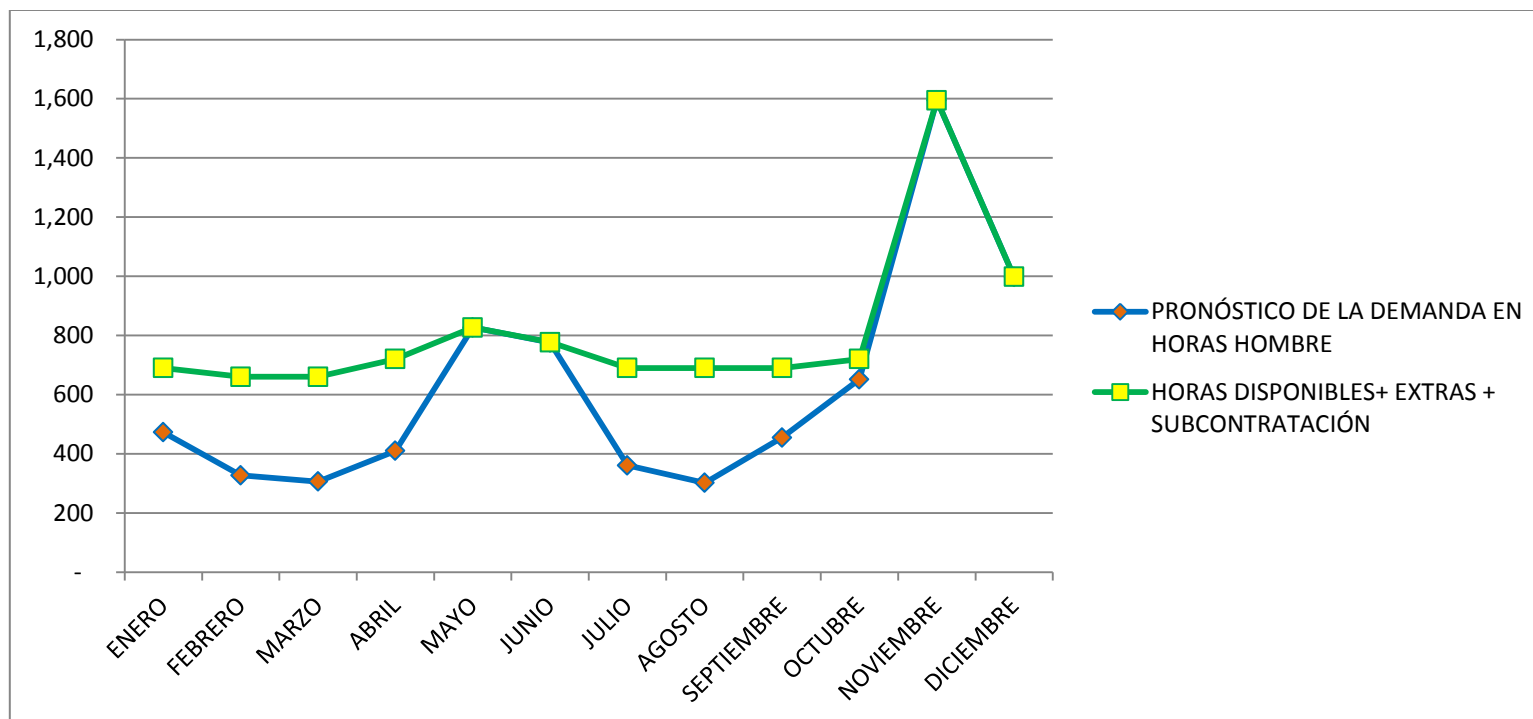
Tabla 17.Estrategia 1 de planeación agregada, horas extras para productos y horas de subcontratación para servicios.

Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Días hábiles	23	22	22	24	23	21	23	23	23	24	22	23
Horas disponible 1 operario al mes	115	110	110	120	115	105	115	115	115	120	110	115
Horas disponibles 6 operarios al mes	690	660	660	720	690	630	690	690	690	720	660	690
Pronóstico de la demanda en horas hombre para productos	172	248	164	289	266	209	352	121	256	261	340	222
Pronóstico de la demanda en horas hombre para servicios	301	79	142	121	562	567	9	181	199	391	1,255	776
Trabajador disponibles de planta	6	6	6	6	6.00	6.00	6	6	6	6	6	6
Trabajador necesarios para productos	1.49	2.26	1.49	2.41	2.31	1.99	3.06	1.05	2.22	2.17	3.09	1.93
Trabajador necesarios para servicios	2.62	0.72	1.29	1.01	4.88	5.40	0.07	1.57	1.73	3.26	11.41	6.75
Trabajador necesarios totales	4.11	2.97	2.78	3.42	7.20	7.39	3.14	2.62	3.95	5.43	14.50	8.68
Trabajadores que sobran o que faltan para la producción requerida	1.89	3.03	3.22	2.58	-1.20	-1.39	2.86	3.38	2.05	0.57	-8.50	-2.68
Trabajador Empleados para la fab. productos	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	4.00	3.00	3.00	2.50	3.00	2.00
Costo de trabajador de planta para productos	\$ 4,057,071	\$ 4,057,071	\$ 4,057,071	\$ 4,057,071	\$ 2,704,714	\$ 2,704,714	\$ 5,409,428	\$ 4,057,071	\$ 4,057,071	\$ 3,380,893	\$ 4,057,071	\$ 2,704,714
Trabajador con horas extras contratadas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00
Costo de trabajador horas extras contratadas	0.00	0.00	0.00	0.00	\$ 528,618	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	\$ 146,797	0.00
Trabajador empleados de planta para servicios	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	2.00	3.00	3.00	3.50	3.00	4.00
Costo de trabajador de planta servicio	\$ 4,057,071	\$ 4,057,071	\$ 4,057,071	\$ 4,057,071	\$ 5,409,428	\$ 5,409,428	\$ 2,704,714	\$ 4,057,071	\$ 4,057,071	\$ 4,733,250	\$ 4,057,071	\$ 5,409,428
Trabajador subcontratados	0.00	0.00	0.00	0.00	0.88	1.40	0.00	0.00	0.00	0.00	8.41	2.68

Costo de trabajador por subcontratación	0.00	0.00	0.00	0.00	\$ 1,800,752.80	\$ 2,615,718.00	0.00	0.00	0.00	0.00	\$ 16,461,229	\$ 5,484,110.80
Unidades en almacenamiento	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Costo de almacenamiento	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Costo total	\$ 8,114,142	\$ 8,114,142	\$ 8,114,142	\$ 8,114,142	\$ 10,443,513	\$ 10,729,860	\$ 8,114,142	\$ 8,114,142	\$ 8,114,142	\$ 8,114,142	\$ 24,722,169	\$ 13,598,253
Σ Costo total año 2013	\$ 124,406,930.40											

Fuente: Los autores, 2013.

Figura 30. Comparación demanda en horas hombre frente a la capacidad disponible en horas hombre incluyendo horas extras y horas de subcontratación de la estrategia 1.



Fuente: Los autores 2013.

En la Figura 30, se puede observar que a través de la estrategia 1, la capacidad disponible en horas hombre, incluyendo las horas extras y las horas de subcontratación contratadas es suficiente para abastecer el pronóstico de la demanda en los meses de Mayo, Junio, Noviembre y Diciembre. Los recursos disponibles en horas hombre de la empresa no eran suficientes para cumplir con la demanda agregada de productos y servicios, lo cual se está superando a través de la estrategia 1.

El costo total que genera la estrategia 1, para el año 2013 según la Tabla 17, es de \$124.550.172. Con base en este resultado se propone disminuir el costo haciendo uso de la estrategia que use horas extras y horas de subcontratación tanto para productos como para servicios.

- Cálculos de la Estrategia 2: Horas Extras y Horas de Subcontratación Simultánea para Productos y Servicios.

Para esta estrategia se va a contemplar en los meses de Mayo, Junio, Noviembre y Diciembre el uso de Horas extras y Subcontratación para productos y servicios, a diferencia de la estrategia anterior donde sólo se usaban horas extras para productos y horas de subcontratación para servicios. De esta forma se están teniendo cuenta la mayoría de opciones como propuesta para la empresa.

La información de entrada es la misma que se contempló en la estrategia anterior. A continuación se muestra el cálculo para obtener los costos en los meses de Mayo, Junio, Noviembre y Diciembre, con base en el cálculo realizado para Noviembre:

Trabajadores Necesarios para Productos Noviembre = 3.09 trabajadores

Trabajadores distribuidos de Planta para Productos Noviembre = 0 trabajadores.

Para este mes, de acuerdo a la distribución establecida en conjunto con la empresa, se determinó que los operarios de planta sólo iban a suplir la demanda de servicios por esta razón no se distribuyeron operarios para la fabricación de productos.

Trabaj.sobrantes o faltantes Nov.

$$= (\text{Trabaj.requeridos}) - (\text{Trabaj.distrib.servicios}) \quad (25)$$

Trabaj.sobrantes o faltantes Nov. = (3.09) – (0) = 3.09 trabajadores

Los 3.09 trabajadores equivalen a trabajadores faltantes y representan 339.09 horas hombre y se calcularon de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \text{Horas - Hombre Productos faltantes Nov.} \\ = (\text{No Trabajadores faltantes / Mes}) \times (\text{Horas Disp. Trabajador / Mes}) \end{aligned} \quad (26)$$

$$\text{Horas - Hombre Productos faltantes Nov.} = (3.09 \text{ trabaj.}) \times (110 \text{ h}) = 339.09 \text{ horas}$$

Para suplir la demanda de fabricación de productos del mes de noviembre hacen falta 339.09 horas. Estas horas se suplen bajo esta estrategia con Horas Extras y con Subcontratación a la vez:

Costo Horas Extras y Subcontratación para Productos para Noviembre:

Se dispone que de las 339.09 horas, 264 van a ser suplidas con horas extras y las 75.9 restantes a través de horas de subcontratación. Sólo se contemplan 264 horas extras dado que son las máximas horas extras que se pueden presentar en el mes, puesto que la empresa tiene por política que cada operario puede trabajar como máximo (2) horas extras por día hábil en el mes. El detalle de las horas extras máximas por mes se puede observar en el Anexo 19.

$$\text{CHE Nov} = (H - H \text{ Productos Nov}) \times (\text{CHED}) \quad (27)$$

$$\text{CHE Nov} = (264 \text{ horas}) \times (\$ 14.828) = \$ 3.914.592$$

$$\text{CHSubc. Nov} = (H - H \text{ Productos Nov}) \times (\text{CHS}) \quad (28)$$

$$\text{CHSubc. Nov} = (75.9 \text{ horas}) \times (\$17.794) = \$ 1.350.564$$

Ya obtenido el costo para la elaboración de los productos se procede a calcular el costo para la prestación de servicios.

Trabajadores Necesarios para Servicios = 11.41 trabajadores

Trabajadores distribuidos de Planta para servicios = 6 trabajadores

Como se explicó en los productos, se estableció que los seis operarios disponibles de planta se distribuirían para la prestación de servicios en este mes. Lo anterior se estableció debido a la cantidad de operarios que se requieren para la prestación de servicios, que aun haciendo uso de toda la capacidad disponible siguen faltando 5.41 operarios.

$$\begin{aligned} \text{Trabaj. sobrantes o faltantes Nov.} \\ = (\text{Trabaj. requeridos}) - (\text{Trabaj. distrib. servicios}) \end{aligned} \quad (29)$$

$$\text{Trabajadores Faltantes Nov.} = (11.41 \text{ trabaj.}) - (6 \text{ trabaj.}) = 5.41 \text{ trabajadores}$$

$$\begin{aligned} \text{Horas - Hombre Servicios faltantes Nov.} \\ = (\text{No Trabajadores faltantes / Mes}) \times (\text{Horas Disp. Trabajador} \\ / \text{Mes}) \end{aligned} \quad (30)$$

$$\text{Horas - Hombre Servicios faltantes Nov.} = (5.41 \text{ trabaj.}) \times (110h) = 595.10$$

Para suplir la demanda de prestación de servicios para el mes de Noviembre hacen falta 595.10 horas. Estas horas se suplen bajo esta estrategia con Subcontratación o tercerización. No se puede hacer uso de las horas extras dado que las (264) horas extras máximas a usar para el mes de Noviembre ya fueron utilizadas para la fabricación de productos.

Costo total de Subcontratación para Noviembre:

$$\text{CHSubc. Nov} = (H - H \text{ Servicios Nov}) \times (\text{CHS}) \quad (31)$$

$$\text{CHSubc. Nov} = (595.1) \times (\$17.794) = \$ 10.589.209$$

Ahora se procede a obtener el costo total de los empleados de planta, más las horas extras y las horas de subcontratación para el mes de Noviembre. El costo de los (6) empleados de planta explicado anteriormente se sigue manteniendo por mes.

$$\text{CT Noviembre} = \text{CET Planta} + \text{CHE} + \text{CHS} \quad (32)$$

$$\begin{aligned} \text{Costo Total Noviembre} = \\ (\$8.114.142) + (\$ 3.914.592) + (\$1.350.564) + (\$ 10.589.209) = \$23.968.508 \end{aligned}$$

El anterior procedimiento para obtener las horas hombre y el costo total para el mes de Noviembre fue el mismo que se llevó a cabo para los meses de Mayo, Junio, y Diciembre Los resultados se pueden observar en la Tabla 18.

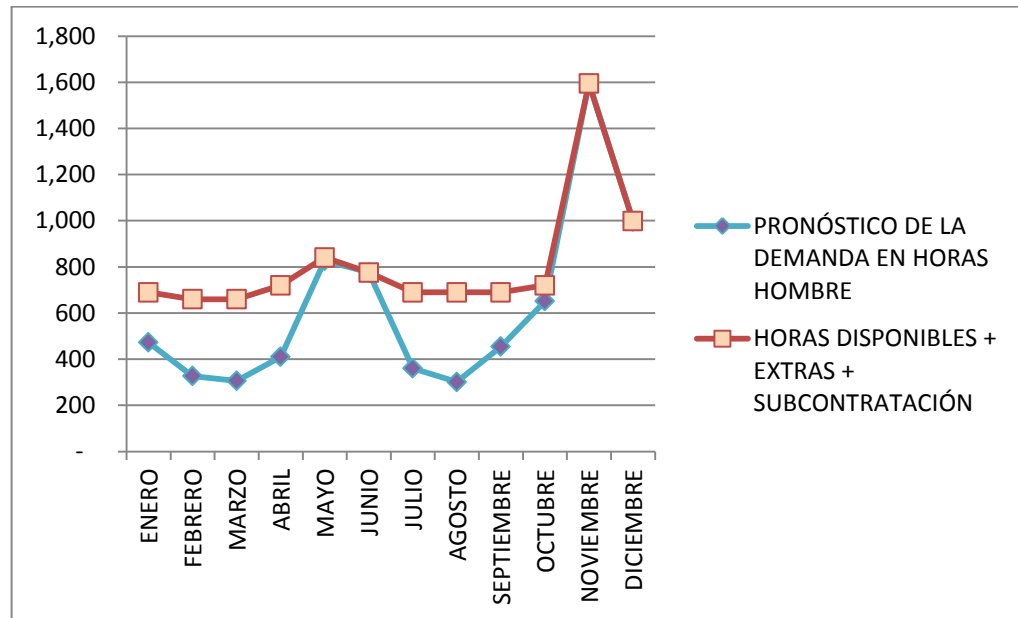
Tabla 18. Estrategia 2 de planeación agregada, horas extras y horas de subcontratación para productos y servicios simultáneamente.

Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Días hábiles	23	22	22	24	23	21	23	23	23	24	22	23
Horas disponible 1 operario al mes	115	110	110	120	115	105	115	115	115	120	110	115
Horas disponibles 6 operarios al mes	690	660	660	720	690	630	690	690	690	720	660	690
Demanda agregada en horas hombre para productos	172	248	164	289	266	209	352	121	256	261	340	222
Demanda agregada en horas hombre para servicios	301	79	142	121	562	567	9	181	199	391	1,255	776
Trabajador disponibles de planta	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Trabajador necesarios para productos	1.49	2.26	1.49	2.41	2.31	1.99	3.06	1.05	2.22	2.17	3.09	1.93
Trabajador necesarios para servicios	2.62	0.72	1.29	1.01	4.88	5.40	0.07	1.57	1.73	3.26	11.41	6.75
Trabajador necesarios totales	4.11	2.97	2.78	3.42	7.19	7.39	3.14	2.62	3.95	5.43	14.50	8.68
Trabajadores que sobran o que faltan para la producción requerida	1.89	3.03	3.22	2.58	-1.19	-1.39	2.86	3.38	2.05	0.57	-8.50	-2.68
Horas sobrantes o faltantes para cumplir con la demanda	217.44	332.87	353.80	310.04	-137.36	-145.74	329.34	388.28	235.33	68.37	-934.99	-307.69
Trabajador empleados de planta productos	3.00	3.00	3.00	3.00	1.00	1.00	4.00	3.00	3.00	2.50	0.00	0.00
Costo de trabajador de planta productos	\$ 4,057,071	\$ 4,057,071	\$ 4,057,071	\$ 4,057,071	\$ 1,352,357	\$ 1,352,357	\$ 5,409,428	\$ 4,057,071	\$ 4,057,071	\$ 3,380,893	\$ -	\$ -
Trabajador con horas extras productos	0.00	0.00	0.00	0.00	1.31	0.99	0.00	0.00	0.00	0.00	2.40	1.93
Costo de trabajador horas extras produc.	0.00	0.00	0.00	0.00	\$ 2,233,838	\$ 1,541,371	0.00	0.00	0.00	0.00	\$ 3,914,592	\$ 3,291,075
Trabajador subcontratación productos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.69	0.00
Costo de trabajador de subcontratación productos	0.00	0.00	0.00	0.00	\$ -	\$ -	0.00	0.00	0.00	0.00	\$ 1,350,565	\$ -
Trabajador empleados de planta servicios	3.00	3.00	3.00	3.00	5.00	5.00	2.00	3.00	3.00	3.50	6.00	6.00

Costo de trabajador de planta servicio	\$ 4,057,071	\$ 4,057,071	\$ 4,057,071	\$ 4,057,071	\$ 6,761,785	\$ 6,761,785	\$ 2,704,714	\$ 4,057,071	\$ 4,057,071	\$ 4,733,250	\$ 8,114,142	\$ 8,114,142
Trabajador horas extra servicios	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.45
Costo de trabajador horas extras servicios	0.00	0.00	0.00	0.00	\$ -	\$ 622,776.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	\$ 767,349.00
Trabajador subcontratación servicios	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	\$ -	0.00	0.00	0.00	0.00	5.41	0.30
Costo de trabajador por subcontratación servicios	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	\$ -	0.00	0.00	0.00	0.00	\$ 10,589,209	\$ 613,893.00
Unidades en almacenamiento	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Costo de almacenamiento	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Costo total	\$ 8,114,142	\$ 8,114,142	\$ 8,114,142	\$ 8,114,142	\$ 10,347,980	\$ 10,278,289	\$ 8,114,142	\$ 8,114,142	\$ 8,114,142	\$ 8,114,142	\$ 23,968,508	\$ 12,786,459
Σ Costo total	\$ 122,294,371.40											

Fuente: Los autores 2013.

Figura 31. Comparación demanda en horas hombre frente a la capacidad disponible en horas hombre incluyendo horas extras y horas de subcontratación simultáneas para productos y servicios de la estrategia 2.



Fuente los autores 2013.

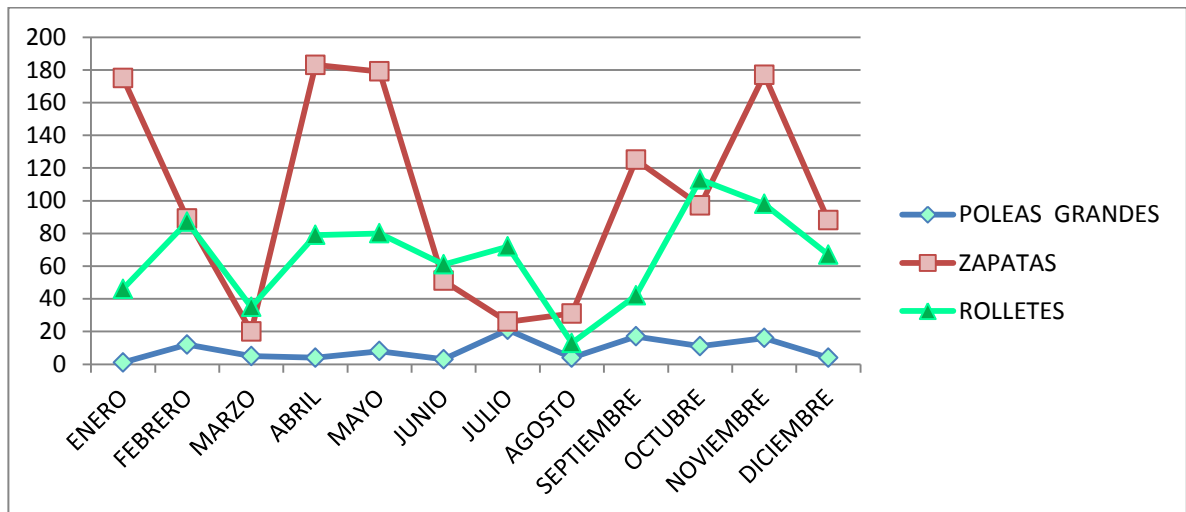
Según la Figura 31, se puede observar que las horas disponibles de la empresa incluyendo las horas extras y las horas de subcontratación usadas en la estrategia 2, al igual que la estrategia 1, están por encima de la demanda pronosticada en los meses de Mayo, Junio, Noviembre y Diciembre. Estos meses presentaban déficit en la capacidad disponible según la Figura 31. El costo total de la estrategia 2, para el año 2013 según la Tabla 18, es de \$122.294.371. Frente a la estrategia 1, se disminuye el costo en \$2.255.800. Este resultado se da debido al máximo uso de las horas extras que se lleva a cabo en la presente estrategia, dado que la empresa usa todas las horas extras que se permiten por operario. Hay que tener en cuenta que hacer uso de las horas extras al máximo puede llevar a un agotamiento de los empleados y a una posible disminución de la calidad. Por esta razón se pretende evaluar otra estrategia que le permita a la empresa disminuir su costo de operación y evitar el agotamiento de sus empleados.

La empresa actualmente no conserva producto terminado en inventario, debido a ello, en las estrategias anteriores no se contempló costo de almacenamiento. Se propone en la estrategia que se describe a continuación que la empresa genere un almacenamiento de algunos productos con demanda constante incluyendo horas extras y horas de subcontratación si se requiere, con el fin de demostrar que a través de esta estrategia también se supliría la demanda pronosticada y el costo generado es inferior al costo de las estrategias 1 y 2.

5.1.2. Estrategia de fabricación anticipada para inventario con horas extras y horas de subcontratación

Esta estrategia permite que se pueda incrementar el inventario durante un periodo de baja demanda, para cumplir con la alta demanda en periodos futuros. Esta situación es justo lo que ocurre en Ascenmetálicas Cuervo, pues existen meses en donde la demanda de ciertos productos es mayor que la demanda de los mismos productos en otros meses. Para el caso puntual se propone revisar lo mencionado con la Familia de Productos, Zapatas, Rolletes y Poleas Grandes. Estos productos se fabrican por demanda de los clientes durante todos los meses del año. El comportamiento de la demanda de estos productos se puede observar en la Figura 32 que se muestra a continuación.

Figura 32. Demanda pronosticada de zapatas, rolletes y poleas para el año 2013.



Fuente: Los autores, 2013.

Los anteriores productos además que se fabrican todos los meses del año, son productos que se elaboran en una sola máquina y bajo el proceso de un solo operario, por lo tanto al tratar de anticipar su demanda se tiene en cuenta la capacidad disponible de esos operarios en el mes con el fin de evitar que se exceda el tiempo disponible de ellos en cada mes. Anticipar para los demás productos resulta más complejo puesto que no de todos los productos se requieren para todos los meses, su tamaño y las características del proceso requieren que pasen por más estaciones de trabajo y se requiera más personal. Por esta razón se realizó el ejercicio de almacenamiento que se detalla a continuación sólo para los productos Zapatas, Rolletes y Poleas Grandes.

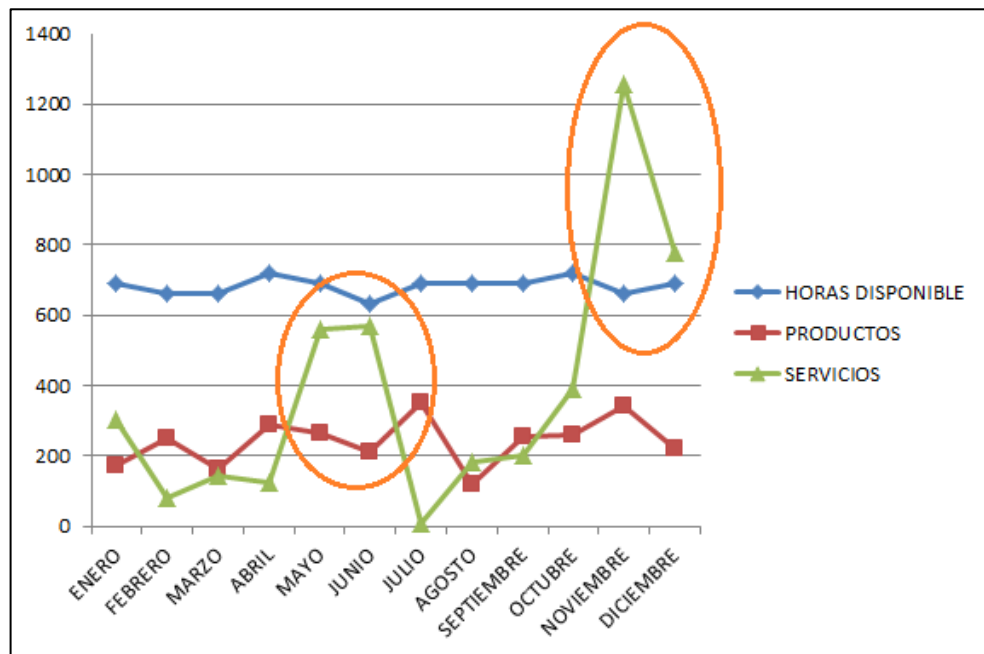
La información de entrada que se presenta en esta estrategia en el

Cuadro 11 corresponde a la misma información que se registró en las demás estrategias. A continuación se detalla el procedimiento llevado a cabo para la realización de esta estrategia.

- Revisión de la capacidad disponible para producir para inventario.

Se procedió a determinar en qué meses se podría fabricar la demanda de zapatas, rolletes y poleas grandes, anticipando la producción de forma que se liberara la capacidad disponible de los meses de mayo, junio, noviembre y diciembre, y así se pudiera usar esta capacidad disponible de los trabajadores para la realización de los servicios que se tienen pronosticados para esos meses. Lo anterior ya que la empresa no puede anticiparse a la prestación de servicios por ello se anticipa en la elaboración de productos. En la Figura 33 que se muestra a continuación se puede observar que los servicios representan las cantidades que le generan a la empresa el uso de mayor capacidad, recurriendo a tiempo extra o a horas de subcontratación dado que con las horas disponibles de sus trabajadores no alcanza a cubrir la demanda de servicios y de productos si estos llegan al mismo tiempo.

Figura 33. Demanda Pronosticada de Zapatas, Rolletes y Poleas para el año 2013.

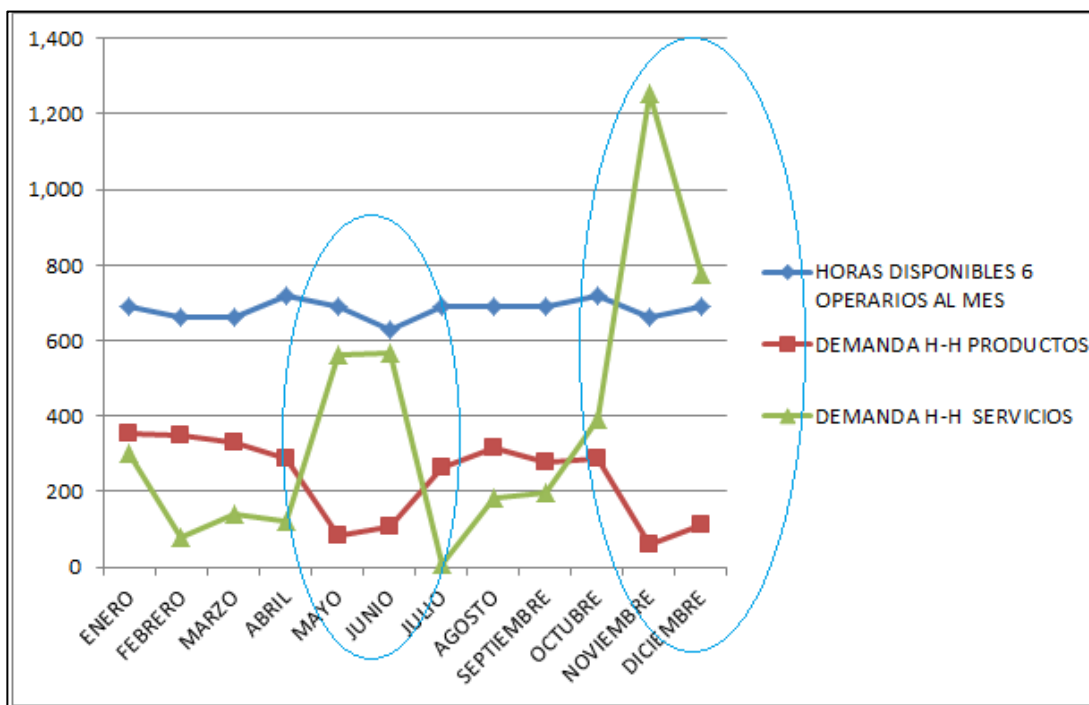


Fuente: Los autores, 2013.

En la Figura 34, que se muestra a continuación, se observa el mismo ejercicio de comparación de las horas disponibles del taller frente a la demanda en horas

hombre de productos y servicios incluyendo la fabricación anticipada de productos para almacenamiento. Se evidencia que en los meses de Mayo, Junio, Noviembre y Diciembre la demanda en horas hombre de productos baja, dado que con la fabricación anticipada de zapatas, rolletes y poleas se busca liberar capacidad disponible en esos meses y usarla en la prestación de servicios. También se observa que en los meses de Enero, Febrero, Marzo, Agosto y Septiembre existe un incremento en la producción frente a la Figura 34, puesto que la producción de Mayo, Junio, Noviembre y Diciembre se realizará de forma anticipada en esos meses. Las cifras de donde se obtuvo la Figura 34 y la Figura 35 se pueden encontrar en el Anexo 19.

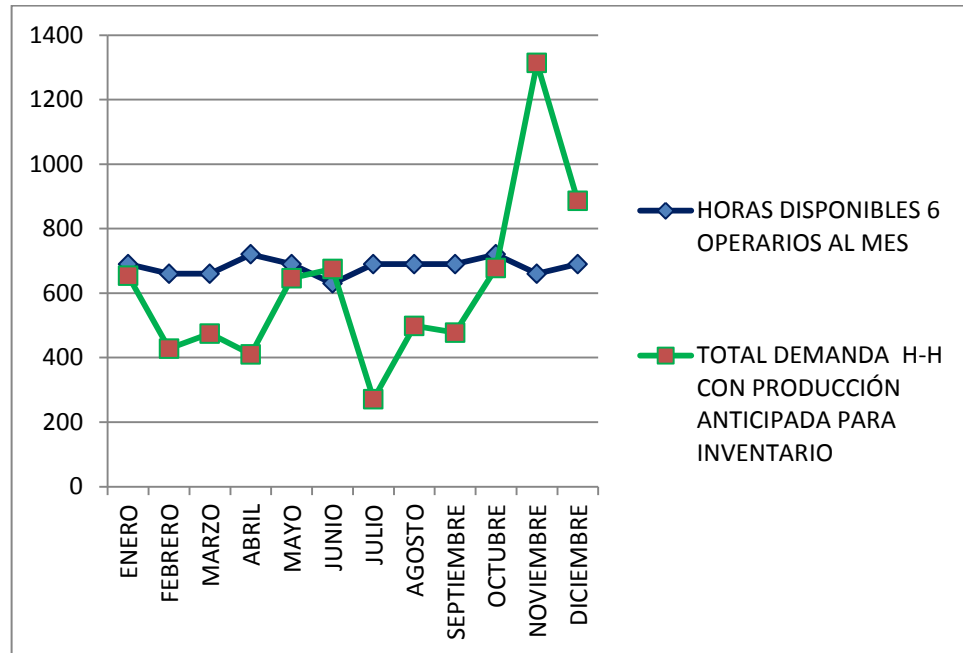
Figura 34. Demanda de productos y servicios incluyendo la fabricación anticipada para inventario frente a las horas hombre disponibles del taller.



Fuente: los autores 2013.

Sumando la demanda de productos y servicios incluyendo la producción anticipada para inventario se obtiene la Figura 35. En esta figura se puede ver que la capacidad disponible de la empresa alcanza a suplir la demanda completa del mes de mayo. Para los meses de junio, noviembre y diciembre se tendría que contemplar la estrategia de horas extras y horas de subcontratación para las horas que la capacidad disponible no pudo suplir en esos meses. Los resultados de los cálculos y el costo que se genera en esta estrategia se pueden revisar en la Tabla 19.

Figura 35. Demanda de productos y servicios incluyendo la fabricación anticipada para inventario frente a las horas hombre disponibles del taller.



Fuente: Los autores, 2013.

Tabla 19. Estrategia 3 de planeación agregada, fabricación anticipada de productos para almacenamiento, uso de horas extras y horas de subcontratación.

Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Días hábiles	23	22	22	24	23	21	23	23	23	24	22	23
Horas disponible 1 operario al mes	115	110	110	120	115	105	115	115	115	120	110	115
Horas disponibles 6 operarios al mes	690	660	660	720	690	630	690	690	690	720	660	690
Demanda Agregada en Horas hombre para productos	172	248	164	289	266	209	352	121	256	261	340	222
Demanda agregada en horas hombre para servicios	301	79	142	121	562	567	9	181	199	391	1,255	776
Demanda Agregada en Horas hombre Productos y Servicios mes	473	327	306	410	828	776	361	302	455	652	1,595	998
Trabajador Disponibles de Planta	6	6	6	6	6.00	6.00	6	6	6	6	6	6
Trabajador Necesarios para Productos	1.49	2.26	1.49	2.41	2.31	1.99	3.06	1.05	2.22	2.17	3.09	1.93
Trabajador Necesarios para Servicios	2.62	0.72	1.29	1.01	4.88	5.40	0.07	1.57	1.73	3.26	11.41	6.75
Trabajadores que sobran o que faltan para la producción requerida	4.11	2.97	2.78	3.42	7.20	7.39	3.14	2.62	3.95	5.43	14.50	8.68
Total horas Demanda Agregada mes + horas fabricación para aprovisionamiento	654	428	474	410	646	675	271	499	478	678	1,314	886
Diferencia en horas de la demanda agregada frente a las h-h disponibles	36	232	186	310	44	45	419	191	212	42	654	196
Trabajadores empleados de planta	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Costo de trabajador en planta	\$ 8,114,142	\$ 8,114,142	\$ 8,114,142	\$ 8,114,142	\$ 8,114,142	\$ 8,114,142	\$ 8,114,142	\$ 8,114,142	\$ 8,114,142	\$ 8,114,142	\$ 8,114,142	\$ 8,114,142

Horas hombre empleadas como horas extras	0.00	0.00	0.00	0.00	8.00	45.00	0.00	0.00	0.00	0.00	264.00	196.00
Costo de trabajador horas extras	0.00	0.00	0.00	0.00	\$ 118,624	\$ 667,260	0.00	0.00	0.00	0.00	\$ 3,914,592	\$ 2,906,288
Horas de subcontratación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	390.00	0.00
Costo horas de subcontratación	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 6,939,660	\$ -
Costo total de almacenamiento de zapatas	\$ 5,853	\$ 18,066	\$ 33,287	\$ 33,287	\$ 19,994	\$ 15,221	\$ 15,221	\$ 24,221	\$ 24,221	\$ 24,221	\$ 9,000	\$ -
Costo total de almacenamiento de rolletes	\$ 3,741	\$ 5,476	\$ 5,476	\$ 5,476	\$ 1,735	\$ -	\$ -	\$ 2,816	\$ 5,088	\$ 5,088	\$ 2,272	\$ -
Costo total de almacenamiento de poleas	\$ 214,755	\$ 295,312	\$ 295,288	\$ 295,285	\$ 80,545	\$ 6	\$ 63	\$ 348,984	\$ 349,010	\$ 536,900	\$ 107,404	\$ 8
Costo total	\$ 8,338,491	\$ 8,432,996	\$ 8,448,193	\$ 8,448,190	\$ 8,335,040	\$ 8,796,629	\$ 8,129,426	\$ 8,490,163	\$ 8,492,461	\$ 8,680,351	\$ 19,087,070	\$ 11,020,438
Σ Costo Total	\$ 114,699,448. 00											

Fuente: Los autores, 2013.

La estrategia de la Tabla 19, propone que la empresa fabrique de forma anticipada zapatas, rolletes y poleas, los cuales son productos demandados en los meses de mayo, junio, noviembre y diciembre con el fin de generar horas - hombre disponibles que puedan suplir la demanda de servicios en esos meses. La información de entrada de esta estrategia es la misma usada en las anteriores estrategias. En esta estrategia se modifica la demanda total pronosticada cada mes dado que se incluyen las horas de fabricación para inventario en los meses de enero, febrero, marzo, agosto y septiembre, y se resta estas horas de fabricación anticipada a los meses que ya no van a contemplar esa fabricación: mayo, junio, noviembre y diciembre. El detalle del resultado de esta demanda se puede revisar en el Anexo 19. A continuación se detalla el procedimiento usado para calcular el costo de esta estrategia.

- Cálculo de la diferencia en horas Hombre de la demanda agregada incluyendo la fabricación anticipada para inventario frente a la capacidad disponible del mes.

Para los meses diferentes a mayo, junio, noviembre y diciembre se siguen conservando las mismas condiciones, y el mismo costo de los (6) empleados de planta dado que como se explicó en las estrategias anteriores en estos meses la capacidad disponible está por encima de la capacidad requerida para la demanda.

Se procede a calcular las horas hombre que hacen falta para cumplir con la demanda de Junio, Noviembre y Diciembre. Se detalla como ejemplo de los cálculos del mes de Junio.

Total Demanda Agregada incluida la fabricación para Inventario Junio = 675 horas.

Total Capacidad Disponible Mes de Junio = 630 horas.

Horas - Hombre faltantes Junio = (Demanda h – h mes) – (Capacidad disponible mes)

Horas - Hombre faltantes Junio = (675h)– (630h) = 45 horas

Estas horas faltantes del mes de Junio se suplen a través de Horas Extras:

$$CHE \text{ Junio} = (H - H \text{ Faltantes Junio}) \times (CHED) \tag{33}$$

$$CHE \text{ Junio} = (45h) \times (\$ 14.828) = \$ 667.260$$

Las horas faltantes del mes de Diciembre se calcularon bajo el mismo procedimiento anterior. Para el mes de Noviembre se calcularon las horas extras máximas y la cantidad restante se cubrió con horas de subcontratación.

- Cálculo del Inventario por mes de zapatas, rolletes y poleas.

La fabricación anticipada de zapatas y rolletes ayudó a liberar la capacidad disponible de los meses en los cuales la capacidad no era suficiente para abastecer la demanda. A la vez esta estrategia trajo consigo un costo adicional de almacenamiento que se debe contemplar a fin de comparar las estrategias propuestas y seleccionar la más adecuada para la empresa.

A continuación, se detalla el cálculo del Inventario para las zapatas, rolletes y poleas por mes.

Inventario Inicial Zapatas Puerta = 0

Tasa de producción Zapatas Puerta = 252 Unidades.

Demanda Pronosticada Zapata Puerta Enero = 133 Unidades.

Inventario Final = Inventario Inicial + Producción – Demanda (34)

Inventario Final = (0) + (252 uds) – (133uds) = 119uds

El inventario final del mes se convierte en el inventario inicial del siguiente mes. De esta forma se calculó el inventario de rolletes, zapatas y poleas para todos los meses del año. El resultado de los cálculos se puede observar en la tabla 20 y 21 y 22. Los cálculos se pueden consultar en el Anexo 20.

Tabla 20. Cálculo inventario y costo de almacenamiento zapatas por meses.

Mes / Productos	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Demanda zapatas puerta incluyendo fabricación anticipada	252	102	109	91	0	0	26	40	80	41	0	0
Demanda zapatas contrapeso incluyendo fabricación anticipada	16	0	35	32	0	0	0	15	8	0	0	0
Demanda zapatas guías de cabina incluyendo fabricación anticipada	38	86	53	60	0	0	0	64	37	56	0	0
Inventario inicial zapatas puerta	0	119	146	235	235	116	89	89	129	129	129	40
Inventario inicial zapatas contrapeso	0	12	12	47	47	35	35	35	35	35	35	0
Inventario inicial guía de cabina	0	0	72	125	125	77	53	53	101	101	101	48
Tasa de producción demanda zapatas puerta	252	102	109	91	0	0	26	40	80	41	0	0
Tasa de producción demanda zapatas contrapeso	16	0	35	32	0	0	0	15	8	0	0	0
Tasa de producción demanda zapatas guías de cabina	38	86	53	60	0	0	0	64	37	56	0	0
Demanda pronosticada mes	133	75	20	91	119	27	26	0	80	41	89	40
Demanda pronosticada mes	4	0	0	32	12	0	0	15	8	0	35	0
Demanda pronosticada mes	38	14	0	60	48	24	0	16	37	56	53	48
Inventario final zapatas puerta	119	146	235	235	116	89	89	129	129	129	40	0
Inventario final zapatas contrapeso	12	12	47	47	35	35	35	35	35	35	0	0

Inventario final zapatas guía de cabina	0	72	125	125	77	53	53	101	101	101	48	0
Costo inventario mensual zapatas puerta	\$4,641	\$5,694	\$9,165	\$9,165	\$4,524	\$3,471	\$3,471	\$5,031	\$5,031	\$5,031	\$1,560	\$0
Costo inventario mensual zapatas contrapeso	\$1,212	\$1,212	\$4,747	\$4,747	\$3,535	\$3,535	\$3,535	\$3,535	\$3,535	\$3,535	\$0	\$0
Costo inventario mensual zapatas guía de cabina	\$0	\$11,160	\$19,375	\$19,375	\$11,935	\$8,215	\$8,215	\$15,655	\$15,655	\$15,655	\$7,440	\$0
Costo total	\$5,853	\$18,066	\$33,287	\$33,287	\$19,994	\$15,221	\$15,221	\$24,221	\$24,221	\$24,221	\$9,000	\$0

Fuente: Los autores, 2013.

Tabla 21. Cálculo inventario y costo de almacenamiento rolletes por mes.

Mes / Productos	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Demanda rolletes babero incluyendo fabricación anticipada	84	131	35	79	0	0	72	103	65	74	0	0
Demanda rolletes cerradura incluyendo fabricación anticipada	21	17	0	0	0	0	0	8	44	31	0	0
Demanda rolletes excéntricos incluyendo fabricación anticipada	21	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0
Inventario inicial babero	0	42	100	100	100	58	0	0	90	113	113	23
inventario inicial cerradura	0	19	22	22	22	3	0	0	8	52	52	44
Inventario inicial excéntricos	0	19	19	19	19	0	0	0	0	0	0	0
Tasa de producción rolletes babero	84	131	35	79	0	0	72	103	65	74	0	0
Tasa de producción rolletes cerradura	21	17	0	0	0	0	0	8	44	31	0	0
Tasa de producción rolletes excéntricos	21	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0
Demanda pronosticada mes rolle. babero	42	73	35	79	42	58	72	13	42	74	90	23
Demanda pronosticada mes rolle. cerradura	2	14	0	0	19	3	0	0	0	31	8	44
Demanda pronosticada mes rolle. excéntrico	2	0	0	0	19	0	0	0	0	8	0	0
Inventario final rolletes babero	42	100	100	100	58	0	0	90	113	113	23	0
Inventario final rolletes cerradura	19	22	22	22	3	0	0	8	52	52	44	0
Inventario final rolletes excéntricos	19	19	19	19	0	0	0	0	0	0	0	0
Costo inventario mensual babero	\$1,176	\$2,800	\$2,800	\$2,800	\$1,624	\$0	\$0	\$2,520	\$3,164	\$3,164	\$644	\$0

Costo inventario mensual cerradura	\$703	\$814	\$814	\$814	\$111	\$0	\$0	\$296	\$1,924	\$1,924	\$1,628	\$0
Costo inventario mensual excentrico	\$1,862	\$1,862	\$1,862	\$1,862	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Costo total	\$3,741	\$5,476	\$5,476	\$5,476	\$1,735	\$0	\$0	\$2,816	\$5,088	\$5,088	\$2,272	\$0

Fuente:

Los

autores,

2013.

Tabla 22. Cálculo inventario y costo de almacenamiento poleas por mes.

Mes / Productos	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Demanda poleas incluyendo fabricación anticipada	9	15	5	4	0	0	21	17	17	18	0	0
Inventario inicial poleas	0	8	11	11	11	3	0	0	13	13	20	4
Tasa de producción demanda poleas	9	15	5	4	0	0	21	17	17	18	0	0
Demanda pronosticada mes	1	12	5	4	8	3	21	4	17	11	16	4
Inventario final poleas	8	11	11	11	3	0	0	13	13	20	4	0
Costo inventario mensual	\$214,728	\$295,251	\$295,251	\$295,251	\$80,523	0	0	\$348,933	\$348,933	\$536,820	\$107,364	0
Costo total	\$214,755	\$295,312	\$295,288	\$295,285	\$80,545	\$6	\$63	\$348,984	\$349,010	\$536,900	\$107,404	\$8

Fuente: Los autores, 2013.

Las Tablas 20, 21 y 22, se calcularon en base a los costos de almacenamiento que se detallan en la Tabla 23. Adicional estos costos de almacenamiento se incluyeron en la Tabla 19, para el cálculo del costo total de la estrategia. En la Tabla 23, se pueden encontrar los costos de almacenamiento que fueron calculados para los productos a tener en inventario según la estrategia No 3. El costo de almacenamiento mes por unidad se obtuvo a través del cálculo del 8% sobre el valor anual de las unidades en almacenamiento, con lo cual se obtiene el valor que se ha dejado de invertir por almacenar. El 8% representa el parámetro que se tuvo en cuenta de tasa de colocación del dinero en bancos. Posterior a ello se obtiene el costo anual y mensual los cuales son utilizados para los cálculos en las tablas 20, 21 y 22.

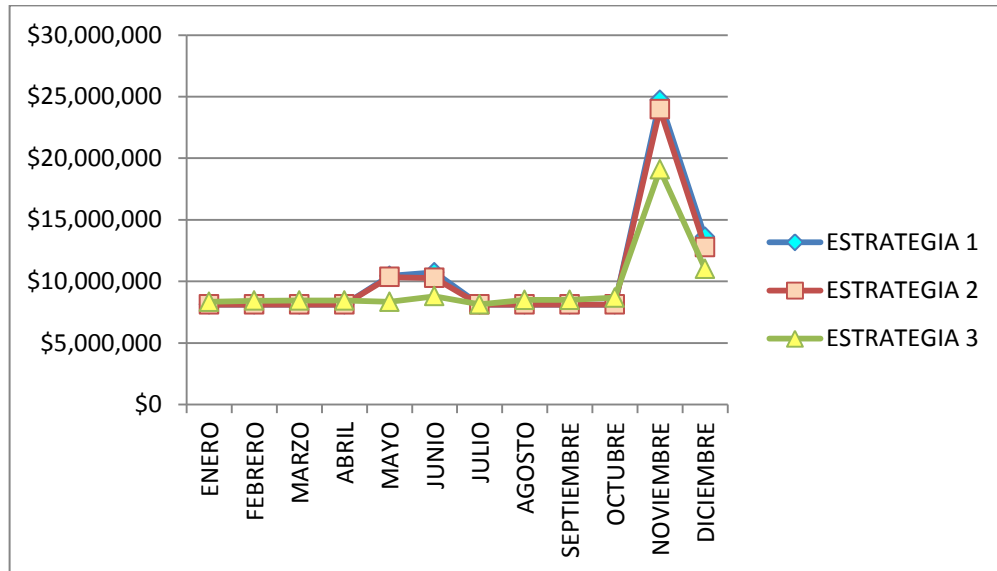
Tabla 23. Costos de almacenamiento de zapatas, rolletes y poleas.

Productos a fabric. para inventario	Costo Unitario	Cantida d almacenada al año	Costo Total año	Tasa de colocación anual (%)	Valor dejado de invertir	Costo Almacenamiento uds al año	Costo Almacenamiento unidad al mes
Zapatas Puerta	\$ 5,902	252	\$ 1,489,665	8	\$ 119,173	\$ 472	\$ 39
Zapatas Contrapeso	\$ 15,120	24	\$ 356,832	8	\$ 28,547	\$ 1,210	\$ 101
Zapatas Guía de Cabina	\$ 23,213	208	\$ 4,819,019	8	\$ 385,522	\$ 1,857	\$ 155
Rolletes Cerradura	\$ 4,200	44	\$ 186,480	8	\$ 14,918	\$ 336	\$ 28
Rolletes Excéntricos	\$ 5,600	10	\$ 58,240	8	\$ 4,659	\$ 448	\$ 37
Rolletes Babero	\$ 14,700	246	\$ 3,616,200	8	\$ 289,296	\$ 1,176	\$ 98
Poleas Grandes	\$ 335,513	39	\$ 13,152,110	8	\$ 1,052,169	\$ 26,841	\$ 2,237

Fuente: Los autores 2013.

Según la estrategia 3, que se evidencia en la tabla 19, se obtuvo un costo total de \$114.699.448. Este costo demuestra que la estrategia No 3 es la estrategia que le favorece a la empresa dado que le genera el menor costo. Frente a la estrategia No 1, que generó un costo de \$124.550.172, disminuyó en un 8%, y frente a la estrategia No 2, que generó un costo de \$122.294.371, disminuyó en un 6%, esta disminución de costos mencionada se puede observar en la Figura 36.

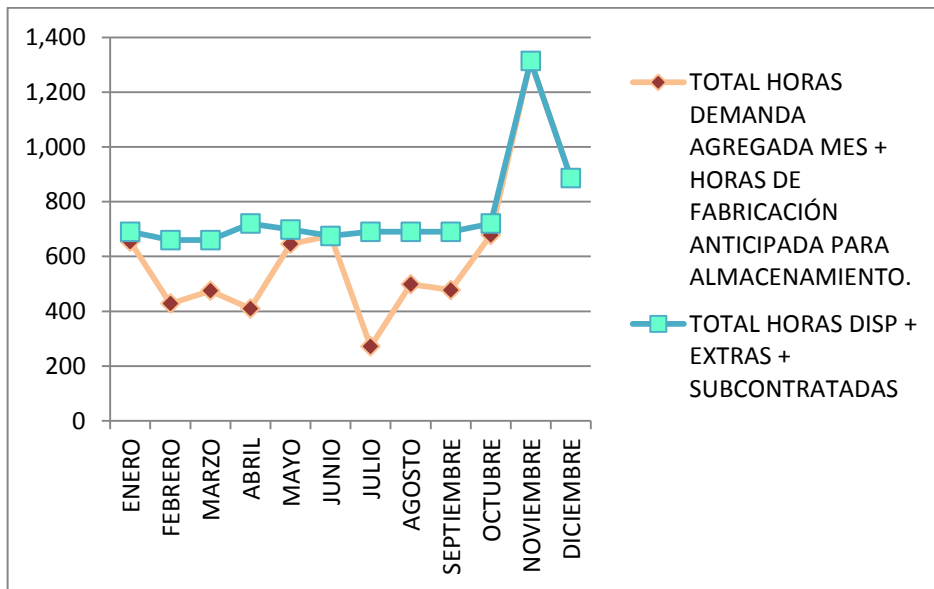
Figura 36. Costos de las Estrategias de Planeación Agregada.



Fuente: Los autores, 2013.

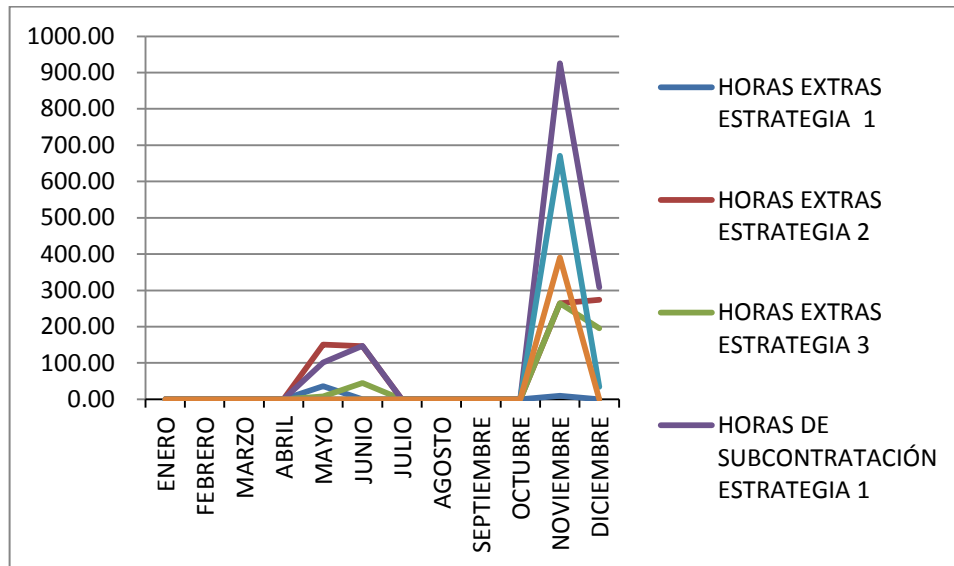
En la Figura 37 y la Figura 38, se puede observar que la empresa con la estrategia No 3, logra cumplir con la demanda pronosticada en los meses de mayo, junio, noviembre y diciembre, meses en donde no podía cumplir la demanda por la insuficiencia en la capacidad disponible. Lo anterior se pudo lograr haciendo un mayor uso de su capacidad a través de la fabricación anticipada para inventario y del menor uso de horas extras y horas de subcontratación en esa estrategia. Este resultado se puede comparar con la Figura 35, en donde se evidenciaba la problemática inicial de la insuficiencia de capacidad disponible en esos meses, que comparada a los resultados de la estrategia 3 se logra mejorar. Adicional en la Figura 38, se observa que la estrategia No 3, posee menor cantidad de horas extras y horas subcontratadas puesto que como se explicó anteriormente la empresa hizo en esa estrategia el mayor uso de su capacidad disponible evitando a máximo la subcontratación y las horas extras. Para revisar con detalle los cálculos de las estrategias de planeación agregada y las cifras tomadas para las diferentes gráficas, se puede consultar el Anexo 21.

Figura 37. Comparación demanda total incluyendo fabricación anticipada para almacenamiento frente a la capacidad disponible H-H incluyendo horas extras y subcontratación.



Fuente: Los autores, 2013.

Figura 38. Horas extras y horas de subcontratación de las estrategias de planeación agregada para el año 2013.



Fuente: Los autores, 2013.

5.2 PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN

El resultado de la planeación agregada nos arrojó la información de la cantidad de productos que se deben fabricar en el horizonte de un año de planeación, y bajo qué estrategia se deben fabricar. Teniendo en cuenta esta información de entrada, se procede a desagregar la cantidad de productos que se deben fabricar asignándolos por semana. La asignación de las cantidades por semana para los productos se realizó contemplando la capacidad disponible por semana y distribuyendo las cantidades de forma que cada semana existieran productos a fabricar. El proceso se llevó a cabo de esta manera teniendo en cuenta lo observado en el taller y el concepto dado por el gerente quién indica que en cada semana se desarrolla producción en el taller. En el caso de los servicios, la demanda del mes se procedió a asignar en alguna de las cuatro semanas del mes, dado que el comportamiento de la demanda de servicios no es constante y se puede presentar en cualquier momento del mes.

Cabe aclarar que para los meses de mayo, junio, noviembre y diciembre en los cuales se centra la planeación agregada, se hizo la distribución de forma que se encontraran en las semanas cantidades de productos y servicios simultáneamente en la misma semana. De esta forma se crea el escenario típico donde la empresa debe intentar programar de forma eficiente su producción haciendo un buen uso de sus recursos disponibles.

Como primer paso para la elaboración del plan maestro, se procedió a determinar los cálculos de la demanda total, inventario Inicial, producción requerida e inventario final para cada producto dentro de las semanas de cada mes. Para los cálculos de los productos como entradas, poleas pequeñas, hojas, brackets y zapatas se tienen en cuenta sólo los campos de demanda total y producción requerida, que en este caso es la misma demanda total. Los campos de Inventario Inicial y final no se tienen cuenta ya que la empresa no dispone de inventario inicial e inventario final de esos productos. Las cantidades de productos de la demanda son las mismas cantidades que se fabrican y se entregan en la semana. A continuación se explica la programación maestra para el producto Entradas en el mes de Enero.

Demanda pronosticada Entradas enero = 21

Se procede a asignar esta cantidad en las diferentes semanas del mes.

Demanda Asignada y Producción Requerida Semana 1 = 5

Demanda Asignada y Producción Requerida Semana 2 = 5

Demanda Asignada y Producción Requerida Semana 3 = 5

Demanda Asignada y Producción Requerida Semana 4 = 6

De esta forma se realizó la asignación de la demanda de cada mes en las diferentes semanas. El resultado del plan maestro se puede ver en detalle en el

Anexo 22. En este mismo anexo, se puede corroborar que las cantidades asignadas son las mismas cantidades de la demanda, dado que en él también se encuentran las unidades del plan agregado.

Para programar las cantidades de zapatas, rolletes y poleas grandes que son los productos para los cuales según el plan agregado se debe conservar inventario, se realizaron otros cálculos que contemplan Inventario Inicial e Inventario Final. Se muestra a continuación el cálculo de la demanda de zapatas para el mes de febrero.

Demanda Total Febrero = 102 (Incluye la fabricación anticipada de Mayo- Junio que se realiza ese mes)

Inventario Inicial Febrero = 119 (Corresponde al Inventario Final del mes de Enero)

Producción Requerida = 102 (La producción de la demanda del mes)

Demanda del mes = 75 (Pronóstico de la demanda del mes)

Inventario Final = Inventario Inicial + Producción Requerida – Demanda del mes

Inventario Final = $119 + 102 - 75 = 146$

Cabe aclarar que la producción requerida del mes, corresponde a la producción que se estableció por mes desde el plan agregado y para la cual ya se realizó un cálculo de capacidad disponible. El mismo procedimiento anterior se llevó a cabo para asignar la producción para todas las semanas de la demanda de Zapatas, Rolletes y Poleas Grandes. En la tabla 29 se puede observar la información consolidada de enero a junio de la programación maestra que se calculó, en el Anexo 22, se puede encontrar la totalidad del plan maestro de enero a diciembre.

El plan maestro generado indica la cantidad de productos que se deben producir en cada una de las semanas de cada mes del año 2013. Con base en esta información se procede a realizar el análisis de la programación del taller, la cual permitirá asignar a cada trabajador o a cada centro de trabajo las labores que debe realizar a fin de contribuir con el cumplimiento de plan general.

Tabla 24. Plan Maestro de Producción de Enero a Junio de 2013.

Productos	Meses 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
Entradas	demanda total	5	5	5	6	6	6	7	7	7	8	8	8	3	3	3	4	12	0	6	7	0	15	0	0
	inventario inicial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	producción requerida	5	5	5	6	6	6	7	7	7	8	8	8	3	3	3	4	12	0	6	7	0	15	0	0
	inventario final	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Poleas pequeñas	demanda total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	1	4	0	0	0	10	0	5	5
	inventario inicial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	producción requerida	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	1	0	0	0	0	10	0	5	5
	inventario final	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Brackets	demanda total	10	10	10	11	14	14	14	15	21	21	21	21	17	17	18	18	5	21	13	13	0	10	5	5
	inventario inicial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	producción requerida	10	10	10	11	14	14	14	15	21	21	21	21	17	17	18	18	5	21	13	13	0	10	5	5
	inventario final	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hojas	demanda total	2	2	1	1	3	3	2	3	3	4	4	4	1	1	2	2	4	2	2	3	0	10	0	0
	inventario inicial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	producción requerida	2	2	1	1	3	3	2	3	3	4	4	4	1	1	2	2	4	2	2	3	0	10	0	0
	inventario final	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total productos		17	17	16	18	23	23	23	25	31	33	33	33	24	24	26	25	25	23	21	23	10	35	10	10
Servicios consolidado	demanda total	16	19	14	14	5	5	5	2	17	14	15	14	10	17	14	9	27	30	24	26	7	11	6	3
	inventario inicial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	producción requerida	16	19	14	14	5	5	5	2	17	14	15	14	10	17	14	9	27	30	24	26	7	11	6	3
	inventario final	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total servicios		16	19	14	14	4	5	5	2	17	14	15	14	10	17	13	8	25	36	21	25	1	18	6	2
Productos con inventario																									
Zapatillas puerta	demanda total	0	252	0	0	0	102	0	0	0	109	0	0	0	91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	inventario inicial	0	0	0	0	0	119	0	0	0	146	0	0	0	235	0	0	0	235	0	0	0	116	0	0
	producción requerida	0	252	0	0	0	102	0	0	0	109	0	0	0	91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	demanda del mes	0	133	0	0	0	75	0	0	0	20	0	0	0	91	0	0	0	119	0	0	0	27	0	0
	inventario final	0	119	0	0	0	146	0	0	0	235	0	0	0	235	0	0	0	116	0	0	0	89	0	0
Zapatillas contrapeso	demanda total	16	0	0	0	0	0	0	0	35	0	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	inventario inicial	0	0	0	0	12	0	0	0	12	0	0	0	47	0	0	0	47	0	0	0	35	0	0	0
	producción requerida	16	0	0	0	0	0	0	0	35	0	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	demanda del mes	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0

	inventario final	12	0	0	0	12	0	0	0	47	0	0	0	47	0	0	0	35	0	0	0	35	0	0	0
Zapatitas guías de cabina	demanda total	0	0	38	0	0	0	86	0	0	0	53	0	0	0	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	inventario inicial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72	0	0	0	125	0	0	0	125	0	0	0	77	0
	producción requerida	0	0	38	0	0	0	86	0	0	0	53	0	0	0	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	demanda del mes	0	0	38	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	60	0	0	0	48	0	0	0	24	0
	inventario final	0	0	0	0	72	0	0	0	125	0	0	0	125	0	0	0	77	0	0	0	53	0	0	0
Rolleter babero	demanda total	0	0	84	0	0	0	131	0	0	0	35	0	0	0	79	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	inventario inicial	0	0	0	0	0	0	42	0	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0	58	0
	producción requerida	0	0	84	0	0	0	131	0	0	0	35	0	0	0	79	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	demanda del mes	0	0	42	0	0	0	73	0	0	0	35	0	0	0	79	0	0	0	42	0	0	0	58	0
	inventario final	0	0	42	0	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0	58	0	0	0	0	0
Rolleter cerradura	demanda total	21	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	inventario inicial	0	0	0	0	19	0	0	0	22	0	0	0	22	0	0	0	22	0	0	0	3	0	0	0
	producción requerida	21	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	demanda del mes	2	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0	0	0	3	0	0	0
	inventario final	19	0	0	0	22	0	0	0	22	0	0	0	22	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
Rolleter excéntricos	demanda total	0	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	inventario inicial	0	0	0	0	0	0	19	0	0	0	19	0	0	0	19	0	0	0	19	0	0	0	0	0
	producción requerida	0	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	demanda del mes	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0	0	0	0	0
	inventario final	0	0	0	19	0	0	0	19	0	0	0	19	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0
Poleas grandes	demanda total	0	0	0	9	0	15	0	0	0	5	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	inventario inicial	0	0	0	0	0	8	0	0	0	11	0	0	0	11	0	0	11	0	3	0	0	0	0	0
	producción requerida	0	0	0	9	0	15	0	0	0	5	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	demanda del mes	0	0	0	1	0	12	0	0	0	5	0	0	0	4	0	0	8	0	3	0	0	0	0	0
	inventario final	0	0	0	8	0	11	0	0	0	11	0	0	0	11	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
Total prod. con inv.		37	252	122	30	17	117	217	0	35	109	93	0	32	91	143	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente:

Los

autores,

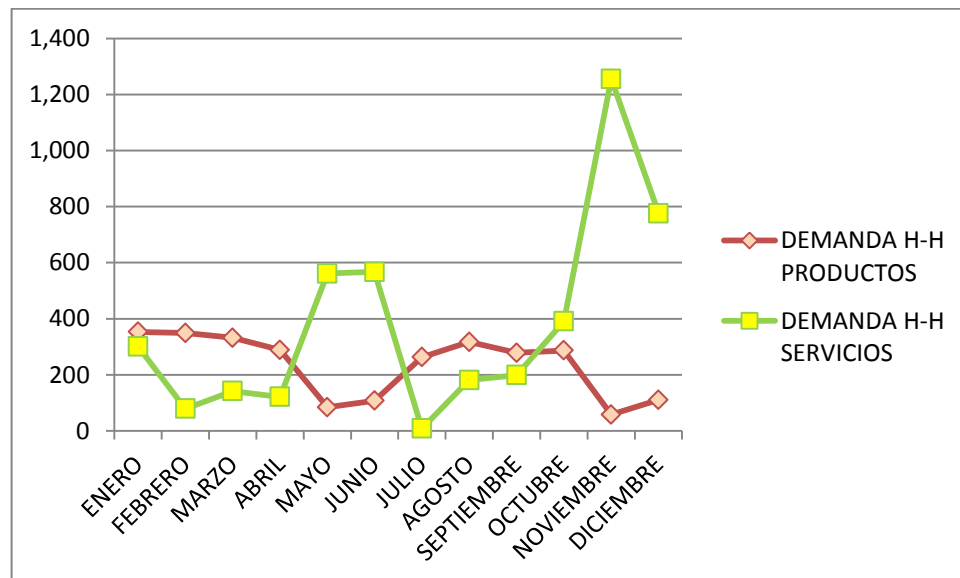
20

5.3 PLAN DE REQUERIMIENTOS DE MATERIAL

En el presente numeral se pretende mostrar el plan de requerimientos de material generado con base en la demanda de productos de la estrategia de planeación agregada para el año 2013. Por medio de este plan la empresa conocerá la cantidad de materias primas que debe pedir y los periodos en los que requerirá dichas materias primas.

Según la estrategia de planeación agregada No 3, la cual fue seleccionada por arrojar los menores costos para la empresa, se procederá a fabricar los productos requeridos en cada mes, teniendo en cuenta que en algunos meses además de su fabricación requerida, se fabricaran algunas unidades de forma anticipada pues con ello se buscar liberar capacidad de otros meses en los cuales los recursos disponibles no son suficientes. Los meses que no cuentan con capacidad disponible suficiente como se explicó en apartados anteriores, son los meses de mayo, junio, noviembre y diciembre. En la Figura 39 se muestra la demanda de productos y servicios en horas hombre que se debe satisfacer para el año 2013. También se observa que en los meses mencionados, existen picos de necesidades de servicios, por esta razón en esos meses no es posible con los recursos actuales suplir la demanda.

Figura 39. Demanda en Horas Hombre de productos y servicios para el año 2013.

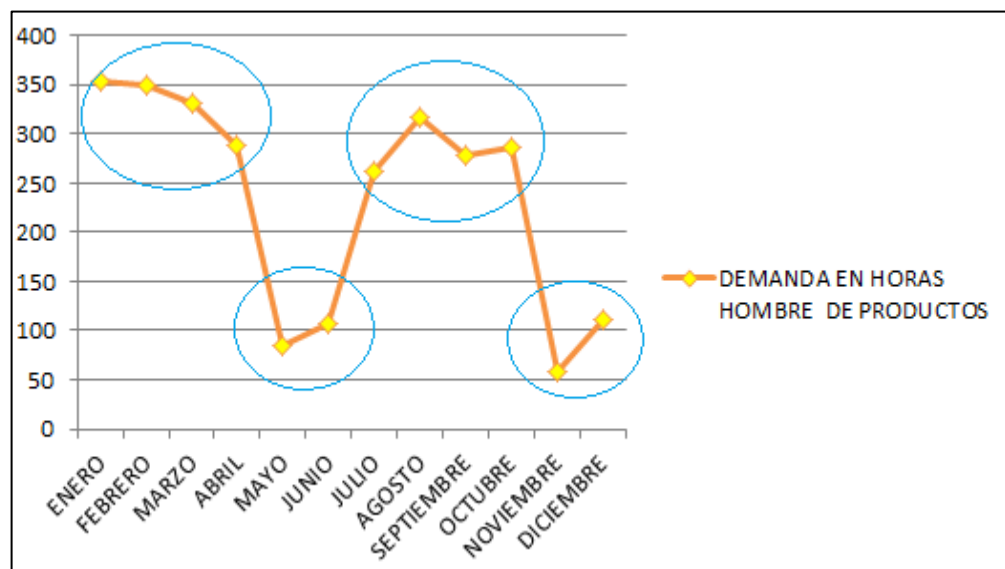


Fuente: Los autores, 2013.

Se procede a analizar el comportamiento de la demanda de los productos dado que la requisición de las materias primas depende de las cantidades de productos que se demanden por mes y de los periodos en los cuales exista mayor o menor demanda de los mismos. Para ello en la Figura 39 se identificaron los meses en los cuales existe una mayor y una menor demanda de horas hombre para la fabricación de productos. De acuerdo a ello se estableció que para la necesidad de la empresa y según el comportamiento de su demanda, se puede agrupar la requisición de materias primas en los meses que se relacionan a continuación teniendo en cuenta que en algunos existe mayor demanda que en otros.

- Enero, febrero, marzo y abril
- Mayo y junio
- Julio, agosto, septiembre y octubre
- Noviembre y diciembre

Figura 40. Comportamiento de la demanda de productos en horas hombre año 2013.



Fuente: Los autores, 2013.

De acuerdo a esta agrupación de meses, se procedió a sumar las cantidades de materias primas requeridas para empezar a construir el plan de requerimientos de material. En el Anexo 23 se puede encontrar el detalle del consumo de materias primas y el costo unitario por producto, la cantidad de materias primas requeridas por mes y la información de la demanda. Para el desarrollo del plan de requerimientos de material se tuvo en cuenta la política de la empresa de cero inventarios de materias primas en la mayoría de sus productos. La empresa como se explicó en el apartado del estado actual de las materias primas, sólo conserva

stock de seguridad e inventario para las láminas en Cold Rolled y Acero, dado que estas se guardan directamente en el proveedor. De acuerdo a lo anterior, para los productos que no posean estas materias primas no se contemplará cantidades en inventario. El tiempo que se tiene en cuenta para colocación y recepción de la orden es una semana. Se realiza la orden de pedido en la última semana del mes que finaliza para recibir la orden en la primera semana del mes que inicia.

A continuación se explica, cómo se obtuvo el requerimiento de Lámina Cold Rolled calibre 18 4 x 8 para los meses de enero, febrero, marzo y abril. El procedimiento para las demás materias primas es exactamente el mismo. Cabe resaltar que los productos dependen de las materias primas y no requieren otros productos de subensamble.

- Determinar necesidades brutas (NB): Las necesidades brutas corresponden a la cantidad de Lámina Cold Rolled, que se requiere en los meses de enero, febrero, marzo y abril. Total de 156 láminas.
- Inventario (INV): La empresa trae un inventario de 20 láminas y de esas 20 láminas, 8 corresponden al stock de seguridad.
- Determinar necesidades netas (NN): Las necesidades netas se obtienen de la resta de las necesidades brutas menos el inventario.

$$\text{Necesidades Netas} = \text{Neces. Brutas} - \text{Inventario} \quad (35)$$

$$\text{Necesidades Netas} = 156 \text{ uds} - (12 \text{ uds}) = 144 \text{ uds de lámina}$$

- Plan de recibir y de colocar órdenes (PRO y PCO) = El plan de recibir y de colocar órdenes corresponde a la cantidad de materia prima que se pide y se recibe en un periodo. Para este caso en la última semana de Diciembre se habían pedido 164 láminas (144 láminas para el periodo + 20 láminas de inventario) y se recibieron en la primera semana del mes de Enero.

En la Tabla 25, se muestra el plan de requerimientos de material generado según el comportamiento de la demanda y las necesidades de la empresa. El plan le brinda a la empresa el conocimiento de las materias primas que debe comprar para abastecer los periodos en los que la demanda es más alta o más baja evitando compras adicionales de materias primas que le implican mayores costos.

Además según el plan propuesto la empresa tendría que comprar materiales sólo (4) veces al año, con lo que disminuiría el costo actual de transporte mensual, ya que el transporte estaría a cargo del proveedor debido a que las cantidades de

material comprado serían considerables. El Plan de Requerimientos de Material, también se puede encontrar en el Anexo 24.

El plan de requerimientos de material generó un costo total por compras de materias primas de \$ 478.586.014 para el año 2013. Este costo se obtuvo multiplicando las cantidades que se recibieron en cada periodo por el costo unitario de cada material para el año 2013. Los cálculos de los costos y el plan de requerimientos en detalle se puede observar en el Anexo 24.

Tabla 25. Plan de Requerimientos de Material para los periodos de baja y alta demanda en Ascenmetálicas Cuervo Ltda.

Materia prima	Mes	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
Lámina cold rolled calibre 18 4x8 (und) stock seguridad = 8 , inventario = 20 láminas	nb		156				72		177				141	
	inv		(20) - (8)				(20) - (8)		(20) - (8)				(20)-(8)	
	nn		144				60		165				129	
	pro		164				80		185				149	
	pco	164					80		185		149			
Lámina acero calibre 18 4x8 (und) stock seguridad = 5, inventario = 10 láminas	mes	diciembre	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
	nb		54				24		31				16	
	inv		(10) - (5)				(10)-(5)		(10) - (5)				(10)- (5)	
	nn		49				19		26				11	
	pro		59				29		36		21			
pco	59					29		36		21				
Kilos de fundición en hierro	mes	diciembre	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
	nb		1,908				0		3,514				0	
	inv		0				0		0				0	
	nn		1,908				0		3,514				0	
	pro		1,908				0		3,514		0			
pco	1,908					0		3,514		0				
Lámina coldrolled 3/16 stock seguridad = 1 , inventario = 2 láminas	mes	diciembre	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
	nb		119				40		31				30	
	inv		(10) - (5)				(10)-(5)		(10) - (5)				(10)- (5)	
	nn		114				35		26				25	
	pro		124				45		36		35			
pco	124					45		36		35				
Lámina politron (nylon) (pies)	mes	diciembre	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
	nb		18				11		24				15	
inv		0				0		0				0		

	nn		18				11		24				15	
	pro		18				11		24				15	
	pco	18					11		24				15	
Barra prolon 0,60 (nylon) (cm)	mes	diciembre	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
	nb		1,316				0		1,256				0	
	inv		0				0		0				0	
	nn		1,316				0		1,256				0	
	pro		1,316				0		1,256				0	
	pco	1,316	0				1,256		0					
Barra prolon 0,30 (nylon) (cm)	mes	diciembre	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
	nb		114				0		249				0	
	inv		0				0		0				0	
	nn		114				0		249				0	
	pro		114				0		249				0	
	pco	114	0				249		0					
Barra prolon 0,50 (nylon) (cm)	mes	diciembre	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
	nb		74				0		28				0	
	inv		0				0		0				0	
	nn		74				0		28				0	
	pro		74				0		28				0	
	pco	74	0				28		0					
Rodamiento (und)	mes	diciembre	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
	nb		247				141		240				165	
	inv		0				0		0				0	
	nn		247				141		240				165	
	pro		247				141		240				165	
	pco	247	141				240		165					

Fuente:

Los

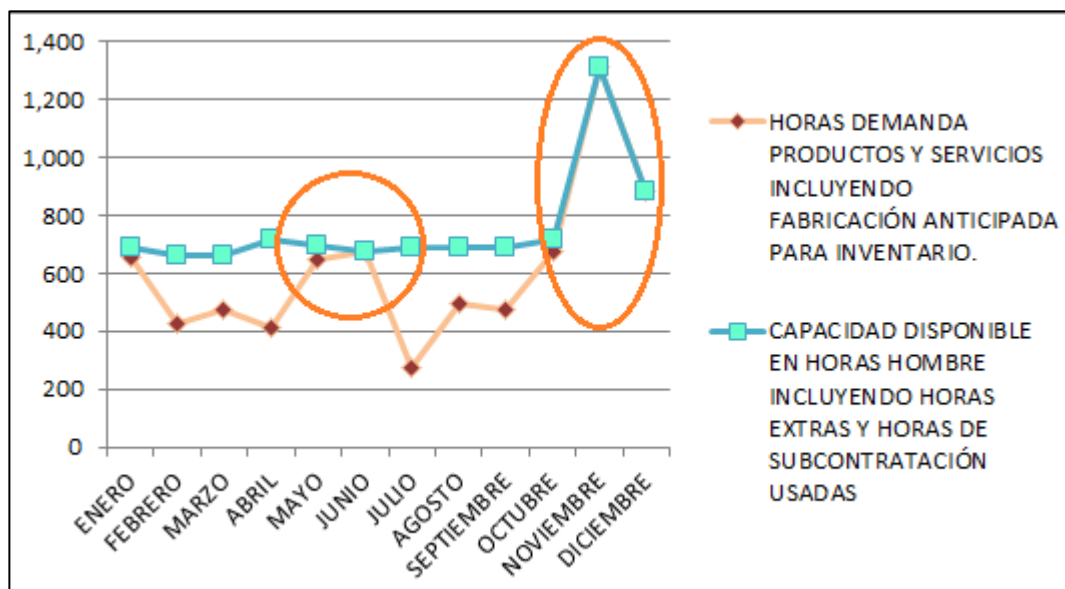
autores,

2013.

5.4 PROGRAMACIÓN DEL TALLER

El objetivo de este apartado se centra en proponer un criterio de programación que le permita a la empresa obtener el menor tiempo de flujo de sus operaciones con el fin de hacer un mejor uso de sus recursos de mano de obra, dando desarrollo a lo propuesto en la planeación maestra, en base de la estrategia de planeación agregada seleccionada. Según la Figura 41, para la empresa la situación más crítica en donde debe hacer un mayor uso de toda su capacidad y recurrir a horas extras y horas de subcontratación se presenta en los meses de mayo, junio, noviembre y diciembre. Por esta razón y con el fin de generar una programación de taller que sea pertinente y le sirva a la empresa para organizar sus actividades en esos periodos de mayor demanda, se procede a analizar (4) escenarios posibles de los meses mencionados.

Figura 41. Demanda de Productos y servicios frente a la Capacidad Disponible año 2013.



Fuente: Los autores, 2013.

5.4.1 Análisis de Escenarios

Los escenarios que se describen a continuación muestran la situación típica del taller donde se presentan órdenes de productos y servicios de forma simultánea. Se analizó la demanda de productos de forma semanal para los meses de mayo, junio, noviembre y diciembre con el fin de conseguir una combinación de productos y servicios que se acercara a la realidad de las operaciones en

Ascenméticas Cuervo Ltda. Cabe resaltar que los escenarios fueron tomados del plan maestro.

- **Escenario de Mayo:** Para el escenario del mes de Mayo se presenta la misma demanda para productos y servicios. Se seleccionaron 25 trabajos que corresponden a productos que se fabrican en ese mes y 25 corresponden a servicios. De esta forma se debe tratar de buscar el mejor criterio que permita programar todos los trabajos, teniendo en cuenta que para la producción del mes de mayo, la empresa decide que se deben programar primero los trabajos que contengan servicios. En el Cuadro 14 se muestra la información de la cantidad de trabajos a realizar.

Cuadro 14. Demanda de productos y servicios para el escenario del mes de mayo.

Productos /servicios	Cantidad
Entradas	12
Poleas pequeñas	4
Brackets	5
Hojas	4
Adaptación acople máquina + instalación	1
Arreglo cerradura picaporte	1
Arreglo de baberos	1
Arreglo de platinas	1
Corte brackets	1
Perforación platina	2
Perforación tubo	1
Reparación acople	1
Reparación búfer hidráulico	1
Soldadura de 20 a 25 min	1
Soldadura jaula ardilla	1
Ajuste bomba	1
Arreglo base	1
Arreglo de can fijo	1
Arreglo de puerta	1
Cambio de arandelas	2
Cambio de bujes de 4 caballos cva	1
Cambio de cauchos	1
Cambio de retenedor	1
Cambio de riel	4

Fuente: Los autores, 2013.

- **Escenario de Junio:** Para este mes se presenta una demanda de 65 productos y una demanda de 27 servicios en total. Se dispone el escenario semanal de forma que en una semana llegue el 54% de los productos del mes, es decir 35 productos y lleguen a la vez el 56% de los servicios del mes, es decir 15 servicios de forma simultánea.

De los 15 tipos de trabajos que se detallan en el Cuadro 15, el 80% corresponde a servicios. Este escenario muestra la situación en donde la empresa recibe servicios como la mayor parte de las órdenes de pedido en una semana aunque con un porcentaje del 30% en cantidad, mientras los productos representan el 20% de las órdenes de pedido con un porcentaje del 70% en cantidad. Se decide para este escenario programar con prioridad los productos ya que representan las mayores cantidades de la demanda.

Cuadro 15. Demanda semanal de productos y servicios para el escenario del mes de junio.

Productos /servicios	Cantidad
Entradas	15
Brackets	10
Hojas	10
Adaptación acople máquina + instalación	1
Adaptación volante	2
Arreglo cerradura picaporte	1
Arreglo de baberos	1
Arreglo de polea	1
Rectificación de grafilado	1
Ajuste bomba	2
Arreglo base	1
Arreglo de can fijo	1
Arreglo máquina	3
Cambio de piso a cabina	1

Fuente: Los autores, 2013.

- **Escenario de Noviembre:** Se seleccionaron 23 trabajos que corresponden a la elaboración de productos de 3 familias de piezas y 27 trabajos corresponden a 19 clases de servicios diferentes. Se propuso este escenario dado que los servicios son los generadores de la mayor demanda de capacidad disponible en horas hombre de este mes y se presentan la mayor parte del tiempo de la

operación del taller. Para la empresa es una situación que se asemeja a sus operaciones, pues es común recibir más clases de servicios que productos para la fabricación. Se decide para este escenario tener como prioridad la prestación de los servicios.

Cuadro 16. Demanda Semanal de Productos y Servicios para el escenario del mes de Noviembre.

Productos /servicios	Cantidad
Entradas	12
Brackets	9
Hojas	2
Abertura de hueco	4
Adaptación acople máquina + instalación	2
Adaptación de volante encoder	1
Adaptación volante	1
Arreglo cerradura picaporte	1
Arreglo de bloques	3
Arreglo de can retráctil	1
Arreglo de eje	2
Arreglo de polea	1
Rectificación de grafilado	2
Rectificación testolay	1
Reparación acople	1
Reparación búfer hidráulico	1
Soldadura brazo freno	1
Ajuste bomba	1
Arreglo de can fijo	1
Cambio de riel	1
Enchape marco	1
Servicio de instalación 16 entradas	1

Fuente: Los autores, 2013.

- Escenario de Diciembre:** En este escenario se presenta la fabricación de 14 productos y la prestación de 36 servicios, se decidió dar prioridad tanto a productos como a servicios. Este escenario al igual que el escenario del mes de Noviembre presenta más servicios que productos, dado que en estos meses, es donde se presentan las mayores requisiciones de servicios en el año, como se pudo observar en la Figura 41.

Cuadro 17. Demanda semanal de productos y servicios para el escenario del mes de diciembre.

Productos /servicios	Cantidad
Entradas	5
Brackets	5
Hojas	4
Abertura de hueco	1
Adaptación acople máquina + instalación	1
Adaptación volante	1
Arreglo cerradura picaporte	7
Arreglo de eje	3
Arreglo de platinas	1
Arreglo de polea	1
Cambio de fleje	1
Reparación acople	1
Soldadura especial - brazo freno	2
Arreglo brazo operador	1
Arreglo mecanismo pines	3
Cambio de arandelas	3
Cambio de bujes de 7 caballos cva	4
Cambio de riel	6

Fuente: Los autores, 2013.

5.4.2. Programación de los escenarios en la aplicación Lekin.

Según la operación de la empresa y la información recopilada a través de este estudio, las órdenes de pedido las van elaborando a medida que van llegando al taller, por ello se puede deducir que la empresa maneja para la programación de sus tareas el criterio de primeras en entrar, primeras en salir, dado que de esta manera funciona. De acuerdo a esto se decidió programar los escenarios en primera instancia bajo este criterio que utiliza la empresa actualmente. Cabe resaltar que los escenarios fueron tomados de la planeación maestra con base en la estrategia de planeación agregada seleccionada.

La programación se llevó a cabo bajo la herramienta denominada lekin®, la cual consiste en un sistema que fue creado en la escuela de negocios de Columbia, como instrumento educativo con el principal objetivo de presentar a los estudiantes, la teoría de la programación, sus usos y aplicabilidad en diferentes contextos. Se tomaron en cada escenario 50 trabajos dado que la aplicación sólo

soporta esta cantidad de trabajos. A continuación se detallan los pasos que se llevaron a cabo para el desarrollo de la programación de los (4) escenarios generados:

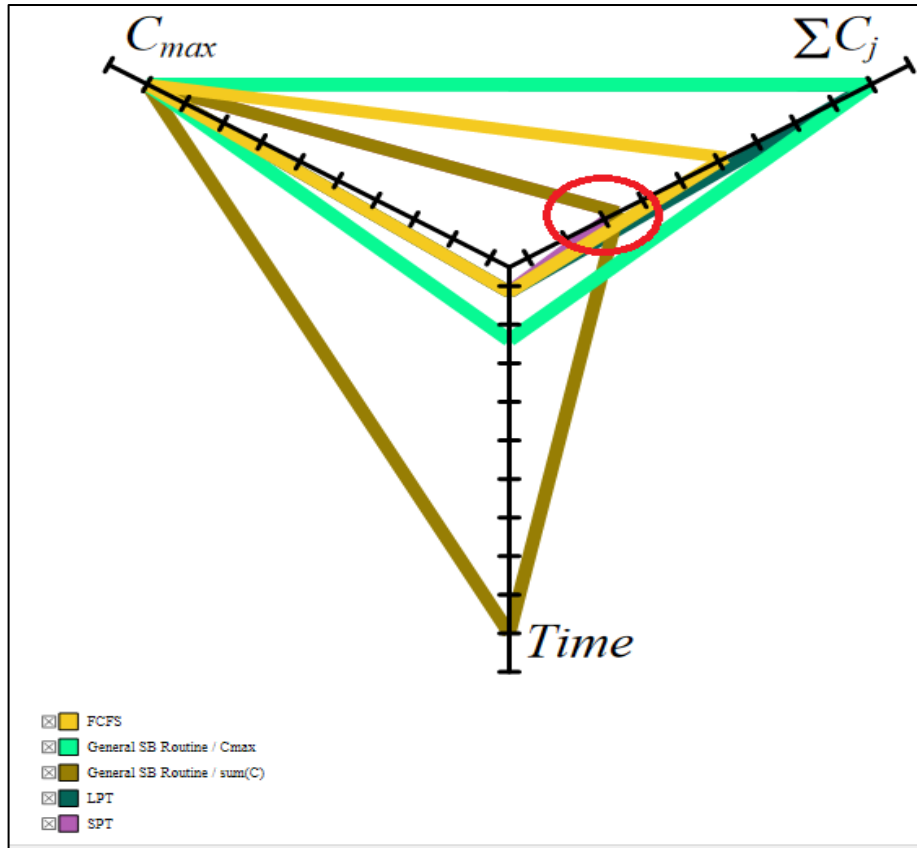
- Crear los centros de trabajo. (Torno, fresa, troqueladora, soldadura, ensamble y pintura)
- Crear los trabajos a procesar. (Ej. Servicio de torno, adaptación volante, polea grande, rollete cerradura) Estos trabajos son los mismos que se establecieron en cada escenario.
- Ingresar los tiempos unitarios de fabricación en cada trabajo a procesar.
- Aplicar al criterio para la programación. (Primeras en entrar, tiempo corto de procesamiento, función objetivo de minimizar makespan, minimizar tiempo de flujo, etc).

El primer criterio que se tuvo en cuenta para la programación de los escenarios, fue el criterio primeras en entrar, primeras salir, ya que es la forma en que la empresa maneja su programación de taller actual. Se realizaron pruebas en todos los escenarios con otros criterios de programación como el tiempo corto de procesamiento y las funciones objetivo de minimizar el tiempo total de terminación o el tiempo total de flujo. La propuesta que se quiere entregar se basa en encontrar el criterio que le permita a la empresa reducir el tiempo total de flujo de sus operaciones, pues este criterio permite que la empresa realice sus operaciones de una forma más ordenada gastando el menor tiempo posible. No se tuvo en cuenta el criterio de reducir la tardanza estipulando tiempos de entrega, dado que no se contaba con la información exacta de las fecha de entrega de los pedidos.

Debido al tamaño y la manera en la que lekin presenta la información resultante de la programación, en el Anexo 25 se encuentran toda la modelación de los centros de trabajo, de los trabajos en cada escenario, los gráficos radiales, los cuadros con los tiempos que se obtuvieron, así como los diagramas de Gantt.

A continuación como ejemplo, en la Gráfica 3 y el Cuadro 18, se muestra el gráfico radial y los tiempos resultantes de la programación en lekin del escenario del mes de Mayo. Los demás escenarios se pueden revisar en el Anexo 25 como ya se mencionó.

Gráfica 3. Gráfico radial de los criterios usados para la programación en el escenario de mayo



Fuente: Los autores, 2013.

Cuadro 18. Tiempos resultantes de los criterios de programación para el escenario de mayo.

Log Book - Seqs *								
Schedule	Time	C_{max}	T_{max}	ΣU_j	ΣC_j	ΣT_j	$\Sigma w_j C_j$	$\Sigma w_j T_j$
FCFS	1	1968	1968	50	36009	36009	36009	36009
General SB Routine / C_{max}	9	1968	1968	50	62414	62414	62414	62414
General SB Routine / $\sum(C)$	58	1968	1968	50	16294	16294	16294	16294
LPT	1	1968	1968	50	62083	62083	62083	62083
SPT	1	1968	1968	50	16395	16395	16395	16395

Fuente: Los autores, 2013.

5.4.3 Resultados de la programación de los escenarios

Como se pudo observar en la gráfica radial 1 y el cuadro 22, al comparar el criterio de primeras en entrar, primeras en salir frente a los demás criterios generados da como resultado que existen dos criterios que generan menor tiempo de flujo del proceso que este criterio en todos los escenarios. Se evidencia en el gráfico 1, que en la coordenada $\sum CJ$, la función objetivo de minimizar el tiempo total de flujo se encuentra más cerca del valor mínimo de la coordenada, mostrando que es el criterio que efectivamente genera el menor tiempo y es el criterio que la empresa debería usar para programar sus operaciones de forma que el tiempo de flujo de la operación sea el mínimo y pueda organizar de mejor forma sus recursos disponibles.

A continuación se muestran los resultados de la programación que se generó para el mes de Mayo.

Resultado del tiempo en minutos bajo el criterio FCFS (Primeras en entrar, primeras en salir) = 36.009

Resultado del tiempo en minutos bajo el criterio SPT (Tiempo de procesamiento corto) = 16.395

Resultado del tiempo en minutos bajo el objetivo $\sum C$ (Minimizar el tiempo de flujo del proceso) = 16.294

Según los anteriores resultados se comprueba que el criterio del tiempo de procesamiento corto genera menor tiempo de flujo que el criterio que maneja la empresa actualmente, reduciéndolo en un 54%. Este resultado se da ya que el tiempo requerido para que una unidad de producto o servicio fluya por todos los centros de trabajo hasta su finalización se presenta cuando los trabajos cortos se realizan primero y permiten de esta manera liberar de forma rápida los centros de trabajo que son requeridos por otros productos en cola de proceso, mientras que si se programan como van llegando los trabajos, y estos poseen mayores tiempos de procesamiento, los centros de trabajo se demoran más en ser usados por otros productos y eso hace que mayor sea el tiempo de espera y de flujo de las operaciones, lo cual afectaría la planeación propuesta pues se requiere que la programación genere menores tiempos de flujo con el fin de dar una mayor utilización y disponibilidad a los centros de trabajo.

Adicional a este resultado se puede comprobar que el valor generado por la función objetivo que minimiza el tiempo total de flujo para el mes de Mayo es menor que el valor generado para el criterio de tiempo de procesamiento corto este último lograr reducir el tiempo en un 0,6% para el mes de Mayo. También se puede observar que esta función genera menor tiempo en los demás escenarios.

Estos dos criterios reducen el tiempo del criterio que la empresa usa actualmente de primeras en entrar primeras en salir, pero el criterio que genera el menor tiempo y es el que debe seleccionar la empresa para programar sus actividades es el criterio que toma la función objetivo de minimizar el tiempo de flujo total de las operaciones, dado que esta función adicional de usar el criterio de primeras en entrar primeras en salir, asigna los trabajos a las máquinas disponibles en rotación, esto equivale a asignar los trabajos a la máquina que tenga menor carga, mientras en el criterio de primeras en entrar tiene en cuenta sólo asignar los trabajos con menor tiempo en todas las máquinas y se van procesando en secuencia según los menores tiempos de procesamiento. Lo anterior demuestra según los resultados que bajo la función objetivo que minimiza el tiempo de flujo, se alcanza a reducir más el tiempo que bajo la regla que usa la empresa (FCFS).

Lo explicado anteriormente se puede evidenciar en el Anexo 25. En este anexo se encuentran los diagramas de Gantt de cada escenario bajo cada criterio. Si se revisan los diagramas de Gantt del mes de mayo, que se tomó como ejemplo, se evidencia que existen trabajos que poseen mayor tiempo de flujo desde que inicia hasta que termina sus operaciones bajo el criterio FCFS, que el tiempo del mismo trabajo secuenciado bajo la función objetivo de minimizar el tiempo de flujo.

En el Anexo 25 también se puede observar que los demás criterios que se muestran en las gráfica 1, y en las tablas de resultados del anexo 25, no fueron analizados dado que los tiempos de flujo del proceso eran mayores que el criterio que maneja la empresa, lo cual no mejora la situación actual.

5.5 CONTROL DE LA PRODUCCIÓN

El control de la producción se presenta en todo el desarrollo del proyecto como un elemento que permite la retroalimentación de los resultados generados en la propuesta frente a la información de entrada y a los parámetros establecidos.

5.5.1. Control en las técnicas de planeación y programación

En las estrategias de planeación agregada se evidenció el control de capacidades, y de los recursos en horas hombre, disponibles que fueron usados para el desarrollo de la propuesta. Era imposible generar el plan agregado sin tener en cuenta la capacidad disponible de planta en cada mes para suplir el pronóstico de la demanda. Cuando se encontraron horas hombre faltantes en los meses, se generó una alerta que permitió crear acciones para suplir la demanda haciendo uso de otros recursos. Con ayuda de estas verificaciones, que permitían controlar los recursos, se pudo asegurar que se fabricaran las unidades de producto que se requerían en cada mes haciendo uso de la capacidad disponible y de recursos extras. En el formato que se muestra a continuación en la Figura 42, la empresa controla el número de unidades que fabrica actualmente con el fin de garantizar los niveles de la demanda pronosticada.

Figura 42. Formato para requisición y control de unidades fabricadas.

FORMATO CONTROL DE UNIDADES FABRICADAS					
OPERARIO		CENTRO DE TRABAJO			
PRODUCTO					
CARGO					
FECHA	PIEZA A FABRICAR	TIEMPO ALISTAMIENTO DEL MATERIAL	HORA INICIO	HORA FINALIZACIÓN	UNIDADES FABRICADAS
ELABORÓ		APROBÓ			

Fuente: Los autores, 2013.

De igual forma en el desarrollo del plan maestro también se validaron las horas - hombre disponibles del taller por semana para realizar la asignación de la demanda mensual. En el plan de requerimientos de material, se le generó a la empresa el siguiente formato de la Figura 43 para el control de los pedidos de material que debe coincidir con el plan acordado, con el fin de que la empresa

compre los materiales que realmente requiere y en el periodo establecido en el plan.

Figura 43. Formato para requisición y control de pedidos de materias primas.

FORMATO PARA REQUISICIÓN Y CONTROL DE PEDIDOS DE MATERIAS PRIMAS			
FECHA DE SOLICITUD			
PROVEEDOR			
FECHA DE ENTREGA			
PERIODO DE PLANEACIÓN QUE AFECTA			
CANTIDAD	REFERENCIA / DESCRIPCIÓN	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
ELABORO:		APROBÓ:	

Fuente: Los autores, 2013.

También se le entregó a la empresa, un formato para el control de las existencias de material en el caso que las materias primas se encuentren bajo la custodia del proveedor, y de esta forma la empresa pueda controlar el material que va consumiendo. El formato se detalla en la Figura 44.

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL SISTEMA DE PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN PROPUESTO.

En el presente capítulo se pretenden mostrar los resultados obtenidos a través del sistema de planeación, programación y control de la producción propuesto a Ascenmetálicas Cuervo Ltda, esto incluye el análisis de los costos generados frente a los costos iniciales a fin de demostrar que a través del sistema propuesto la empresa incurriría en menos costos de los que incurre actualmente.

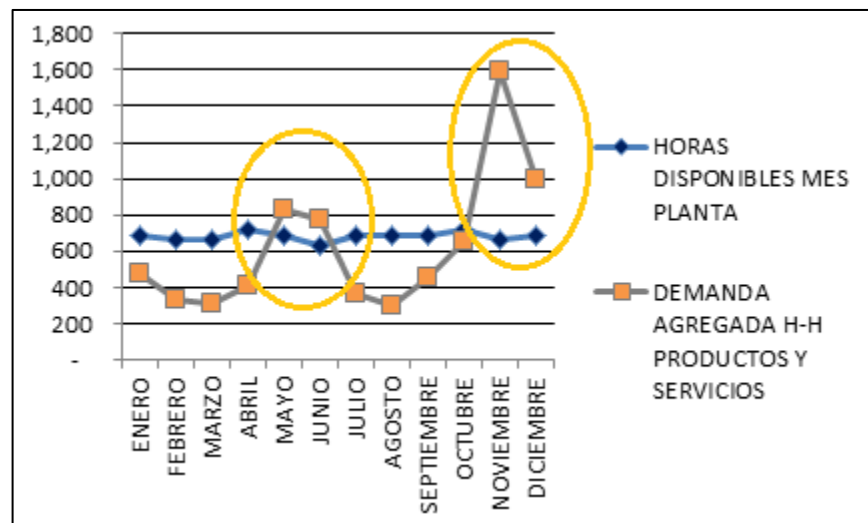
A través del estudio de la situación actual de la empresa, se pudo identificar los componentes que implicaban una organización y unos costos asociados. Bajo este análisis se realizó un reconocimiento de los productos y de los elementos que implicaban el desarrollo de la producción en el taller. Se identificaron las materias primas y la forma en la que la empresa realizaba sus requisiciones dado que no existían unos periodos y unas cantidades específicas para que la empresa realizara sus pedidos de material. Por el desconocimiento de la demanda y la falta de planeación, la empresa incurría en constantes compras adicionales de materias primas y carecían de una guía que les permitiera saber qué, cuánto y cuando comprar. Situación similar ocurría con los recursos de mano de obra, dado que la empresa para cumplir con los pedidos de los clientes incurría en costos adicionales por horas extras y horas de subcontratación ya que como desconocía su demanda, no tenía la forma de planear adecuadamente su capacidad disponible. Dadas estas circunstancias, se caracterizaron estos elementos y se identificaron los costos por compras de materias primas y los costos de mano de obra incurridos en el año 2012 que fueron explicados en el desarrollo del documento.

Estos costos iniciales fueron el punto de partida, dado que la propuesta del sistema tenía como objetivo mejorar la forma en la que la empresa estaba planeando y ejecutando sus actividades de manufactura lo cual impactaba directamente en la disminución de los costos asociados al desarrollo de sus operaciones. Para proponer el sistema de planeación, programación y control de la producción en la empresa, se conocieron primero sus necesidades de fabricación y los parámetros que permitieran el diseño del sistema. Para ello, a partir del análisis la demanda del año 2012, se generaron los pronósticos, costos unitarios y la capacidad disponible de la empresa para el año 2013 con el fin de desarrollar una propuesta acorde a las necesidades de la empresa.

Se comparó la capacidad disponible de la empresa frente a las demanda en horas hombre de productos y servicios, resultando que existían meses como Mayo, Junio, Noviembre y Diciembre en los cuales la capacidad disponible no era suficiente, razón por la cual incurrían en costos adicionales por horas extras y horas de subcontratación. El comportamiento de la demanda se puede apreciar en

la Figura 45. Para la empresa es habitual que se presenten meses en los cuales no pueda abastecer la demanda con sus propios recursos de mano de obra, dado que tampoco conoce con anticipación las necesidades de sus clientes a fin de planear dichos recursos. En el ambiente típico del taller donde su capacidad disponible no es suficiente para suplir la demanda mensual, le generó a la empresa costos totales de mano obra por valor de \$123.657.562, para el año 2012. El anterior valor se detalla en el apartado del estado actual de la mano de obra.

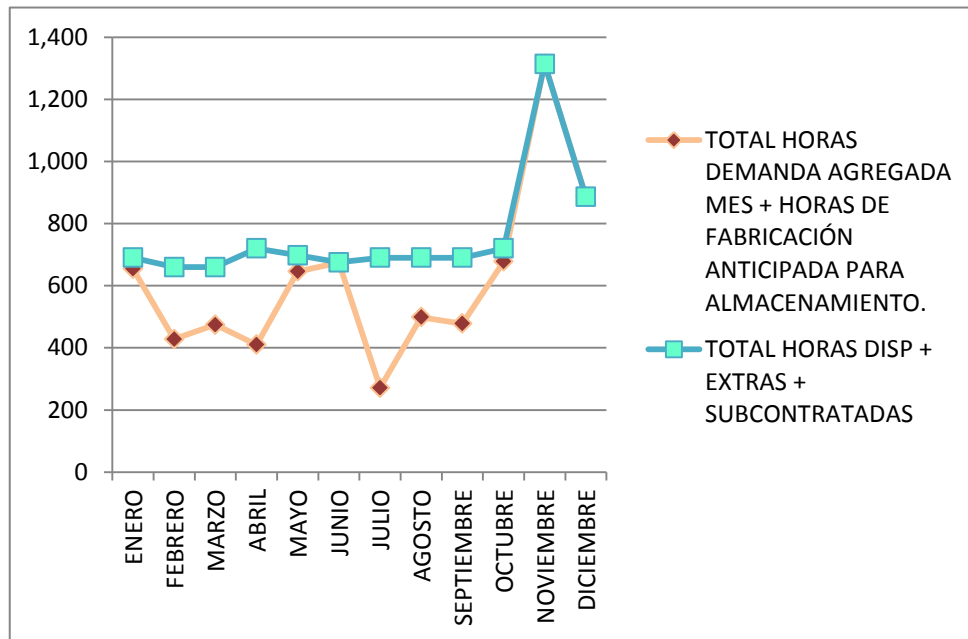
Figura 45. Demanda en horas hombre de productos y servicios frente a la capacidad disponible para el año 2013.



Fuente: Los autores, 2013.

La propuesta del plan agregado de producción, se basó en la selección de la mejor estrategia que le permitiera cumplir a la empresa con la demanda pronosticada en los meses de Mayo, Junio, Noviembre y Diciembre usando todos sus recursos de mano de obra disponibles, de forma que se redujeran los costos por horas extras y los costos por subcontratación evidenciados en la situación actual. La estrategia propuesta se basó en la fabricación anticipada de productos de los meses mencionados, con el fin de liberar capacidad disponible para ser usada en la prestación de los servicios y así cumplir con la demanda bajo sus propios recursos y bajo el uso de horas extras y horas de subcontratación en menor cantidad que las que se están usando actualmente en la empresa.

Figura 46. Demanda agregada frente a la capacidad disponible de la empresa incluyendo horas extras y subcontratación año 2013.



Fuente: Los autores 2013.

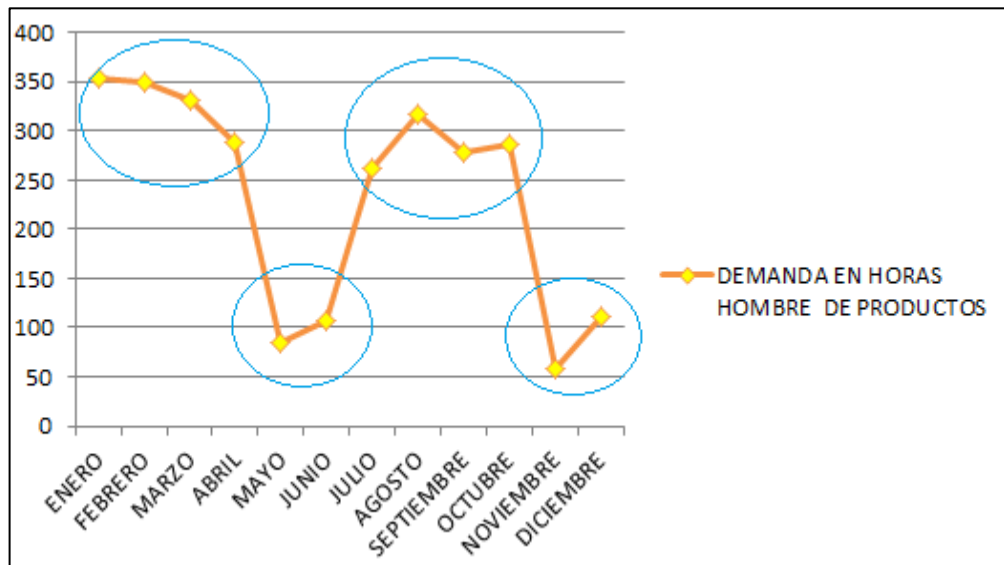
Bajo la estrategia 3, se logra reducir el déficit de la capacidad disponible en los meses de Mayo, Junio, Noviembre y Diciembre, dado que la empresa alcanza a suplir la demanda a través del uso máximo de sus recursos de mano de obra, los cuales generan fabricación de productos de forma anticipada. Por ello se evidencia que la demanda en Enero, Febrero, Marzo, Agosto y Septiembre se incrementa en la Figura 48, frente a la Figura 46, dado que la producción de Mayo, Junio, Noviembre y Diciembre se transfirió a dichos meses.

Esta estrategia implicó un costo adicional de almacenamiento pues algunos productos quedaban en inventario después de satisfacer la demanda de cada mes. Sin embargo este costo demostró ser menor que los costos generales asociados al uso constante de horas extras y horas de subcontratación. La estrategia seleccionada, generó un costo anual de \$114.699.448, que comparado con los costos de mano de obra del año 2012, se reduce en \$8.958.114 que corresponde a una disminución del 7%. Este resultado indica que la empresa a través del conocimiento de su demanda, puede anticiparse y generar un plan que le permita hacer un uso adecuado de sus recursos de mano de obra y determinar en qué momentos fabrica piezas de forma anticipada de forma que se pueda ocupar en algunos meses de otras necesidades que se le presenten y lo pueda realizar a través de sus propios recursos sin hacer uso de horas adicionales que le generen mayores costos.

Se generó el plan maestro, el cual es una desagregación semanal de las cantidades a fabricar por mes que entrega el plan agregado. Bajo este plan se determinan las cantidades a fabricar por semana con el fin de cumplir la demanda pronosticada. La empresa en la actualidad no posee una guía que le ayude a determinar las cantidades a fabricar por semana, de acuerdo a esto, el plan maestro se convierte en una herramienta que le agrega valor a la empresa dado que le contribuye a la planeación de sus recursos disponibles.

También se generó una propuesta de Plan de Requerimientos de Material donde a partir del comportamiento de la demanda de productos se diseña el plan acorde a las necesidades de material por mes. Según este comportamiento se diseñó un plan que le indica a la empresa, qué cantidades de materias primas debe comprar y para qué periodos las debe comprar. El comportamiento de la demanda mostró que la empresa fabrica mayor y menor cantidad de productos en determinados meses. La Figura 47, muestra los meses para los cuales existe mayor y menor demanda. De acuerdo a esto se estableció que la empresa debería realizar sus requisiciones de materias primas para esos 4 periodos, y debería comprar las cantidades precisas que le indica el plan de requerimientos de material.

Figura 47. Comportamiento de la demanda de productos en horas hombre año 2013.

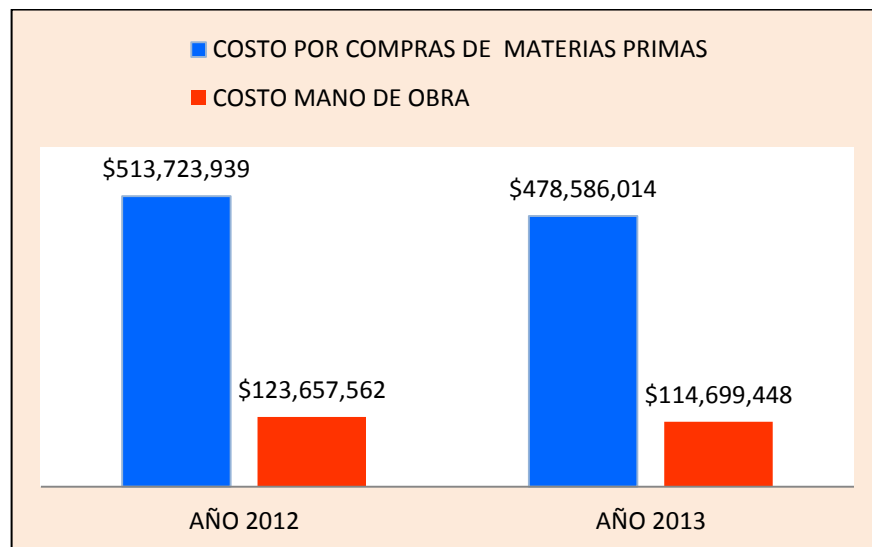


Fuente: Los autores, 2013.

El Plan de Requerimientos de Material propuesto, le genera un costo por compras de materias primas de \$ 478.586.014. La empresa actualmente no maneja criterios para la requisición de materias primas, pues desconocen sus necesidades de material de forma anticipada. Compran materias primas cada mes, en cantidades que decide su propietario. Esta forma de realizar sus requisiciones le generó a la empresa un costo por compras de materiales de \$ 513.723.939 para

el año 2012. Con respecto al valor del año 2013, se genera una disminución de \$35.137.925, que corresponde al 7%. Este resultado se presenta, dado que a través del plan de requerimientos de material, la empresa tiene el conocimiento anticipado, de qué materias primas debe comprar, en qué cantidades y para qué periodos del año según la demanda pronosticada. A diferencia, en el año 2012, la empresa compraba material sin ningún plan o criterio específico de compra, lo cual se evidenciaba en las compras adicionales de material que realizaba la empresa. Cabe aclarar que se pretende mostrar que los costos resultantes, son producto de una organización anticipada de las requisiciones de materias primas y no dependen de un análisis o disminución de precios de los materiales. En la Figura 48 se pueden comparar los costos presentados de mano de obra y costo por compras de materias primas.

Figura 48. Comparación de costos de materias primas y mano de obra de los años 2012 y 2013.

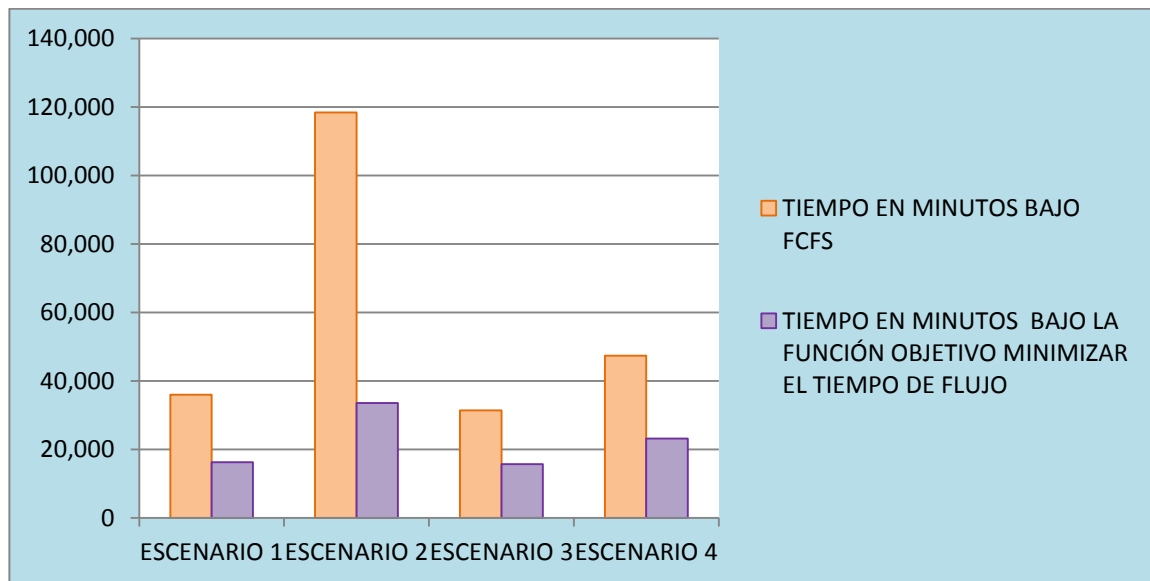


Fuente: Los autores 2013.

La propuesta de programación del taller se centró en buscar el criterio de programación que le permitiera a la empresa programar sus operaciones reduciendo el tiempo de flujo de las mismas, dado que la reducción de este tiempo permite que se organicen las operaciones de forma que se liberen las máquinas y se procesen los trabajos de forma más rápida, garantizando mayor tiempo dentro de la capacidad disponible del taller. Para ello se establecieron unos escenarios típicos en los meses de Mayo, Junio, Noviembre y Diciembre en los cuales se presentaba insuficiencia en la capacidad disponible por la alta demanda de productos y servicios en comparación con otros meses y su llegada en forma simultánea para la fabricación, como se pudo observar en la Figura 45. Los escenarios que se propusieron fueron tomados de la producción semanal del plan maestro de producción, estos escenarios combinaban productos y servicios

en diferentes cantidades y con diferentes prioridades en cada escenario. Los escenarios fueron validados bajo diferentes criterios de programación. El primer criterio tenido en cuenta fue Primeras en entrar, primeras en salir, ya que se quería buscar un criterio se asimilara la manera en que la empresa programa sus actividades actualmente, con los resultados de este criterio se procedió a validar con otros criterios que redujeran el tiempo en minutos gastado bajo el anterior criterio. Se comprobó que efectivamente existe un mejor criterio que el que maneja la empresa en la actualidad. Los resultados obtenidos bajo la función objetivo que minimiza el tiempo de flujo son más eficientes para la empresa ya que generan el menor tiempo de flujo total de los trabajos presentados en cada escenario. Este resultado implica que la empresa a través del uso de este criterio puede secuenciar sus operaciones garantizando que genera el menor tiempo de flujo total, lo cual le permite hacer un mejor uso de su capacidad pues aprovecha eficientemente las horas hombres disponibles y contribuye a la organización de sus actividades. En la Figura 49 se evidencia la diferencia en los tiempos bajo el criterio FCFS y bajo la función objetivo de minimizar el tiempo total de flujo.

Figura 49. Comparación tiempos bajo los criterios FCFS y función objetivo que minimiza el tiempo de flujo.



Fuente: Los autores 2013.

Según los resultados obtenidos a través de los planes propuestos, se evidencia que efectivamente se obtiene una mejora de la situación actual de la empresa, dado que a partir de la generación del plan agregado, el plan de requerimientos de material, el plan maestro de producción y la programación del taller, además de reducir los costos actuales de operación la empresa puede organizar eficientemente sus actividades en los momentos en los que surja una mayor

demanda, a través de una metodología que le indica qué, cuánto y cuando debe fabricar, bajo qué parámetros y sus costos asociados.

CONCLUSIONES

- Se realizó un diagnóstico general de la empresa el cual permitió evaluar su situación actual, logrando un análisis del sector económico al que pertenece, el conocimiento de sus fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas con lo que se destacó su importancia en la cadena de valor de la industria del ascensor. También se llevó a cabo el reconocimiento de sus productos a través del análisis de Pareto o ABC, el cual permitió que se determinaran las familias de piezas más relevantes a los cuales iba dirigido el estudio.
- Se identificó y analizó la situación actual de los componentes de Materias Primas, Mano de Obra y Procesos de taller así como sus costos actuales asociados, a través de la caracterización basada en el levantamiento de los diagramas de proceso de fabricación y los diagramas de recorrido de las familias de piezas en Ascenmetálicas Cuervo Ltda.
- Se estableció el pronóstico de la demanda para el año 2013 por medio del método Winters, bajo la herramienta Minitab. También se determinó el costo promedio mensual de la mano de obra y el costo unitario de las materias primas para el año 2013, y se estableció la capacidad disponible en horas hombre al mes así como las horas extras máximas a usar en la propuesta. Con base en la anterior información se generó la propuesta del sistema de planeación programación y control de la producción.
- Se construyeron y analizaron estrategias de planeación agregada, el plan maestro de producción, el plan de requerimientos de material y la programación de taller. Estas técnicas constituyen la propuesta del sistema de planeación, programación y control de producción.
- Se realizó el análisis de resultados de la propuesta generada, en el cual se demostró que el sistema de planeación, programación y control de la producción propuesto permite la reducción de los costos actuales de la empresa así como a través del criterio de programación propuesto la empresa puede organizar de forma más eficiente sus actividades de manufactura. En base a lo anterior se da cumplimiento al objetivo general del presente proyecto el cual consistía en desarrollar un sistema que le permitiera a la empresa organizar sus actividades y cumplir sus órdenes a un bajo costo.

RECOMENDACIONES

Se recomienda a los investigadores para próximos estudios en el contexto de la producción y de las operaciones, establecer junto con la empresa objeto de estudio un cronograma fijo donde se detallen claramente las actividades de investigación, los responsables, las fechas y los tiempos en los cuales se llevará a cabo el estudio. Lo anterior con el fin de evitar que las actividades como recolección y levantamiento de la información se retrasen y con ello retrasen todo el desarrollo del proyecto. También se sugiere para próximos estudios de producción, indagar a fondo desde el inicio de la propuesta la totalidad de productos que elabora la empresa con la finalidad de generar un alcance de los mismos que permita la realización de un proyecto concreto y conciso.

BIBLIOGRAFÍA

- ADAM, Everett jr, Ebert Ronald. (1981) Administración de la producción de las operaciones. Editorial Dossat s.a.1era ed.1981.
- ALVAREZ, Alberto., Sánchez, Blanca. Costos y métodos de costeo. Fodun ediciones falta fecha
- BÀGUENA, Josep Gibergans. (2010). Regresión Lineal Simple. UOC. Publicado en: <http://cv.uoc.es/cdocent/15TB1WLOWYUI8NVB52CU.pdf>
- BUFFA, Elwood Spencer. (1998) Administración de la Producción y de las Operaciones. Editorial Limusa Grupo Noriega Editores. México.
- CALLEJA SANZ, Gema. “Algoritmo de dispatching para la programación de la producción en una planta de fabricación.”. Universidad Politécnica de Catalunya.2011.
- CHASE, Richard B., JACOBS, F. Robert y AQUILANO, Nicholas J. Administración de operaciones: producción y cadena de suministros. México, D.F. Editorial Mc Graw Hill.12a ed. 2009.
- CHOPRA, S., P. Meindl (2008). Administración de la Cadena de Suministro, Estrategia, Planeación y Operación, 3ra. Edición, Prentice Hall, México.
- COLLIER, David A., EVANS James R. Administración de operaciones: Bienes, servicios y cadenas de valor. Cengage Learning Editores 2da ed.2009.
- CRIOLLO TACURI, Henry m. “Propuesta para implementar un modelo de planeación y control de la producción en la empresa de muebles el Carrusel Cía Ltda”. Universidad Politécnica Salesiana de Ecuador. 2011.
- DÁVILA Sánchez, Miguel Á., Martínez López, Pablo. “Programa de planeación de la producción en una empresa de manufactura”. Tesis licenciatura. Ingeniería Industrial. Universidad de las Américas Puebla. 2003.
- FOGARTY, Donald W. (1994) Administración de la producción e inventarios Editorial: Compañía Editorial Continental. México
- GONZÁLEZ RIESCO, Monserrat, Gestión de la producción, Como planificar y controlar la producción industrial. Ediciones de la U.1a ed. 2010.

HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto., FERNÁNDEZ COLLADO, Carlos y BAPTISTA LUCIO, Pilar. Metodología de la investigación. México. McGraw-Hill. 4a. Ed. 2008.

HOPEMAN Richard j., “Administración de producción y operaciones, Planeación, análisis y control”. Compañía editorial Continental. 1986.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Normas colombianas para la presentación de trabajos de investigación. Sexta actualización. Bogotá D.C: ICONTEC, 2008.

KRAJEWSKI, Lee., MALHOTRA, Manoj y RITZMAN, Larry. Administración de operaciones: procesos y cadenas de valor. México, D.F. Editorial Pearson 8a ed. 2008.

MEREDITH, Jack., Administración de las operaciones. Editorial limusa.2nda ed. 2002.

NAHMIA, Steven., Análisis de la producción y las operaciones. Editorial McGraw Hill. 5a ed. 2007.

NOORI, Hamid., Radord, Rusell. Administración de operaciones y producción. McGraw-Hill.1era ed.1997.

RIGGS, James., Sistemas de producción: planeación, análisis y control, Editorial limusa.2001.

SCHRODER, Roger G., GOLDSTEIN, Susan Meyer y RUNGTUSANATHAM, M. Johnny. Administración de operaciones conceptos y casos contemporáneos. Editorial McGraw Hill. 5a ed. 2011.

SIPPER, Daniel., BULFIN, Robert. Planeación y Control de la producción. Mc Graw Hill. 1998

TAHA, Hamdy A. (2004) Investigación de operaciones. Editorial Pearson Educación, México.

TAWFIK, Louis., CHAUVEL, Alain, M. Administración de la producción. Mc Graw Hill. 1992.

TORRES Charry, Giovanni. “Aseguramiento del proceso de diseño y desarrollo en un taller metalmecánico”. Revista Scientia Et Technica, mayo, año/vol. XIII, número 034. Universidad Tecnológica de Pereira. 2007.

VELÁZQUEZ MASTRETTA, Gustavo. Administración de los sistemas de producción. Editorial limusa.6ª ed.2004.

CIBERGRAFÍA

PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. Constitución política de Colombia. [En línea]. [Consultado el 30 de Julio 2103] Disponible en: <http://web.presidencia.gov.co/constitucion/index.pdf>.

SENADO DE LA REPÚBLICA. Código sustantivo del trabajo. [En línea]. [Consultado el 30 de Julio de 2013] Disponible en: http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/codigo/codigo_sustantivo_trabajo.html.

SENADO DE LA REPÚBLICA. Código de Comercio. [En línea]. [Consultado el 30 de Julio de 2013] Disponible en: http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/codigo/codigo_comercio.html.

SENADO DE LA REPÚBLICA. Ley 590 del 2000. [En línea]. [Consultado el 30 de Julio de 2013]. Disponible en: http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley/2000/ley_0590_2000.html.

ALCALDÍA DE BOGOTÁ. Ley 9 de Enero 24 de 1979. [En Línea]. [Consultado el 30 de Julio de 2013]. Disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1177>.

MINISTERIO DE TRABAJO Y SEGURIDAD. Resolución 2400 de 1979. [En línea]. [Consultado el 30 de Julio de 2013]. Disponible en: http://www.minambiente.gov.co/documentos/res_2400_220579.pdf.

DANE. Encuesta Anual Manufacturera 2011. [Consultado en: <http://www.dane.gov.co/index.php/industria/encuesta-anual-manufacturera-eam>]

CÁMARA FEDEMETAL. Principales productos del sector metalmecánico. [Consultado en: <http://www.andi.com.co/pages/comun/infogeneral.aspx?Id=27&Tipo=2>]

CONYUNTURA ECONÓMICA. Cinco fuerzas competitivas de Michael Porter. [En línea]. [Consultado el 11 de febrero de 2014]. Disponible en: <http://coyunturaeconomica.com/marketing/cinco-fuerzas-competitivas-de-michael-porter>

REVISTA BIT NO 30 ASCENSORES GUÍA TÉCNICA. Estructura de un Ascensor. [En línea]. [Consultado el 30 de Julio de 2013] Disponible en: http://biblioteca.duoc.cl/bdigital/esco/Ingenieria_y_%20tec_construccion/098.pdf