

SISTEMA DE PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN
PARA LA EMPRESA AJC SERVICIOS S.A.S.

AUTORES

DAVID ESTEBAN GUERRERO VÉLEZ

ÁLVARO ELKIN LÓPEZ ESPITIA

UNIVERSIDAD LIBRE DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
BOGOTÁ D.C.

2013

SISTEMA DE PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN
PARA LA EMPRESA AJC SERVICIOS S.A.S.

AUTORES

DAVID ESTEBAN GUERRERO VÉLEZ CÓDIGO: 062091016

ÁLVARO ELKIN LÓPEZ ESPITIA CÓDIGO: 062975077

Trabajo de grado para optar el título profesional de Ingeniero Industrial

DIRECTOR

ORLANDO ANTONIO SUAREZ

INGENIERO INDUSTRIAL

UNIVERSIDAD LIBRE DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

BOGOTÁ D.C.

2013

HOJA DE ACEPTACIÓN

El trabajo de grado titulado SISTEMA DE PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN PARA LA EMPRESA AJC SERVICIOS S.A.S., realizado por las estudiantes David Esteban Guerrero Vélez Código: 062091016 y Álvaro Elkin López Espitia Código: 062975077, cumple con todos los requisitos legales exigidos por la Universidad Libre para optar el título de Ingeniero Industrial.

Firma del Director

Firma del Jurado N°1

Firma del Jurado N°2

Bogotá D.C, Agosto de 2013

AGRADECIMIENTOS

A nuestros padres quienes han acompañado con tesón cada una de nuestras vidas, y en ellas, este primer tramo de nuestro camino como profesionales, quienes han constituido nuestros primeros maestros en la vida.

A nuestros Maestros Universitarios que han sido guía en nuestro desarrollo académico.

Por supuesto, al Director de este documento Orlando de Antonio Suarez, quien ha dedicado tiempo, dedicación y paciencia para dirigir nuestro trabajo de quien aprendimos y a quien le debemos gran parte de esta tarea lograda.

A todas las personas que en distintos momentos de este proyecto prestaron su colaboración para su consecución, en especial, a las directivas de la empresa AJC SERVICIOS S.A.S.

RESUMEN

La búsqueda de una mejora continua del sistema productivo y la optimización de la producción en la empresa AJC Servicios SAS, por medio del desarrollo de un sistema planeación programación y control de la producción es el propósito de la elaboración y desarrollo de este documento.

Como primera medida se encuentra un análisis necesario para establecer las generalidades de la investigación, además de la metodología necesaria para llevar a cabo el estudio de los procesos productivos y administrativos de la empresa, seguido de la presentación y descripción de la situación actual de la organización; posteriormente el documento señala la evaluación y descripción del sistema productivo. Como resultado, se definen las diferentes variables y parámetros que influyen en el sistema, analizando factores importantes como son: productos que se manufacturan con sus respectivos materiales, procedimientos, tiempos de ejecución y caracterización de sus procesos. Se evalúa entonces, las condiciones actuales de la empresa y se empiezan a definir los lineamientos para empezar a plantear el modelo del sistema productivo para la empresa AJC Servicios SAS, con el propósito de mejorar las condiciones del método, seguido de un proceso de planeación donde se evalúan las capacidades reales del sistema, tiempos estándar de las actividades, se analizan los datos históricos implementando un método para evaluar los pronósticos, los procesos son representados gráficamente, para así, obtener un plan de requerimiento de materiales y capacidades que mejore las características productivas en la organización. Posteriormente la información recolectada con los procedimientos aplicados se utiliza para programar las actividades relacionadas con la fabricación de los productos manejados por la empresa, y presentar métodos de control para el desarrollo óptimo de la programación.

PALABRAS CLAVE: producción – capacidad – planeación - programación - control.

ABSTRACT

The search for a production system continuous improvement and optimization of production in the company “AJC Servicios SAS”, through the development of a planning system programming and production control is the purpose of the preparation and development of this document.

As a first step in analysis is needed to establish the generality of the research, and the methodology necessary to carry out the study of productive and administrative processes of the company, followed by the presentation and description of the current situation of the organization, then the document notes the assessment and description of the production system of the company and the variables involved. Results of the characteristics of the production system of the organization are defined important factors such as: characteristics of raw materials and finished products with the corresponding part of the process management, capacity analysis, workforce, work space, and characterization of the processes. Here the authors present the model of the production system for the company “AJC Servicios SAS”, with the aim of improving the conditions of the method, followed by a planning process which assesses the actual capabilities of the system, standard time activities are analyzed historical data by implementing a method to evaluate the forecasts, the processes are represented graphically, so, get a plan material requirements and capabilities that improve the productive characteristics in the organization. Then the information collected with the procedures used to schedule activities related to the manufacture of the products handled by the company, and present control methods for optimal development of programming.

Key words: production – capacity – planning – programming – control.

TABLA DE CONTENIDO

1. GENERALIDADES.....	15
1.1. EL PROBLEMA.....	15
1.1.1. Descripción del problema.....	15
1.1.2. Formulación del problema.....	17
1.2. OBJETIVOS.....	17
1.2.1. Objetivo general.....	17
1.2.2. Objetivos específicos.....	17
1.3. Delimitación del proyecto.....	18
1.4. MARCO METODOLOGICO.....	18
1.4.1. Tipo de investigación.....	18
1.5. MARCO REFERENCIAL.....	20
1.5.1. Antecedentes.....	20
1.5.2. Marco teórico.....	24
1.5.2.1. Administración de la demanda.....	24
1.5.2.2. Estudio de tiempos.....	25
1.5.2.3. Desarrollo de pronósticos.....	26
1.5.2.4. Técnicas cualitativas de pronóstico.....	27
1.5.2.5. Técnicas cuantitativas de pronóstico.....	27
1.5.2.6. Análisis de series en el tiempo.....	27
1.5.2.7. Administración de la producción.....	29
1.5.2.8. Distribución en planta.....	30
1.5.3. Marco conceptual.....	40
1.5.4. Marco legal y normativo.....	45
2. DESARROLLO DEL PROYECTO.....	48
2.1. DIAGNOSTICO DE LA EMPRESA.....	48
2.1.1. Actividad de la empresa.....	48
2.1.2. Características del sistema de producción actual.....	50
2.1.3. Caracterización y comunicación con los clientes:.....	50
2.1.4. Áreas funcionales.....	51
2.1.5. Recurso humano.....	53
2.1.6. Materia prima.....	56
2.1.7. Diagrama de recorridos.....	59
2.1.8. Levantamiento de procesos.....	60
2.1.9. Caracterización de procesos.....	65
2.2. ANÁLISIS DE LOS FACTORES DEL SISTEMA.....	71
2.2.1. Fuentes de información primaria.....	72
2.2.2. Fuentes de información secundaria.....	72
2.2.3. Matriz DOFA.....	73
2.2.4. Matriz de influencia.....	74
2.2.5. Esquema axial.....	75
2.2.6. Definición de variables y parámetros propios del sistema.....	77
2.2.7. Análisis de las políticas actuales de la organización.....	79

2.3. SIST. DE PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN..	80
2.3.1. Estudio de tiempos	80
2.3.2. Análisis de capacidad	82
2.3.3. Costos de mano de obra	85
2.4. PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN	86
2.4.1. Pronósticos	87
2.4.2. Planeación agregada	91
2.4.3. Mps – plan maestro de producción.....	102
2.4.4. Plan de requerimiento de materiales (MRP)	103
2.4.5. Planeación del montaje de la capacidad en los centros de trabajo.....	115
2.5. PROGRAMACIÓN Y COTROL DE ACTIVIDADES.....	118
2.5.1. Fichas de ruta.....	118
2.5.2. Métodos de control.....	123
2.5.3. Control de las actividades de producción	125
3. ANALISIS DE RESULTADOS	128
3.1. INDICADORES DE GESTIÓN	128
3.1.1. Tasa de producción:.....	130
3.1.2. Factor de utilización:	130
3.1.3. Productividad parcial (mano de obra):	131
3.1.4. Unidades no conformes por causa especifica	132
3.1.5. Pedidos devueltos:	133
3.1.6. Factor de utilidad:	134
3.2. EVALUACIÓN FINANCIERA DEL PROYECTO	134
3.2.1. Evaluación de costos	135
3.2.2. Inversiones	139
3.2.3. Flujo de caja	140
CONCLUSIONES.....	143
RECOMENDACIONES.....	145
BIBLIOGRAFÍA.....	146
CIBERGRAFÍA.....	148

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Demanda y oferta que manejó la organización en los últimos 6 meses del año 2011.	23
Tabla 2. Tabla de tiempos estándar	82
Tabla 3. Cuadro de capacidad para un mes	84
Tabla 4. Cuadro de capacidades por área para un mes	85
Tabla 5. Capacidad disponible y costos de mano de obra	86
Tabla 6. Demanda por producto del año 2.011	87
Tabla 7. Demanda por producto del año 2.012	88
Tabla 8. Condiciones iniciales para el primer semestre del año 2.013.....	93
Tabla 9. Condiciones iniciales para el segundo semestre del año 2.013	93
Tabla 10. Modelo contratación y despido	96
Tabla 11. Modelo mixto A.....	97
Tabla 12. Modelo mixto B.....	98
Tabla 13. Plan maestro de producción – Primer semestre 2.013.....	102
Tabla 14. Plan maestro de producción – segundo semestre 2.013.....	103
Tabla 15. Lista de materiales del soporte multifuncional	104
Tabla 16. Lista de materiales soporte de diversidad	106
Tabla 17. Lista de materiales soporte Rack	107
Tabla 18. Lista de materiales soporte RF.....	108
Tabla 19. MRP Soporte multifuncional – Cód. SM01	111
Tabla 20. MRP ángulo principal – Cód. AP01	111
Tabla 21. MRP ángulo anclaje – Cód. AA01	112
Tabla 22. MRP abrazadera – Cód. BZ01	112
Tabla 23. MRP perno de anclaje – Cód. P01	112
Tabla 24. MRP aplicaciones – Cód. APL01	112
Tabla 25. MRP anticorrosivo – Cód. ANT01.....	112
Tabla 26. MRP base color – Cód. B01	113
Tabla 27. MRP tuercas – Cód. T01	113
Tabla 28. MRP guasa – Cód. G01	113
Tabla 29. MRP arandela – Cód. A01.....	113
Tabla 30. MRP cromato de zinc – Cód. CZ01	114
Tabla 31. MRP disolvente – Cód. D01	114
Tabla 32. MRP base color aluminio – Cód. BC01	114
Tabla 33. Resumen de remisiones planeadas de pedido.....	115
Tabla 34. Tabla general de capacidades por área – periodo 2.013	116
Tabla 35. Cuadro de capacidades por área / periodo: enero - junio.....	116
Tabla 36. Cuadro de capacidades por área / periodo: julio – diciembre.....	117
Tabla 37. Cuadro índice de ocupación / periodo: enero - junio	117
Tabla 38. Cuadro índice de ocupación / periodo: julio – diciembre	118
Tabla 39. Indicador: tasa de producción	130
Tabla 40. Indicador: Factor de utilización	131
Tabla 41. Indicador: Productividad parcial (mano de obra)	131

Tabla 42. Indicador: Unidades no conformes por causa especifica	132
Tabla 43. Indicador: pedidos devueltos.....	133
Tabla 44. Indicador: factor de utilidad	134
Tabla 45. Costo de materia prima directa / periodo: enero – junio	135
Tabla 46. Costo de materia prima directa / periodo: julio - diciembre.....	135
Tabla 47. Costos de materiales indirectos / periodo: enero – junio	136
Tabla 48. Costos de materiales indirectos / periodo: julio – diciembre.....	136
Tabla 49. Costo de mano de obra directa para el año 2.013	137
Tabla 50. Gastos indirectos de fabricación / periodo: enero - junio.....	137
Tabla 51. Gastos indirectos de fabricación / periodo: julio - diciembre.....	137
Tabla 52. Estado general de costos / periodo: enero – junio año: 2013.....	138
Tabla 53. Cuadro general de costos / periodo: julio - diciembre año: 2013.....	138
Tabla 54. Precio de venta de los productos:	139
Tabla 55. Cuadro de ventas pronosticadas periodo 2.013	139
Tabla 56. Inversiones	140
Tabla 57. Cuadro de flujo de caja.....	141

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Cuadro metodológico.....	19
Cuadro 2. Tipos de planeación.....	33
Cuadro 3. Portafolio de productos.....	49
Cuadro 4. Horario de la jornada normal	56
Cuadro 5. Jornada por áreas.....	56
Cuadro 6. Maquinaria de planta	58
Cuadro 7. Diagrama de flujo “soporte de diversidad”	61
Cuadro 8. Diagrama de flujo “soporte rf”	62
Cuadro 9. Diagrama de flujo “rack portacable”	63
Cuadro 10. Soporte multifuncional	64
Cuadro 11. Caracterización del proceso de solicitud del cliente	65
Cuadro 12. Caracterización del proceso de suministro de material	65
Cuadro 13. Caracterización del proceso de recepción de la materia prima	66
Cuadro 14. Caracterización del proceso de fabricación del Soporte de diversidad.....	67
Cuadro 15. Caracterización del proceso de fabricación del soporte RF.....	68
Cuadro 16. Caracterización del proceso de fabricación del Soporte rack	69
Cuadro 17. Caracterización del proceso de fabricación del Soporte multifuncional	70
Cuadro 18. Caracterización del proceso de almacenamiento y despacho al cliente	71
Cuadro 19. Matriz DOFA.....	73
Cuadro 20. Matriz de influencia.....	75
Cuadro 21. Cuadro de definición de variables y parámetros.....	78
Cuadro 22. Pronostico: Soporte Diversidad	89
Cuadro 23. Pronostico: Soporte Rf.....	90
Cuadro 24. Pronostico: Soporte Rack.....	90
Cuadro 25. Pronostico: Soporte Multifuncional	91
Cuadro 26. Cuadro de condiciones	92
Cuadro 27. Cuadro de costos.....	94
Cuadro 28. Elementos del MRP	110
Cuadro 33. Cantidad por lote	123
Cuadro 34. Aportes del proyecto (sistema actual Vs sistema propuesto)	129

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama causa - efecto	15
Figura 2. Gráfica de cantidad de unidades faltantes en función del tiempo.	16
Figura 3. Modelamiento de la planeación, ejecución y control.	37
Figura 4. Sistema de producción.....	50
Figura 5. Canales de distribución	51
Figura 6. Esquema de la planta.....	52
Figura 7. Organigrama de la empresa.....	54
Figura 8. Diagrama de hilos del recorrido del producto en la bodega	59
Figura 9. Rutas de producción	60
Figura 10. Fuentes de información	71
Figura 11. Diagrama axial	76
Figura 12. Árbol de estructuras soporte multifuncional	105
Figura 13. Árbol de estructuras soporte de diversidad.	107
Figura 14. Árbol de estructuras soporte Rack.	108
Figura 15. Árbol de estructuras soporte RF.....	109
Figura 16. Ficha de ruta: soporte de diversidad	119
Figura 17. Ficha de ruta: soporte multifuncional.....	120
Figura 18. Ficha de ruta: soporte rack.....	121
Figura 19. Ficha de ruta: soporte de rf	122
Figura 20. Grafica de GANTT.....	124
Figura 21. Esquema para control de actividades	125
Figura 22. Etiqueta de control (transferencia)	126
Figura 23. Etiqueta de control (proceso)	127

INTRODUCCIÓN

Este trabajo tiene como propósito la elaboración de un sistema de planeación, programación y control de la producción en la empresa AJC SERVICIOS S.A.S., buscando así el mejoramiento en su proceso de producción, que les permite convertirse en una compañía competitiva que aproveche la demanda que ofrece el creciente mercado de las telecomunicaciones, todo lo cual, puede darse a través de herramientas de ingeniería, caracterizando el sistema de producción usado en el empresa AJC SERVICIOS S.A.S., para poder determinar cuáles son los recursos con los que se puede contar para su mejoramiento.

Este proyecto se realizó, cumpliendo unas fases, así:

En la primera fase: se elaboró un diagnóstico, a partir de la información suministrada por el área de producción de AJC Servicios S.A.S, a partir de la cual, se incluyó un análisis que permitió concluir que la empresa no está haciendo un uso adecuado de los recursos, lo que deriva en insatisfacción de la clientela, porque la producción desordenada genera problemas de calidad en los productos e incumplimiento en los tiempos de entrega; así mismo, desperdicio de materiales, entre otras problemáticas. En esta fase, se empleó un análisis de tiempos y movimientos, se verificó el flujo de trabajo a través del espacio físico de la empresa; el tipo de personal que se emplea y la eficiencia de dicho personal; así como los horarios de trabajo y el empleo de materiales y sus costos.

En la segunda fase, definido el problema que afecta la eficiencia de la producción de la empresa, a través de los datos que arrojó el diagnóstico, a partir de los cuales se formula un programa de control, planeación y producción para gestionar operaciones que permitan la optimización de los recursos, con el fin de atender de manera más eficaz la exigencia del mercado.

En la tercera fase, se diseñó un sistema de validación por medio de indicadores de gestión para medir la ejecución del proyecto en la AJC SERVICIOS S.A.S.

Finalmente, se efectuó una evaluación financiera del sistema en el que se determine el estado de costos directos e indirectos de los materiales, costos de la planta de personal, así como los de producción y venta, contrastándolos con las cifras de ventas, para determinar los beneficios y analizar la factibilidad del desarrollo del proyecto.

JUSTIFICACIÓN

La cobertura de la telefonía celular en Colombia en el año 2011 fue del 84%¹ con expectativas de ampliar el porcentaje en el presente año. Debido a la expansión de mercados las diferentes empresas que en Colombia se dedican a la telefonía móvil están siempre en la búsqueda que sus redes tengan una cobertura total en el país, lo que implica aumentar el número de instalaciones de antenas para abarcar más áreas de frecuencias.

Las antenas de telefonía celular tienen la función de transmitir ondas que constituyen la señal que permiten la comunicación de teléfonos celulares², los soportes de dichas antenas son estructuras metálicas, que sostienen toda la carga de los diferentes artefactos que actúan en el sistema, tales como antenas de transmisión y equipos para telecomunicaciones, entre otros. La mayoría de estas estructuras son ligeras, por lo que en su diseño, deben tenerse en cuenta, además de las fuerzas que soportan, la intervención de otras tales como el viento o los movimientos sísmicos.

Dado que actualmente muchas compañías se dedican a fabricar estas estructuras con modelos optimizados para el correcto funcionamiento de su producción; AJC SERVICIOS S.A.S está perdiendo espacio en el mercado debido a que el proceso de producción no es eficiente, esto le ha ocasionado retrasos en las entregas de sus productos y fallas en la calidad, generando como consecuencia inconformidades con sus clientes.

Teniendo en cuenta el panorama descrito anteriormente, el proyecto constituye una propuesta para mejorar el proceso productivo de AJC SERVICIOS S.A.S a través de un programa de control, planeación y producción para gestionar operaciones que permitan la optimización de los recursos, con el fin de atender de manera más eficaz la exigencia del mercado.

¹ Diario El País, 3 de diciembre del 2008. La cobertura celular en Colombia es hoy del 84%. Disponible desde internet en: < <http://historico.elpais.com.co/paionline/notas/Diciembre032008/eco2.html>>. [con acceso: 17 de febrero de 2012]

² Tomado de: http://www.minambiente.gov.co/documentos/Guia_para_proyectos.pdf. [con acceso: 4 de marzo de 2012]

1. GENERALIDADES

1.1. EL PROBLEMA

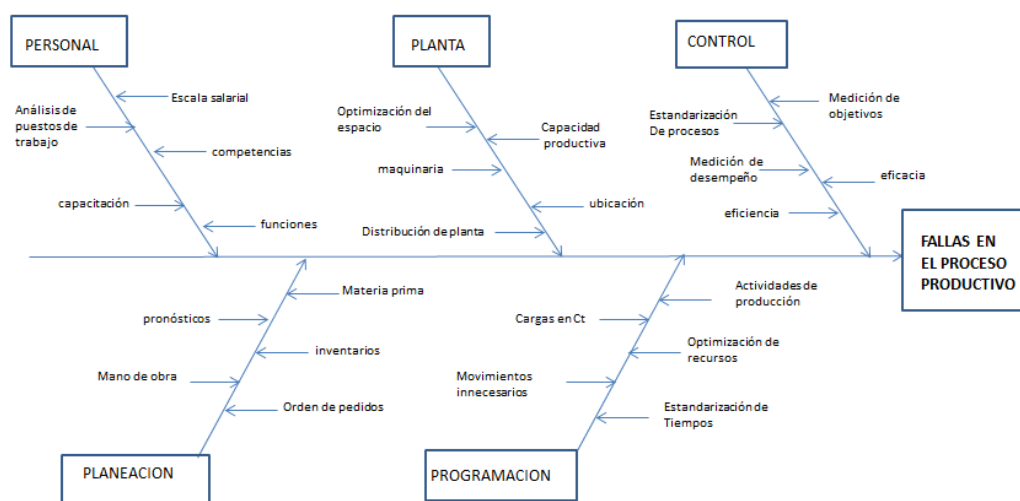
1.1.1. Descripción del problema

Sustentados en la información suministrada por el área de producción de AJC Servicios S.A.S, se concluyó que la empresa no está haciendo un uso adecuado de los recursos, a continuación se describe ciertos aspectos relacionados con esta problemática:

La carencia de una correcta administración de la producción ocasiona incumplimientos en las fechas de entrega de los pedidos y afecta la capacidad de la empresa para satisfacer la demanda que genera el mercado, debido a que no se tienen definidos: ni el volumen de materiales que se necesita para la fabricación de los productos, ni los tiempos que dicha fabricación requiere, lo que produce un desequilibrio entre la producción y la capacidad de los distintos niveles, en relación con los compromisos que adquiere la Compañía con sus clientes, así como con la demanda que podría satisfacer.

La figura 1 es una representación gráfica de las relaciones causa y efecto entre las distintas variables que intervienen en el proceso productivo de la planta.

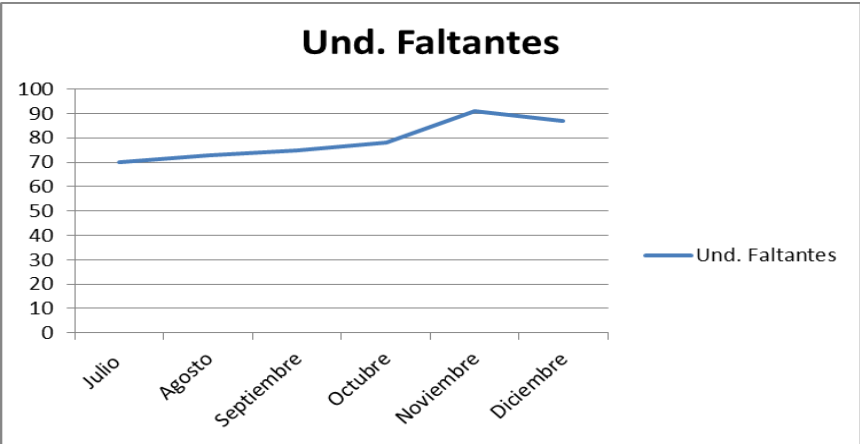
Figura 1. Diagrama causa - efecto



Fuente: Los autores, 2012

En el segundo semestre del año 2012 se presentó un promedio de 79 unidades faltantes por mes³, como se evidencia en la figura 2, la cual indica un incremento estas para los últimos meses del año.

Figura 2. Gráfica de cantidad de unidades faltantes en función del tiempo.



Fuente: departamento de contabilidad "AJC SERVICIOS S.A.S", 2012

La falta de planeación está ocasionando desperdicios de material en el proceso productivo, se evidencia que cada mes se pierde entre un 5% y 10%⁴ de la materia prima utilizada. En planta no se tiene una clara definición de las rutas que debe seguir cada uno de los materiales que ingresan al proceso, así como de las cantidades, tiempos y procedimientos para su respectiva transformación. La improvisación en momentos de alta demanda genera una serie de inconvenientes traducidos en ordenes atrasadas, material desperdiciado, generación de cuellos de botella en los centros de trabajo, tensión en el clima laboral, lo que da paso a la improvisación en los diferentes procesos provocando una insatisfacción en la clientela por incumplimiento de pedidos y productos defectuosos; es por ello la necesidad de realizar una correcta planificación para tener claro todas las variables que inciden en la planta para así atender de manera satisfactoria los requerimientos de la demanda.

³ Datos suministrados por el área administrativa de "AJC SERVICIOS S.A.S."

⁴ Datos suministrados por el área de planta de "AJC SERVICIOS S.A.S"

1.1.2. Formulación del problema

¿Qué métodos de ingeniería industrial se pueden desarrollar en AJC SERVICIOS S.A.S para que mejore su sistema productivo y responda de manera más adecuada a las expectativas del mercado?

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo general

Desarrollar un sistema de planeación, programación y control de las actividades de producción aplicando herramientas de ingeniería industrial que busquen optimizar los procesos productivos de la planta en la empresa AJC SERVICIOS S.A.S.

1.2.2. Objetivos específicos

- Elaborar un diagnostico para evaluar el estado actual del sistema donde se identifiquen los puntos críticos que afectan los procesos en las líneas de producción.
- Definir y caracterizar las diferentes variables y parámetros propios del sistema a analizar para establecer los lineamientos del sistema a desarrollar en el proceso de producción.
- Estructurar un sistema de planeación, programación y control que permita la eficiencia máxima de los recursos y costos favorables en AJC SERVICIOS S.A.S.
- Diseñar un sistema de validación por medio de indicadores de gestión para medir la ejecución del proyecto en la empresa AJC SERVICIOS S.A.S.
- Realizar la evaluación financiera del sistema en el que se determine el estado de costos y beneficios para analizar la factibilidad del desarrollo del proyecto.

1.3. Delimitación del proyecto

ESPACIO: El desarrollo de las actividades que se realizarán para la elaboración del proyecto, se llevarán a cabo en las instalaciones de la empresa, la cual está ubicada en el barrio El Lujan (Cr 75 No 64f -71), perteneciente a la localidad de Engativá.

TIEMPO: Una vez planificadas actividades a desarrollar, el tiempo esperado para la realización de los diferentes estudios será de 6 meses.

TEMÁTICA: Revisión de la información y datos existentes con el fin de elaborar un sistema de planeación, programación y control de la producción, que aporte soluciones de eficientes a las problemáticas que se presentan en el proceso productivo y de servicios de la empresa AJC SERVICIOS S.A.S.

1.4. MARCO METODOLOGICO

1.4.1. Tipo de investigación

Esta investigación es cualitativa y cuantitativa, pues en su desarrollo se analizarán datos como la cantidad de productos que se elaboran, los errores que se presentan, así como de tipo cualitativo, como los relativos a las características de fallas que se dan. Se aplicará un método descriptivo para dar a conocer las situaciones y métodos que se emplean en la empresa AJC Servicios S.A.S, buscando analizar el comportamiento y la relación que hay entre una o más variables. A continuación se presenta un cuadro metodológico con los respectivos objetivos, metodologías y técnicas de recolección de datos con el propósito de tener definido los lineamientos del proyecto.

Cuadro 1. Cuadro metodológico

OBJETIVOS ESPECIFICOS	METODOLOGIA	TECNICAS DE RECOLECCION DE DATOS
Elaborar un diagnostico para evaluar el estado actual del sistema donde se identifiquen los puntos críticos que afectan los procesos en las líneas de producción.	<ul style="list-style-type: none"> • Examinar la distribución de planta de la empresa e instalaciones. • Recursos técnicos de las líneas de producción. • Condiciones de los puestos de trabajo. • Examinar las capacidades del personal. • Evaluar las gestiones administrativas. • Caracterización de procesos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Datos logísticos internos y externos de la empresa. • Levantamiento de planos de la empresa. • Generar lista de chequeo de las máquinas. • Planillas de recolección de datos. • Entrevistas y encuestas.
Definir y caracterizar las diferentes variables y parámetros propios del sistema a analizar para establecer los lineamientos del sistema a desarrollar en el proceso de producción.	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis del diagnostico inicial. • Desarrollo de la matriz DOFA • Desarrollo de la matriz de influencias. • Análisis del esquema axial • definición de variables y parámetros que influyen en el sistema. • Lineamientos de la política de producción. 	<ul style="list-style-type: none"> • Recolectar datos logísticos internos y externos de la empresa. • Evaluación de las líneas de producción. • Informes administrativos.
Estructurar un sistema de planeación programación y control que permita la eficiencia máxima de los recursos y costos favorables para AJC SERVICIOS S.A.S.	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de datos históricos de la empresa para el desarrollo de pronósticos. • Estudio de tiempos y movimientos. • Diseñar un sistema de Planeación agregada. • Realizar el plan de requerimiento de materiales. • Establecer parámetros administrativos de control. • Análisis de inventarios • Realizar un plan de programación de actividades en planta. 	<ul style="list-style-type: none"> • Graficas de series de tiempo. • Documentos internos de la empresa: ventas, inventarios, turnos laborales, personal. • Trabajo de campo. • Revisión bibliográfica. • Registros de compras • Lista de materiales
Diseñar un sistema de validación por medio de indicadores de gestión para medir la ejecución del proyecto en la AJC SERVICIOS S.A.S.	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluar cualitativamente el antes y la propuesta • Establecer mediciones cuantitativas de la propuesta y confrontarlas con los datos históricos de la compañía. 	<ul style="list-style-type: none"> • Registros de planillas. • Evaluar diagnósticos. • Evaluar pronósticos. • Revisión datos administrativos. • Revisión de alcance del proyecto.
Realizar la evaluación financiera del sistema en el que se determine el estado de costos y beneficios para analizar la factibilidad del desarrollo del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar un estudio de costos para determinar los Egresos de la compañía. • Determinar los ingresos de la compañía basados en los pronósticos de venta. • Comparación de beneficios proyectados con inversión del proyecto. • Evaluar bajo los indicadores del VPN y la TIR. 	<ul style="list-style-type: none"> • Datos de la gestión administrativa de la empresa. • Datos de inversión del proyecto. • Pronostico de ventas • Costos de los materiales • Datos de variables financieras.

Fuente: Los autores, 2013

1.5. MARCO REFERENCIAL

1.5.1. Antecedentes

AJC SERVICIOS S.A.S, es una empresa ubicada en la ciudad de Bogotá D.C., en el barrio El Lujan de la localidad de Engativá, empezó desde el año 2000 con el nombre de OBRAS Y MONTAJES 76 S.A.S, su actividad principal es la elaboración de estructuras metálicas, para el mercado de las telecomunicaciones. Su principal producto son los soportes para antenas de telefonía celular. Además de la fabricación prestan servicios de instalación de las antenas, con sus respectivos accesorios.

La organización desarrolla sus actividades en medio de un mercado de alta competitividad, en el que la calidad, la productividad y desempeño eficiente, así como brindar un servicio óptimo al cliente, son herramientas claves para enfrentar un mercado competitivo, dichos patrones aumentan cada vez más por la entrada de empresas tanto nacionales como extranjeras con altos estándares de calidad, lo que dificulta su actuación en el mercado nacional. Es necesario buscar opciones para mejorar su posicionamiento y lograr enfrentar los retos que se han impuesto tras el inicio de los procesos de globalización, factor que ha potenciado el mercado de las tecnologías de la información y la comunicación.

En cuanto a la telefonía móvil, el crecimiento se ha incrementado en el país de la mano de empresas líderes como Claro, Movistar, Tigo, además de nuevos operadores que persiguen diferentes mercados objetivos y como lo señala el Diario EL TIEMPO en su publicación: *“Hay mucho espacio para masificar la Red en el país. Hay más de 47 millones de celulares, mientras que solo son 4,6 millones las conexiones a banda ancha”*⁵. El auge de estas multinacionales en Colombia, incide en el aumento de la demanda para productos como los que maneja AJC Servicios, razón por la que es un objetivo de la administración, encontrar métodos de mejoramiento para el aprovechamiento de las oportunidades del mercado, pues, pese a que AJC SERVICIOS S.A.S se encuentra en el mercado hace ya varios años, no ha logrado un buen posicionamiento, comparado con el que tienen empresas que desarrollan actividades similares como son, por ejemplo montajes, mantenimiento y fabricación de torres metálicas. Es aquí donde se observa la ausencia de un sistema de planeación y control en la organización, la administración no está implementando los métodos necesarios en

⁵ Diario EL TIEMPO; 17 de febrero del 2013. Colombia tendrá 10 operadores de telefonía móvil en el 2012. Disponible desde internet en: <<http://m.eltiempo.com/tecnologia/telecomunicaciones/colombia-tendr-10-operadores-mviles-en-el-2012/10911592>>

la fabricación de los productos y también el proceso que los originan; no se han tenido en cuenta los distintos escenarios donde la empresa pueda desenvolverse en un periodo de tiempo determinado, ni mucho menos cuantificar la probabilidad de ocurrencia de estos supuestos, convirtiéndose en una compañía ineficiente y muy poco efectiva en cuanto a la atención a los clientes, desperdiciando de gran manera las distintas oportunidades que brinda el mercado. Un correcto sistema de planeación control y programación de la producción beneficiará a la organización en múltiples aspectos tanto financieros como operativos, además, de la integración en el proceso productivo de materiales, mano de obra y proveedores, como se propone en el trabajo de grado de los estudiantes Ignacio Revollo Gaviria y Juan Diego Suarez de la Pontificia Universidad Javeriana, cuya finalidad es formular el sistema de planeación control y programación de la producción en Alimentos S.A.S, la cual, una empresa dedicada al procesamiento e industrialización de pulpas de frutas tropicales, en donde se diagnosticaron falencias en el sistema tales como: Ausencia de órdenes de compras y modelos de pronósticos, mal manejo de los inventarios y sobrecostos en la producción, factores que intervienen negativamente en los tiempos de suministro, en la respuesta del consumidor, en los costos operativos y en el costo de mantenimiento de inventarios haciendo que la compañía malgaste los recursos disponibles haciendo débil su proceso productivo y respondiendo inadecuadamente a los requerimientos del mercado. El desarrollo y propuesta del estudio tendrá dentro de sus finalidades disminuir los costos de producción y almacenamiento, establecer una programación efectiva de la producción en la empresa alimentos SAS S.A, mejorando la calidad del producto terminado y el fomentando la competitividad en el medio donde se desenvuelve la compañía.⁶

El progreso de estos estudios destaca la importancia de los sistemas de planeación programación y control de la producción en las organizaciones, ya que influye directamente en el funcionamiento óptimo de los procesos productivos de la compañía, los cuales, como resultado de los métodos adoptados para el desarrollo de las actividades se desenvuelven integralmente incluyendo maquinaria, mano de obra, proveedores entre otros. Otro caso donde la planeación, programación y control de la producción se desarrolla y sirve de herramienta importante para los procesos productivos en una organización, lo muestran las alumnas de la Universidad Libre, Laura Ximena Cárdenas y July Marcela Castellanos, en su trabajo final de grado titulado PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN EN PLASTICOS DECADA;⁷ la cual es una compañía pequeña, clasificada como una empresa secundaria

⁶ Gaviria, I; 4 de mayo del 2009. Propuesta para el mejoramiento de la producción en alimentos SAS S.A. a través de la estructuración de un modelo de planeación, programación y control de la producción. Disponible desde internet en: <<http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ingenieria/Tesis263.pdf>>

⁷ CARDENAS, Laura; CASTELLANOS, July. Planeación, programación y control de la producción en plásticos década. Trabajo de grado (Ingeniero Industrial). Universidad Libre. Facultad de ingeniería. Programa de ingeniería industrial.

o de transformación dedicada al procesamiento del plástico. El desarrollo del estudio en su parte diagnóstica arrojó que la compañía tenía serias dificultades las cuales afectaban el proceso productivo; dentro de este panorama se resaltan las siguientes situaciones:

- Acumulación de inventarios.
- Mal manejo y falta de procesamiento de la información.
- Ausencia de manuales de procedimientos.
- Mal uso de los recursos tecnológicos y financieros de la organización.

Debido a estas condiciones la falta de planeación en la organización se hace evidente, la errada administración de la demanda hace que los pronósticos de ventas sean inexistentes y a su vez la recepción de órdenes y distribución de productos; en cuanto a la planeación de materiales y capacidades no se encuentra establecidas las tasas de producción para llegar a cumplir con ciertas metas. Así que el desarrollo de la planeación, programación y control de la producción utilizando información interna de la compañía y manipulando herramientas ingenieriles, es de gran importancia para el funcionamiento óptimo de la misma; ya que los beneficios se ven reflejados directamente en los costos de producción, eficiencia de la mano de obra y toma de decisiones.

En relación a empresas vinculadas al desarrollo de estructuras metálicas, se tiene el caso del proyecto llamado “Mejoramiento del sistema de producción de la empresa “METÁLICAS ZULUAGA”⁸ desarrollado en la Universidad Industrial de Santander en la ciudad de Bucaramanga, el proyecto se basó en el diseño e implementación de un sistema de planeación, control y programación de las actividades que intervienen en el proceso productivo, parte de un conocimiento general de la empresa, a fin de realizar un diagnóstico identificando los factores más críticos con el fin de desarrollar el nuevo programa de producción y finalizar con un análisis de sensibilidad ayudados con herramientas informáticas. El estudio arrojó una mejora en la relación costo-beneficio, debido a las propuestas de modelos de planificación, control y programación, que optimizaron todos los procesos de producción en la empresa.

En ese sentido, si bien la producción de la empresa se ha mantenido en el último año, como se puede inferir del índice de ventas del segundo semestre del año 2011, con un promedio de ventas mensual de \$42.361.000⁹ (véase tabla 1) y se ha conservado un grupo de clientes tales como: CONSTRUCTORA POLIOBRA y MER

⁸ GONZALEZ, Yiber. Mejoramiento del sistema de producción de la empresa Metálicas Zuluaga. Trabajo de grado (Ingeniero Industrial). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Industrial.

⁹ Tomado de los documentos de Facturación del Departamento de contabilidad de AJC SERVICIOS S.A.S.

INFRAESTRUCTRS DE COLOMBIA¹⁰, no se ha logrado una expansión de su producto en el mercado durante los últimos periodos, pese a que la demanda brinda oportunidades de expansión y posicionamiento. De acuerdo a información suministrada por las directivas, en la organización se han presentado inconformidades con los clientes, representadas en quejas por demoras en la entrega de pedidos y por la presencia de piezas defectuosas en los diferentes artículos producidos¹¹. Dada la situación anterior, se considera que, una mejora en el área productiva contribuiría a solucionar el problema y alcanzar las expectativas de la alta gerencia a través de herramientas ingenieriles basadas en la planeación, control y programación de la producción.

Tabla 1. Demanda y oferta que manejó la organización en los últimos 6 meses del año 2011.

VENTAS - SEGUNDO SEMESTRE 2.012			
MES	UNIDADES FABRICADAS	VENTAS	CANTIDAD DEMANDADA
Julio	70	\$ 27.828.773	130
Agosto	73	\$ 35.249.779	137
Septiembre	75	\$ 40.815.533	139
Octubre	78	\$ 47.494.438	141
Noviembre	91	\$ 56.028.595	163
Diciembre	87	\$ 46.752.338	153

Fuente: Área administrativa AJC SERVICIOS S.A.S.

¹⁰ Tomado de listado de clientes: Documentos del Departamento de contabilidad.

¹¹ Teniendo en cuenta que la Empresa actualmente no cuenta con una documentación del proceso de producción, debemos poner de presente que los datos relativos a la existencia de quejas por incumplimiento en los plazos de entrega, la obtenemos de la entrevista practicada al Gerente de AJC SERVICIOS S.A.S.

1.5.2. Marco teórico

1.5.2.1. Administración de la demanda

La administración de la demanda dentro de la organización comprende actividades fundamentales tales como: los pronósticos, la recepción de los pedidos, las fechas de entrega, y la distribución de los pedidos, donde se establece una comunicación bien sincronizada entre las actividades que se presentan en los mercados y el plan de producción desarrollado por la empresa, esta interacción depende del tipo de sistema productivo que se maneja dentro de la empresa ya que puede ser fabricar para almacenar, fabricar bajo pedido o ensamblar bajo pedido; donde los pedidos reales consumen los datos presentados por los pronósticos, describiendo características importante de la administración de la demanda, como son, amortiguar la incertidumbre de la demanda y proporcionar la información necesaria para planear las actividades de distribución.

Pronosticar es utilizar datos pasados para determinar acontecimientos futuros; implica reconocer fuentes de demanda para los bienes y servicios de una empresa y así predecir la demanda y determinar la manera de satisfacerla. Las predicciones de recursos se utilizan para pronosticar la duración, equipo, fuerza laboral y compra de partes y materiales para la empresa.¹²

Existen diferentes técnicas de pronósticos pero no existe un modelo común para todos los casos, lo ideal es adecuarlo dependiendo de las diferentes variables que afecten a la organización. El proceso productivo inicia cuando existe un Requerimiento del Mercado, el cual compromete a las empresas a cumplirles a sus clientes tanto en calidad como en tiempo de desarrollo. Las empresas no necesariamente deben esperar a que los clientes mismos hagan los pedidos y a partir de ahí empezar a planear sus operaciones, sino que en algunas oportunidades se deben preparar con anticipación para que cuando los clientes hagan los pedidos se pueda responder con agilidad y eficiencia. Esto lleva al desarrollo de pronósticos de demanda, los cuales ofrecen los cimientos para una buena planeación y programación de producción. Los pronósticos a largo y mediano plazo son necesarios para poder realizar cambios estratégicos y tácticos y determinar las necesidades a largo y mediano plazo de la capacidad. Por otro lado, los pronósticos a corto plazo ayudan a predecir los requerimientos de materiales, productos, servicios y otros recursos que se necesitan para responder a los cambios de la demanda.¹³

¹² NOORI, Hamid; RADFORD, Russell; Administración de Operaciones y Producción: Calidad total y Respuesta Sensible Rápida; Pág. 91; Editorial: Mc Graw Hill; Año:1997

¹³ SIPPER, Daniel; planeación y control de la producción; Pág. 511; Editorial: Mc GRAW-HILL; Año: 1998

1.5.2.2. Estudio de tiempos

El estudio de tiempos mide la cantidad de trabajo necesario para elaborar un producto, siendo el soporte de factores importantes dentro de la organización, tal como, los salarios devengados por la fuerza laboral. La finalidad del estudio de tiempos consiste en establecer el tiempo estándar para las operaciones necesarias en los procesos, esto significa que es el tiempo en el cual un trabajador calificado realiza una tarea basándose de un método y realizando su labor a un ritmo normal. Se deben obtener distintos elementos de trabajo los cuales son medidos con cronómetros teniendo en cuenta factores de calificación y tolerancias, para compensar ciertas interrupciones que se presenten en el área productiva. Los tiempos que son registrados para cada elemento varían entre cada una de las observaciones, estas variaciones de los tiempos son normales ya que los trabajadores tienden a realizar las actividades de forma distinta, y sus movimientos no son uniformes al igual que la posición, manejo de herramientas y administración de las materia primas.

El objetivo principal del estudio de tiempos es el de determinar tanto el tiempo estándar de las diferentes actividades involucradas en cada una de las áreas de la planta como el tiempo de cada producto fabricado; se debe verificar la valides de las muestras utilizando la siguiente formula¹⁴:

$$N' = \left(\frac{k/s \sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

Donde,

N'= número de ciclos necesarios para obtener el nivel deseado de precisión y confianza.

k/s= factor de confianza – precisión

X= tiempos representativos de los elementos

N= numero de tiempos representativos

¹⁴ RIGGS, James; Sistemas de producción: Planeación, análisis y control; Pág. 350. Editorial: Limusa; Año: 2002.

1.5.2.3. Desarrollo de pronósticos

Las organizaciones requieren pronósticos de los distintos factores que recurren en la planeación y expansión de acciones estratégicas, además de los pronósticos relacionados con los cambios de precios, de los costos, la variabilidad de las líneas de los productos y los planes estratégicos de las empresas con el fin de analizar la variabilidad que pueda tener el proceso de producción provocada principalmente por las variaciones que sufre la demanda del mercado, implica además el manejo de datos históricos y su proyección hacia el futuro implementando un tipo específico de modelo matemático. Puede ser un pronóstico de carácter subjetivo o intuitivo, o incluso una fusión de los dos, ósea, un modelo ajustado a las necesidades de la administración. Pocas veces son perfectos y su desarrollo implica un gasto financiero y administrativo, pocas organizaciones pueden eludir el proceso de pronosticar y solamente esperar lo que pueda ocurrir, para después actuar, el proceso de planeación ya sea a corto o largo plazo depende de los pronósticos de la demanda de los distintos productos que maneje la empresa. Las funciones de planear y pronosticar deben estar ligadas dentro del funcionamiento de la organización, ya que, el conocer los métodos e implementación de los pronósticos sin ser aplicados en el proceso de planeación de la empresa no tiene el suficiente valor; Así pues el transcurso de la planificación inicia con los pronósticos llevando a cabo planes de mediano y corto plazo, y así poder visualizar acontecimientos en un horizonte de tiempo determinado.

Es relevante la decisión de lo que se va a pronosticar, para ello Ritzman expone lo siguiente: *“antes de usar técnicas de pronósticos para el análisis de problemas de administración de operaciones, el gerente tiene que tomar tres decisiones: qué va a pronosticar, que tipo de técnica de pronóstico va a usar y que tipo de software utilizara; aunque se necesita algún tipo de estimación de la demanda para los bienes y servicios individuales que una compañía produce, puede ser mas sencillo pronosticar la demanda total para grupos o conjuntos y derivar después los pronósticos correspondientes a productos o servicios individuales. Además, la decisión de la unidad de medición apropiada para efectuar los pronósticos es tan importante como la elección del mejor método”*¹⁵

¹⁵ RITZMAN, Larri; KRAJEWSKI, Lee; MALOTHIA, Manoj; Administración de operaciones: procesos y cadenas de valor; Pág. 524; Editorial: Pearson; Año: 2008

Un pronóstico de la demanda comúnmente se puede especificar de acuerdo al horizonte de tiempo que comprende, el horizonte de tiempo se puede clasificar en: pronóstico a largo plazo, pronóstico a mediano plazo y pronóstico a corto plazo.

- **Pronóstico a largo plazo:** Generalmente el horizonte de tiempo de este tipo de pronósticos alcanza un periodo de tres años o más y tiene como objeto el desarrollo de nuevos productos, ampliación de la planta, programas de I+D.
- **Pronóstico a mediano plazo:** Abarca un periodo de tiempo de tres meses a tres años, y es de gran provecho para la planeación de la producción y las ventas, el flujo de efectivo, y el análisis de las operaciones en la compañía.
- **Pronóstico a corto plazo:** Este tipo de pronósticos dispone de un periodo de tiempo hasta de un año, pero en la mayoría de las ocasiones utiliza un tiempo menor a tres meses, generalmente se usa para proyectar las compras, determinar el nivel de mano de obra, asignación de actividades, y decidir los respectivos niveles de producción.

1.5.2.4. Técnicas cualitativas de pronóstico¹⁶

Existen las técnicas acumulativas, en se realizando una suma en sucesión desde la parte de abajo. La suposición aquí es que la persona que está más cerca del cliente o del usuario final del producto conoce mejor sus necesidades futuras. Aunque esto no siempre es correcto, en muchos casos, se trata de una suposición válida y constituye la base de este método.

Los pronósticos en este último nivel se suman y se lleva al siguiente nivel más alto. Por lo regular se trata de un almacén de distrito que después agrega el inventario de seguridad y cualquier efecto de pedir en cantidad. Luego, esta cantidad se lleva al siguiente nivel, que puede ser un almacén regional. El procedimiento se repite hasta que se convierte en un insumo en el nivel más alto; que, en el caso de una empresa de manufactura, sería el insumo para el sistema de producción.

1.5.2.5. Técnicas cuantitativas de pronóstico¹⁷

1.5.2.6. Análisis de series en el tiempo

¹⁶ CHASE, Richard; AQUILANO, Nicholas; Administración de Producción y Operaciones; Pág. 472; Editorial: : Mc GRAW-HILL; Año: 2000

¹⁷ CHASE, Richard; AQUILANO, Nicholas; Administración de Producción y Operaciones; Editorial: Pág. 473; Mc GRAW-HILL; Año: 2000

Los modelos de pronósticos de series en el tiempo tratan de predecir el futuro con base en la información pasada en intervalos iguales (semanas, trimestres, años, semestres, etc.), donde se envuelve información importante de la compañía, como son, las ventas semanales, los ingresos, los precios al consumidor, las tasas de producción. El análisis de series en el tiempo implica que los valores en un lapso de tiempo futuro se predicen exclusivamente de acuerdo a la información histórica que maneje la compañía, donde se pueden excluir variables, sin tener en cuenta la importancia que tengan cada una de ellas, por ejemplo, las cifras de ventas recopiladas durante las últimas seis semanas se pueden usar para pronosticar las ventas durante la séptima semana. Considerar una serie de tiempo representa separar los diferentes datos históricos que maneje la compañía en componentes para después proyectarlos a un determinado periodo de tiempo en el futuro. Las series de tiempo se descomponen en cuatro componentes: Estacionalidad, tendencia, ciclos y variación aleatoria.

- **Estacionalidad:** Se refiere a una serie de datos que se repite después de un periodo determinado de tiempo ya sean semanas, meses, trimestres, etc.
- **Tendencia:** Es un movimiento progresivo ya sea ascendente o descendente de los datos a través del tiempo. Los cambios en los ingresos, la población, el desempleo.
- **Ciclos:** Son pautas en los datos que se repiten después de algunos años, frecuentemente están relacionados con los ciclos comerciales siendo muy importantes para la planeación a corto plazo.
- **Variación aleatoria:** Generalmente se refieren a señales en la información generadas por situaciones inusuales, las cuales no siguen un patrón determinado siendo muy difícil pronosticarlas.

Las técnicas más usuales de análisis de series de tiempo son las siguientes:

- **Promedio móvil simple**

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

- **Promedio móvil ponderado**

Mientras que el promedio móvil simple da igual importancia a cada uno de los componentes de la base de datos del promedio móvil, un promedio móvil ponderado permite asignar cualquier importancia a cada elemento, siempre y cuando la suma de todas las ponderaciones sea igual a uno.

➤ **Suavización exponencial**

En los métodos de pronósticos anteriores (promedios móviles simple y ponderado), la principal desventaja es la necesidad de manejar en forma continua gran cantidad de datos históricos. El método de suavización exponencial se puede describir como una técnica sofisticada de pronóstico de promedios móviles ponderados, incurriendo en conservar pocos registros de datos históricos. Además esta técnica de pronósticos tiene un uso extenso en los negocios y es una parte significativa de muchos sistemas computarizados para la revisión de inventarios. En estos métodos al agregar cada nueva pieza de datos, se elimina la observación anterior y se calcula el nuevo pronóstico. En muchas de las aplicaciones, las ocurrencias más recientes son más indicativas del futuro que aquellas en el pasado más distante. Si esta premisa es válida, es probable que el método más lógico y fácil sea la suavización exponencial.

➤ **Análisis de regresión lineal**

Puede definirse la regresión como una relación funcional entre dos o más variables correlacionadas. Se utiliza para pronosticar una variable con respecto a la otra. Por lo general, la relación se desarrolla a través de datos observados. Primero es necesario graficar los datos para ver si aparecen lineales o si por lo menos partes de los datos son lineales. La regresión lineal se refiere a la clase de regresión especial en que la relación entre las variables forma una recta.

Estudio de tiempos y movimientos

El estudio de tiempos es una técnica que determina con la mayor exactitud posible el tiempo para llevar a cabo una tarea, partiendo de un número de observaciones.

1.5.2.7. Administración de la producción

La planeación, programación y control de operaciones tiene como objetivo obtener un manejo eficiente de la cadena de suministros, para afectar positivamente los niveles de inventarios, los procesos productivos y los niveles de servicio al cliente final en el volumen y en el tiempo de producción de los productos, utilizando diferentes estrategias

para mejorar la utilización de la capacidad de las operaciones y establecer un equilibrio entre los productos y la capacidad en los distintos niveles.¹⁸

La utilización óptima de los recursos en una línea de tiempo tendrá como resultado fructificar las ventajas que ofrece el mercado, ya que no sirve de nada desarrollar y aplicar destrezas en la fabricación de productos que tengan una gran aceptación en el mercado, si no se planea la capacidad de producción que satisfaga la demanda que pueda llegar a alcanzar este producto. En periodos de largo y mediano plazo la planeación de la producción es muy conveniente para obtener ahorros procedentes de economías de escala, de un correcto manejo de los inventarios y el capital de trabajo.

1.5.2.8. Distribución en planta

El objetivo de realizar un estudio de distribución de planta es el de maximizar la eficiencia de los recursos humanos y materiales por medio de la organización del espacio, desplazamientos, reducción de transportes, de esperas, buenas condiciones de trabajo; para ello se estudiarán diferentes tipos de distribución que expone Juan Velasco en su libro “Organización de la producción”:

“Funcional: la planta se organiza en secciones especializadas, por tipos de máquina. Todas las máquinas que realizan el mismo tipo de proceso o función se agrupan formando una sección.

Línea de fabricación: se constituyen secciones de fabricación por productos o familias de productos, que son grupos de piezas distintas entre sí pero parecidas en sus procesos. Este tipo de distribución máquinas de diferentes tipos están colocadas unas a continuación de otras, de acuerdo con el proceso de fabricación de la pieza o de la familia de piezas.”¹⁹

1.5.2.8.1. Planeación de la producción

¹⁸ CHASE, Richard; AQUILANO, Nicholas; Administración de Producción y Operaciones; Pág. 474; Editorial: Mc GRAW-HILL; Año: 2000

¹⁹ VELASCO, Juan; Organización de la producción; Pág. 269; Editorial: Pirámide; Año: 2007

La Planeación hace parte tanto el programa de acción de la alta dirección de una empresa, como sus metas y objetivos, nos permite programar la utilización de recursos como son capital humano, máquinas, materia prima, recursos financieros que están involucrados al interior de la organización, esto conlleva a buscar la mejor forma de asignar recursos que desde un punto de vista financiero, lo que conlleva a minimizar los costos del plan de producción satisfaciendo así las necesidades de los clientes de la organización y respetando los límites hasta los cuales puede llevar la organización, es decir, realizando planes de producción viables a futuro.

El proceso de planeación comienza con una búsqueda de las posibilidades que tenga un producto en el mercado, de acuerdo a las estrategias y los respectivos pronósticos de ventas. La compañía tiene la posibilidad de planear la disponibilidad de los recursos, ya sean humanos, tecnológicos, financieros, logísticos necesarios para el desarrollo de las estrategias de mercado. A partir de una correcta planeación de la producción se establece si es necesario modificar, ampliar o incluso eliminar actividades; lo primordial es no solo establecer las transformaciones requeridas si no determinar el momento adecuado para implementarlas.

1.5.2.8.2. Planeación jerárquica de la producción

La planificación jerárquica de la producción es un método para hacer frente a la complejidad de la planificación de la producción de varios niveles y los problemas de planificación en casos del mundo industrial. Para que exista una coherencia entre las decisiones tomadas en los diferentes niveles de planificación de la producción y poder obtener planes viables y coherentes, las decisiones de nivel superior deben imponer restricciones sobre los niveles inferiores, mientras que estos últimos proporcionan retroalimentación necesaria para revisar las decisiones de alto nivel.

“En este enfoque, los resultados adoptados en un nivel de decisión más alto son considerados como los insumos del nivel más bajo en la planeación. Dado que las decisiones en cada nivel se hacen con respecto a las salidas del nivel superior, los

*planes de desarrollo serán más factibles y compatibles, lo que se traducirá en alcanzar los objetivos finales de la empresa.*²⁰

La metodología se basa en descomponer el problema de planeación en distintos subproblemas, pero relacionados entre sí, esta acción hace que en la solución de un problema se deban implementar pequeñas correcciones que sumadas constituyan un rectificación de la problemática general, constituyéndose en el adecuado engranaje que permite el correcto funcionamiento de todo el sistema, en ese sentido, el proceso se guía por una secuencia jerárquica, de manera que los resultados arrojados en un nivel más alto son considerados como datos de entrada para el siguiente nivel.

La información detallada y específica como lo es: las previsiones detalladas por artículo y período, ingeniería de proceso, capacidades, listas de materiales y costes de producción, sirven como herramienta para la optimización del sistema en un determinado periodo; pero su viabilidad se ve afectada directamente por factores, tales como, la información prominente requerida para el análisis, y el alto desgaste administrativo para el manejo de la documentación en el sector informático. Es aquí donde aparece la Planeación jerárquica de la producción, para la solución y manejo del problema ya mencionado, presentando así tres jerarquías:

- Artículos: Se refiere a los productos finales que son entregados a los clientes.
- Tipos de producto: grupos de artículos con similares costes unitarios, costes directos, costes de inventario por período, productividades y estacionalidades.
- Familias: Conjunto de artículos correspondientes al mismo tipo de producto y con costes de preparación similares.

²⁰ Cano, J. 2011; Enero de 2011; Tesis de grado para optar al título de magister en ingeniería administrativa; Disponible en < www.bdigital.unal.edu.co>

Cuadro 2. Tipos de planeación

ALCANCE	NIVELES	TIPO DE PLANEACION	OBJETO
Largo plazo	Institucional	Estratégica	Elaboración del mapa ambiental para evaluación. Debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas. Incertidumbre.
Mediano plazo	Intermedio	Táctica	Conversión e interpretación de estrategias en planes concretos en el nivel departamental.
Corto plazo	Operacional	Operacional	Subdivisión de planes tácticos de cada departamento en planes operacionales para cada tarea.

Fuente: Administración "Procesos Administrativos" – Idalberto Chiavenato. Segunda Edición. 1998; Pág. 225

1.5.2.8.3. Planeación agregada

La planeación agregada es un procedimiento para facilitar el desarrollo de presupuestos de operación, donde se deben tomar decisiones y establecerse políticas que se relacionen con el tiempo extra, contrataciones, despidos, subcontratistas y niveles de inventario.

El plan agregado es el desarrollo de un plan de producción y recursos en unidades de medición de productos o familias, mostrando la forma como la organización debe proveer la capacidad para satisfacer la demanda a mediano plazo, tal como lo expone Narasimhad en su libro:

“En general, la planeación agregada de la producción consiste en planear una producción deseada en un plazo intermedio de tres meses a un año. El plan agregado necesita alguna unidad lógica común para medir la producción: galones de pintura en una fabrica de pinturas, numero de vestidos en una fábrica de ropa, cajas de cerveza en una cervecería y quizá horas maquina equivalentes en la industria de fabricación. Las proyecciones de grupos de productos son, en general, más precisas que la proyección de una partida individual. Cuento mas se adelante en el futuro una menos probable será su exactitud. Si se reconoce lo anterior, la planeación y el control de la producción se realizan con base en la demanda de grupo durante el mediano y largo plazo.”²¹

Variables de entradas para el plan agregado de la producción:

- Demandas de clientes
- Capacidades de ingeniería
- Capacidad de mano de obra
- Fluctuaciones de inventario
- servicio de proveedores

La importancia e implementación de la planeación agregada en la administración de las operaciones y de la producción, se ve reflejada en proporcionar beneficios importantes al sistema productivo de la organización en cuanto a:

- Minimizar las subcargas y sobrecargas para lograr la reducción de los costos de producción.
- Optimizar el proceso productivo con el fin de satisfacer los picos y valles de la demanda de los clientes.

²¹ NARASIMHAD, Sim; MC. LEAVEY, Dennis; BILLINGTON, Peter; Planeación de la producción y control de inventarios; Pág. 256; Editorial: Prentice Hall; Año: 1996

- De acuerdo a los recursos disponibles obtener la máxima producción.

La planeación agregada es de vital importancia para operar la variabilidad de la administración de las operaciones y la producción, ya que dependerá de esta que la compañía fructifique o no las oportunidades que el mercado ofrece, de esta manera, es sustancial cuantificar la incertidumbre que se muestra en mayores proporciones en planes de largo y mediano plazo, así que es necesario determinar un panorama en el cual la empresa se desenvolverá y sus diferentes escenarios, determinando la probabilidad de ocurrencia de estos.

1.5.2.8.4. Programación maestra

Es el plan de producción de los artículos finales durante un horizonte de planeación el cual debe ser suficiente para cubrir los tiempos de abastecimiento y producción, su función es la de definir las necesidades de productos terminados la fecha en que se requieran.

El programa maestro se crea a partir de todas las fuentes de insumos posibles, en el que se incluye pronósticos, pedidos registrados de los clientes, inventario disponible y un plan de suministros como resultado primario es decir un MPS; este especifica los productos terminados que la organización anticipa que producirá en cada periodo con el propósito de satisfacer la demanda de cada uno de los productos dentro de las líneas de producción.

El MPS es una herramienta que se utiliza para programar las unidades que se han de producir en un determinado periodo de tiempo dentro del horizonte de planeación; hace parte del plan agregado de producción, especifica las cantidades exactas y los tiempos de producción de cada artículo terminado en un sistema productivo, refiriéndose a artículos no acumulados o agregados. Identifica la cantidad de cada artículo que se debe fabricar según las necesidades del mercado para un espacio de tiempo por lo general en semanas. De esta forma los pronósticos de la demanda futura por artículo son las entradas para determinar el MRP.²²

²² NAHMIA, Steven; Análisis de la Producción y Operaciones; Pág. 346; Editorial: McGraw-Hill; Año: 2007

1.5.2.8.5. Planeación de requerimientos de materiales MRP

La planeación de requisitos de materiales constituye un sistema básico de empuje que determina cantidades exactas de productos, fechas necesarias, datos para la emisión de órdenes para cada uno de los subensambles, componentes y materiales necesarios para la fabricación de los productos listados en el programa maestro de la producción.²³

La implementación del MRP parte del programa maestro lo combina con la información de los registro de inventario y los registros de la estructura del producto, la idea básica es tener los materiales correctos en el lugar y el momento correcto, en la búsqueda de garantizar la prevención y solución de errores en el aprovisionamiento de materias primas, el control de la producción y la gestión del S.S en los inventarios.

Utilizamos el termino MRP para tres contextos diferentes, pero relacionados. Cada uno de estos marca una etapa en el desarrollo de los conceptos del MRP. Estos contextos son:

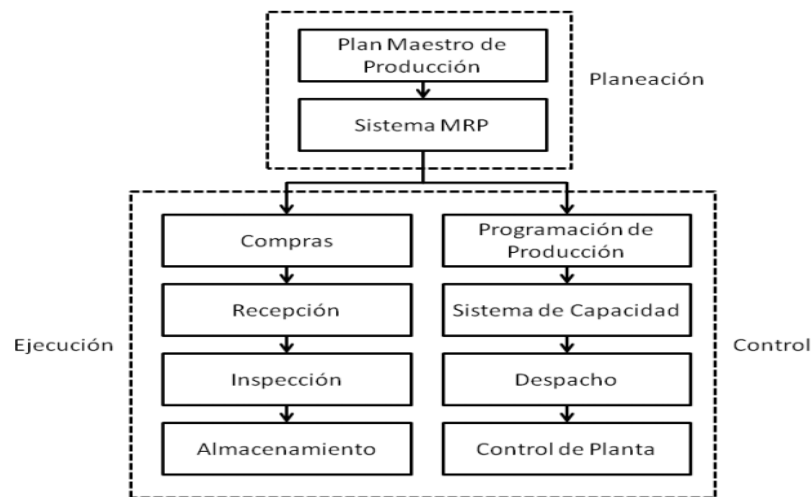
- MRPI: planeación de los requerimientos de material.
- MRP de circuito cerrado.
- MRPII: planeación de los recursos de fabricación.

El MRP de circuito cerrado se desarrollo en respuesta a las desventajas del MRP en cuestiones de capacidad, incluye la planeación y retroalimentación de capacidad, describiendo los avances en los pedidos que se están fabricando; si el plan de capacidad es factible se implementa la información correspondiente, si no es factible la información se regresa al programa maestro y al modulo MRP I, los ajustes realizados enfatizados en la flexibilidad para satisfacer la demanda tendrán como resultado

²³ FOGARTY, Donald; BLACKSTONE, John; HOFFMANN, Thomas; Administración de la producción e inventarios; Pág. 388; Editorial: Compañía editorial continental S.A; Año:1997

cambios en la realización de pedidos planeados de modo que el plan de capacidad sea factible. El sistema de ciclo cerrado es el primer componente para el MRP II.

Figura 3. Modelamiento de la planeación, ejecución y control.



Fuente: CANO, Alejandro; Modelo de un sistema mrp cerrado integrando incertidumbre en los tiempos de entrega, disponibilidad de la capacidad de fabricación e inventarios. Disponible desde internet en: <<http://www.bdigital.unal.edu.co/>>. [Con acceso: 30 de agosto de 2012]

1.5.2.8.6. Sistemas de inventarios

La función que cumple un sistema de inventarios de manufactura es la de trasladar el plan de producción a unos requerimientos de materiales y ordenes detalladas para los componentes. El sistema es el que determina articulo por articulo qué es lo que se debe comprar y cuando, al igual de lo que se debe fabricar y cuándo se debe fabricar. Debido

a esto, las salidas de este sistema son las que dirigen las funciones de compras y de fabricación. El sistema de inventarios de manufactura determina igualmente las prioridades de las órdenes y determina la capacidad de producción requerida para esto, convirtiéndose así en el corazón de la planeación de la logística de manufactura o logística interna.²⁴

La gerencia de las organizaciones enfoca un interés muy amplio en la administración de los inventarios, la gerencia de comercialización de producción y la parte financiera reúnen los esfuerzos necesarios para establecer las políticas correctas para el manejo de los mismos. Las empresas que poseen márgenes de utilidad bajos, el mal manejo de los inventarios puede afectar delicadamente la estructura funcional de la organización. Disminuir los costos reduciendo al máximo los inventarios, no es el reto, ni tampoco tener un inventario excesivo con el propósito de satisfacer la demanda, sino conservar un inventario adecuado para que la compañía cumpla con sus propósitos competitivos siendo más eficientes. El inventario se genera cuando los productos terminados, materias primas, productos semielaborados, suministros y recambios que se toman son mayores que los volúmenes que se disponen para la distribución, teniendo en cuenta también que el agotamiento del inventario resulta a causa de una distribución mayor que la misma recepción de los materiales. Las razones para mantener inventarios se pueden generalizar en puntos tales como son: Seguridad frente a los cambios que pueda tener la demanda, haciendo frente a los picos que se puedan presentar en un periodo determinado de tiempo; Seguridad frente a los suministros que se retrasen, ya que estos pueden no llegar a tiempo por distintos factores, así que los inventarios sirven como un colchón que puede utilizarse mientras llegan los distintos suministros; Beneficios en la compra de grandes cantidades, ya que en la gestión de compras en un nivel mayor de un ítem, el comprador conseguirá descuentos en el precio.

1.5.2.8.7. Programación de operaciones

Es aquel donde la planeación de la producción se realiza por adelantado en todos los niveles, y las unidades se promueven al siguiente nivel de la cadena productiva en cada nivel una vez terminada la producción.

²⁴ Andonegi, J. 2005; 12 de mayo de 2005; Evolución histórica de los sistemas erp: de la gestión de materiales; disponible desde internet en: <<http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r19487.PDF>>

En un sistema de empujar, el énfasis se hace en el uso de la información sobre clientes, proveedores y producción para la administración de los flujos de materiales. Se planea que los lotes de materias primas lleguen a la fábrica aproximadamente cuando se necesita para la fabricación de lotes de piezas y subensambles. Estos se fabrican y entregan al ensamble final aproximadamente cuando se requieren, y los productos terminados se ensamblan y embarcan aproximadamente cuando los clientes lo necesitan. Los lotes de materiales se empujan hacia las puertas traseras de las fábricas uno después del otro, lo que a su vez empuja a otros lotes a través de todas las etapas de la producción. Estos flujos de materiales se planean y controlan mediante una serie de programas de producción que indican cuando cada lote de cada producto e particular debe salir de cada una de las etapas de la producción. Se trata de un sistema de empujar: Fabrique la piezas y envíelas a donde se necesitan a continuación, o si no al inventario, empujando así al material a través de la producción de acuerdo con el programa.

En los sistemas de empujar, la capacidad de producir productos, cuando se han prometido a los clientes, depende de la precisión de los programas que, a su vez, dependen en gran medida de la precisión de la información de la demanda del cliente y de los tiempos de entrega.²⁵

1.5.2.8.8. Indicadores de gestión

Los indicadores de gestión son los que encargan de medir los avances físicos y financieros del proyecto, y así establecer una relación tiempo-costo, para facilitar la mantención del equilibrio que debe existir entre los gastos y las tareas ejecutadas respecto a lo programado. En este orden de ideas es necesario identificar una serie de índices e indicadores que ayuden a evaluar las acciones del proyecto a realizar y contrarrestar imprevistos. Este concepto enlaza la relación entre variables cuantitativas o cualitativas, a través de lo cual se puede observar la situación y las tendencias de cambio que presenta un fenómeno observado. Todo ello respecto de objetivos y metas previstas. Existen diferentes tipos de indicadores los operacionales y los financieros:

²⁵ NORMAN Gaither, GREG Frazier; Administración de Producción Y Operaciones; Pág. 251; Editorial: McGraw-Hill; año:2000

➤ **Indicadores operacionales**

El objetivo de los distintos indicadores operacionales es medir la calidad del trabajo realizado en la organización, los cuales pueden ser de productividad y de calidad técnica; los indicadores operacionales de productividad se basan en relacionar las actividades o trabajos realizados en el tiempo de los distintos operarios y su resultado final manifiesta la producción promedio por unidad de tiempo-operario; en cuanto a los indicadores operacionales de calidad técnica relacionan las actividades o trabajos realizados con los índices de eficiencia acordados o registrados en un periodo determinado. La información recolectada es de vital importancia para el ajuste, corrección y toma de decisiones en los procesos.

➤ **Indicadores financieros**

El análisis que se lleva a cabo a los estados financieros de una organización, tiene como objetivo la evaluación del desempeño tanto en la parte financiera como en la parte operacional de la empresa, además de apoyar a los administradores e inversionistas en la respectiva toma de decisiones. Es en este punto donde se relacionan dos cuentas con la finalidad de conocer información vital como lo es, la rentabilidad, la solvencia el endeudamiento entre otros, esta información nos da una visión del comportamiento de la organización además de sus tendencias a través del tiempo.

1.5.3. Marco conceptual

El proceso productivo que desarrolla AJC SERVICIOS S.A.S. se caracteriza por el uso de alguna terminología, la cual se definirá a continuación para una comprensión adecuada en la ejecución de las actividades en la organización.²⁶

Abrasión: Desgaste de una superficie determinada por un rayado continuo.

Acero: Metal producido a partir de la aleación del hierro y el carbono del 0,03 % al 2%.

“Aleación: *dos o mas metales, o metales y no metales, combinados por diversas razones para formar una sustancia denominada aleación.*”²⁷

²⁶ CRUZ, Cristóbal; Manual técnico para el desarrollo de actividades en Obras y Montajes S.A.S

“Aluminio: metal ligero, brillante, no magnético, que resiste la oxidación.”²⁸

Ángulos: Son productos en acero que se utilizan en la planta con el fin de la elaboración de la soporteria su longitud es de 600 centímetros.

Arco eléctrico: Es el área donde la electricidad se trasmite del electrodo a la pieza que se esta trabajando. El calor que se produce funde los metales base.

Biselado: Rectificado de los bordes de un material con el fin de convertirlos en una superficie angular frecuentemente en forma de letra V.

“Calibración: comparación de dos instrumentos o dispositivos de medición, con el fin de detectar, correlacionar o eliminar mediante ajuste cualquier discrepancia en la exactitud del instrumento.”²⁹

“Cementar: endurecer la superficie exterior del acero calentando y después templando.”³⁰

“Corte: las operaciones de corte incluyen punzando, perforado, acabado, mandrilado, recortado y rajado.”³¹

“Doblado: moldeo de materiales empleando un soporte de prensa y diversos dados o troqueles. La característica primaria que se produce es un ángulo de doblez.”³²

Extrusión: someter a un metal con un troquel para obtener una forma determinada

Equipo de soldadura eléctrica: fuente de poder que suministra la electricidad necesaria para producir la soldadura por arco.

“Fresado: proceso de maquina que elimina el metal con un cortador giratorio de múltiples dientes; cada diente del cortador elimina una pequeña cantidad de material. Hay diversos procesos de fresado y características que pueden fresarse.”³³

27 GRIFFITH, Gary; Manual del técnico de control de calidad; Pág. 545; Editorial: Prentice Hall; Año: 1997

²⁸ Ibid., p.545

²⁹ GRIFFITH, Gary; Manual del técnico de control de calidad; Pág. 546; Editorial: Prentice Hall; Año: 1997

³⁰ Ibid., p.546.

³¹ Ibid., p.555.

³² Ibid., p.555

³³ Ibid., p.553

Galvanizado: Proceso electroquímico por el cual se cubre un metal con otro, protegiendo la superficie del metal donde se realiza el proceso, el galvanizado más común es cubrir con una capa de Zinc el hierro.

Maquina Geka: Es una máquina que se describe como una estación de corte, punzonado, destijere de ángulos, platinas perfiles utilizados en la fabricación de las estructuras metálicas.

Punzonado: Termino relacionado con la operación de perforar, en nuestra situación se realiza a través de la Geka.

Soporte: Elemento en acero galvanizado de diferentes tamaños y diseños, cuya función principal es la de cargar antenas amplificadoras de señal para telefonía celular a distintas alturas en una torre de telecomunicaciones.

Templado: recalentamiento de acero endurecido a una temperatura por debajo de su intervalo de temperatura de transformación, seguido de un enfriamiento a la velocidad deseada.³⁴

“Torneado: maquina de superficie de revolución externa, cuando la pieza de trabajo esta girando y la herramienta de corte se mueve a lo largo del eje de la pieza de trabajo.”³⁵

Zunchos de acero: Se utilizan para reforzar, sujetar o cerrar elementos como cajas metálicas, largueros, tuberías, cables etc.

El siguiente marco conceptual esta fundamentado en los aspectos teóricos que se van a señalar en el proyecto:

“Actividad: una tarea o una subproyecto de un diagrama de PERT o CPM que sucede entre dos etapas o procesos.”³⁶

“Articulo: cualquier producto, subensamble, parte intermedia o parte comprada o manufacturada exclusiva o singular.”³⁷

³⁴ CRUZ, Cristóbal; Manual técnico para el desarrollo de actividades en Obras y Montajes S.A.S

³⁵ GRIFFITH, Gary; Manual del técnico de control de calidad; Pág. 554; Editorial: Prentice Hall; Año: 1997

³⁶ HEIZER, Jay; RENDER, Barry; Dirección de la producción; Pág. 341; Editorial: Pearson; Año: 1997

³⁷ FOGARTY, Donald; BLACKSTONE, John; HOFFMANN, Thomas; Administración de la producción e inventarios; Pág.924; Editorial: Compañía editorial continental S.A; Año:1997

“Biselado: Por lo general se refiere a un miembro para embalaje o carga con extremos o bordes cortados en ángulo distinto de 90 grados.”³⁸

“Cantidad de orden de pedido: técnica para fijar el tamaño de los lotes, en el cual el tamaño del lote será igual a los requerimientos netos para el número de pedido.”³⁹

“Capacidad: en un sentido general se refiere al volumen agregado de la carga de trabajo.”⁴⁰

“Carga planeada: horas estándar de trabajo requeridas por las ordenes de producción recomendadas por la planeación de requerimientos de materiales MRP.”⁴¹

“Cuello de botella: una operación que limita la producción en una secuencia productiva.”⁴²

“Demanda discontinua: patrón de demanda que se caracteriza por grandes demandas interrumpidas por periodos sin demanda, en oposición a demanda continua o uniforme.”⁴³

“Desagregación: el proceso de descomposición del plan agregado en un mayor detalle.”⁴⁴

“Diagrama de actividades múltiples: diagrama en el que se registran las respectivas actividades de varios objetos de estudio (operario, maquina o equipo) según una escala de tiempos común para mostrar la correlación entre ellos.”⁴⁵

“Estudio de métodos: registro y examen critico sistemático de los métodos existentes y proyectados de llevar a cabo un trabajo, como medio de idear y aplicar métodos más sencillos y eficaces y de reducir costos.”⁴⁶

³⁸ Norma técnica colombiana 2674 (Primera actualización); pág. 4; 1998

³⁹ FOGARTY, Donald; BLACKSTONE, John; HOFFMANN, Thomas; Administración de la producción e inventarios; Pág.927; Editorial: Compañía editorial continental S.A; Año:1997

⁴⁰ Ibid., p.927.

⁴¹ Ibid., p.928.

⁴² HEIZER, Jay; RENDER, Barry; Dirección de la producción; Pág. 341; Editorial: Pearson; Año: 1997

⁴³ GRIFFITH, Gary; Manual del técnico de control de calidad; Pág. 545; Editorial: Prentice Hall; Año: 1997

⁴⁴ HEIZER, Jay; RENDER, Barry; Dirección de la producción; Pág. 341; Editorial: Pearson; Año: 1997

⁴⁵ KANAWATY, George; Introducción al estudio del trabajo; Pág. 486; Editorial: Limusa; Año: 2002

⁴⁶ Ibid., p.487.

Efectividad: Es la relación que se basa entre los objetivos logrados y los alcanzados, permitiéndonos medir el grado de cumplimiento de estos.

“Eficiencia: horas estándar devengadas, divididas entre las horas reales trabajadas. La eficiencia para un periodo de tiempo dado se puede calcular para una maquina, un empleado, un grupo de maquinas, departamento, etcétera.”⁴⁷

Capacidad normal: es la utilización promedio de todos los elementos de la empresa que se necesitan para las actividades de la empresa en función del tiempo para responder a la demanda de pedidos.

“Estudio de métodos: registro y examen critico sistemático de los modos existentes y proyectados de llevar a cabo un trabajo, como medio de idear y aplicar métodos mas sencillos y eficaces y de reducir los costos.”⁴⁸

“Explosión de requerimientos: proceso de calcular, la demanda de los componentes de un articulo de una familia de productos multiplicando los requerimientos de un articulo de una familia de productos por la cantidad especificada de utilización de los componentes en la estructura de materiales.”⁴⁹

“Fiabilidad: la probabilidad de que un componente de una maquina o un producto funcionaran adecuadamente durante un razonable periodo de tiempo.”⁵⁰

Flujo continuo: Producción y movimiento continuo de lotes o artículos a la vez, en forma controlada siguiendo el lineamiento de los procesos en la organización.

“Inventario: productos almacenados o partes de servicio listos para la venta, a diferencia de los almacenados, que, por lo general, son componentes o materias primas.”⁵¹

⁴⁷ FOGARTY, Donald; BLACKSTONE, John; HOFFMANN, Thomas; Administración de la producción e inventarios; Pág.938; Editorial: Compañía editorial continental S.A; Año:1997

⁴⁸ KANAWATY, George; Introducción al estudio del trabajo; Pág. 487; Editorial: Limusa; Año: 2002

⁴⁹ FOGARTY, Donald; BLACKSTONE, John; HOFFMANN, Thomas; Administración de la producción e inventarios; Pág.942; Editorial: Compañía editorial continental S.A; Año:1997

⁵⁰ HEIZER, Jay; RENDER, Barry; Dirección de la producción; Pág. 342; Editorial: Pearson; Año: 1997

⁵¹ FOGARTY, Donald; BLACKSTONE, John; HOFFMANN, Thomas; Administración de la producción e inventarios; Pág.946; Editorial: Compañía editorial continental S.A; Año:1997

“Lote: cantidad producida al mismo tiempo y que comparte los mismos costos de producción y especificaciones.”⁵²

“Lista de materiales (BOM): Una relación de los componentes, su descripción y la cantidad necesaria de cada uno de ellos para producir una unidad de un producto.”⁵³

“Producción continua: esta tipificada por la producción continua de sólidos o líquidos a gran escala, por la producción en línea de piezas o componentes y por una línea de ensamblaje.”⁵⁴

“Programación: acción de crear un programa, como el plan maestro de producción, el programa del taller, el programa de mantenimiento, el programa de vendedores, etc.”⁵⁵

“Programación hacia adelante: supone que el aprovisionamiento de materiales y las operaciones se inician tan pronto como se conocen las necesidades.”⁵⁶

“Programación hacia atrás: una técnica de programación de taller en la que la última operación de una ruta de producción se programa en primer lugar.”⁵⁷

“Programación nivelada: mezclar productos de forma que la producción de cada día satisfaga la demanda de ese día.”⁵⁸

“Tiempo estándar: extensión de tiempo necesaria para preparar una máquina o una operación dada. Este tiempo se usa para determinar los requerimientos de máquinas y los requerimientos de trabajo. Asimismo, se utiliza como base para incentivos en las nóminas y en la contabilidad de costos.”⁵⁹

1.5.4. Marco legal y normativo

⁵² Ibid., p.948.

⁵³ HEIZER, Jay; RENDER, Barry; Dirección de la producción; Pág. 342; Editorial: Pearson; Año: 1997

⁵⁴ HARDING, Ha; Dirección de producción; Pág. 237; Editorial: Edaf; Año: 1982

⁵⁵ FOGARTY, Donald; BLACKSTONE, John; HOFFMANN, Thomas; Administración de la producción e inventarios; Pág.960; Editorial: Compañía editorial continental S.A; Año:1997

⁵⁶ HEIZER, Jay; RENDER, Barry; Dirección de la producción; Pág. 341; Editorial: Pearson; Año: 1997

⁵⁷ Ibid., p.341

⁵⁸ Ibid., p.341

⁵⁹ FOGARTY, Donald; BLACKSTONE, John; HOFFMANN, Thomas; Administración de la producción e inventarios; Pág.971; Editorial: Compañía editorial continental S.A; Año:1997

Norma ANSI Z359.1: Esta norma hace referencia a los requisitos para el uso, mantenimiento líneas de vida horizontales y verticales, arnés de cuerpo completo.

Norma CE EN 361 del Comité Europeo de Normalización: Hace referencia a las características técnicas, y especificaciones básicas que deben cumplir los distintos elementos de protección personal contra caídas utilizados e las diferentes actividades de instalación, mantenimiento, y montaje que brida la organización.

Norma Técnica Colombiana NTC 4066⁶⁰: La cual tiene como propósito la protección del personal contra accidentes de trabajo y enfermedades profesionales relacionadas con las actividades de soldaduras, corte y explosiones, guiando al personal operativo y administradores a las prácticas de trabajo seguro.

Norma técnica colombiana NTC 2290: electrodos revestidos para soldadura de aceros inoxidables.

Norma técnica colombiana NTC 2057: código para calificar el procedimiento para soldar y la habilidad del soldador.

Norma técnica colombiana NTC 4040: procedimientos de soldadura para el acero de refuerzo. Esta norma se debe usar en conjunto con las normas establecidas de construcción en general y es aplicable en toda la soldadura de acero de refuerzo, utilizando los procesos mencionados en el numeral 1.4, y efectuados como una parte de la construcción con concreto reforzado. cuando el acero de refuerzo esté soldado a elementos principales de acero estructural, se aplicarán al componente de acero estructural las disposiciones de la última edición de la norma ansi/aws.

Norma técnica colombiana ntc.2120: guía para la inspección de soldadura

⁶⁰ Icontec Internacional. 2011; Comités Técnicos de Normalización; disponible desde internet en: <<http://www.icontec.org.co/index.php?section=195>> [con acceso el 2 de octubre del 2012]

Mediante ensayos no destructivos. en este texto se usa el término "ensayos no destructivos - end" (ndt siglas en inglés) para identificar los métodos principales de inspección, que permiten evaluar soldaduras y materiales relacionados sin perjudicar su utilidad.

Norma técnica colombiana NTC 389/03: sistemas de puesta a tierra (spt)

Esta norma fue preparada por el comité técnico de normalización nacional 128 instalaciones eléctricas, en su grupo de trabajo de expertos en sistemas de puesta a tierra, con la intención de asistir a los ingenieros en la toma de decisiones, respecto a un tema que por su naturaleza ha permitido diversos enfoques. ante la importancia de los sistemas de puesta a tierra para la seguridad y el correcto funcionamiento de las instalaciones eléctricas, Icontec identificó la necesidad de desarrollar una norma técnica específica sobre este tema, que ha sido abordado parcialmente en otras normas como ntc 4552, ntc 2050, ntc 4628, ntc 4171, ntc 2155, ntc 2206 y el artículo 15 del reglamento técnico de instalaciones eléctricas (retie).

Norma técnica colombiana NTC 110: Guía para la inspección visual de soldaduras la información contenida en esta guía se aplica a las funciones y responsabilidades generales de inspectores visuales de soldadura, y es útil a aquellos que llevan a cabo sus deberes y responsabilidades definidas en códigos o especificaciones particulares.

2. DESARROLLO DEL PROYECTO

2.1. DIAGNOSTICO DE LA EMPRESA





A J C Servicios S.A.S según el artículo 2o de la ley 905 de 2004, está catalogada como una microempresa; ya que según lo dispuesto por dicha legislación, el número de trabajadores es inferior a diez y el valor de los activos totales de la compañía son inferiores a los 500 salarios mínimos legales vigentes. Además, su actividad económica se orienta a la transformación de las materias primas en productos más elaborados, que en el caso de la organización son los soportes para antenas de transmisión para telefonía celular, de modo que la compañía se cataloga como una empresa secundaria.

Desde sus inicios, esta organización ha participado en el mercado con un portafolio de productos que han sido desarrollados bajo procesos caracterizados por su naturaleza empírica y escasa fundamentación técnica; actualmente la empresa se basa en el conocimiento y habilidad del personal, producto de la experiencia adquirida en los últimos años, sumado con algunos estudios técnicos realizados en aras de mejorar el desempeño empresarial. En sus procesos operacionales no se tiene definido una política o estrategia para ejecutar su producción; el Administrador de operaciones a través de su conocimiento es quien da los lineamientos para desarrollar los procesos, dependiendo de las necesidades que se determinen desde el área administrativa.

2.1.1. Actividad de la empresa

La empresa guía su actividad a la fabricación y venta de soportes para antenas de transmisión para telefonía celular; además de contar con el servicio de transporte, instalación y mantenimiento de accesorios para las torres metálicas que se encuentran en las diferentes estaciones ubicadas a lo largo del territorio nacional; cuenta con clientes de alto posicionamiento en el mercado de las telecomunicaciones y obras civiles dedicados a la comercialización de los productos que principalmente distribuye AJC SERVICIOS SAS, motivo por el cual los estándares de calidad, las especificaciones del producto y la satisfacción del cliente se vuelven cada vez más exigentes. La gama de productos que manufactura la compañía es limitada, de modo que, trabaja específicamente en una serie de artículos que según sus requerimientos pueden ser elaborados en la planta operativa. El cuadro 3 describe el portafolio de productos que maneja la organización.

Cuadro 3. Portafolio de productos

PORTAFOLIO DE PRODUCTOS AJC SERVICIOS SAS	
SOPORTE RACK	SOPORTE MULTIFUNCIONAL
	
SOPORTE RF	SOPORTE MULTIFUNCIONAL
	

Fuente: los autores, 2013

El producto terminado es un soporte metálico sometido a diferentes especificaciones técnicas cuya finalidad es servir de punto de anclaje a elementos externos del módulo, como son, antenas omnidireccionales y sectoriales, microondas o radioenlaces entre otros. Antes del armado del soporte, los elementos que lo comprenden (ángulos, tubería, malla electrosoldada y platinas), deben ser sometidos a procesos de corte y perforación para las piezas que así lo requieran, de acuerdo con la información proporcionada por el cliente. Realizadas estas actividades el soporte se encuentra listo para el último proceso

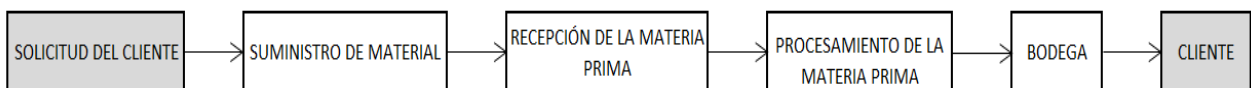
que es el de pintura, adquiriendo allí las propiedades finales necesarias para la resistencia a la corrosión atmosférica.

2.1.2. Características del sistema de producción actual

La estrategia de posicionamiento del producto que maneja AJC SERVICIOS SAS, se clasifica como fabricación contra- pedido (Make-to-order, MTO), tal como se aprecia en la figura 4 el proceso inicia con las órdenes de compra generadas por el cliente, seguido de una serie de gestiones de carácter administrativo como son: cotizaciones, elaboración de presupuestos, requerimientos, estipulación de plazos de entrega y formas de pago; estas condiciones son analizadas por la administración, específicamente por el subgerente el cual asigna las distintas tareas para comenzar con las actividades necesarias durante un periodo de tiempo determinado y así cumplir con las especificaciones establecidas entre las partes. A continuación se describe las características del sistema de producción que se desarrolla actualmente en la empresa:

- La diversidad de materia prima es limitada.
- Los productos antes de su fabricación son vendidos por catalogo.
- El tiempo de entrega pactado con los clientes es proporcional al tiempo de fabricación.
- Los inventarios de productos finales son nulos.

Figura 4. Sistema de producción



Fuente: los autores, 2013

2.1.3. Caracterización y comunicación con los clientes:

Los clientes son los consumidores de los productos que la empresa AJC SERVICIOS S.A.S coloca en el mercado. Estas entidades consumen los productos de las operaciones de la organización, y se denominan como “clientes industriales” ya que estas son empresas constituidas. Las formas de comunicación para realizar las negociaciones con los clientes generalmente son por correo electrónico, donde el cliente

suministra las especificaciones técnicas, cantidades, tiempos de entrega y diferentes condiciones para luego ser examinadas y llegar a un acuerdo comercial estipulado en un contrato.

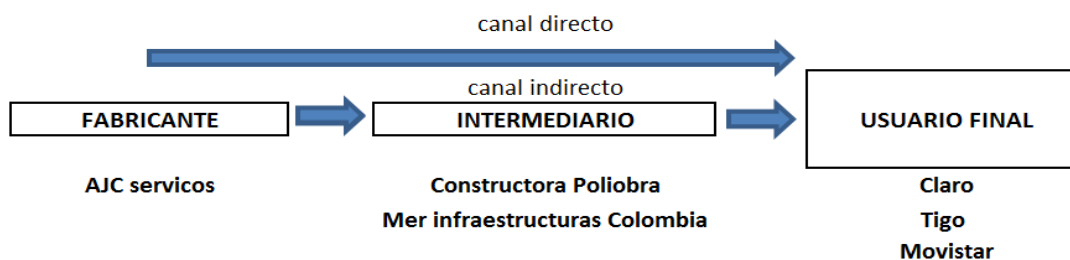
2.1.3.1. Canales de distribución

En la actualidad la empresa maneja dos tipos de canales de distribución como se describe mediante un esquema en la figura 5:

Canal directo: en este tipo de canal la empresa comercializa de manera directa su producto con el consumidor final, es la forma de negocio que más busca la empresa⁶¹ en términos de beneficio económico ya que no se maneja intermediarios en la negociación. Una de las metas que tiene la organización es la de comercializar sus productos sus productos de manera directa con empresas de alto posicionamiento en el país como son Tigo, Movistar y Claro.

Canal indirecto: es el tipo de canal que en promedio más se utiliza, en este la empresa maneja varios intermediarios quienes facilitan las ventas encontrando diferentes clientes y ayudando a establecer tratos comerciales.

Figura 5. Canales de distribución



Fuente: los autores, 2013

2.1.4. Áreas funcionales

La empresa AJC SERVICIOS SAS desarrolla sus actividades en una bodega situada en la localidad de Engativá, dispuesta en arrendamiento con un canon mensual de

⁶¹Entrevista realizada al Gerente General de "AJC SERVICIOS S.A.S."

\$2.850.000. Esta bodega consta de un área de 231 mts² donde aproximadamente 200 mts² corresponden a la zona de producción, y el área cuadrada restante corresponde a la superficie situada para las oficinas. En la estructura actual de la organización no hay una distribución de equipos y áreas de trabajo bien definidas que correspondan a criterios técnicos, según el tipo de productos y operaciones que se desarrollan. No obstante de manera informal se han ido conformando zonas de trabajo por actividades, en la figura 6 se presenta un esquema de dichas zonas.

Figura 6. Esquema de la planta



Fuente: los autores, 2013

Las actividades de la empresa se desarrollan en las siguientes áreas de trabajo:

- *Área de corte:* El material requerido llega a esta sección donde es medido de acuerdo con el diseño estipulado en los planos suministrados por el cliente y los requerimientos de la estructura que se va a elaborar; las dimensiones del material

son tomadas con un instrumento de medición 'flexometro' y luego la materia prima es cortada con una tronadora de acuerdo con las dimensiones ya establecidas; en caso de ser necesario hacer algún tipo de destijere o un corte que sea demasiado prolongado, se opera una pulidora de mano con un disco adecuado para ejecutar la operación.

- *Área de perforación:* En esta sección se lleva a cabo el proceso de perforado de los materiales requeridos y que son de gran espesor, primero se trazan las piezas con un gramil para determinar el eje principal y luego se centropuntean estableciendo así el punto final de perforado, el cual, mediante una maquina GEKA que ejerce presión sobre un punzón generando así los agujeros en el metal, teniendo en cuenta las medidas específicas ya suministradas y dependiendo del elemento que se esté fabricando.
- *Área de soldadura:* Las piezas son soldadas para sus respectivas uniones de acuerdo con el diseño del soporte, siguiendo un proceso de aplicación de soldaduras eléctrica o MIG, para luego ser inspeccionado determinando así la calidad de los cordones aplicados en el material, este proceso es ejecutado por una persona con los conocimientos requeridos en el tema y el manejo adecuado de las herramientas; si la fabricación del producto requiere pulir algún elemento o soldadura, la actividad se llevara a cabo en esta área de trabajo utilizando una pulidora manual con un disco adecuado para ejecutar la operación.
- *Área de pintura:* En esta sección se prepara un acondicionador de superficies metálicas el cual es aplicado a las piezas que conforman el producto final, utilizando una pistola neumática que emplea la presión del aire ejercida por un compresor; mediante este proceso las diferentes estructuras metálicas son cubiertas con varias capas finas de la base especial, cuya función es actuar como un inhibidor de la oxidación para protección del producto terminado y sus respectivos accesorios como son la tornillería, pernos, abrazaderas, tuercas, platinas, etc.
- *Área administrativa:* Desde esta área se dan los lineamientos para el desarrollo de las actividades realizadas en la compañía, la toma de decisiones, el avance del proceso productivo, la comercialización y distribución de los productos entre otras.

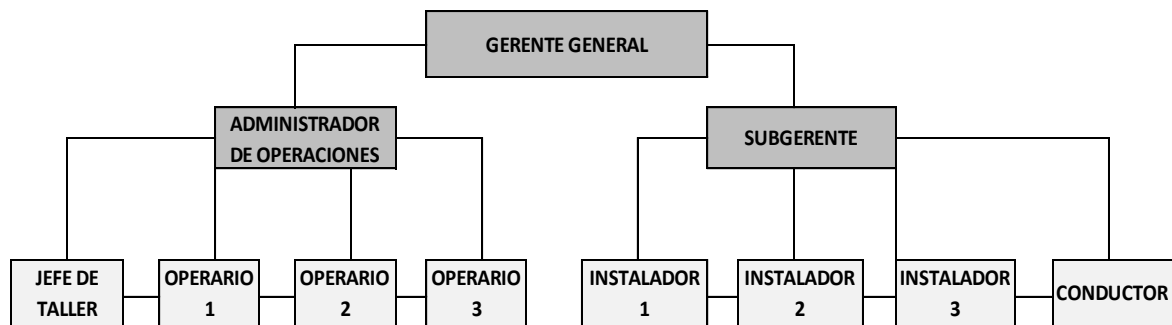
2.1.5. Recurso humano

La empresa cuenta con 9 integrantes que hacen parte de la nomina fija de la empresa, el personal esta sujeto a cambios dependiendo del nivel de actividad, en ocasiones se

realizan contrataciones de periodos cortos para cumplir con las tareas específicas que se necesitan en su momento.

En la figura 7 se muestra el organigrama actual de la empresa

Figura 7. Organigrama de la empresa



Fuente: los autores, 2013

A continuación se detalla de manera general las funciones de cada cargo expuesto en el organigrama:

- *Gerente general:* Esta persona dirige, coordina y dictamina las actividades principales en la organización en cuanto a planes, metas y presupuestos, además es quien se encarga de las gestiones comerciales de la empresa.
- *Subgerente:* Es la persona encargada de la gestión financiera de la empresa, las relaciones con los proveedores y está atento a imprevistos que impidan el funcionamiento de las actividades normales de la empresa, atento tanto a las líneas de producción como de personal que intervienen en ella.
- *Administrador de operaciones:* Participa en la toma de decisiones de la organización y vigila el proceso productivo, pero su función principal se encuentra en la etapa final del producto después de su fabricación y es la de organizar la gestión para instalar los productos en los puntos asignados por el cliente.
- *Jefe de taller:* Esta persona interviene en todos los procesos de las líneas de producción, además de estar a cargo del correcto funcionamiento de planta, de que

se cumpla el plan de trabajo establecido, revisa el desempeño del personal así como el de la maquinaria.

- *Operarios:* Son operarios con experiencia en la empresa, tiene la capacidad de intervenir en todos los procesos de la línea de producción y están al tanto de su correcto funcionamiento.
- *Instalador:* Son personas con experiencia en trabajos de altura, su principal actividad es la de instalar los soportes en campo, producidos en la empresa; dedican cuatro días de la semana a la tarea mencionada, los restantes días laborales (2 días) los dedican a las labores operativas de la planta, ya que tienen conocimientos básicos de la funciones para intervenir en el proceso de producción.
- *Conductor:* Su función en la organización es transportar materiales, personal, accesorios y todos aquellos elementos necesarios para el funcionamiento operativo de la compañía.

2.1.5.1. Turnos de trabajo

La empresa maneja un horario laboral normal que consta de 8:00 am a 5:00 pm distribuido de tal forma como se muestra en el cuadro 4, el cual indica los horarios de ingreso, hora de almuerzo, y hora de salida. En la semana, se trabaja de lunes a sábado, a excepción del área productiva en la que se manejan 5 días laborales por semana que normalmente son de lunes a viernes.

Teniendo en cuenta que la empresa trabaja tanto en la producción de soportes como en la instalación de los mismos, se identifican la siguiente forma de trabajo en función de los días laborados por semana, dedicados al proceso meramente productivo:

- Jefe de taller: 5 días a la semana
- Auxiliar 1: 5 días a la semana
- Auxiliar 2: 5 días a la semana
- Auxiliar 3: 5 días a la semana
- Instalador 1: 2 días a la semana

- Instalador 2: 2 días a la semana

Cuadro 4. Horario de la jornada normal

Jornada	Horario	Total horas
Jornada normal	8:00 am - 12:30 am	4,5 horas
	1:30 pm - 5:00 pm	3,5 horas
Total día		8 horas

Fuente: los autores, 2013

Debido a la ausencia de especialización del trabajo en la empresa, los trabajadores dedican el tiempo de una jornada normal a realizar las actividades para la fabricación de los distintos productos de manera aleatoria, así que, si los requerimientos del producto solicitan que en determinado día de trabajo el área de corte sea la necesaria para cumplir con los procesos solicitados para una producción determinada, los tiempos disponibles para esta área sean de 8 horas máximo para una jornada normal, y así mismo, para el resto de los centros de trabajo de acuerdo a la información que suministra el cuadro 5.

Cuadro 5. Jornada por áreas

Tiempos de turno por áreas					
Jornada	Corte	Plasma	Perforado	Soldadura	Pintura
Jornada normal	8	8	8	8	8

Fuente: los autores, 2013

2.1.6. Materia prima

Las materias primas utilizadas en el proceso de fabricación de los productos manejados por la compañía, comprenden en general, aceros tipo ángulo, tipo platina, tubería de conducción y malla electro soldada; que obedecen a especificaciones que solicita el cliente, además de cumplir con las diferentes normas técnicas que cubren aspectos importantes como son la tensión, composición química y grado de soldabilidad, con el

propósito de que dichos materiales respondan al manejo que se les va a dar en la cadena productiva y que el producto final cumpla con las especificaciones requeridas.

La llegada de materia prima a la empresa esta coordinada por el “administrador de operaciones” quien realiza las solicitudes a los diferentes proveedores y gestiona la forma de llegada de material. El año anterior se realizaron dos devoluciones por defectos de material y especificaciones que no correspondían a lo solicitado⁶²; sin embargo el área de producción maneja conformidad en relación con las actividades de sus proveedores, argumentando que responden a las exigencias de operatividad que requiere la empresa⁶³. Las directivas evidencian que en algunas ocasiones se presentaron defectos en algunos materiales, motivo por el cual se retraso la producción mientras se realizaban las actividades de devolución sin embargo este evento no es persistente y ante esto la alta gerencia no creo ninguna medida para el control de calidad de los materiales que ingresan a la planta.

2.1.6.1. Especificaciones de material

Angulo de 2” o 3” x 3/16: También llamados ángulos de alas iguales, son aceros muy utilizados en construcción de edificaciones, puentes señalización y en el caso de la empresa AJC Servicios S.A.S es comúnmente empleado para la fabricación de los soportes, donde los ahorros en peso y la resistencia a la corrosión atmosférica son muy importantes.

Platina de 2” o 3” x 3/16: Son aceros planos que han sido laminados en caliente a temperaturas de 800 a 900 grados centígrados, con características muy importantes en cuanto a resistencia a la corrosión atmosférica y grado de soldabilidad.

Tubería de conducción de 3” o 3”x ½”: Esta es una tubería procesada en frio a partir de flejes de lámina de acero, la cual es rolada en caliente y se somete a soldaduras por inducción de alta frecuencia, además la calidad se comprueba por medio de pruebas hidrostáticas controladas avalando la aplicabilidad del producto.

Malla electrosoldada: Son mallas prefabricadas formadas por aceros trefilados de gran resistencia, corrugados longitudinales y transversales, colocados mediante un proceso de electrosoldaduras los cuales forman ángulos rectos.

⁶² Datos suministrados por el área administrativa de “AJC SERVICIOS S.A.S.”

⁶³ Entrevista realizada al Gerente General de “AJC SERVICIOS S.A.S.”

De acuerdo con los procesos necesarios para la transformación de las distintas materias primas que se requieren en la fabricación de los soportes, el cuadro 6 describe la maquinaria necesaria para la realización de las distintas tareas.

Cuadro 6. Maquinaria de planta

MAQUINA	CANTIDAD	FUNCION	SECCION
EQUIPO DE PLASMA	1	Su funcion principal en el proceso es realizar correderas según el diseño del producto	MECANIZADO CON PLASMA
ESMERIL	1	Su funcion es debastar rebabas presentes en elementos requeridos en una operación.	CORTE
COMPRESOR	1	Suministra la presion de aire necesaria para realizar actividades de pintura y remosion de basuras en una herramienta determinada.	PINTURA
MAQUINA GEKA	1	Maquina multifuncional para realizar cortes y perforaciones en materiales de gran espesor y a gran escala	PERFORADO
TALADRO DE ARBOL	1	Se utiliza para perforar los distintos aceros	PERFORADO
EQUIPO DE SOLDADURA ELECTRICA	1	Equipo necesario para realizar el proceso de soldadura en la organizacion	SOLDADURA
EQUIPO DE SOLDADURA MIG	1	Equipo necesario para realizar el proceso de soldadura en la organizacion	SOLDADURA
PULIDORA	2	Se requiere para pulir soldaduras presentes en las uniones de los diferentes dispositivos.	SOLDADURA

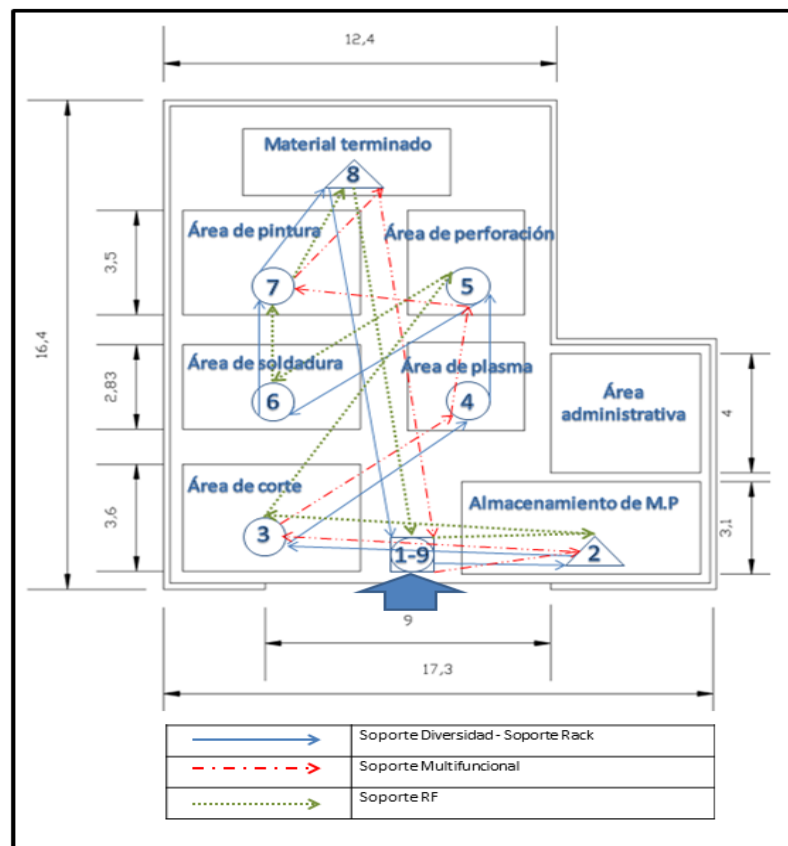
Fuente: los autores, 2013

2.1.7. Diagrama de recorridos

A continuación, (figura 8) se presenta la trayectoria detallada del movimiento de materiales en su proceso de transformación para culminar en el producto final. La materia prima es descargada en el “área de descarga” donde se realizan las tareas de recepción e inspección, luego pasa a la zona de almacenamiento donde se selecciona el material dependiendo de la tarea que se va a desarrollar y parte a la zona de producción para su respectiva transformación. El producto final es dejado en el área de “bodega” listo para que en su momento sea trasladado a “despacho” y termine su proceso al interior de la empresa; De acuerdo a esto, para que el movimiento de materiales tenga una tendencia progresiva y un orden determinado, y así cumplir con el proceso productivo para cada uno de los soportes elaborados en AJC Servicios SAS, se determinan las rutas que se describen en la figura 9.

Figura 8. Diagrama de hilos del recorrido del producto en la bodega

Medidas: Mts



Fuente: los autores, 2013

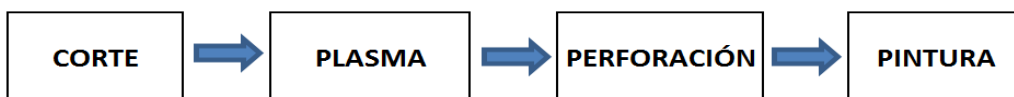
Figura 9. Rutas de producción

Ruta 1



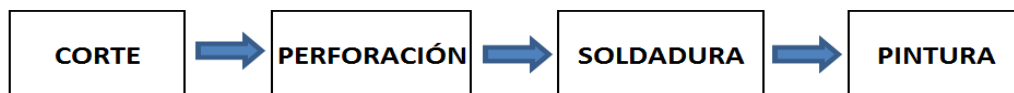
La ruta 1 corresponde a soporte Rack y soporte de diversidad.

Ruta 2



La ruta 2 corresponde al soporte multifuncional.

Ruta 3



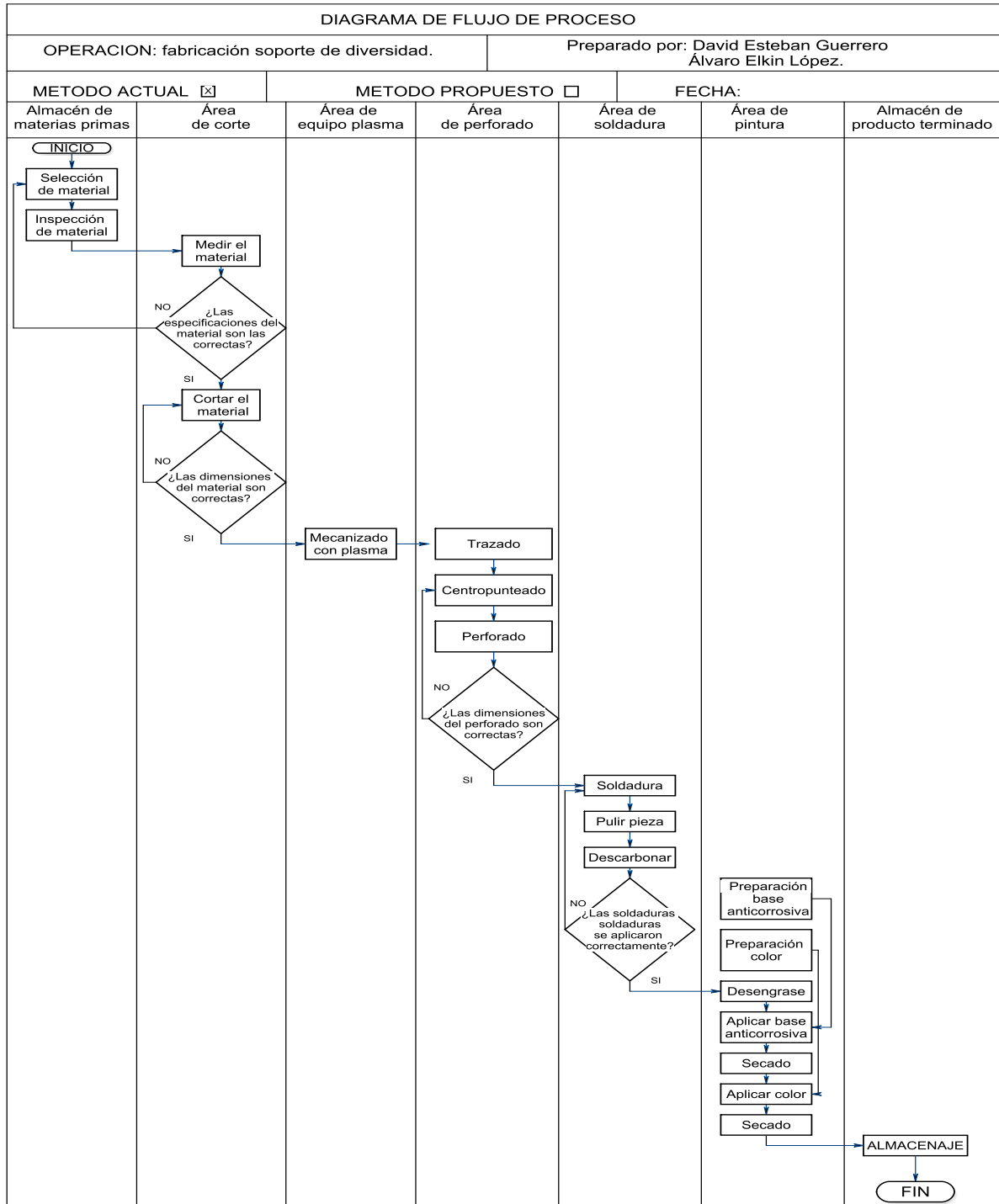
La ruta 3 corresponde a soporte RF

Fuente: los autores, 2013

2.1.8. Levantamiento de procesos

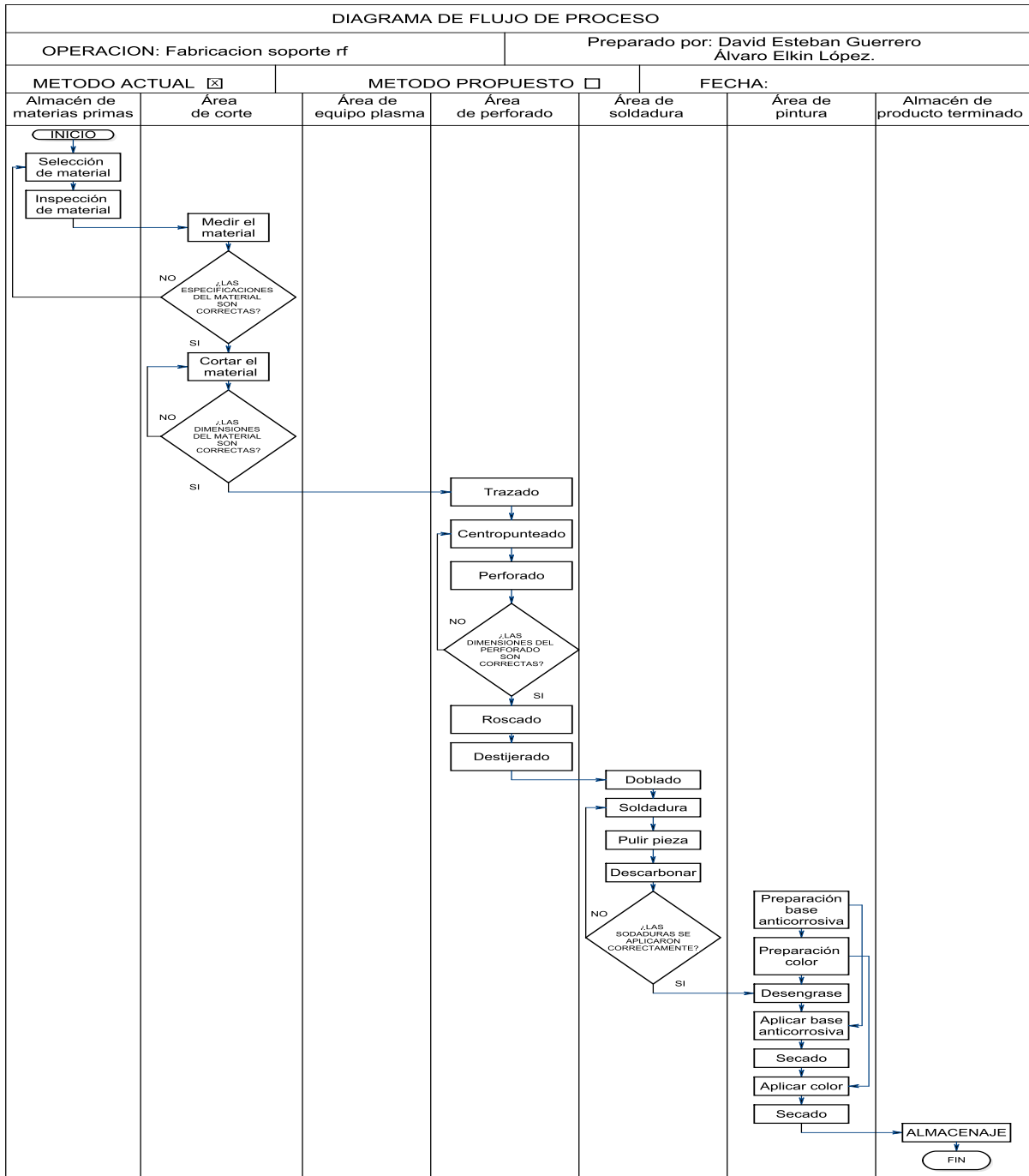
Se realizó el levantamiento del proceso, describiendo las actividades necesarias y la secuencia de ensamble que maneja la organización para la fabricación de sus productos; el propósito de las operaciones y los procesos de transformación de las materias primas son plasmados en diagramas de flujo según lo expresan los cuadros 7, 8, 9, y 10, los cuales, muestran los procesos críticos que son necesarios para la producción de los soportes RF, Multifuncional, de Diversidad, y Rack portacables. Además, debido a las características de los productos, los procesos críticos para la transformación de las materias primas se vuelven comunes en algunos de ellos, estos procesos son llamados e implementados dentro de la organización en forma ascendente como: Proceso de corte, proceso de perforado, proceso de soldadura, y proceso de pintura.

Cuadro 7. Diagrama de flujo “soporte de diversidad”



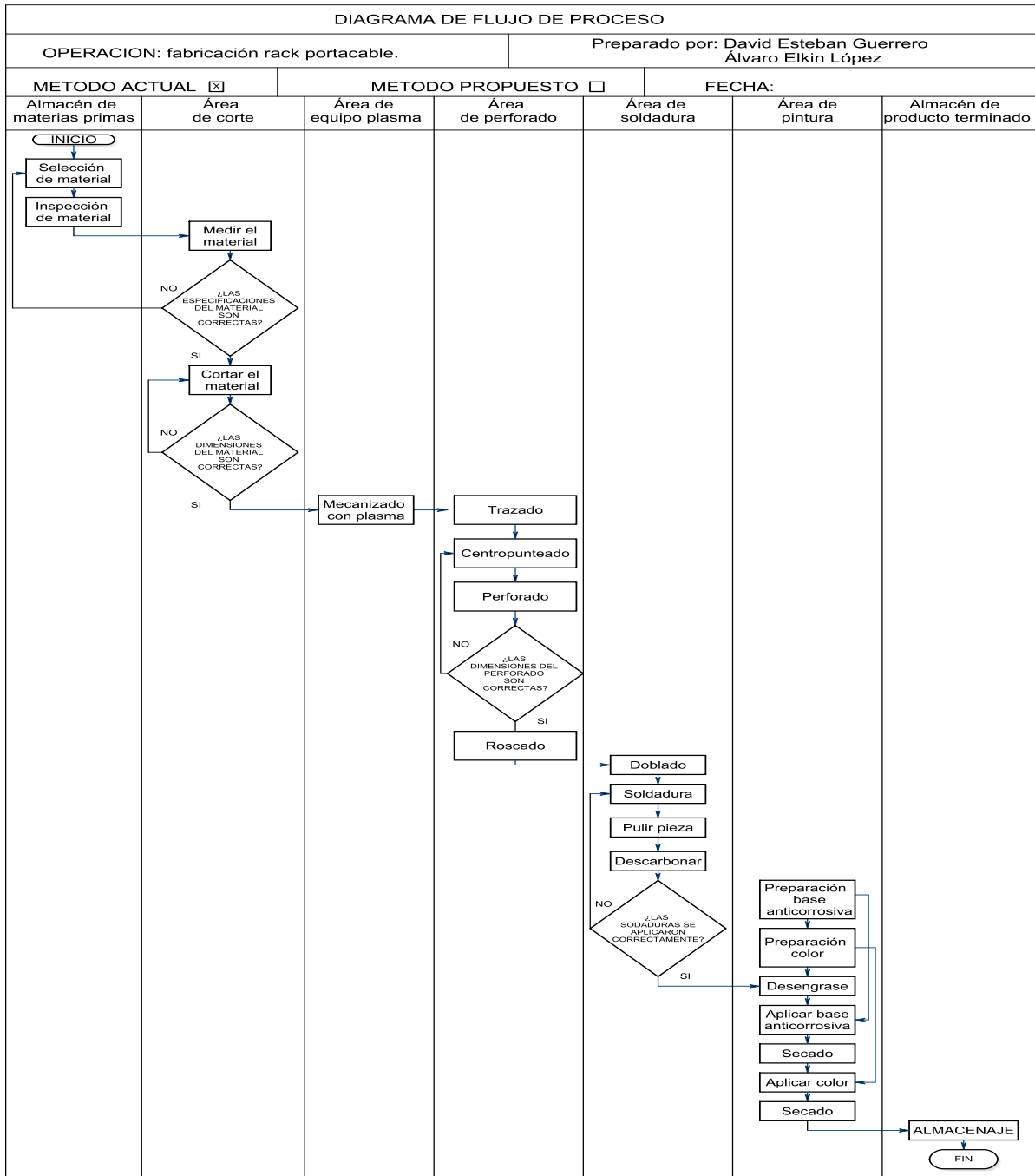
Fuente: los autores, 2013

Cuadro 8. Diagrama de flujo “soporte rf”



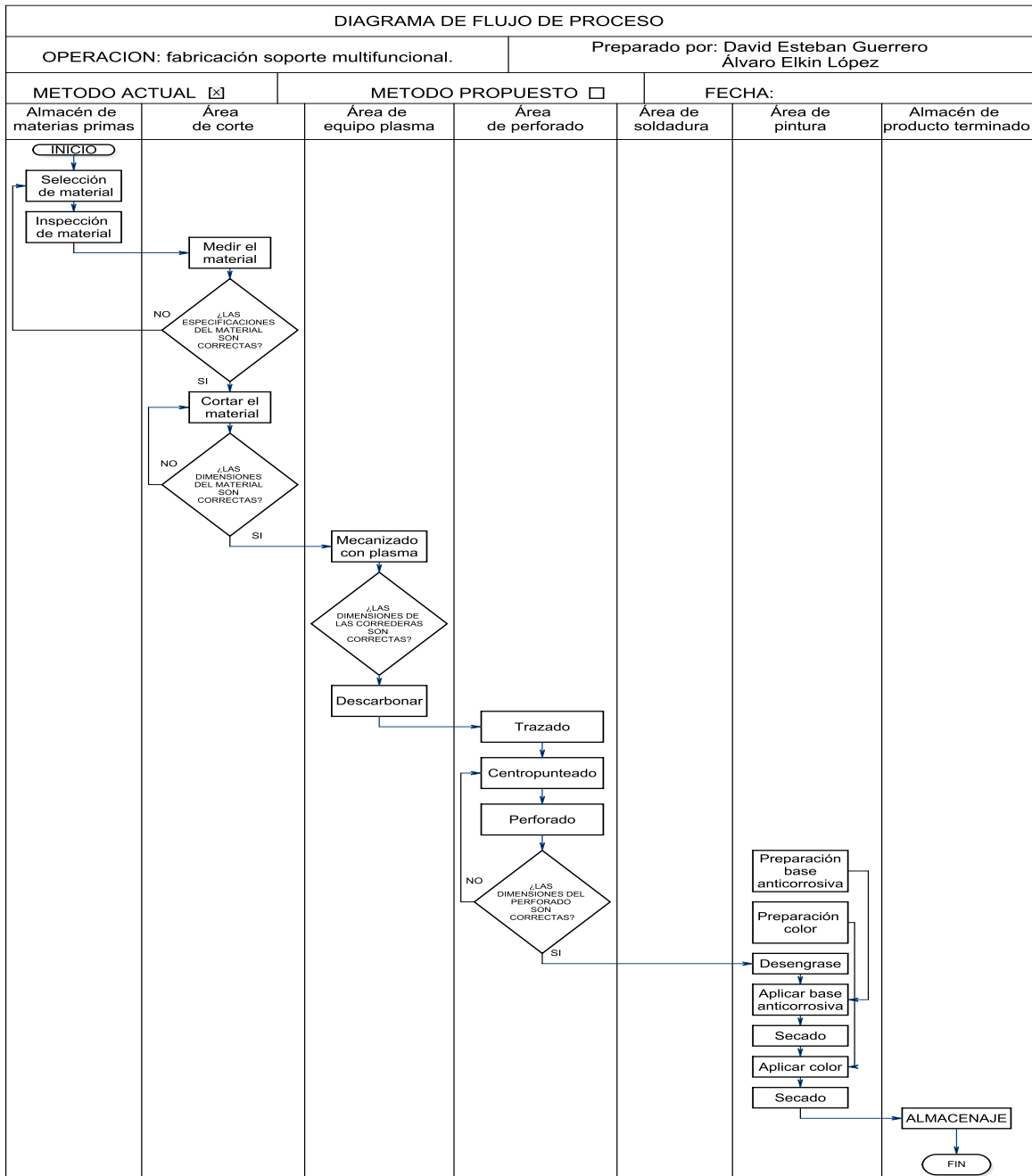
Fuente: los autores, 2013

Cuadro 9. Diagrama de flujo “rack portacable”



Fuente: los autores, 2013

Cuadro 10. Soporte multifuncional



Fuente: los autores, 2013

La importancia de definir el propósito de las operaciones como se señaló anteriormente con los diagramas de flujo, es tan importante como especificar la interacción de diferentes actividades, definiendo así los procesos necesarios para el manejo de la información, la transformación de materias primas y la disposición del producto final; en este punto se convierten elementos de entrada en resultados, esto se evidencia a continuación en los cuadros 11, 12, y 13 donde se definen procesos necesarios para el manejo de la información, suministros de material y recepción de materia prima.

2.1.9. Caracterización de procesos

Cuadro 11. Caracterización del proceso de solicitud del cliente

PROCESO: Solicitud del cliente					
ACTIVIDAD	RESPONSABLE	ENTRADA	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	TIEMPO ESTIMADO DE LA ACTIVIDAD	SALIDA
Recibir la solicitud del cliente	Gerente general ó Subgerente	especificaciones del producto	Se recibe la especificaciones del producto en documento físico o correo electrónico y se acuerdan las condiciones del negocio.	30 min	Especificaciones del producto al área de producción. (medio: verbal o documento)

Fuente: los autores, 2013

Cuadro 12. Caracterización del proceso de suministro de material

PROCESO: suministro de material					
ACTIVIDAD	RESPONSABLE	ENTRADA	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	TIEMPO ESTIMADO DE LA ACTIVIDAD	SALIDA
Evaluar la solicitud de materiales	Administrador de operaciones	Especificaciones del producto	El administrador de operaciones recibe la solicitud, revisa los materiales disponibles en bodega y hace el listado de materiales	60 min	Lista de materiales. (medio: documento)
Compra de materiales	Administrador de operaciones y conductor	Lista de materiales y medios de pago	El administrador de operaciones se dirige a los puntos de compra (proveedores) y es el encargado de llevar el material a la empresa	8 horas	Materiales solicitados

Fuente: los autores, 2013

Cuadro 13. Caracterización del proceso de recepción de la materia prima

PROCESO: recepción de la materia prima					
ACTIVIDAD	RESPONSABLE	ENTRADA	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	TIEMPO ESTIMADO DE LA ACTIVIDAD	SALIDA
Descargar la materia prima	Administrador de operaciones y auxiliares de taller	Materiales solicitados	Los auxiliares descargan el material solicitado y lo disponen en el almacén de materias primas.	30 min	materiales solicitados
Selección de material	jefe de taller	Materiales solicitados	De acuerdo a órdenes verbales los materiales son organizados según sus especificaciones en estantes adecuados para su almacenaje	30 min	materiales solicitados

Fuente: los autores, 2013

Seguido a estas especificaciones donde empieza el sistema productivo de la organización, se caracterizan los procesos de fabricación del portafolio de productos de la empresa, como se define en los cuadros 14, 15, 16, 17 y 18, donde se especifica la transformación de materias primas según los requerimientos para cada una de las referencias y la disposición del producto final. Esta caracterización de procesos describe claramente el flujo de materiales necesario para la obtención de los productos y el manejo operativo que se le da para llegar a tal fin.

Cuadro 14. Caracterización del proceso de fabricación del Soporte de diversidad

PROCESO: procesamiento de la materia prima, para la fabricación del soporte de diversidad													
ACTIVIDAD	RESPONSABLE	ENTRADA				DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	Te (horas)	SALIDA					
		Descripción	Unidad	Dimension	Cantidad			Descripción	Unidad	Dimension	Cantidad	Sobramte /mt-mts ³	
CORTE DE MATERIAL	Jefe de taller y administrador de operaciones	Acero tipo angulo 3" x 3/16	mts	6	2	La materia prima es cortada de acuerdo a los requerimientos de diseño, estipulados en los planos suministrados por el cliente.	0,39	Materia prima dispuesta para ensamblar las diferentes partes del soporte.	Acero tipo angulo 3" x 3/16	mts	1,1	4	3,7
		Acero tipo angulo 3" x 3/16	mts	1,5	2								
		Acero tipo angulo 3" x 3/16	mts	0,9	1								
		Acero tipo tubería de conducción 3" x 1/2"	mts	2	3				X				
		Malla electrosoldada, en lamina.	mts ²	2	1				X				
		Acero tipo platina 3" x 3/16	mts	6	1				3,9				
MECANIZADO CON PLASMA	Jefe de taller	Acero tipo angulo 3" x 3/16	mts	1,1	4	Al acero tipo angulo se le realizan varias perforaciones tipo corredera según las medidas estipuladas en los planos.	0,19	Materia prima dispuesta para ensamblar la plataforma de descanso y el cabezal del soporte.	Acero tipo angulo 3" x 3/16	mts	1,1	4	X
		Acero tipo platina 3" x 3/16	mts	0,35	6				Acero tipo platina 3" x 3/16	mts	0,35	6	
PERFORADO	Jefe de taller y auxiliar	Acero tipo angulo 3" x 3/16	mts	1,5	2	Los aceros son perforados de acuerdo a las medidas estipuladas en los planos.	0,86	Materia prima dispuesta para ensamblar la plataforma de descanso y el cabezal	Acero tipo angulo 3" x 3/16	mts	1,5	2	X
		Acero tipo platina 3" x 3/16	mts	0,35	6				Acero tipo platina 3" x 3/16	mts	0,35	6	
SODADURA	Jefe de taller	Acero tipo angulo 3" x 3/16	mts	1,1	4	Los aceros son unidos según el diseño de la estructura, en un proceso de soldadura Mig o electrica.	1,00	Plataforma de descanso y cabezal del soporte terminados.	Plataforma de descanso	x	x	1	X
		Acero tipo angulo 3" x 3/16	mts	1,5	2				Cabezal del soporte	x	x	1	
		Acero tipo angulo 3" x 3/16	mts	0,9	1								
		Acero tipo platina 3" x 3/16	mts	0,35	6								
		Malla electrosoldada en lamina	mts ²		1								
PINTURA	Auxiliar	Plataforma de descanso	Unidad	x	1	Las partes que componen el soporte son cubiertas con un acondicionador de superficies metalicas y una base de color.	4,68	Soporte de diversidad	Plataforma de descanso	Unidad	x	1	
		Cabezal del soporte	Unidad	x	1				Cabezal del soporte	Unidad	x	1	
		Acero tipo tubería de conducción	mts	2	3				Acero tipo tubería de conducción	mts	2	3	

Fuente: los autores, 2013

Cuadro 15. Caracterización del proceso de fabricación del soporte RF

PROCESO: procesamiento de la materia prima, para la fabricación del soporte RF														
ACTIVIDAD	RESPONSABLE	ENTRADA				DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	Te (horas)	SALIDA						
		Descripcion	Unidad	Dimension	Cantidad			Descripcion	Unidad	Dimension	Cantidad	Sobramte /mt-mts*		
CORTE DE MATERIAL	Jefe de taller	Acero tipo angulo 3'' x 3/16	mts	6	1	La materia prima es cortada de acuerdo a los requerimientos de diseño, estipulados en los planos suministrados por el cliente.	0,24	Materia prima dispuesta para ensamblar las diferentes partes del soporte.	Acero tipo angulo 3'' x 3/16	mts	0,4	4	2,4	
		Acero tipo angulo 3'' x 3/16	mts	1	2									
		Acero tipo tubería de conducción 3''/1/2''	mts	6	1				Acero tipo tubería de conducción 3''/1/2''	mts	1	1	5	
PERFORADO	Jefe de taller y auxiliar	Acero tipo angulo 3'' x 3/16	mts	0,4	4	Los aceros son perforados de acuerdo a las medidas estipuladas en los planos.	x	Materia prima dispuesta para ensamblar el cuerpo principal del soporte	Acero tipo angulo 3'' x 3/16	mts	0,4	4		
		Acero tipo angulo 3'' x 3/16	mts	1	2				Acero tipo angulo 3'' x 3/16	mts	1	2		
ROSCADO	Auxiliar	Acero tipo angulo 3'' x 3/16	mts	0,4	4	Las perforaciones son repasadas con un macho según las dimensiones requeridas		Materia prima dispuesta para ensamblar el cuerpo principal del soporte	Acero tipo angulo 3'' x 3/16	mts	0,4	4		
			mts	1	2				Acero tipo angulo 3'' x 3/16	mts	1	2		
DESTIJERADO	Auxiliar	Acero tipo angulo 3'' x 3/16	mts	0,4	2	Los aceros son destijerados de acuerdo a las condiciones de diseño del soporte.	1,00	Materia prima dispuesta para ensamblar el cuerpo principal del soporte	Acero tipo angulo 3'' x 3/16	mts	0,4	2		
		Acero tipo angulo 3'' x 3/16	mts	1	2				Acero tipo angulo 3'' x 3/16	mts	1	2		
DOBLADO	Auxiliar	Acero tipo angulo 3'' x 3/16	mts	0,4	2	Los aceros son doblados según las especificaciones de diseño del producto		Materia prima dispuesta para ensamblar el cuerpo principal del soporte	Acero tipo angulo 3'' x 3/16 doblado	mts	0,4	2		
		Acero tipo angulo 3'' x 3/16	mts	1	2				Acero tipo angulo 3'' x 3/16 doblado	mts	1	2		
SODADURA	Jefe de taller	Acero tipo angulo 3'' x 3/16 doblado	mts	0,4	2	Los aceros son unidos según el diseño de la estructura, en un proceso de soldadura Mig o eléctrica	0,81	Cuerpo principal del soporte RF	Acero tipo angulo 3'' x 3/16 doblado/soldado	mts	0,4	2		
		Acero tipo angulo 3'' x 3/16 doblado	mts	1	2				Acero tipo angulo 3'' x 3/16 doblado/soldado	mts	1	2		
PINTURA	Auxiliar	Acero tipo angulo 3'' x 3/16 doblado/soldado	mts	0,4	2	Las partes que componen el soporte son cubiertas con un acondicionador de superficies metálicas y una base de color.	4,40	Soporte rRF terminado	Acero tipo angulo 3'' x 3/16 doblado/soldado	mts	0,4	2		
		Acero tipo angulo 3'' x 3/16 doblado/soldado	mts	1	2				Acero tipo angulo 3'' x 3/16 doblado/soldado	mts	1	2		
		Acero tipo angulo 3'' x 3/16	mts	0,4	4				Acero tipo angulo 3'' x 3/16	mts	0,4	4		
		Acero tipo tubería de conducción 3''/1/2''	mts	1	1				Acero tipo tubería de conducción 3''/1/2''	mts	1	1		

Fuente: los autores, 2013

Cuadro 16. Caracterización del proceso de fabricación del Soporte rack

PROCESO: procesamiento de la materia prima, para la fabricación del RACK portacable													
ACTIVIDAD	RESPONSABLE	ENTRADA				DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	Te (horas)	SALIDA					
		Descripción	Unidad	Dimension	Cantidad			Descripción	Unidad	Dimension	Cantidad	Sobramente /mt-mts²	
CORTE DE MATERIAL	Jefe de taller y administrador de operaciones	Acero tipo angulo 3'' x 3/16''	mts	6	14	La materia prima es cortada de acuerdo a los requerimientos de diseño, estipulados en los planos suministrados por el cliente.	0,99	Materia prima dispuesta para ensamblar las diferentes partes del soporte.	Acero tipo angulo 3'' x 3/16''	mts	2	40	4
		Acero tipo angulo 2'' x 3/16''	mts	6	9				Acero tipo angulo 2'' x 3/16''	mts	0,5	100	5
		Acero tipo platina 3/4'' x 3/16''	mts	6	7				Acero tipo platina 3/4'' x 3/16''	mts	0,35	120	x
		Acero tipo platina 3'' x 3/16''	mts	6	2				Acero tipo platina 3'' x 3/16''	mts	1	10	2
		Acero tipo platina 2'' x 3/16''	mts	6	2				Acero tipo platina 2'' x 3/16''	mts	0,3	40	x
MECANIZADO CON PLASMA	Jefe de taller	Acero tipo angulo 3'' x 3/16''	mts	2	40	Al acero tipo angulo se le realizan varias perforaciones tipo corredera según las medidas estipuladas en los planos.	0,54	Materia prima dispuesta para ensamblar la plataforma de descanso y el cabezal del soporte.	Acero tipo angulo 3'' x 3/16''	mts	2	40	x
		Acero tipo platina 3'' x 3/16''	mts	1	10				Acero tipo platina 3'' x 3/16''	mts	1	10	
		Acero tipo platina 2'' x 3/16''	mts	0,3	40				Acero tipo platina 2'' x 3/16''	mts	0,3	40	
PERFORADO	Jefe de taller y auxiliar	Acero tipo angulo 3'' x 3/16''	mts	2	40	Los aceros son perforados de acuerdo a las medidas estipuladas en los planos.	5,01	Materia prima dispuesta para ensamblar la plataforma de descanso y el cabezal del soporte.	Acero tipo angulo 3'' x 3/16''	mts	2	40	x
		Acero tipo angulo 2'' x 3/16''	mts	0,5	100								
		Acero tipo platina 3/4'' x 3/16''	mts	0,35	120				Acero tipo platina 3/4'' x 3/16''	mts	0,35	120	
		Acero tipo platina 2'' x 3/16''	mts	0,3	40				Acero tipo platina 2'' x 3/16''	mts	0,3	40	
ROSCADO	Auxiliar	Acero tipo angulo 3'' x 3/16''	mts	2	40	Las perforaciones son repasadas con un macho según las dimensiones	5,01	Materia prima dispuesta para ensamblar el cuerpo	Acero tipo angulo 3'' x 3/16''	mts	2	40	x
		Acero tipo platina 2'' x 3/16''	mts	0,3	40				Acero tipo platina 2'' x 3/16''	mts	0,3	40	
DOBLADO	Auxiliar	Acero tipo platina 3/4'' x 3/16''	mts	0,35	120	Los aceros son doblados según las especificaciones de diseño del producto		Materia prima dispuesta para ensamblar los puntos de anclaje del soporte	Acero tipo platina 3/4'' x 3/16''	mts	0,35	120	
SODADURA	Jefe de taller	Acero tipo angulo 3'' x 3/16''	mts	2	40	Los aceros son unidos según el diseño de la estructura, en un proceso de soldadura Mig o electrica.	1,73	Anclajes principales del soporte	Anclajes principales del soporte	Unidad	x	40	
		Acero tipo platina 3'' x 3/16''	mts	1	10								
		Acero tipo platina 2'' x 3/16''	mts	0,3	40								
PINTURA	Auxiliar	Anclajes principales del soporte	Unidad	x	40	Las partes que componen el soporte son cubiertas con un acondicionador de superficies metalicas y una base	11,34	RACK portacable terminado	Anclajes principales del soporte	Unidad	x	30	
		Acero tipo angulo 2'' x 3/16''	mts	0,5	100				Acero tipo angulo 2'' x 3/16''	mts	0,5	100	
		Acero tipo platina 3/4'' x 3/16''	mts	0,35	120				Acero tipo platina 3/4'' x 3/16''	mts	0,35	120	

Fuente: los autores, 2013

Cuadro 17. Caracterización del proceso de fabricación del Soporte multifuncional

PROCESO: procesamiento de la materia prima, para la fabricación del soporte multifuncional													
ACTIVIDAD	RESPONSABLE	ENTRADA				DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	Te (horas)	SALIDA					
		Descripción	Unidad	Dimensión	Cantidad			Descripción	Unidad	Dimensión	Cantidad	Sobramte /mt-mts*	
CORTE DE MATERIAL	Jefe de taller y administrador de operaciones	Acero tipo angulo 3" x 3/16	mts	6	1	La materia prima es cortada de acuerdo a los requerimientos de diseño, estipulados en los planos suministrados por el cliente.	0,16	Materia prima dispuesta para ensamblar las diferentes partes del soporte.	Acero tipo angulo 3" x 3/16	mts	1,2	1	3
		Acero tipo angulo 3" x 3/16	mts	0,8	1				Acero tipo angulo 3" x 3/16	mts	0,25	4	
		Acero tipo tubería de conducción 3" x 1/2"	mts	6	1				Acero tipo tubería de conducción 3" x 1/2"	mts	1	1	
MECANIZADO CON PLASMA	Jefe de taller	Acero tipo angulo 3" x 3/16	mts	1,2	1	Al acero tipo angulo se le realizan varias perforaciones tipo corredera según las medidas estipuladas en los planos.	0,36	Materia prima dispuesta para ensamblar el soporte multifuncional	Acero tipo angulo 3" x 3/16	mts	1,2	1	X
		Acero tipo angulo 3" x 3/16	mts	0,8	1				Acero tipo angulo 3" x 3/16	mts	0,8	1	
		Acero tipo angulo 3" x 3/16	mts	0,25	4				Acero tipo angulo 3" x 3/16	mts	0,25	4	
PERFORADO	Jefe de taller y auxiliar	Acero tipo angulo 3" x 3/16	mts	1,2	1	Los aceros son perforados de acuerdo a las medidas estipuladas en los planos.	0,38	Materia prima dispuesta para ensamblar el soporte multifuncional	Acero tipo angulo 3" x 3/16	mts	1,2	1	X
		Acero tipo angulo 3" x 3/16	mts	0,8	1				Acero tipo angulo 3" x 3/16	mts	0,8	1	
		Acero tipo angulo 3" x 3/16	mts	0,25	4				Acero tipo angulo 3" x 3/16	mts	0,25	4	
PINTURA	Auxiliar	Acero tipo angulo 3" x 3/16	mts	1,2	1	Las partes que componen el soporte son cubiertas con un acondicionador de superficies metalicas y una base de color.	3,77	Soporte de diversidad terminado	Acero tipo angulo 3" x 3/16	mts	1,2	1	X
		Acero tipo angulo 3" x 3/16	mts	0,8	1				Acero tipo angulo 3" x 3/16	mts	0,8	1	
		Acero tipo angulo 3" x 3/16	mts	0,25	4				Acero tipo angulo 3" x 3/16	mts	0,25	4	
		Acero tipo tubería de conducción 3" x 1/2"	mts	1	1				Acero tipo tubería de conducción 3" x 1/2"	mts	1	1	

Fuente: los autores, 2013

Cuadro 18. Caracterización del proceso de almacenamiento y despacho al cliente

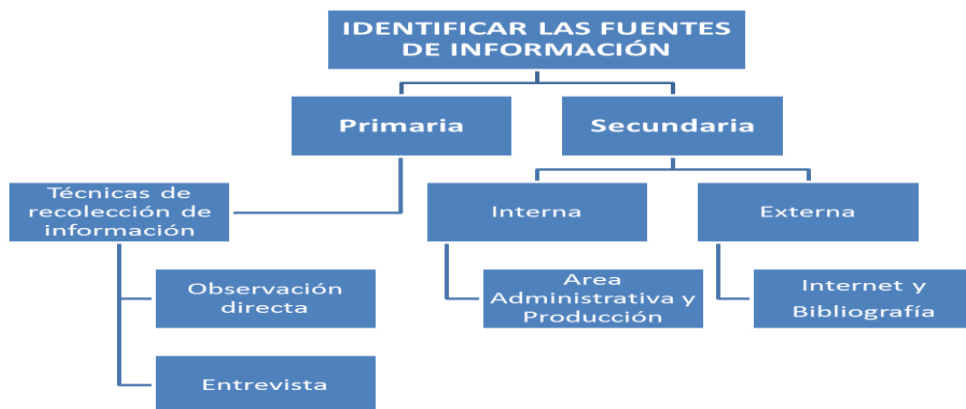
PROCESO: bodega y despacho al cliente					
ACTIVIDAD	RESPONSABLE	ENTRADA	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	TIEMPO ESTIMADO DE LA ACTIVIDAD	SALIDA
Transportar el Producto terminado a bodega	Administrador de operaciones y auxiliares de taller	Soportes terminados	El producto final es depositado en la bodega	5 min	Producto terminado ubicado en la bodega
Revisión de producto terminado	Administrador de operaciones	Producto terminado en bodega	Se revisa que las especificaciones del producto estén acordes con la del cliente	10 min	Orden de despacho (verbal o en documento)
Despacho al cliente	Administrador de operaciones ó subgerente	Orden de despacho	Se le comunica al cliente que el producto ya está disponible y se acuerda el procedimiento para su entrega	30 min	El producto terminado sale de la empresa, acorde al procedimiento establecido con el cliente

Fuente: los autores, 2013

2.2. ANÁLISIS DE LOS FACTORES DEL SISTEMA

El propósito del siguiente análisis es el de caracterizar las diferentes variables y parámetros que se encuentran en el sistema, para así poder detectar los puntos críticos que están interviniendo en los procesos de la planta y con ello establecer los lineamientos del modelo que se va a diseñar en el proceso de producción. La metodología empieza con un análisis DOFA para fijar las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas en la organización con el objetivo de identificar de manera integral los componentes que están influyendo en los procesos de la empresa; el primer paso es identificar las fuentes de información así como se describe en la figura 10.

Figura 10. Fuentes de información



Fuente: los autores, 2013

2.2.1. Fuentes de información primaria

El proceso de entrevista tuvo como objetivo la obtención de información en forma verbal y escrita (encuestas de desempeño) de los usuarios actuales del sistema que inciden de manera directa en el proceso de producción. Se realizaron una serie de entrevistas con preguntas abiertas a fin de adquirir información de carácter cualitativa, relacionada con opiniones personales y descripciones narrativas de actividades o problemas en la organización. Posterior a ella se diseñó una serie de cuestionarios de evaluación para recoger información de carácter cuantitativa, en el cual se evaluó los siguientes puntos: Los formatos utilizados se encuentran en el Anexo C.

- Planificación estratégica.
- Gestión del área de producción.
- Gestión de recursos humanos.
- Gestión administrativa.
- Gestión financiera.
- Gestión comercial.
- Clima laboral.
- Logística.
- Gestión de calidad.
- Proyección internacional.

El método de “observación directa” se basó en la observación del comportamiento, cualidades de las personas y eventos que participan en el proceso de producción, el objetivo es el de recopilar datos en cuanto al desarrollo del proceso en general, como es, desempeño de personal, funcionamiento de equipos y procedimientos utilizados, basados en los puntos de evaluación expuestos anteriormente.

2.2.2. Fuentes de información secundaria

La información interna es recolectada mediante la revisión de las políticas de la empresa basadas en la gestión administrativa, relación con clientes, mano de obra, manejo de costos, utilización de la materia prima y especificaciones del producto; procediendo a la búsqueda de documentos como: datos históricos de la demanda, reglamentación interna, procedimientos datos de contabilidad y demás documentación administrativa que dispone la empresa.

La recolección de información externa se basa en el levantamiento de datos que tengan que ver con los clientes externos de la empresa, estos son, proveedores, contratistas, y además, los marcos legales en que se debe amparar la organización.

2.2.3. Matriz DOFA

El punto de partida para determinar la matriz DOFA⁶⁴ es el objetivo que tiene el presente estudio, en este caso es “Desarrollar un sistema de planeación, programación y control aplicando herramientas ingenieriles que busquen optimizar los procesos productivos de la planta en la empresa AJC SERVICIOS S.A.S.” dicho objetivo servirá como foco de evaluación para el respectivo análisis.

El análisis DOFA tal y como se describe en el cuadro 19 se fundamenta en:

Análisis interno: las variables revisadas corresponden al funcionamiento del sistema productivo de la empresa.

Análisis externo: se analizan las condiciones de la empresa frente al entorno en el que se desenvuelve.

Cuadro 19. Matriz DOFA

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<ul style="list-style-type: none"> • Mercado con amplio campo de acción. • La organización tiene experiencia en el área. • Sentido de pertenencia y responsabilidad de los integrantes de la organización • Estabilidad laboral. • Habilidad operacional en los procesos • Buen ambiente laboral. • Buenas alianzas comerciales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Poca tecnología en el proceso. • Baja capacidad instalada. • Programación inadecuada de actividades en planta. • El control en el proceso de la producción es ineficaz. • La planeación de la producción es improvisada. • Baja sistematización de la información. • Falta de planes de capacitación a empleados.
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Crecimiento de la organización por el incremento de la demanda debido a la expansión de redes de telefonía celular en el país. • Acceso a nuevas tecnologías en los procesos internos. • Establecer nuevas alianzas estratégicas con empresas que soliciten el servicio. • Ingreso a mercados extranjeros. 	<ul style="list-style-type: none"> • Políticas gubernamentales. • Mayor tecnificación por parte de la competencia. • Perder clientes por alta competitividad en el sector. • Poca creatividad en el área de mercadeo. • Dependencia de la actividad de empresas multinacionales (Movistar, Tigo y Claro).

Fuente: los autores, 2013

⁶⁴ CAMPOS, Jose; Modelo comercial MiPymes; Pág.43; Editorial: Universidad Libre; Año: 2009

2.2.4. Matriz de influencia

Luego de realizar el análisis DOFA, los elementos que presentan mayor influencia en el área de producción, fueron “neutralizados”, es decir, se extrae solo el factor, excluyendo el diagnóstico que le fue asignado anteriormente, de manera que solo se indica el concepto más no su desempeño; los elementos que se mencionan a continuación serán parte de un análisis para determinar cuáles son los factores más críticos que inciden en el sistema productivo, y se agrupan correspondientemente en el cuadro 20 para su respectivo análisis.

- Costos de producción.
- Desempeño en el proceso operativo.
- Clima laboral.
- Tecnología en el proceso.
- Capacidad de equipos.
- Planeación de la producción.
- Control de la producción.
- Fuerza laboral.
- Control de la información.
- Programación de actividades en planta.
- Proveedores.

La “matriz de influencia” permite:

- Analizar las relaciones entre los factores claves del sistema.
- Evaluar el grado de influencia que cada elemento tiene sobre los demás.
- Identificar los factores más influyentes en el sistema para formular las respectivas estrategias en el nuevo modelo.

Cuadro 20. Matriz de influencia

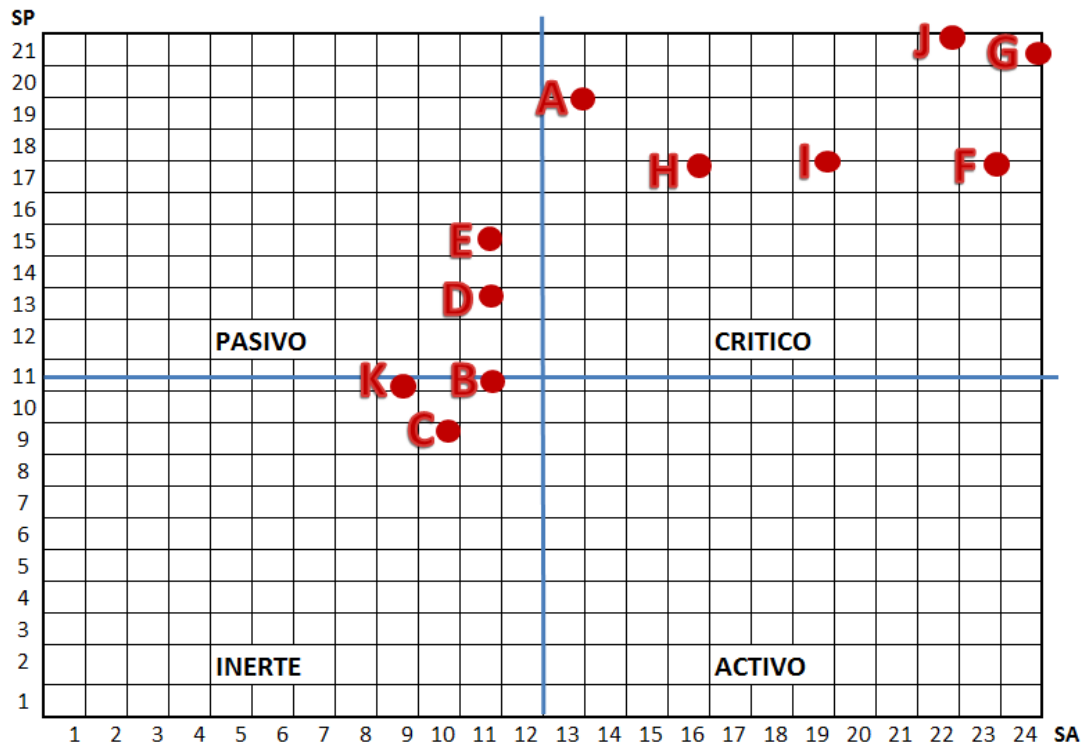
		EN:											
INFLUENCIA DE:		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	ΣSA
A	Costos de producción		0	1	2	1	2	2	1	1	2	1	13
B	Desempeño en el proceso operativo	1		1	1	1	1	1	1	1	2	1	11
C	Clima laboral	1	1		0	1	1	1	2	1	1	1	10
D	Tecnología en el proceso	2	1	0		2	1	1	2	1	1	0	11
E	Capacidad de equipos	1	1	0	1		1	2	1	1	2	1	11
F	Planeación de la producción	3	1	1	2	2		3	3	3	3	2	23
G	Control de la producción	3	2	2	2	2	2		3	3	3	2	24
H	Fuerza laboral	2	1	1	1	2	3	3		1	2	0	16
I	Control de la información	2	1	1	3	1	3	3	1		3	1	19
J	Programación de actividades en planta	3	2	2	1	2	2	3	3	3		1	22
K	Proveedores	1	1	0	0	1	1	1	0	2	2		9
ΣSP		19	11	9	13	15	17	20	17	17	21	10	
SA X SP		247	121	90	143	165	391	480	272	323	462	90	

Fuente: los autores, 2013

2.2.5. Esquema axial

Los datos arrojados por la “matriz de influencia”, son trasladados al esquema axial, este permite identificar a través de un plano, la ubicación de los factores según su intensidad relativa y su nivel de influencia en el sistema, para entonces poder determinar si puede ser un factor crítico, activo, pasivo o inerte como se muestra a continuación en la figura 11.

Figura 11. Diagrama axial



Fuente: los autores, 2013

Critico: (influencia intensa, alta influenciabilidad)

- Costos de la producción.
- Planeación de la producción.
- Control de la producción.
- Fuerza laboral.
- Control de la información.
- Programación de actividades en la planta.

Pasivo: (baja influencia, alta influenciabilidad)

- Tecnología en proceso.
- Capacidad de equipos.

Activo: (influencia intensa, baja influenciabilidad)

Ninguno

Inerte: (baja influencia, baja influenciabilidad)

- Desempeño en el proceso operativo.
- Clima laboral.
- Proveedores.

Los factores seleccionados como críticos son los indicados para intervenciones y modificaciones, estas acciones pueden ocasionar fuertes cambios en el sistema total.

Para los factores de tipo pasivo, las intervenciones que se realicen tienen una repercusión baja y lenta en el sistema general; las de tipo inerte, son factores muy poco influenciados y ejercen poca influencia en el sistema, sin embargo existe alguna probabilidad de incurrir en efectos acumulados a largo plazo.

2.2.6. Definición de variables y parámetros propios del sistema

El cuadro 21 contiene un análisis de los factores críticos que fueron seleccionados, a partir de ellos se deriva una serie de elementos que corresponden a las variables y parámetros que contiene el sistema, esta definición brindará los lineamientos básicos para dar paso al montaje del nuevo modelo productivo en la organización.

Cuadro 21. Cuadro de definición de variables y parámetros

FACTORES		DEFINICIÓN	INCIDENCIA EN EL SISTEMA
COSTOS DE LA PRODUCCIÓN	Costos fijos	parametro	costos que la empresa asume independientemente de su nivel de operación.
	Costos variables	variable	dependen de la cantidad empleada de los factores variables por tanto del nivel de operación.
PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN	Tasa de producción	parametro	cantidad de articulos en unidad de tiempo.
	Demanda del producto	parametro	cantidad de unidades pedidas por el cliente en un intervalo de tiempo.
	Contratación de empleados	variable	en caso de usar nomina flexible.
	Volumen de inventarios	variable	material que la empresa tiene almacenado.
	Subcontratación	variable	caso en que la empresa destine una actividad a una empresa externa.
	Horas extras	variable	caso en que se trabaje horas adicionales a las horas legales.
	Tamaño del lote	parametro	agrupación de cantidades necesarias para un pedido con características similares.
	unidades a producir por periodo	parametro	determinación de las unidades a producir en un periodo de tiempo establecido.
CONTROL DE LA PRODUCCIÓN	listado de materiales	parametro	listado de materias primas, componentes y partes necesarias para fabricar un producto.
	insumos	variable	lo que se dispone para el proceso en este caso es: pedidos + pronosticos.
	Tiempos de espera	variable	el tiempo que el material debe esperar para desplazarse una vez que se ha finalizado una operación.
	Capacidad de planta	parametro	capacidad de producción que puede tener la empresa en un tiempo determinado.
	Tiempo de entrega	parametro	tiempo que transcurre entre la emisión de un pedido y la disponibilidad de los articulo ordenados una vez recibidos.
	requerimientos brutos	parametro	demanda total proveniente de todos los planes de producción.
	requerimientos netos	variable	cantidad neta de un articulo que se debe adquirir para cumplir con la producción programada del periodo (R. neto= R.bruto - inventario disponible).
	inventario disponible	parametro	es a aquel que se encuentran disponibles para la producción o venta.
FUERZA LABORAL	Numero de trabajadores	parametro	nomina fija de trabajadores operacionales.
	Turnos laborales	parametro	tiempo que cada trabajador dedica a la ejecución del trabajo.
CONTROL DE LA INFORMACIÓN	Datos historicos	parametro	tener evidencias de las demandas, los faltantes, las ventas, etc...
	Informes de ejecución	parametro	Información de estado de procesos
	especificaciones de producto	parametro	documentacion que recoge información basica del producto.
PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES EN LA PLANTA	Cargas de trabajo	variable	Cantidad de trabajo expresada en unidades de tiempo ó físicas que ha de ejecutar para cumplir con los pedidos.
	Horas estándar semanales	parametro	estandarizacion de los tiempos en una semana
	Balanco de línea	parametro	agrupación de las actividades secuenciales de trabajo en centros de trabajo
	Expedientes de ruta	parametro	es la secuencia de operaciones de un material o producto en sus respectivas máquinas o centros de trabajos.

Fuente: los autores, 2013

2.2.7. Análisis de las políticas actuales de la organización

La empresa maneja un sistema de producción inadecuado, la planeación se desarrolla de acuerdo con un análisis subjetivo por parte de la administración en cuanto al manejo de la información, la disposición de las materias primas, periodos muertos de la maquinaria y la fuerza laboral etc.; iniciando así las actividades en planta sin tener en cuenta factores como son el comportamiento de la demanda, evidenciando la inexistencia de un análisis de la información y comportamiento de dicha demanda y ventas que tuvo la organización en periodos anteriores, excluyendo herramientas importantes como son el uso de técnicas de pronosticar para ayudar a controlar la variabilidad que pueda tener el proceso productivo en eventos futuros. Correspondiente a lo mencionado anteriormente, el gerente de la empresa declara⁶⁵ que la administración no tiene un adecuado manejo de datos pertinentes a las ventas históricas de la empresa, sustenta, que en los últimos doce meses el 35% de las ventas no fueron registradas, y el 65% está inscrito en facturas archivadas en el área administrativa, las cuales no son utilizadas para establecer niveles de ventas, tendencias o estacionalidades de los productos manejados por la organización. Como consecuencia a esto la empresa no determina un plan maestro de producción para cada uno de los productos que comercializa, y tampoco cuenta con la capacidad de establecer las cantidades que se deben fabricar para un periodo de tiempo determinado.

⁶⁵ Entrevista realizada al Gerente de AJC SERVICIOS SAS.

2.3. SISTEMA DE PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN

2.3.1. Estudio de tiempos

Luego de determinar y analizar las diferentes actividades que intervienen en el proceso productivo, se consideró un número apropiado de ciclos con el fin de establecer el tiempo estándar necesario para cada una de las operaciones, y así compilar datos vitales para el desarrollo del estudio; esta información fue recopilada en una jornada normal de trabajo y registrada en planillas independientes para cada uno de los productos fabricados por AJC SERVICIOS SAS.

El objetivo principal del estudio de tiempos es el de determinar tanto el tiempo estándar de las diferentes actividades involucradas en cada una de las áreas de la planta como el tiempo de cada producto fabricado; para ello se determinó 10 muestras por cada actividad seleccionada, bajo su respectiva verificación estadística con el fin de obtener confiabilidad de los resultados; basados en el estudio de métodos⁶⁶ se identifica un factor k/s de la siguiente manera:

$$k/s = \frac{2}{0,05} = 40$$

Esto es, número de ciclos cuyo tiempo se debe tomar para 995 veces de cada 1.000 el STe, este dentro de ± 2 por ciento del tiempo verdadero de la tarea.

Una vez se obtiene el tiempo resultante (Ste) por cada actividad, se estima un “factor de calificación” a la operación observada en la que se compara el ritmo de trabajo de un operador con la idea que tiene el observador de un ritmo o tiempo normal, en este caso luego de observar en un determinado tiempo los ritmos de los trabajadores se asigna un factor de calificación de 110%.

$$T_n = T \times \text{factor de calificación}$$

Donde, “Tn” representa el tiempo normal y “T” el tiempo resultante.

⁶⁶ RIGGS, James; Sistemas de producción: Planeación, análisis y control; Pág. 350. Editorial: Limusa; Año: 2002.

El tiempo establecido representa el tiempo en que un operador bien capacitado, trabajando a un ritmo normal realiza una tarea; al tiempo normal se le asignan las diferentes interrupciones (basado en las tablas de suplementos Anexo B) que afectan su rutina en su puesto de trabajo, esto es, “las tolerancias” discriminadas de la siguiente manera:

Tolerancias personales	5%
Tolerancias por fatiga	4%
Tolerancias por estar de pie	2%
Tolerancias por monotonía	1%
Demoras inevitables	4%
Total	<hr/> 16%

$$\textit{Factor de tolerancia} = 1 + \frac{16\%}{100}$$

La tabla de suplementos se encuentra en Anexos B.

Relacionando todos los factores mencionados ya se tiene el correspondiente criterio para determinar los tiempos estándar, por medio de la siguiente formula:

$$\textit{TE} = \textit{TN} \times \textit{factor de tolerancia}$$

Donde, TE es el tiempo estándar para cada actividad.

Las tablas de estudios de tiempos se encuentran en Anexo A.

Una vez analizadas cada una de las tareas, los tiempos estándar quedan como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Tabla de tiempos estándar

PRODUCTO \ ÁREAS	TE por área en horas					Tiempo de recorrido (horas)	TE por producto (horas)
	Corte	Plasma	Perforación	Soldadura	Pintura		
Soporte de diversidad	0,39	0,19	0,86	1,00	1,96	0,17	4,59
Soporte RF	0,24	x	1,00	0,81	1,77	0,10	3,91
Soporte Rack	0,99	0,54	5,01	1,73	3,33	1,68	13,28
Soporte multifuncional	0,16	0,36	0,38	x	1,65	0,03	2,58

Fuente: los autores, 2013

2.3.2. Análisis de capacidad

La capacidad de los distintos medios de trabajo se pueden diferenciar en función de la disponibilidad, necesidad y utilización de los recursos, cuantificados mediante una serie de operaciones con sus respectivas formulas⁶⁷ desarrolladas a continuación.

2.3.2.1. Capacidad teórica

Capacidad total que se podría obtener sin interrupción, supone que los recursos humanos y los equipos funcionan a pleno rendimiento.

$$Capacidad\ teórica = dh \times hd \times ni$$

$$Capacidad\ teórica = 30 \times 24 \times (4.8) = 3.456\ horas/mes$$

Debido, a que el personal operativo de planta esta compuesto por 4 trabajadores, mas dos trabajadores que dedican en promedio dos días de la semana al área productiva, lo cual equivale a un 20% del total de horas laborales del personal fijo de planta, se estimo un factor de 4.8 para deducir la fuerza laboral en función de horas dedicada.

Donde,

⁶⁷ Kalenatic, Dusko; Modelo integral y dinámico para análisis, planeación, programación y control de las capacidades productivas en empresas manufactureras; Pág. 95; Editorial: Universidad Distrital FJC; Año: 2001

Ci= Capacidad teórica

dh= Días hábiles al mes (30)

hd= Horas día (24)

ni= Numero de sitios o medios de trabajo

2.3.2.2. Capacidad instalada

Es la capacidad máxima de producción menos las perdidas totales por mantenimiento.

$$Ci = Ct - G1$$

$$Ci = 3.456 - 15 = 3.441 \text{ horas/mes}$$

Ci= Capacidad instalada

G1= Pérdidas estándar por mantenimiento preventivo y correctivo

2.3.2.3. Capacidad disponible

Es la capacidad instalada menos factores que hacen parte de las condiciones de la producción, como son, perdidas por ausentismo, días no laborales al año o factores de fuerza mayor.

Para realizar el cálculo de la capacidad disponible se realizó una estimación de los factores que hacen disminuir dicha capacidad, para ello se hizo un análisis de datos históricos de ausentismo y declaraciones en reuniones con las directivas⁶⁸, sobre las condiciones en la que se envuelve la producción en la organización; previo a ello se concluyó lo siguiente:

G2= 20 horas; G3= 16 horas; G4= 7

Donde,

G2: Pérdidas estándar totales por la no asistencia de los trabajadores debido a vacaciones, incapacidades, permisos y otras ausencias justificadas y no justificadas (horas/mes)

⁶⁸ Entrevista con las directivas de AJC SERVICIOS.

G3: Pérdidas estándar totales por factores externos organizacionales en el proceso de producción (horas/mes)

G4: Pérdidas estándar totales por factores externos naturales, técnicos y económicos que conducen a paradas y esperas en los puestos de trabajo y que no dependen de los productores, sino de causas de fuerza mayor (falta de energía eléctrica, agua)

$$Cd = ht \times nt \times dh - (G1 + G2 + G3 + G4)$$

Donde,

dh: Días hábiles en el mes que se labora en el sitio de trabajo (20 días/mes)

ht: numero de horas turno que se labora en el sitio de trabajo

nt: Numero de turnos de trabajo que se labora en el sitio de trabajo

Para estimar los días laborales por mes se estimo el promedio de 20 días hábiles por mes en el año.

$$Cd = 8 \times 4,8 \times 20 - (16 + 20 + 16 + 7)$$

La capacidad total en horas de la planta es la suma de todas las áreas, lo que es igual a 709 horas/mes.

2.3.2.4. Capacidad utilizada

La capacidad utilizada de la planta se determino mediante los datos históricos de productos fabricados en los meses de enero, febrero y marzo del año 2012. Basados en los registros de producción se determinó los porcentajes de fabricación para cada uno de los productos identificados en la tabla 3.

Tabla 3. Cuadro de capacidad para un mes

producto soporte	productos fabricados (%)	capacidad real (Und)	horas x producto (Horas)	% tiempo x producto (%)	capacidad disponible (Und)	factor de utilización (%)
Diversidad	27%	18	81,3	25%	39	46%
Rf	26%	17	65,0	20%	36	46%

Rack	14%	9	123,5	38%	20	46%
Multifuncional	33%	21	55,3	17%	47	46%

Fuente: los autores, 2013

Para complementar el desarrollo del análisis, se determinan también las capacidades por área en un horizonte de tiempo determinado de acuerdo a los históricos suministrados por la organización tal y como lo muestra la tabla 4.

Tabla 4. Cuadro de capacidades por área para un mes

Soporte	Horas utilizadas por área				
	Corte	Plasma	Perforación	Soldadura	Pintura
Diversidad	7,17	3,54	15,89	18,49	36,16
Rf	4,02	x	17,06	13,80	30,12
Rack	10,48	5,79	53,31	18,44	35,46
Multifuncional	3,48	7,72	8,33	x	35,72
% Utilización en cada área	8%	5%	29%	16%	42%

Fuente: los autores, 2013

2.3.3. Costos de mano de obra

La empresa cuenta actualmente con una capacidad de mano de obra de 768 horas al mes. Con base en criterios del área administrativa⁶⁹ y análisis de tiempos y movimientos se estimó un factor de productividad del 90% por cada empleado que trabaja en la planta, esto hace que la capacidad real de la mano de obra en la planta de 692 horas al mes, como se describe en la tabla 5, además del costo en que se incurre por la mano de obra.

⁶⁹ Datos suministrados por el área administrativa de "AJC SERVICIOS S.A.S."

Tabla 5. Capacidad disponible y costos de mano de obra

Capacida y costos	Auxiliar 1	Auxiliar 2	Auxiliar 3	Jefe de taller	Instalador 1	instalador 2
Horas trabajadas en el mes	160	160	160	160	64	64
Productividad (%)	90%	90%	90%	90%	90%	90%
Capacidad horas x mes	144	144	144	144	58	58
Salario en base a actividad en la planta	\$650.000	\$650.000	\$750.000	\$850.000	\$260.000	\$260.000
Prestaciones (65%)	\$422.500	\$422.500	\$487.500	\$552.500	\$169.000	\$169.000
Total mes	\$1.072.500	\$1.072.500	\$1.237.500	\$1.402.500	\$429.000	\$429.000
Costo MOD por hora	\$6.703	\$6.703	\$7.734	\$8.766	\$6.703	\$6.703

Fuente: los autores, 2013

2.4. PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

La planeación y programación de la producción estará enfocada en la utilización eficaz de recursos como son fuerza laboral, maquinaria, materia prima y el capital involucrado al interior de la organización.

Basados en el análisis DOFA y la planeación de tiempos de procesos, costos, capacidades de la planta, a continuación se planten las políticas para una correcta administración de los recursos, estas son:

- Realizar periódicamente un estudio de pronósticos con el ánimo de anticiparse a las fluctuaciones de la demanda.
- Determinar un modelo de planeación agregada basada en la información de los pronósticos y los lineamientos que mejor se acomoden a las condiciones de la compañía.
- Realizar un plan maestro de producción con el fin de satisfacer la demanda de cada uno de los productos dentro de su línea de productos.
- Realizar un plan de requerimiento de materiales ajustado al plan maestro de producción.
- Realizar un plan de requerimiento de capacidades basado en la información contenida en el MRP.

- Programar las actividades necesarias para cumplir con el plan maestro de producción.
- Realizar un mecanismo de control basado en las actividades necesarias para la fabricación de los productos.

2.4.1. Pronósticos

El estudio de pronósticos evalúa distintos métodos con el fin de predecir eventos futuros, en este caso la estimación de la demanda basada en datos históricos suministrados por la empresa, con el propósito de tener una base para determinar los lineamientos de producción con anticipación.

2.4.1.1. Datos históricos

Las tablas 6 y 7 muestran datos históricos que muestran la demanda mensual por producto, correspondiente a los periodos 2.011 y 2.012. Dichos datos fueron suministrados por el área administrativa de la compañía.

Tabla 6. Demanda por producto del año 2.011

AJC SERVICIOS S.A.S					
CUADRO DE DEMANDA AÑO 2.011					
Periodo	Mes	Sop. Diversidad	Sop. RF	Sop. Rack	Sop. Multifuncional
1	ENERO	32	27	7	35
2	FEBRERO	41	32	15	29
3	MARZO	37	35	14	33
4	ABRIL	42	40	15	32
5	MAYO	36	34	17	32
6	JUNIO	42	35	19	38
7	JULIO	37	35	8	35
8	AGOSTO	40	31	15	28
9	SEPTIEMBRE	37	34	13	31

10	OCTUBRE	41	35	17	29
11	NOVIEMBRE	41	40	20	38
12	DICIEMBRE	40	36	19	36

Fuente: los autores, 2013

Tabla 7. Demanda por producto del año 2.012

AJC SERVICIOS S.A.S					
CUADRO DE DEMANDA AÑO 2.012					
Periodo	Mes	Sop. Diversidad	Sop. RF	Sop. Rack	Sop. Multifuncional
1	ENERO	39	31	11	39
2	FEBRERO	43	39	18	39
3	MARZO	42	37	20	39
4	ABRIL	44	39	19	43
5	MAYO	44	38	21	43
6	JUNIO	47	46	24	46
7	JULIO	38	36	13	43
8	AGOSTO	41	37	21	38
9	SEPTIEMBRE	41	39	20	39
10	OCTUBRE	42	38	20	41
11	NOVIEMBRE	46	45	25	47
12	DICIEMBRE	44	41	23	45

Fuente: los autores, 2013

2.4.1.2. Elección del modelo de pronóstico

Con el objetivo de tener un criterio aceptable para escoger el pronóstico que más se adecua a las características de la demanda, se evaluaron los siguientes métodos:

- Promedio móvil simple.

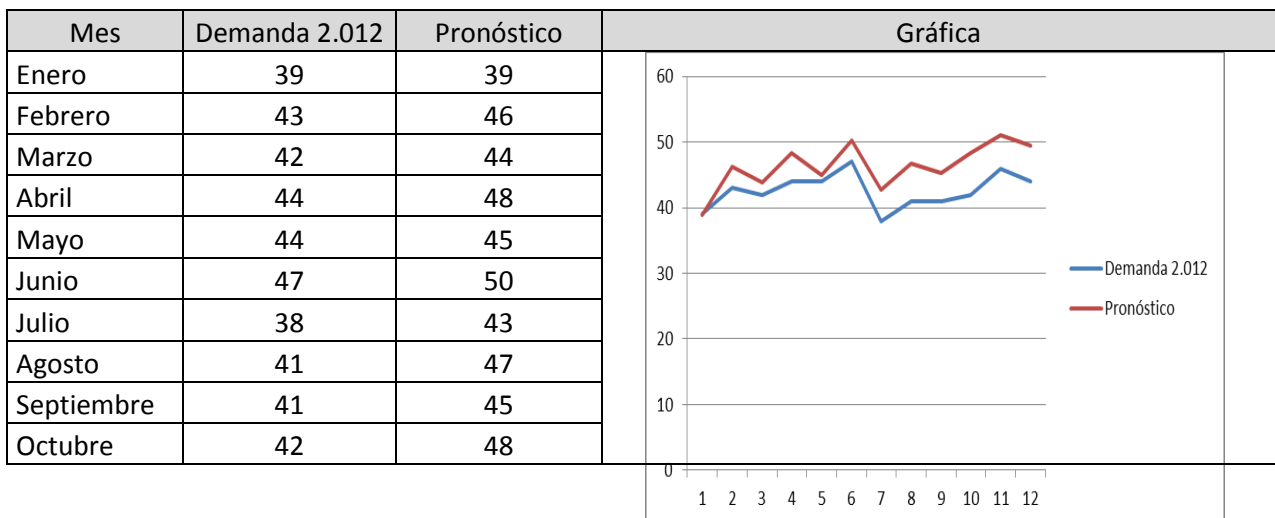
- Promedio móvil ponderado.
- Suavización exponencial.
- Pronostico por índice de temporada.
- Modelo Holt.
- Modelo Winter.

2.4.1.3. Parámetros para el modelo de pronóstico

Luego de realizar los cálculos de los diferentes modelos (ver Anexos D) se eligió el modelo Winter, debido a que este maneja pronósticos con tendencia y estacionalidad, ya que al analizar las demandas de los diferentes periodos, indican una tendencia creciente en los meses de junio y noviembre y los picos más bajos en los meses de agosto y enero, por ello los datos que arrojó este modelo fueron los más acertados correspondiente a dichas características, los cuadros 22, 23, 24 y 25, describen las tendencias de la demanda y el pronóstico de acuerdo con el modelo empleado.

Este modelo de pronostico permite estimar la demanda teniendo en cuenta el grado de tendencia creciente que viene presentando la compañía en los ultimas años y el grado de estacionalidad que se evidencia en el transcurso del año, además este modelo permite una actualización de los pronósticos añadiéndole nuevos datos dependiendo del desempeño muestre la empresa en un instante de tiempo.

Cuadro 22. Pronostico: Soporte Diversidad



Noviembre	46	51
Diciembre	44	49

Fuente: los autores, 2013

Cuadro 23. Pronostico: Soporte Rf

Mes	Demanda 2.012	Pronóstico	Gráfica
Enero	27	33	
Febrero	35	40	
Marzo	33	41	
Abril	35	46	
Mayo	34	42	
Junio	42	47	
Julio	32	42	
Agosto	33	41	
Septiembre	35	44	
Octubre	34	44	
Noviembre	41	52	
Diciembre	37	47	

Fuente: los autores, 2013

Cuadro 24. Pronostico: Soporte Rack

Mes	Demanda 2.012	Pronóstico	Gráfica
Enero	8	12	
Febrero	15	22	
Marzo	17	22	
Abril	16	23	
Mayo	18	26	
Junio	21	30	
Julio	10	15	
Agosto	18	26	

Septiembre	17	24
Octubre	17	28
Noviembre	22	34
Diciembre	20	32

Fuente: los autores, 2013

Cuadro 25. Pronostico: Soporte Multifuncional

Mes	Demanda 2.012	Pronóstico	Gráfica
Enero	39	47	
Febrero	39	43	
Marzo	39	47	
Abril	43	49	
Mayo	43	50	
Junio	46	57	
Julio	43	53	
Agosto	38	46	
Septiembre	39	49	
Octubre	41	50	
Noviembre	47	62	
Diciembre	45	59	

Fuente: los autores, 2013

2.4.2. Planeación agregada

Teniendo en cuenta que la empresa maneja 4 productos con tiempos estándares diferentes se aplicó la planeación agregada, agregando todos los productos en función de las horas consumidas.

El modelo esta enfocado en determinar la mejor forma de cumplir con los requerimientos de la demanda estimada, ajustado a políticas señaladas a continuación.

2.4.2.1. Políticas para la planeación agregada

- Personal permanente: mantener constante la nomina de 4 trabajadores.
- Personal flotante: personal que hace parte de la empresa, en el área de instalaciones, pero dedican una proporción de su tiempo al trabajo de planta.
- Punto entre contratar Vs horas extras: punto a partir del cual para la empresa es mejor contratar un trabajador eventual que optar por horas extras en términos de beneficio-costos.
- Máximo de horas extras - mes: el máximo de horas extra que puede optar la empresa en el lapso de un mes en base a las leyes laborales establecidas.
- Máximo de horas ociosas - mes: es el máximo de horas ociosas que la empresa podría controlar a través de trabajos compensatorios, a partir de ahí empieza a tener un costo negativo.
- Inventario de productos terminados: mantener en ceros el inventario de productos terminados.
- Evitar en lo posible la subcontratación, debido a sus elevados costos y disconformidades en la elaboración del producto.
- Buscar un modelo que represente el menor costo sujeto a las diferentes condiciones en que se desenvuelva la empresa.

El cuadro 26 muestra las condiciones óptimas sujetas a las políticas de la planeación agregada.

Cuadro 26. Cuadro de condiciones

CUADRO DE CONDICIONES	
Jornada normal (horas)	8
# trabajadores planta	4
# de trabajadores al empezar plan	4
Personal flotante	2
Personal flotante horas x mes	64
Punto entre contratar Vs Horas extras.	117
Máximo H. extras x mes	160
Máximo horas ociosas x mes	65

Fuente: los autores, 2013

Objetivo: proponer un plan general de producción a mediano plazo que le permita a la empresa enfrentar la demanda de acuerdo a las políticas establecidas en la planeación y con el menor costo posible.

Las tablas 8 y 9 presentan las condiciones iniciales basadas en los días laborales para el periodo 2013, la disponibilidad de horas y personal requerido.

Tabla 8. Condiciones iniciales para el primer semestre del año 2.013

Condiciones iniciales para el primer semestre del año 2.013						
Elemento	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Días laborales	21	20	18	22	21	18
Horas disponibles	672	640	576	704	672	576
Horas requeridas	578	768	780	832	846	962
Horas ociosas	94	0	0	0	0	0
Horas faltantes	0	128	204	128	174	386

Fuente: los autores, 2013

Tabla 9. Condiciones iniciales para el segundo semestre del año 2.013

Condiciones iniciales para el segundo semestre del año 2.013						
Elemento	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Días laborales	22	20	21	22	19	21
Horas disponibles	704	640	672	704	608	672
Horas requeridas	692	834	824	891	1049	992
Horas ociosas	12	0	0	0	0	0
Horas faltantes	0	194	152	187	441	320

Fuente: los autores, 201

A continuación se realiza un análisis de las diferentes estrategias que podría acoger la administración en aras de cumplir con los requerimientos de la demanda, el criterio de elección será la que represente el plan que arroje el menor costo. El cuadro 27 agrupa los distintos costos necesarios para el estudio de las diferentes estrategias.

Datos de entrada:

Cuadro 27. Cuadro de costos

CUADRO DE COSTOS		
Elemento	Descripción	Valor (\$)
Costo de contratar	Gastos administrativos, papelería, exámenes médicos de ingreso.	\$ 82.125
Costo de despedir	Gastos administrativos, papelería, exámenes médicos de salida.	\$ 51.188
Costo MOD hora (auxiliares)	Salario básico en función de las horas laboradas	\$ 6.703
Costo MOD hora (jefe taller)	Salario básico en función de las horas laboradas	\$ 9.281
Costo de Hora extra	Salario base ajustado a la legislación laboral.	\$ 9.185
Costo de subcontratar (horas)	Costo generado en los satélites disponibles, gastos de papelería y de transporte.	\$ 16.266
Costo hora ociosa	Costo estimado de hora ociosa (equivalente al promedio de la MOD por hora)	\$ 7.133
Costo hora faltante	Costo estimado (equivalente al doble del costo de la MOD por hora)	\$ 14.266
Costo trabajador planta x mes	Costo de la MOD para un salario de \$650.000 (ver tabla 10)	\$ 1.072.500
Costo jefe taller x mes	Costo de la MOD para un salario de \$900.000 (ver tabla 10)	\$ 1.485.000

Fuente: los autores, 2013

2.4.2.2. Modelo contratación – despido

Esta esta estrategia se basa en incrementar o disminuir la fuerza de trabajo conforme cambia la demanda como lo indica el análisis realizado en la tabla 10. La empresa comienza con 4 trabajadores de planta para el mes de enero, dependiendo de las exigencias de la demanda se determinará las acciones de contratación o despido de empleados. Para ello se estimaron diferentes costos correspondientes a la contratación como son, el proceso de reclutamiento, selección, aprendizaje, exámenes médicos de entrada, entre otros, y los de despido como prestaciones, primas y exámenes médicos de salida.

Tabla 10. Modelo contratación y despido

MODELO CONTRACAIÓN - DESPIDO												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Días	21	20	18	22	21	18	22	20	21	22	19	21
Horas disponibles	672	640	576	704	672	576	704	640	672	704	608	672
Horas requeridas	578	768	780	832	846	962	692	834	824	891	1049	992
Trabajadores disponibles	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Trabajadores necesarios	4	5	6	5	6	7	4	6	5	6	7	6
Trabajadores contratados	0	1	1	0	1	1	0	2	0	1	1	0
Trabajadores despedidos	0	0	0	1	0	0	3	0	1	0	0	1
Horas ajustadas	672	800	864	880	1008	1008	704	960	840	1056	1064	1008
Horas ociosas	94	32	84	48	162	46	12	126	16	165	15	16
Horas faltantes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costo de contratación	\$ -	\$ 82.125	\$ 82.125	\$ -	\$ 82.125	\$ 82.125	\$ -	\$ 164.250	\$ -	\$ 82.125	\$ 82.125	\$ -
Costo de despido	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Costo de mano de obra	\$ 4.620.000	\$ 5.692.500	\$ 6.765.000	\$ 5.692.500	\$ 6.765.000	\$ 7.837.500	\$ 4.620.000	\$ 6.765.000	\$ 5.692.500	\$ 6.765.000	\$ 7.837.500	\$ 6.765.000
Costo horas ociosas	\$ 205.165	\$ -	\$ 134.618	\$ -	\$ 689.645	\$ -	\$ -	\$ 433.154	\$ -	\$ 714.560	\$ -	\$ -
Costo de faltantes	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Costo Total	\$ 4.825.165	\$ 5.774.625	\$ 6.981.743	\$ 5.692.500	\$ 7.536.770	\$ 7.919.625	\$ 4.620.000	\$ 7.362.404	\$ 5.692.500	\$ 7.561.685	\$ 7.919.625	\$ 6.765.000
COSTO TOTAL ANUAL DEL PLAN												\$ 78.651.643

Fuente: los autores, 2013

Costo total del plan: \$ 78'651.643

2.4.2.3. Modelo mixto A: personal flotante + contratar + horas extras

Este modelo mixto pretende nivelar la demanda utilizando diferentes estrategias, la tabla 11 indica el desarrollo de este sistema; la primera opción es el uso de los trabajadores eventuales que hacen parte de la empresa pero pertenecen a otra área, sin embargo tienen la disponibilidad de prestar unas horas de su tiempo al área productiva; las otras dos opciones son las de contratar o tomar horas extras, la elección radica en cual representa el menor costo dependiendo de las condiciones del sistema expuesta anteriormente en el cuadro de condiciones.

Tabla 11. Modelo mixto A

MODELO MIXTO A												
Elemento	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Días laborales	21	20	18	22	21	18	22	20	21	22	19	21
Horas disponibles	672	640	576	704	672	576	704	640	672	704	608	672
Horas requeridas	578	768	780	832	846	962	692	834	824	891	1049	992
Horas ociosas	94	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0
Horas faltantes	0	128	204	128	174	386	0	194	152	187	441	320
Personal flotante	0	128	128	128	128	128	0	128	128	128	128	128
Nuevas necesidades	0	0	76	0	46	258	0	66	24	59	313	192
Trabajadores adicionales	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	1
Horas adicionales	0	0	0	0	0	288	0	0	0	0	304	168
Nuevas necesidades	0	0	76	0	46	0	0	66	24	59	9	24
Horas extras	0	0	76	0	46	0	0	66	24	59	9	24
Nuevas necesidades	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Numero de trabajadores x mes	4	4	4	4	4	6	4	4	4	4	6	5
Trabajadores contratados	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0
Trabajadores despedidos	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1
Nuevas horas ociosas	94	0	0	0	0	30	12	0	0	0	0	0
Trabajo compensatorio	65	0	0	0	0	30	12	0	0	0	0	0
Costo nomina x mes	\$ 4.702.500	\$ 4.702.500	\$ 4.702.500	\$ 4.702.500	\$ 4.702.500	\$ 6.847.500	\$ 4.702.500	\$ 4.702.500	\$ 4.702.500	\$ 4.702.500	\$ 6.847.500	\$ 5.775.000
Costo mano de obra flotantes mes	\$ -	\$ 857.488	\$ 857.984	\$ 857.984	\$ 857.984	\$ 857.984	\$ -	\$ 857.984	\$ 857.984	\$ 857.984	\$ 857.984	\$ 857.984
Costo contratar trabajadores	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 164.250	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 164.250	\$ -
Costo de despedir	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 102.376	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 51.188
Costo de horas extras	\$ -	\$ -	\$ 699.230	\$ 1.612	\$ 425.415	\$ -	\$ -	\$ 608.732	\$ 217.515	\$ 540.293	\$ 79.439	\$ 224.121
Costo horas ociosas	\$ 202.788	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Costo faltantes	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Costo Total	\$ 4.905.288	\$ 5.559.988	\$ 6.259.714	\$ 5.562.096	\$ 5.985.899	\$ 7.869.734	\$ 4.804.876	\$ 6.169.216	\$ 5.777.999	\$ 6.100.777	\$ 7.949.173	\$ 6.908.293
COSTO TOTAL ANUAL DEL PLAN												\$ 73.853.053

Fuente: los autores, 2013

Costo total del plan: \$ 73'853.053

2.4.2.4. Modelo mixto B: horas extras + subcontratación

Esta estrategia pretende nivelar la producción, manteniendo una nomina fija pero haciendo uso de las horas extras teniendo en cuenta el tope máximos de utilización de estas y la opción de subcontratar estimando los costos que esto conlleva, como son los de transporte y el valor de la prestación del servicio que le estaría dando la empresa encargada de realizar las actividades correspondientes para así responder a la demanda, a continuación la tabla 12 detalla el proceso necesario para realizar esta estrategia.

Tabla 12. Modelo mixto B

MODELO MIXTO B												
Elemento	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Días laborales	21	20	18	22	21	18	22	20	21	22	19	21
Horas disponibles	672	640	576	704	672	576	704	640	672	704	608	672
Horas requeridas	578	768	780	832	846	962	692	834	824	891	1049	992
Horas ociosas	94	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0
Horas faltantes	0	128	204	128	174	386	0	194	152	187	441	320
Horas extras	0	128	160	128	160	160	0	160	152	160	160	160
Nuevas necesidades	0	0	44	0	14	226	0	34	0	27	281	160
Subcontratación	0	0	44	0	14	226	0	34	0	27	281	160
Trabajo compensatorio	65	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0
Nuevas necesidades	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costo nomina x mes	\$ 4.702.500	\$ 4.702.500	\$ 4.702.500	\$ 4.702.500	\$ 4.702.500	\$ 4.702.500	\$ 4.702.500	\$ 4.702.500	\$ 4.702.500	\$ 4.702.500	\$ 4.702.500	\$ 4.702.500
Costo de horas extras	\$ -	\$ 1.175.000	\$ 1.469.600	\$ 1.177.292	\$ 1.469.600	\$ 1.469.600	\$ -	\$ 1.469.600	\$ 1.393.195	\$ 1.469.600	\$ 1.469.600	\$ 1.469.600
Costo de subcontratar	\$ -	\$ -	\$ 715.688	\$ -	\$ 227.719	\$ 3.676.032	\$ -	\$ 553.031	\$ -	\$ 439.172	\$ 4.570.642	\$ 2.602.501
Costo horas ociosas	\$ 202.788	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Costo de faltantes	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Costo Total	\$ 4.905.288	\$ 5.877.500	\$ 6.887.788	\$ 5.879.792	\$ 6.399.819	\$ 9.848.132	\$ 4.702.500	\$ 6.725.131	\$ 6.095.695	\$ 6.611.272	\$ 10.742.742	\$ 8.774.601
COSTO TOTAL ANUAL DEL PLAN												\$ 83.450.260

Fuente: los autores, 2013

Costo total del plan: 83'450.260

El modelo que representó el menor costo fue el “modelo mixto A” con un total de \$73'853.053 es decir la empresa tomará como primera opción los trabajadores eventuales y luego hará uso de la contratación de personal y las horas extras para nivelar su producción.

2.4.2.5. Enfoque de programación lineal para la planeación agregada

La información generada a partir del método de ensayo y error es evaluada por medio de un método de optimización utilizando la técnica de programación lineal, a continuación se formaliza el modelo definiendo los parámetros y las variables del sistema.

➤ Parámetros:

T = longitud del horizonte de planeación (6 meses). $t=1,2...6$

t = índice de periodos. $t=1,2...6$

C_{reqt} = capacidad requerida (demanda) agregada en horas para el periodo t . $t=1,2...6$

X_{salt} = costo mensual de un trabajador en el periodo t . $t=1,2...6$

X_{wt} = costo de la hora en tiempo normal en un periodo t . $t=1,2...6$

X_{ht} = costo de contratar en el periodo t . $t=1,2...6$

X_{ft} = costo despedir en el periodo t . $t=1,2...6$

X_{ext} = costo de la hora extra en un periodo t . $t=1,2...6$

X_{sub} = costo de la hora subcontratada en un periodo t . $t=1,2...6$

X_{ocs} = costo de la hora ociosa en un periodo t . $t=1,2...6$

➤ Variables

W_t = numero de trabajadores en el periodo t . $t=1,2...6$

C_{htt} = numero de trabajadores contratados en el periodo t . $t=1,2...6$

C_{ftt} = numero trabajadores despedidos en el periodo t . $t=1,2...6$

H_{ext} = numero de horas extras en el periodo t . $t=1,2...6$

H_{subt} = numero de horas subcontratadas en el periodo t . $t=1,2...6$

Host= numero de horas ociosas en el periodo t. t=1,2...6

Wvt= numero de horas variables (personal flotante). t=1,2...6

El siguiente paso es la construcción de la función objetivo del modelo de planeación agregada, este tiene como meta minimizar el costo total, los componentes del costo se muestran en el cuadro 28.

Cuadro 28. Costos para el modelo de programación lineal

COMPONENTES DEL COSTO	Costo
Cwt= costo de la hora-hombre en tiempo normal en un periodo t.	\$ 7.992
CHt= costo de la hora-hombre contratada en el periodo t.	\$ 8.631
CFt= costo de la hora-hombre despedida en el periodo t.	\$ 8.392
Cext= costo de la hora extra en un periodo	\$ 9.185
Csub= costo de la hora subcontratada.	\$ 16.266
Cocs= costo de la hora ociosa.	\$ 7.992

$$\text{MIN CT} \sum_{t=1}^6 = X_{\text{salt}} \times W_t + X_{\text{ext}} \times H_{\text{ext}} + X_{\text{ht}} \times C_{\text{ht}} + X_{\text{ft}} \times C_{\text{ft}} + X_{\text{sub}} \times H_{\text{sub}} + X_{\text{ocs}} \times H_{\text{ost}}$$

➤ **Restricciones**

Restricción de la capacidad: en cada periodo, la cantidad requerida no puede ser superior a la capacidad disponible, esta restricción limita la producción total mediante la capacidad disponible, la cual se determina con las horas en tiempo normal, horas extras, horas variables y horas de subcontratación.

$$C_{dt} \geq C_{reqt} \quad t=1,2...6$$

Restricción de la fuerza laboral: el tamaño de la fuerza laboral W_t en el periodo t , se obtiene al sumar el número de contrataciones C_{ht} en el periodo t a las que tenía en el periodo $t-1$ y se resta el número de despidos C_{ft} en el periodo t .

$$W_1=4;$$

$$W_t=W_{t-1}+C_{ht}-C_{ft} \quad t=1,2\dots 6$$

Restricción de hora extra: acorde con disposiciones legales el máximo de horas extras en el mes es de 160.

$$H_{ext} \leq 160$$

Restricción de horas subcontractadas: el servicio de subcontratación utilizado por AJC servicios ofrece un máximo de 64 horas al mes.

$$H_{subt} \leq 64$$

Restricción de horas variables: el personal flotante de la empresa, tiene una disponibilidad máxima de 128 horas por cada mes.

$$W_{vt} \leq 128$$

El modelo expuesto anteriormente fue desarrollado mediante la aplicación "LINGO (Linear Generalize Optimizer)". El resultado que LINGO proporciona es la optimización de los recursos; la ganancia más alta, o el costo mas bajo. Los resultados suministrados por el programa se encuentran en el Anexo x.

2.4.2.6. Análisis de resultados bajo el programa LINGO

Los valores obtenidos mediante la aplicación “LINGO” muestran un comportamiento similar a las variables identificadas en el modelo de ensayo y error; se observa un incremento de la fuerza laboral que se relaciona con las exigencias de la demanda, comenzando en el periodo 1 con un número de cuatro trabajadores y finalizando con 6, además de la utilización de 128 horas variables luego de un proceso de contratación en los periodos intermedios. El modelo arrojó un costo total de \$36.500.000 para el primer semestre del año, este corresponde a los \$36.142.719 examinados en el mismo periodo en el modelo de ensayo y error.

2.4.3. Mps – plan maestro de producción

Como salida del proceso de la planeación agregada se tiene un programa general, en el que se agrupan todos los productos, el plan maestro de producción corresponde a la desagregación de todos los componentes, donde se especifican los artículos y cantidades que serán fabricados en el siguiente horizonte de planeación, con una planeación más detallada con cubos de tiempo de una semana.

La tabla 13 y 14 refiere el plan maestro de producción para el año 2.013 dividido en dos periodos semestrales

Tabla 13. Plan maestro de producción – Primer semestre 2.013

PLAN MAESTRO DE PRODUCCION - PRIMER SEMESTRE - AÑO 2.013																								
PRODUCTO	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Sop. Diversidad	10	10	10	9	12	12	12	10	11	11	11	11	12	12	12	12	11	11	11	12	13	13	13	11
Sop. Multifuncional	12	12	12	11	11	11	11	10	12	12	12	11	12	12	12	13	13	13	13	13	11	14	14	14
Sop. Rack	3	3	3	3	6	6	6	4	6	6	6	4	6	6	6	5	7	7	7	7	5	8	8	8
Sop. Rf	8	8	8	9	10	10	10	10	10	10	10	11	12	12	12	10	11	11	11	11	9	12	12	12

Fuente: los autores, 2013

Tabla 14. Plan maestro de producción – segundo semestre 2.013

PLAN MAESTRO DE PRODUCCION - SEGUNDO SEMESTRE - AÑO 2.013																								
PRODUCTO	JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Sop. Diversidad	11	11	11	10	12	12	12	11	11	11	11	12	12	12	12	12	13	13	13	12	12	12	12	13
Sop. Multifuncional	13	13	13	14	12	12	12	10	12	12	12	13	13	13	13	11	16	16	16	14	15	15	15	14
Sop. Rack	4	4	4	3	7	7	7	5	6	6	6	6	7	7	7	7	9	9	9	7	8	8	8	8
Sop. Rf	11	11	11	9	10	10	10	11	11	11	11	11	11	11	11	11	13	13	13	13	12	12	12	11

Fuente: los autores, 2013

2.4.4. Plan de requerimiento de materiales (MRP)

El MRP es una técnica de planificación por etapas de tiempo que proporciona las necesidades de materiales y los distintos programas de suministros, cuya finalidad es satisfacer la demanda de todos los productos, y en todas las etapas del proceso productivo calculando que cantidad de material de una referencia específica se necesita y en qué momento, ejerciendo control y coordinación a los materiales para que estos estén disponibles en el momento que sean demandados, y así, evitar inventarios innecesarios o excesivos. Este plan de requerimientos busca utilizar las distintas listas de materiales (BOM) las cuales contienen los volúmenes, tipos de ensambles y materiales requeridos para cumplir con el plan maestro de producción establecido en AJC Servicios SAS, así como lo indican las tablas 15, 16, 17y 18, para luego determinar las necesidades netas de material.

También se exponen en detalle las listas de materiales junto con los arboles de estructuras según las figuras 12,13,14 y 15 para los productos del portafolio de AJC Servicios SAS; estas listas de materiales aparte de indicar los requerimientos de materiales, muestran la codificación necesaria para las distintas partes, subensambles y materia prima, con el fin de mejorar la eficiencia de las operaciones, permitir un correcto flujo de materiales, facilitar su localización e identificarlos por su nombre, tamaño, propiedades, marca, etc.

Tabla 15. Lista de materiales del soporte multifuncional

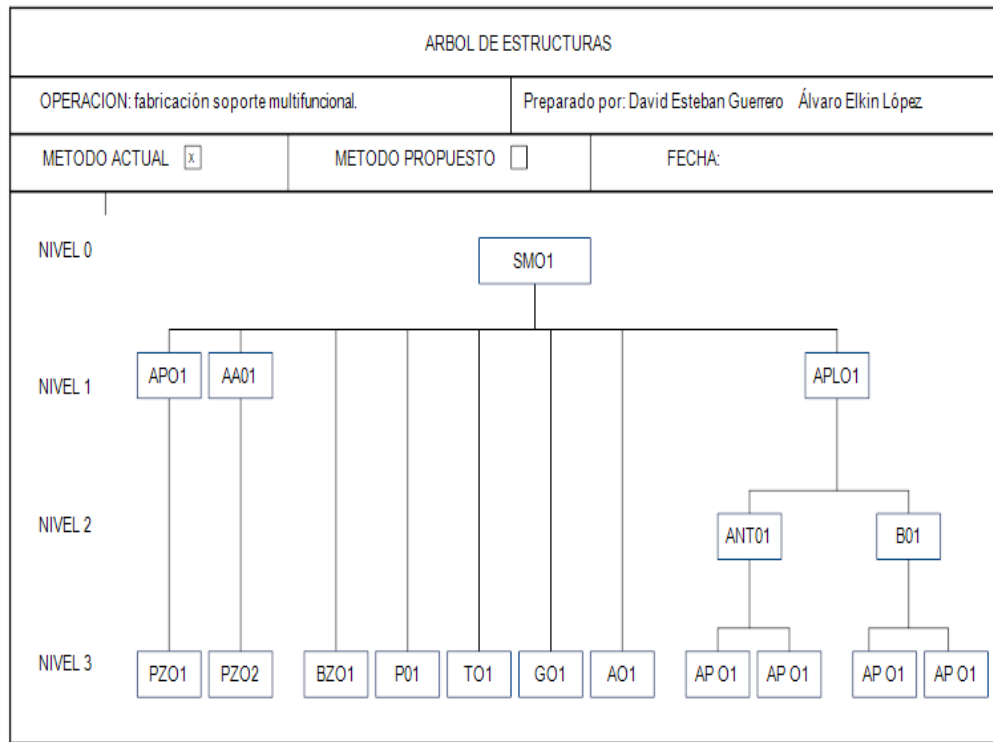
CODIGO DE LA PARTE	NIVEL 0	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	DESCRIPCIÓN DELARTE	CANTIDAD	Tiempo Suministro
SM01	SM01				SOPORTE MULTIFUNCIONAL	1	1
AP01		AP01			ANGULO PRINCIPAL	2	0
AA01		AA01			ANGULO DE ANCLAJE	4	0
BZ01				BZ01	ABRAZADERA	2	0
P01				P01	PERNO DE ANCLAJE	4	0
T01				T01	TUERCA	8	0
G01				G01	GUASA	8	0
A01				A01	ARANDELA	8	0
PZ01				PZ01	PIEZA ANGULO PRINCIPAL	1	0
PAA01				PAA01	PIEZA ANGULO ANCLAJE	1	0
AP01		AP01			APLICACIONES	1	0
ANT01			ANT01		ANTICORROSIVO	1	0
B01			B01		BASE COLOR	1	0
CZ01				CZ01	CROMATO DE ZINC	1	0
DO1				DO1	DISOLVENTE	1	0
BC01				BC01	BASE COLOR ALUMINIO	1	0

Fuente: los autores, 2013

Las listas de materiales BOM (Bill of Materials) son una representación clara de los productos elaborados por la organización, que además de señalar los componentes necesarios muestra de manera definida la secuencia de montaje de las diferentes estructuras. Estas listas de materiales son una fuente importante de información para el sistema de programación y control de producción de la empresa, ya que cuando están organizadas satisfacen las necesidades de este sistema facilitando la cantidad exacta y permanente de los materiales que se necesitan en la fabricación, además del control de las existencias.

La secuencia de montaje de los soportes metálicos en AJC Servicios SAS se define con la jerarquía de los productos por medio de los niveles, donde se aprecia que el nivel cero es el soporte ya terminado, el nivel uno comprende ensambles, el nivel dos subensambles y el nivel tres partes, componentes y materias primas.

Figura 12. Árbol de estructuras soporte multifuncional



Fuente: los autores, 2013

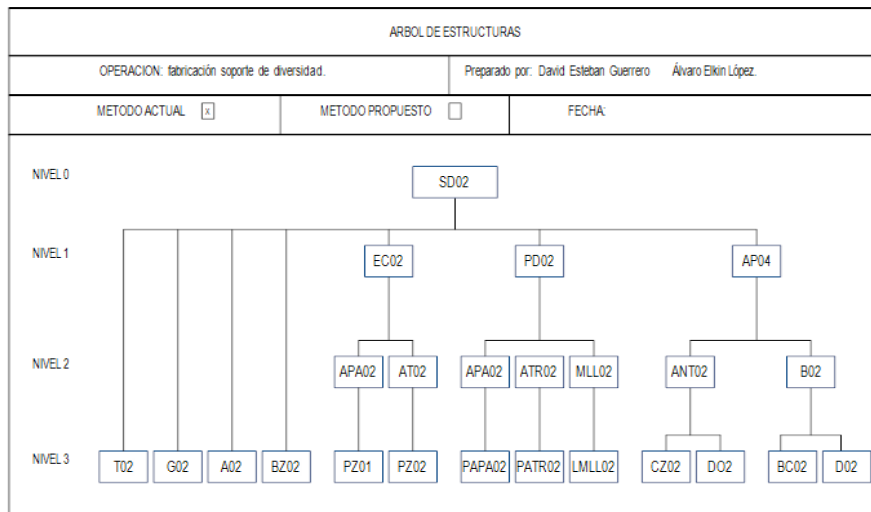
Tabla 16. Lista de materiales soporte de diversidad

CODIGO DE LA PARTE	NIVEL 0	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	DESCRIPCIÓN DELARTE	CANTIDAD	Tiempo Suministro
SD02	SD02				SOPORTE DIVERSIDAD	1	1
EC02		EC02			ENSAMBLE CABEZAL	1	0
PD02		PD02			PLATAFORMA DESCANSO	1	0
AP02		AP02		BZ01	APLICACIONES	1	0
APZ02			APZ02	P01	ANGULO PORTA ABRAZADERA 2"	1	0
AT02			AT02	T01	ANGULO TRANSVERSAL 2"	6	0
APA02			APA02		ANGULO PORTA ABRAZADERA 2,5"	1	0
ATRO2			ATRO2		ANGULO TRANSVERSAL 2,5"	1	0
MLL02			MLL02		MALLA TROQUELADA	1	0
G02				G01	GUASA	12	0
BZ01				BZ01	ABRAZADERA	6	0
T02				T02	TUERCAS	12	0
A02				A01	ARANDELA	12	0
PAPZ02				PZ01	PIEZA ANGULO PORTA ABRAZADERA 2"	1	0
PAT02				PZ02	PIEZA ANGULO TRANSVERSAL 2"	1	0
PAPA02				PAPA02	PIEZA ANGULO PORTA ABRAZADERA 2,5"	1	0
PATRO2				PATRO2	PIEZA ANGULO TRANSVERSAL 2,5"	1	0
LMLL02				LMLL02	LAMINA MALLA TROQUELADA	1	0
ANT02			ANT01		ANTICORROSIVO	1	0
B02			B02		BASE COLOR	1	0
CZ02				CZ01	CROMATO DE ZINC	2	0
DO2				DO1	DISOLVENTE	1	0
BC02				BC01	BASE COLOR ALUMINIO	1	0

Fuente: los autores, 2013

La codificación de cada uno de los ensambles, subensambles, componentes, partes, y materias primas que intervienen en el proceso productivo de los soportes metálicos es necesaria, ya que los materiales deben ser diferenciados con un único código para cada componente y a cada uno de estos se le debe asignar un único código.

Figura 13. Árbol de estructuras soporte de diversidad.



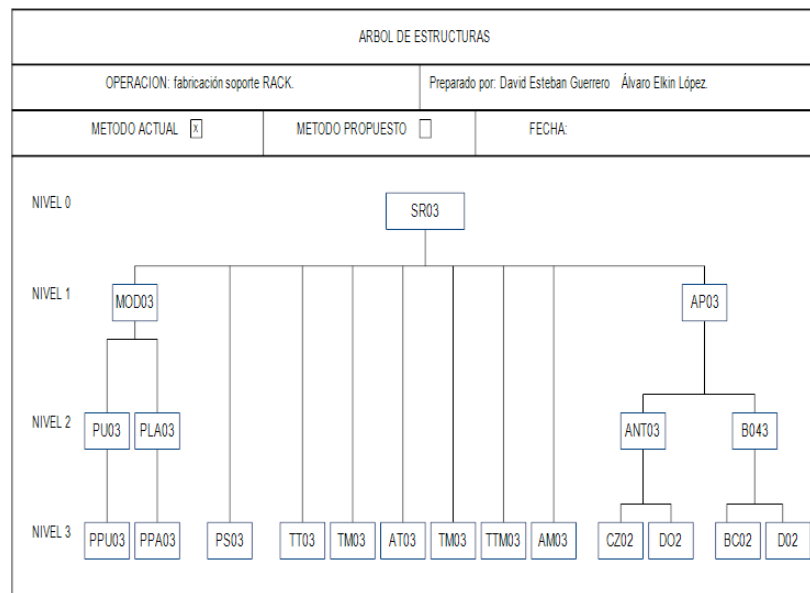
Fuente: los autores, 2013

Tabla 17. Lista de materiales soporte Rack

CODIGO DE LA PARTE	NIVEL 0	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	DESCRIPCIÓN DELARTE	CANTIDAD	Tiempo Suministro
SR03	SR03				SOPORTE RACK	1	0
MOD03		MOD03			MODULO PRINCIPAL	20	0
AP03		AP03			APLICACIONES	1	0
PU03			PU03		PLATINA DE UNION	2	0
PLA03			PLA03		PLATINA DE ANCLAJE	6	0
ANT03			ANT03		ANTICORROSIVO	1	0
BC03			BC03		BASE COLOR	1	0
ANR03			ANR03		ANGULO RACK	2	0
RST03			RST03		RIOSTRAS	5	0
PPU03				PPU03	PIEZA PLATINA UNION	1	0
PPA03				PPA03	PIEZA PLATINA ANCLAJE	1	0
PS03				PS03	PLATINA SOPORTE	10	0
TM03				TM03	TORNILLO DE 1/2	160	0
TTM03				TTM03	TUERCA DE 1/2	160	0
AM03				AM03	ARANDELA DE 1/2	160	0
TT03				TT03	TORNILO DE 3/8	120	0
TM03				TM03	TUERCA DE 3/8	120	0
AT03				AT03	ARANDELA DE 3/8	120	0
CZ02				CZ02	CROMATO DE ZINC	8	0
D02				D02	DISOLVENTE	8	0
BC02				BC02	BASE COLOR ALUMINIO	8	0

Fuente: los autores, 2013

Figura 14. Árbol de estructuras soporte Rack.



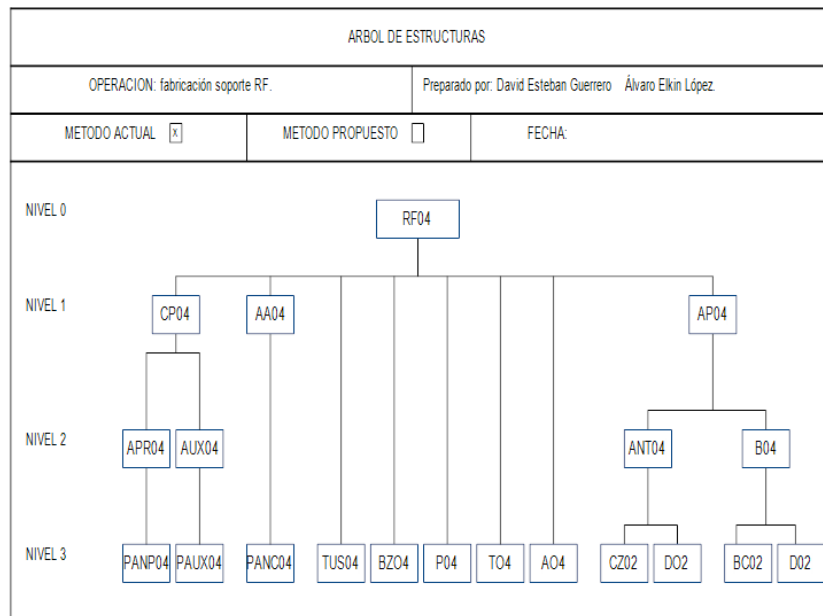
Fuente: los autores, 2013

Tabla 18. Lista de materiales soporte RF.

CODIGO DE LA PARTE	NIVEL 0	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	DESCRIPCIÓN DELARTE	CANTIDAD	Tiempo Suministro
RF04	RF04				SOPORTE RF	1	1
CP04		CP04			ENSAMBLE CUERPO PRINCIPAL	2	0
AA04		AA01			ANGULO DE ANCLAJE	1	0
P04				P04	PERNO DE ANCLAJE	4	0
T04				T04	TUERCA	12	0
APR04			APR04		ANGULO PRINCIPAL	2	0
AUX04			AUX04		ANGULO AUXILIAR	2	0
A04					ARANDELA	12	0
AP04		AP04			APLICACIONES	1	0
ANT04			ANT04		ANTICORROSIVO	1	0
DO4				DO4	DISOLVENTE	1	0
PANP04				PANP04	PIEZA ANGULO PRINCIPAL	1	0
PAUX04				PAUX04	PIEZA ANGULO AUX	1	0
PANC04				PANC04	PIEZA ANGULO ANCLAJE	1	0
B02			B02		BASE COLOR	1	0
CZ02				CZ02	CROMATO DE ZINC	1	0
DO2				DO2	DISOLVENTE	1	0
BC02				BC02	BASE COLOR ALUMINIO	1	0
TUS04				TUS04	TUBERIA SOPORTE	1	0
BZ04				BZ04	ABRAZADERAS	2	0

Fuente: los autores, 2013

Figura 15. Árbol de estructuras soporte RF.



Fuente: los autores, 2013

El plan maestro de producción sustenta un sistema de planeación de acuerdo con las cantidades requeridas de materia prima, ensambles, subensambles, partes, componentes, materias primas para poder realizarlo, al mismo tiempo se determinan también los requerimientos netos de materiales para su respectivo proceso de compras. De acuerdo con el desarrollo del MRP se determinarán los requerimientos de cada uno de los elementos necesarios en el proceso de fabricación, haciendo una división de necesidades de materias primas según el plan maestro de producción.

Los componentes del MRP están señalados en el cuadro 29 donde se puede resaltar información como son las liberaciones de las órdenes de un elemento principal, las cuales se manejan para determinar las necesidades brutas de los elementos que los compone. Las fechas de liberaciones de órdenes son obtenidas simplemente de acuerdo con los plazos de entrega que se manejan con los clientes; Las liberaciones de órdenes planificadas para todos los soportes se convierte en las necesidades brutas para los materiales que se requieren en un nivel específico ubicado en el árbol de estructuras.

Cuadro 29. Elementos del MRP

CARACTERISTICAS DE LA GRAFICA DEL MRP
Necesidades brutas (NB)
Inventario final proyectado
Recepciones programadas
Requerimientos netos
Recepciones planeadas de pedidos
Remisiones planeadas de pedido

Fuente: los autores, 2013

De acuerdo con la información que proporciona el MRP se puede describir cada ítem de la tabla de la siguiente manera:

- Necesidades brutas: Son producto de los requerimientos netos en el nivel superior de la lista de materiales.
- Inventario final proyectado: El inventario inicial en el periodo uno viene desde los registros anteriores de inventario y se calcula el inventario disponible en cada periodo.
- Requerimientos netos: Los requerimientos netos de un periodo se presentan, siempre y cuando lo proyectado disponible sea menor que el inventario de seguridad.
- Recepciones planeadas de pedidos: Las recepciones planeadas de pedidos se diferencian de las órdenes programadas en que están no han sido presentadas.
- Remisiones planeadas de pedido: Las recepciones planeadas de pedido indican la cantidad a ser ordenada, igualmente el periodo de tiempo en el cual se pretende darle autorización a la orden de compra para que sea efectiva.

El sistema MRP desarrollado en la empresa AJC Servicios SAS pretende utilizar cierta información ya establecida para determinar qué cantidades de material deben ser ordenadas y a su vez los periodos de tiempo necesarios para que estos pedidos se hagan efectivos y así poder recibir la cantidad de materiales propicia en el lugar indicado y en el tiempo adecuado. Esta información la proporciona el plan maestro de producción, las listas de materiales y los periodos que maneja la empresa para la entrega de sus productos. La tabla 19 detalla el MRP del soporte multifuncional señala los movimientos del flujo de materiales requeridos en un tiempo estimado de doce meses.

De acuerdo con la información obtenida de las listas de materiales y el árbol de estructuras se obtiene el MRP para las partes correspondientes al nivel 2 del soporte multifuncional, detalladas en las tablas 19 y 20; además el MRP de los componentes que hacen parte del nivel 3 del mismo producto compiladas en las tablas 21, 22, 23 y 24; y por último el MRP de las materia primas necesarias para la etapa de pintura pertenecientes al nivel 3 del soporte multifuncional, cuyos datos se analizan en las tablas 25, 26, 27, 28, 29,30,31 y 32.

Tabla 19. MRP Soporte multifuncional – Cód. SM01

S. MULTIFUNCIONAL	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				
	-1	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Necesidades brutas (NB)	12	12	12	11	11	11	11	10	12	12	12	11	12	12	12	13	13	13	13	13	11
Inventario final proyectado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Recepciones programadas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Requerimientos netos	12	12	12	11	11	11	11	10	12	12	12	11	12	12	12	13	13	13	13	13	11
Recepciones planeadas de pedidos		12	12	12	11	11	11	11	10	12	12	12	11	12	12	12	13	13	13	13	11
Remisiones planeadas de pedido	12	12	12	11	11	11	11	10	12	12	12	11	12	12	12	13	13	13	13	11	14

Fuente: los autores, 2013

Tabla 20. MRP ángulo principal – Cód. AP01

ANGULO PRINCIPAL	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				
	-1	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Necesidades brutas (NB)	24	24	24	22	22	22	22	20	24	24	24	22	24	24	24	26	26	26	26	22	28
Inventario final proyectado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Recepciones programadas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Requerimientos netos	24	24	24	22	22	22	22	20	24	24	24	22	24	24	24	26	26	26	26	22	28
Recepciones planeadas de pedidos	24	24	24	22	22	22	22	20	24	24	24	22	24	24	24	26	26	26	26	22	28
Remisiones planeadas de pedido	24	24	24	22	22	22	22	20	24	24	24	22	24	24	24	26	26	26	26	22	28

Fuente: los autores, 2013

Tabla 21. MRP ángulo anclaje – Cód. AA01

ANGULOANCLAJE	ENERO					FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO			
	-1	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Necesidades brutas (NB)	48	48	48	44	44	44	44	40	48	48	48	44	48	48	48	52	52	52	52	44	56
Inventario final proyectado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Recepciones programadas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Requerimientos netos	48	48	48	44	44	44	40	48	48	48	44	48	48	48	48	52	52	52	52	44	56
Recepciones planeadas de pedidos	48	48	48	44	44	44	40	48	48	48	44	48	48	48	48	52	52	52	52	44	56
Remisiones planeadas de pedido	48	48	48	44	44	44	40	48	48	48	44	48	48	48	48	52	52	52	52	44	56

Fuente: los autores, 2013

Tabla 22. MRP abrazadera – Cód. BZ01

ABRAZADERA	ENERO					FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO			
	-1	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Necesidades brutas (NB)	24	24	24	22	22	22	20	24	24	24	22	24	24	24	24	26	26	26	26	22	28
Inventario final proyectado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Recepciones programadas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Requerimientos netos	24	24	24	22	22	22	20	24	24	24	22	24	24	24	24	26	26	26	26	22	28
Recepciones planeadas de pedidos	24	24	24	22	22	22	20	24	24	24	22	24	24	24	24	26	26	26	26	22	28
Remisiones planeadas de pedido	24	24	24	22	22	22	20	24	24	24	22	24	24	24	24	26	26	26	26	22	28

Fuente: los autores, 2013

Tabla 23. MRP perno de anclaje – Cód. P01

PERNO DE ANCLAJE	ENERO					FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO			
	-1	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Necesidades brutas (NB)	48	48	48	44	44	44	40	48	48	48	44	48	48	48	48	52	52	52	52	44	56
Inventario final proyectado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Recepciones programadas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Requerimientos netos	48	48	48	44	44	44	40	48	48	48	44	48	48	48	48	52	52	52	52	44	56
Recepciones planeadas de pedidos	48	48	48	44	44	44	40	48	48	48	44	48	48	48	48	52	52	52	52	44	56
Remisiones planeadas de pedido	48	48	48	44	44	44	40	48	48	48	44	48	48	48	48	52	52	52	52	44	56

Fuente: los autores, 2013

Tabla 24. MRP aplicaciones – Cód. APL01

APLICACIONES	ENERO					FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO			
	-1	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Necesidades brutas (NB)	12	12	12	11	11	11	10	12	12	12	11	12	12	12	13	13	13	13	13	11	14
Inventario final proyectado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Recepciones programadas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Requerimientos netos	12	12	12	11	11	11	10	12	12	12	11	12	12	12	13	13	13	13	13	11	14
Recepciones planeadas de pedidos	12	12	12	11	11	11	10	12	12	12	11	12	12	12	13	13	13	13	13	11	14
Remisiones planeadas de pedido	12	12	12	11	11	11	10	12	12	12	11	12	12	12	13	13	13	13	13	11	14

Fuente: los autores, 2013

Tabla 25. MRP anticorrosivo – Cód. ANT01

ANTICORROSIVO	ENERO					FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO			
	-1	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Necesidades brutas (NB)	12	12	12	11	11	11	10	12	12	12	11	12	12	12	13	13	13	13	13	11	14
Inventario final proyectado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Recepciones programadas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Requerimientos netos	12	12	12	11	11	11	10	12	12	12	11	12	12	12	13	13	13	13	13	11	14
Recepciones planeadas de pedidos	12	12	12	11	11	11	10	12	12	12	11	12	12	12	13	13	13	13	13	11	14
Remisiones planeadas de pedido	12	12	12	11	11	11	10	12	12	12	11	12	12	12	13	13	13	13	13	11	14

Fuente: los autores, 2013

Tabla 26. MRP base color – Cód. B01

BASE COLOR	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO					
	-1	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Necesidades brutas (NB)	12	12	12	11	11	11	11	10	12	12	12	11	12	12	12	13	13	13	13	13	11	14
Inventario final proyectado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Recepciones programadas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Requerimientos netos	12	12	12	11	11	11	11	10	12	12	12	11	12	12	12	13	13	13	13	13	11	14
Recepciones planeadas de pedidos	12	12	12	11	11	11	11	10	12	12	12	11	12	12	12	13	13	13	13	13	11	14
Remisiones planeadas de pedido	12	12	12	11	11	11	11	10	12	12	12	11	12	12	12	13	13	13	13	13	11	14

Fuente: los autores, 2013

Tabla 27. MRP tuercas – Cód. T01

TUERCAS	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				
	-1	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Necesidades brutas (NB)	96	96	96	88	88	88	88	80	96	96	96	88	96	96	96	104	104	104	104	88	112
Inventario final proyectado	0	24	48	72	104	16	48	80	0	24	48	72	104	8	32	56	72	88	104	0	32
Recepciones programadas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Requerimientos netos	96	72	48	16	-16	72	40	0	96	72	48	16	-8	88	64	48	32	16	0	88	80
Recepciones planeadas de pedidos	120	120	120	120	0	120	120	0	120	120	120	0	120	120	120	120	120	120	0	120	120
Remisiones planeadas de pedido	120	120	120	120	0	120	120	0	120	120	120	0	120	120	120	120	120	120	0	120	120

Fuente: los autores, 2013

Tabla 28. MRP guasa – Cód. G01

GUASA	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				
	-1	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Necesidades brutas (NB)	96	96	96	88	88	88	88	80	96	96	96	88	96	96	96	104	104	104	104	88	112
Inventario final proyectado	0	24	48	72	104	16	48	80	0	24	48	72	104	8	32	56	72	88	104	0	32
Recepciones programadas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Requerimientos netos	96	72	48	16	-16	72	40	0	96	72	48	16	-8	88	64	48	32	16	0	88	80
Recepciones planeadas de pedidos	120	120	120	120	0	120	120	0	120	120	120	0	120	120	120	120	120	120	0	120	120
Remisiones planeadas de pedido	120	120	120	120	0	120	120	0	120	120	120	0	120	120	120	120	120	120	0	120	120

Fuente: los autores, 2013

Tabla 29. MRP arandela – Cód. A01

ARANDELA	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				
	-1	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Necesidades brutas (NB)	96	96	96	88	88	88	88	80	96	96	96	88	96	96	96	104	104	104	104	88	112
Inventario final proyectado	0	24	48	72	104	16	48	80	0	24	48	72	104	8	32	56	72	88	104	0	32
Recepciones programadas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Requerimientos netos	96	72	48	16	-16	72	40	0	96	72	48	16	-8	88	64	48	32	16	0	88	80
Recepciones planeadas de pedidos	120	120	120	120	0	120	120	0	120	120	120	0	120	120	120	120	120	120	0	120	120
Remisiones planeadas de pedido	120	120	120	120	0	120	120	0	120	120	120	0	120	120	120	120	120	120	0	120	120

Fuente: los autores, 2013

Tabla 30. MRP cromato de zinc – Cód. CZ01

CROMATO DE ZINC	ENERO					FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				
	-1	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Necesidades brutas (NB)	12	12	12	11	11	11	11	10	12	12	12	11	12	12	12	13	13	13	13	13	11	14
Inventario final proyectado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Recepciones programadas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Requerimientos netos	12	12	12	11	11	11	11	10	12	12	12	11	12	12	12	13	13	13	13	13	11	14
Recepciones planeadas de pedidos	12	12	12	11	11	11	11	10	12	12	12	11	12	12	12	13	13	13	13	13	11	14
Remisiones planeadas de pedido	12	12	12	11	11	11	11	10	12	12	12	11	12	12	12	13	13	13	13	13	11	14

Fuente: los autores, 2013

Tabla 31. MRP disolvente – Cód. D01

DISOLVENTE	ENERO					FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				
	-1	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Necesidades brutas (NB)	12	12	12	11	11	11	11	10	12	12	12	11	12	12	12	13	13	13	13	13	11	14
Inventario final proyectado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Recepciones programadas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Requerimientos netos	12	12	12	11	11	11	11	10	12	12	12	11	12	12	12	13	13	13	13	13	11	14
Recepciones planeadas de pedidos	12	12	12	11	11	11	11	10	12	12	12	11	12	12	12	13	13	13	13	13	11	14
Remisiones planeadas de pedido	12	12	12	11	11	11	11	10	12	12	12	11	12	12	12	13	13	13	13	13	11	14

Fuente: los autores, 2013

Tabla 32. MRP base color aluminio – Cód. BC01

BASE COLOR ALUMINIO	ENERO					FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				
	-1	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Necesidades brutas (NB)	12	12	12	11	11	11	11	10	12	12	12	11	12	12	12	13	13	13	13	13	11	14
Inventario final proyectado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Recepciones programadas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Requerimientos netos	12	12	12	11	11	11	11	10	12	12	12	11	12	12	12	13	13	13	13	13	11	14
Recepciones planeadas de pedidos	12	12	12	11	11	11	11	10	12	12	12	11	12	12	12	13	13	13	13	13	11	14
Remisiones planeadas de pedido	12	12	12	11	11	11	11	10	12	12	12	11	12	12	12	13	13	13	13	13	11	14

Fuente: los autores, 2013

2.4.4.1. Fichas de resumen

Basado en los resultados arrojados por el MRP, en la tabla 33 se realiza una lista de las necesidades brutas para cada uno de los productos, la intención es que con estas fichas se tenga una clara obtención de todos los requerimientos para el ejercicio de la manufactura.

Tabla 33. Resumen de remisiones planeadas de pedido.

FICHA DE REMISIONES PLANEADAS DE PEDIDO - SOPORTE MULTIFUNCIONAL																										
ELEMENTO	ITEM	UND	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO			
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
SOPORTE MULTIFUNCIONAL	SM01	und	12	12	12	11	11	11	11	10	12	12	12	11	12	12	12	13	13	13	13	11	14	14	14	15
ANGULO PRINCIPAL	AP01	und	24	24	24	22	22	22	22	20	24	24	24	22	24	24	24	26	26	26	26	22	28	28	28	30
ANGULO DE ANCLAJE	AA01	und	48	48	48	44	44	44	44	40	48	48	48	44	48	48	48	52	52	52	52	44	56	56	56	60
ABRAZADERA	BZ01	und	24	24	24	22	22	22	22	20	24	24	24	22	24	24	24	26	26	26	26	22	28	28	28	30
PERNO DE ANCLAJE	P01	und	48	48	48	44	44	44	44	40	48	48	48	44	48	48	48	52	52	52	52	44	56	56	56	60
TUERCA	T01	und	96	96	96	88	88	88	88	80	96	96	96	88	96	96	96	104	104	104	104	88	112	112	112	120
GUASA	G01	und	96	96	96	88	88	88	88	80	96	96	96	88	96	96	96	104	104	104	104	88	112	112	112	120
ARANDELA	A01	und	96	96	96	88	88	88	88	80	96	96	96	88	96	96	96	104	104	104	104	88	112	112	112	120
PIEZA ANGULO PRINCIPAL	PZ01	und	24	24	24	22	22	22	22	20	24	24	24	22	24	24	24	26	26	26	26	22	28	28	28	30
PIEZA ANGULO ANCLAJE	PAA01	und	48	48	48	44	44	44	44	40	48	48	48	44	48	48	48	52	52	52	52	44	56	56	56	60
APLICACIONES	APL01	und	12	12	12	11	11	11	11	10	12	12	12	11	12	12	12	13	13	13	13	11	14	14	14	15
ANTICORROSIVO	ANT01	und	12	12	12	11	11	11	11	10	12	12	12	11	12	12	12	13	13	13	13	11	14	14	14	15
BASE COLOR	B01	und	12	12	12	11	11	11	11	10	12	12	12	11	12	12	12	13	13	13	13	11	14	14	14	15
CROMATO DE ZINC	CZ01	1/8 galón	12	12	12	11	11	11	11	10	12	12	12	11	12	12	12	13	13	13	13	11	14	14	14	15
DISOLVENTE	DO1	1/8 galón	12	12	12	11	11	11	11	10	12	12	12	11	12	12	12	13	13	13	13	11	14	14	14	15
BASE COLOR ALUMINIO	BC01	1/8 galón	12	12	12	11	11	11	11	10	12	12	12	11	12	12	12	13	13	13	13	11	14	14	14	15

Fuente: los autores, 2013

2.4.5. Planeación del montaje de la capacidad en los centros de trabajo

Es necesario realizar un análisis de capacidad más detallado, desglosando los datos arrojados por el PMP sobre cada centro de trabajo, permitiendo identificar las áreas que presentan capacidad insuficiente. En el dado caso de que la capacidad requerida exceda la capacidad disponible en algún centro de trabajo se debe analizar las diferentes opciones para nivelar la exigencia, como son, ajustar el PMP, incrementar la capacidad del área o revisar las distribuciones de personal en los centros de trabajo.

El método utilizado es el de la “lista de capacidad”, este se muestra en la tabla 34, donde se identifica la carga que va a generar el PMP en cada centro de trabajo arrojando un porcentaje de ocupación de cada uno de ellos.

Tabla 34. Tabla general de capacidades por área – periodo 2.013

CUADRO GENERAL DE CAPACIDADES POR ÁREAS (HORAS)												
Elemento	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Horas	40320	46076	46808	49931	50779	59520	42240	50056	49421	53449	62919	59544
Corte	3120,8	3566,2	3622,9	3864,6	3930,3	4606,8	3269,4	3874,4	3825,2	4137,0	4869,9	4608,7
Plasma	2115,7	2417,7	2456,1	2620,0	2664,5	3123,2	2216,5	2626,6	2593,3	2804,6	3301,5	3124,4
Perforación	11735,8	13411,0	13624,1	14533,1	14780,0	17324,2	12294,6	14569,7	14384,7	15557,3	18313,5	17331,2
Soldadura	6293,9	7192,3	7306,6	7794,1	7926,5	9291,0	6593,6	7813,7	7714,5	8343,3	9821,5	9294,7
Pintura	17053,9	19488,3	19797,9	21118,8	21477,7	25174,8	17866,0	21172,1	20903,2	22607,1	26612,4	25185,0
TOTAL	40320	46076	46808	49931	50779	59520	42240	50056	49421	53449	62919	59544

Fuente: los autores, 2013

Correspondiendo al PMP en cubos de tiempo semanales se realizó el desglose del cuadro anterior para cada una de las semanas, para un horizonte de un año de planeación. A continuación los cuadros 35 y 36 ilustran la situación descrita anteriormente.

Tabla 35. Cuadro de capacidades por área / periodo: enero - junio

CAPACIDAD DE LAS ÁREAS EN MINUTOS																								
CAPACIDAD ÁREAS	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
Corte	780	780	780	780	892	892	892	892	906	906	906	906	966	966	966	966	983	983	983	983	1152	1152	1152	1152
Plasma	529	529	529	529	604	604	604	604	614	614	614	614	655	655	655	655	666	666	666	666	781	781	781	781
Perforación	2934	2934	2934	2934	3353	3353	3353	3353	3406	3406	3406	3406	3633	3633	3633	3633	3695	3695	3695	3695	4331	4331	4331	4331
Soldadura	1573	1573	1573	1573	1798	1798	1798	1798	1827	1827	1827	1827	1949	1949	1949	1949	1982	1982	1982	1982	2323	2323	2323	2323
Pintura	4263	4263	4263	4263	4872	4872	4872	4872	4949	4949	4949	4949	5280	5280	5280	5280	5369	5369	5369	5369	6294	6294	6294	6294
TOTAL	10080	10080	10080	10080	11519	11519	11519	11519	11702	11702	11702	11702	12483	12483	12483	12483	12695	12695	12695	12695	14880	14880	14880	14880

Fuente: los autores, 2013

Tabla 36. Cuadro de capacidades por área / periodo: julio – diciembre

CAPACIDAD DE LAS AREAS EN MINUTOS																								
CAPACIDAD ÁREAS	JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE			OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE				
	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
Corte	817	817	817	817	969	969	969	969	956	956	956	956	1034	1034	1034	1034	1217	1217	1217	1217	1152	1152	1152	1152
Plasma	554	554	554	554	657	657	657	657	648	648	648	648	701	701	701	701	825	825	825	825	781	781	781	781
Perforación	3074	3074	3074	3074	3642	3642	3642	3642	3596	3596	3596	3596	3889	3889	3889	3889	4578	4578	4578	4578	4333	4333	4333	4333
Soldadura	1648	1648	1648	1648	1953	1953	1953	1953	1929	1929	1929	1929	2086	2086	2086	2086	2455	2455	2455	2455	2324	2324	2324	2324
Pintura	4466	4466	4466	4466	5293	5293	5293	5293	5226	5226	5226	5226	5652	5652	5652	5652	6653	6653	6653	6653	6296	6296	6296	6296
TOTAL	10560	10560	10560	10560	12514	12514	12514	12514	12355	12355	12355	12355	13362	13362	13362	13362	15730	15730	15730	15730	14886	14886	14886	14886

Fuente: los autores, 2013

Teniendo en cuenta las capacidades por área de cada centro de trabajo y los requerimientos agregados en horas, se realizó la comparación y se obtuvo los índices de ocupación que se identifican a continuación en las tablas 37 y 38.

Tabla 37. Cuadro índice de ocupación / periodo: enero - junio

ÍNDICE DE UTILIZACIÓN POR CADA CENTRO DE TRABAJO																								
CENTRO DE TRABAJO	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
Corte	81%	81%	81%	79%	98%	98%	98%	79%	95%	95%	95%	83%	95%	95%	95%	87%	96%	96%	96%	82%	93%	93%	93%	79%
Plasma	89%	89%	89%	83%	94%	94%	94%	76%	94%	94%	94%	80%	90%	90%	90%	88%	95%	95%	95%	81%	91%	91%	91%	82%
Perforación	74%	74%	74%	74%	98%	98%	98%	76%	95%	95%	95%	79%	94%	94%	94%	83%	98%	98%	98%	79%	95%	95%	95%	78%
Soldadura	83%	83%	83%	82%	102%	102%	102%	84%	97%	97%	97%	88%	99%	99%	99%	89%	97%	97%	97%	85%	95%	95%	95%	78%
Pintura	89%	89%	89%	87%	98%	98%	98%	83%	96%	96%	96%	88%	96%	96%	96%	90%	96%	96%	96%	83%	92%	92%	92%	82%

Fuente: los autores, 2013

La tabla indica un exceso de capacidad en el área de soldadura para las tres primeras semanas del mes de febrero, debido a que las demás áreas presentan un índice alto de ocupación, es necesario agregar 8 horas extras al PMP para responder a la demanda en este lapso de tiempo.

Tabla 38. Cuadro índice de ocupación / periodo: julio – diciembre

ÍNDICE DE UTILIZACIÓN POR CADA CENTRO DE TRABAJO																								
CENTRO DE TRABAJO	JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
Corte	94%	94%	94%	82%	97%	97%	97%	82%	92%	92%	92%	95%	94%	94%	94%	92%	96%	96%	96%	83%	92%	92%	92%	92%
Plasma	97%	97%	97%	92%	95%	95%	95%	77%	89%	89%	89%	94%	92%	92%	92%	86%	95%	95%	95%	81%	92%	92%	92%	91%
Perforación	89%	89%	89%	74%	99%	99%	99%	81%	92%	92%	92%	94%	95%	95%	95%	94%	99%	99%	99%	84%	94%	94%	94%	94%
Soldadura	98%	98%	98%	82%	99%	99%	99%	88%	94%	94%	94%	97%	95%	95%	95%	95%	96%	96%	96%	85%	92%	92%	92%	92%
Pintura	102%	102%	102%	92%	96%	96%	96%	84%	93%	93%	93%	97%	93%	93%	93%	90%	95%	95%	95%	84%	92%	92%	92%	90%

Fuente: los autores, 2013

Las tres primeras semanas del mes de julio presentan una sobrecarga en el área de pintura, se puede incrementar la capacidad agregando personal del área de corte, el cual presenta el índice más bajo o agregar 10 horas más para el mes de julio en el Plan maestro de producción.

2.5. PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE ACTIVIDADES

La elaboración de un plan de programación de actividades en la planta de producción, se enfoca en tener claridad en las rutas de los productos, definir cuando se deben realizar las actividades, tener un control del proceso, esto se traduce en decisiones de capacidad, planes agregados intermedios y programación de secuencias de trabajo.

2.5.1. Fichas de ruta

A continuación en las figuras 16, 17, 18 y 19, se ilustran las fichas de ruta que se usarán para cada uno de los productos, donde se especifica los centros de trabajo por el cual debe pasar cada elemento y las cargas en cada uno de ellos.

Figura 16. Ficha de ruta: soporte de diversidad

SOPORTE DIVERSIDAD									
Codigo	Operación	Te (min)	Centro de trabajo	Unidades a procesar	Cargas en Ct (min)				
					CR	PL	PR	SL	PT
ATR02	cortar	1,95	corte	1	2,0				
Total para montar 1 und. de ATR02					2,0				
MLL02	cortar	5,7	corte	1	5,7				
Total para montar 1 und. de MLL02					5,7				
APZ02	cortar	1,95	corte	1	2,0				
	mecanizado	2,9	plasma	1		2,9			
	perforar	12,95	perforado	1			13,0		
Total para montar 1 und. de APZ02					2,0	2,9	13,0		
ATO2	cortar	1,95	corte	6	11,7				
	mecanizado	2,9	plasma	2		5,8			
	perforar	12,95	perforado	2			25,9		
Total para montar 6 und. de ATO2					11,7	5,8	25,9		
APA02	cortar	1,95	corte	1	2,0				
	mecanizado	2,9	plasma	1		2,9			
	perforar	12,95	perforado	1			13,0		
Total para montar 1 und. de APA02					2,0	2,9	13,0		
ECO02	soldar	22,91	soldadura	1				22,9	
Total para montar 1 und. de ECO2								22,9	
PD02	soldar	37,38	soldadura	1				37,4	
Total para montar 1 und. de PD02								37,4	
ANT02	pintar	15,56	pintura	1					15,6
Total para montar 1 und. de ANT02									15,6
B02	pintar	35,98	pintura	1					36,0
Total para montar 1 und. de ANT02									36,0
AP02	pintar	66,36	pintura	1					66,4
Total para montar 1 und. de AP02									66,4
SD02	x	x	x	1					
Total para montar 1 und. de SD02									
TOTAL PARA MONTAR UN SD02 Y COMPONENTES					23,3	11,6	51,8	60,3	117,9

Fuente: los autores, 2013

Figura 17. Ficha de ruta: soporte multifuncional

SOPORTE MULTIFUNCIONAL									
Codigo	Operación	Te (min)	Centro de trabajo	Unidades a procesar	Cargas en Ct (min)				
					C	M	P	S	P
AP01	cortar	1,6	corte	2	3,2				
	mecanizado	3,55	plasma	2		7,1			
	perforar	3,83	perforado	2			7,7		
Total para montar 2 und. de AP01					3,2	7,1	7,7		
AA01	cortar	1,6	corte	4	6,4				
	mecanizado	3,55	plasma	4		14,2			
	perforar	3,83	perforado	4			15,3		
Total para montar 4 und. de AA01					6,4	14,2	15,3		
ANT01	pintar	14,81	pintura	1					14,8
Total para montar 1 und. de ANT01									14,8
BC01	pintar	28,76	pintura	1					28,8
Total para montar 1 und. de BC01									28,8
AP01	pintar	55,2	pintura	1					55,2
Total para montar 1 und. de AP01									55,2
SM01	x	x	x	1					
Total para montar 1 und. de SM02									
TOTAL PARA MONTAR UN SM01 Y COMPONENTES					9,6	21,3	23,0	0,0	98,8

Fuente: los autores, 2013

Figura 18. Ficha de ruta: soporte rack

SOPORTE RACK									
Codigo	Operación	Te (min)	Centro de trabajo	Unidades a procesar	Cargas en Ct (min)				
					C	M	P	S	P
PU03	cortar	4,4	corte	2	8,8				
	perforar	15,02	perforado	2			30,0		
Total para montar 2 und. de PU03					8,8		30,0		
PLA03	cortar	1,95	corte	6	11,7				
	perforar	25,02	perforado	6			150,1		
Total para montar 6 und. de PLA03					11,7		150,1		
ANR03	cortar	10,34	corte	2	20,7				
	mecanizado	16,33	plasma	2		32,7			
	perforar	22,52	perforado	2			45,0		
	soldar	18,19	soldadura	2				36,4	
Total para montar 2 und. de ANR03					20,7	32,7	45,0	36,4	
RST03	cortar	3,41	corte	5	17,1				
	perforar	15,03	perforado	5			75,2		
	soldar	5,19	soldadura	5				26,0	
Total para montar 5 und. de RST03					17,1		75,2	26,0	
MOD03	soldar	2,07	soldadura	20				41,4	
Total para montar 20 und. de MOD03								41,4	
ANT03	pintar	23,91	pintura	1					23,9
Total para montar 1 und. de ANT03									23,9
BC03	pintar	47,92	pintura	1					47,9
Total para montar 1 und. de BC03									47,9
AP03	pintar	128,13	pintura	1					128,1
Total para montar 1 und. de AP03									128,1
SR03	x	x	x	1					
Total para montar 1 und. de SR03									
TOTAL PARA MONTAR UN SR03 Y COMPONENTES					58,2	32,7	300,4	103,7	200,0

Fuente: los autores, 2013

Figura 19. Ficha de ruta: soporte de rf

SOPORTE RF									
Codigo	Operación	Te (min)	Centro de trabajo	Unidades a procesar	Cargas en Ct (min)				
					C	M	P	S	P
AA04	cortar	2,83	corte	1	2,8				
	perforar	12	perforado	1			12,0		
Total para montar 1 und. de AA04					2,8		12,0		
APR04	cortar	2,83	corte	2	5,7				
	perforar	12	perforado	2			24,0		
Total para montar 2 und. de APR04					5,7		24,0		
AUX04	cortar	2,83	corte	2	5,7				
	perforar	12	perforado	2			24,0		
Total para montar 2 und. de AUX04					5,7		24,0		
CP04	soldar	24,27	soldadura	2				48,5	
Total para montar 2 und. de CP04								48,5	
ANT04	pintar	13,55	pintura	1					13,6
Total para montar 1 und. de ANT04									13,6
BC04	pintar	33,75	pintura	1					33,8
Total para montar 1 und. de BC04									33,8
AP04	pintar	58,7	pintura	1					58,7
Total para montar 1 und. de AP04									58,7
SRF04	x	x	x	1					
Total para montar 1 und. de SRF04									
TOTAL PARA MONTAR UN SRF043 Y COMPONENTES					14,2	0,0	60,0	48,5	106,0

Fuente: los autores, 2013

Es necesario determinar los lotes de producción, para cada producto y relacionarlos con los tiempos estándar determinados anteriormente con el fin de parametrizar los tiempos en cada centro de trabajo. La estrategia fue generar lotes con el ánimo de generar un tránsito más acelerado de los productos, los lotes quedan conformados tal como lo indica el cuadro 30.

Cuadro 30. Cantidad por lote

Soporte	Unidades por lote
Sop. Diversidad	4
Sop. Multifuncional	4
Sop. Rack	2
Sop. Rf	4

Fuente: los autores, 2013

Otra variable que influyó en la determinación de los lotes, es un común de unidades que se presentan en los pedidos, los cuales, frecuentemente se pide la misma proporción de cada referencia correspondiente a las características de su utilización, este factor también tuvo influencia en la determinación del tamaño del lote, para tener una salida mas rápida de los productos del sistema y de la planta, evitando así el exceso de inventario.

2.5.2. Métodos de control

El control se realizará por actividades de producción, en la figura 20 se describe una gráfica de GANTT con el fin de controlar las prioridades de trabajo para mantener y comunicar el estado de las órdenes de producción y los diferentes centros de trabajo.

Para la realización del diagrama de Gantt que se ilustra en la figura 20, se procedió a determinar las horas necesarias para la fabricación de los productos basados en lotes planeados, la tabla 39, expresa las horas aproximadas que cada soporte requiere en cada centro de trabajo.

Tabla 39. Horas aproximadas por área

SOPORTE	Soporte de diversidad					Soporte RF					Soporte Rack					Soporte multifuncional				
ÁREAS	Corte	Plas	Perfo	Solda	Pintu	Corte	Plas	Perfo	Solda	Pintu	Corte	Plas	Perfo	Solda	Pintu	Corte	Plas	Perfo	Solda	Pintu
HORAS APROX.	2	1	3	4	8	1	x	4	3	7	2	1	10	3	7	1	1	2	X	7

Fuente: los autores, 2013

Figura 20. Grafica de GANTT

ÁREA	LUNES									MARTES									MIERCOLES										
	8:00 - 9:00	9:00 - 10:00	10:00 - 11:00	11:00 - 12:00	12 a 12:30	1:30 a 2:30	2:30 - 3:30	3:30 - 4:30	4:30 - 5:30	8:00 - 9:00	9:00 - 10:00	10:00 - 11:00	11:00 - 12:00	12 a 12:30	1:30 a 2:30	2:30 - 3:30	3:30 - 4:30	4:30 - 5:30	8:00 - 9:00	9:00 - 10:00	10:00 - 11:00	11:00 - 12:00	12 a 12:30	1:30 a 2:30	2:30 - 3:30	3:30 - 4:30	4:30 - 5:30		
Corte																													
Plasma																													
Perforación																													
Soldadura																													
Pintura																													

JUEVES										VIERNES								
8:00 - 9:00	9:00 - 10:00	10:00 - 11:00	11:00 - 12:00	12 a 12:30	1:30 a 2:30	2:30 - 3:30	3:30 - 4:30	4:30 - 5:30	8:00 - 9:00	9:00 - 10:00	10:00 - 11:00	11:00 - 12:00	12 a 12:30	1:30 a 2:30	2:30 - 3:30	3:30 - 4:30	4:30 - 5:30	

Fuente: los autores, 2013

2.5.3. Control de las actividades de producción

El método de control se basó en señalar los centros de trabajo que actúen como “recurso restringido por la capacidad”, es decir, aquel centro cuya utilización este al tope y se pueda convertir en un cuello de botella. Se utilizaron dos mecanismos para detectar estos centros:

1. Por medio del estudio de capacidades realizado anteriormente.
2. A través del diagnostico de la planta, examinando el sistema de operación.

Recursos restringidos por la capacidad:

- Área de pintura.

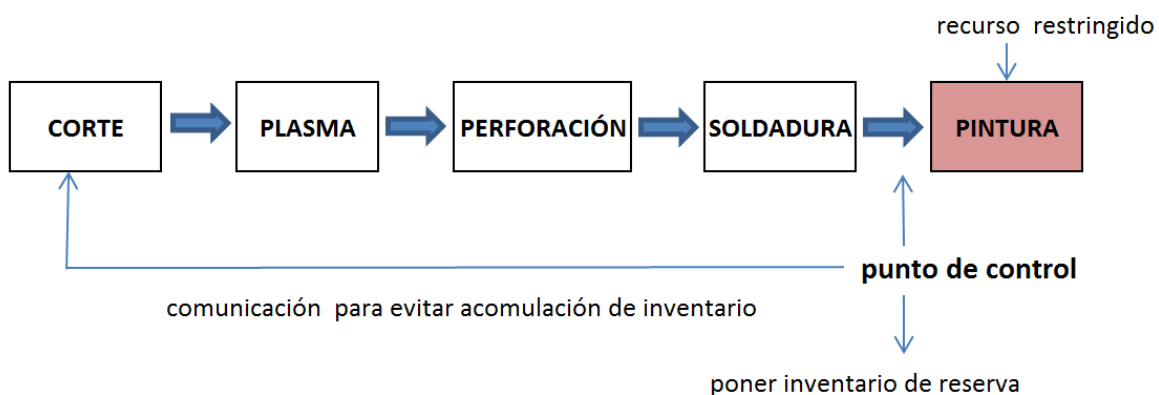
Canales despejados:

- Área de corte.
- Área de plasma.
- Área de perforado.
- Área de soldadura.

Los canales despejados son aquellos donde la capacidad es mayor que la demanda que se le impone, por lo tanto estos no deben trabajar de continuo ya que se produciría más de lo que se necesita.

La figura 21 ilustra el sistema con un punto de control, el cual se ubicará en el recurso restringido por la capacidad, es decir en el área de pintura.

Figura 21. Esquema para control de actividades



Fuente: los autores, 2013

En el punto de control se deben desarrollar tres actividades:

1. Poner un inventario de reserva para que el centro siempre tenga trabajo.
2. Comunicar al área de corte lo que se está produciendo para que esta área proporcione solo este monto y así evitar acumulación de inventario.
3. Aumentar la capacidad, con decisiones administrativas, esto es, dotar de más personal y su respectiva herramienta y equipo a este centro de trabajo.

El material que empieza a fluir partiendo del área de corte, se desplazará a través de cajas con las etiquetas correspondientes a cada elemento y un color de referencia para cada uno de los soportes que se fabrican en la empresa, con el ánimo de que los operarios de cada centro de trabajo, distingan de manera clara e inmediata la tarea a realizar.

Los colores destinados a cada soporte son:

SOPORTE DIVERSIDAD: ROJO

SOPORTE MULTIFUNCIONAL: AMARILLO

SOPORTE RACK: VERDE

SOPORTE RF: AZUL

A continuación en la figura 22 se identifica el tipo de etiqueta que marcará cada lote de transferencia.

Figura 22. Etiqueta de control (transferencia)

Item:	AT02
Corresponde a:	Soporte Diversidad
Cantidad para unidad:	6
Cantidad para lote:	24
Secuencia:	Corte - Plasma - Perforado - Soldadura

Fuente: los autores, 2013

Debido a que los materiales llevan una secuencia por los diferentes centros de trabajo, es en el área de soldadura donde se unifican y se realizan los diferentes subensambles para el producto final, para ese momento es necesario crear contenedores para empezar a especificar las piezas de cada uno de ellos y a que soporte corresponde, para así tener un respectivo control de los materiales.

La figura 23 muestra el tipo de etiqueta que llevará cada contenedor, con las diferentes especificaciones y su respectivo color rojo para el caso del soporte de diversidad y así lograr una fácil identificación.

Figura 23. Etiqueta de control (proceso)

Area:	Soldadura
Item:	ECO02
Corresponde a:	Soporte Diversidad
Cantidad para unidad:	1
Cantidad para lote:	4
Piezas de entrada:	ATRO2 - MLL02 - AT02 - APA02
Tiempo de proceso (und):	23 minutos
Tiempo de proceso (Lote):	92 minutos
Proceso anterior:	Perforado
Enviar a:	Pintura

Fuente: los autores, 2013

3. ANALISIS DE RESULTADOS

3.1. INDICADORES DE GESTIÓN

El funcionamiento de una empresa, control de sus áreas funcionales, desempeño y por consiguiente sus resultados son evaluados por indicadores de gestión, los cuales son establecidos por los encargados de los proyectos realizados en la empresa o la administración de la misma.

Estos indicadores son cuantificables y están directamente relacionados con los resultados de distintas operaciones como son las ventas anuales, la producción en horas normales, horas extras, material desperdiciado entre otros, brindando herramientas importantes para la obtención de recursos y la medición de la eficiencia y eficacia en los distintos procesos dentro de la organización.

La implantación del proyecto propuesto en AJC SERVICIOS S.A.S se puede validar por medio de indicadores de gestión, los cuales, tienen una relación directa con los objetivos empresariales de la organización, son comparables entre las distintas empresas dedicadas a esta actividad económica y al interior de la misma con el fin de detectar falencias, determinar los puntos críticos y aplicar acciones correctivas. En el área de producción de una empresa un objetivo común es producir cierto número de unidades en un determinado periodo de tiempo, de modo que en este caso el indicador está midiendo las unidades producidas/mes, ofreciendo una información importante y específica que facilitará tomar decisiones efectivas, para poder planificar en un determinado horizonte de tiempo con el fin de cumplir un objetivo que pueda ser medido y cuantificable.

A manera de introducción el cuadro 31 presenta la información cualitativa correspondiente a los aportes del proyecto al sistema productivo de la empresa

Cuadro 31. Aportes del proyecto (sistema actual Vs sistema propuesto)

ITEM	DESCRIPCION	SISTEMA PROPUESTO	SISTEMA ACTUAL
1	Gestión empresarial.	Optimizar los procesos productivos a través de herramientas ingenieriles para mejorar la productividad y competitividad de la empresa.	La organización realiza sus actividades de manera empírica y sin una planeación.
2	Análisis del estado en que opera la organización.	Diagnóstico de los procesos que intervienen en el sistema productivo que maneja la organización.	La organización solo maneja registros financieros.
3	Gestión de los procesos.	Descripción general de la normatividad que cubija las actividades realizadas en los procesos productivos de la organización.	Los procesos productivos son desarrollados sin tener en cuenta normas y requisitos legales.
4	Análisis causa y efecto.	Representación gráfica de las variables que intervienen en el proceso productivo de la organización por medio de un diagrama causa-efecto.	No hay seguimiento de algún tipo de variable que participe en el proceso productivo.
6	Representación de los procesos.	Elaboración de los diagramas de flujo para la manufactura de cada uno los productos que se comercializan en la empresa.	SIN APLICAR
8	Control de materia primas.	Obtención de entradas de materiales, cantidades requeridas, y flujo de estas materias primas por los distintos centros de trabajo.	SIN APLICAR
11	Planificación de niveles de producción.	Desarrollo del plan agregado de producción.	La producción se lleva a cabo sin conocer los recursos necesarios para su cumplimiento.
12	Implementación de la fuerza laboral.	Análisis de horas extras, opciones de contratación, despido, subcontratación para nivelar los requerimientos exigidos.	SIN APLICAR
13	Definición de los productos.	Elaboración de los BOM's de los soportes fabricados en la empresa AJC servicios SAS.	SIN APLICAR
14	Sistema de planificación y administración de materiales.	Desarrollo de un plan de requerimientos de materiales para el proceso productivo de la organización.	SIN APLICAR
15	Programación de operaciones	Desarrollo de un plan de programación de operaciones basado en estrategias de secuenciación y mecanismos de control de procesos.	SIN APLICAR

Fuente: los autores, 2013

Los indicadores para la validación de la información relacionada con los procesos propuestos en el desarrollo del sistema de planeación programación y control de la producción en la empresa AJC SERVICIOS SAS son los siguientes:

3.1.1. Tasa de producción:

$$\text{Tasa de producción} = \frac{\text{unidades producidas}}{\text{horas empleadas}}$$

Objetivo: la tasa de producción se emplea para determinar el número de unidades de salida por unidad de tiempo.

Responsable: administrador de operaciones

Revisión: trimestral

La tabla 40 muestra la relación de la tasa de producción entre los periodos 2012 y 2013 divididos en intervalos trimestrales.

Tabla 40. Indicador: tasa de producción

Elemento	PERIODO: 2012				PERIODO: 2013			
	TRIM. 1	TRIM. 2	TRIM. 3	TRIM. 4	TRIM. 1	TRIM. 2	TRIM. 3	TRIM. 4
Unidades producidas	201	236	218	256	434	514	474	557
Horas empleadas	2400	2272	2304	2368	2220	2717	2362	2932
Tasa de producción (und/hora)	0,08	0,10	0,09	0,11	0,20	0,19	0,20	0,19

Fuente: los autores, 2013

3.1.2. Factor de utilización:

$$\text{factor de utilización} = \frac{\text{horas productivas}}{\text{horas disponibles}} \times 100$$

Objetivo: medir la capacidad que tiene la empresa para producir en función de las horas disponibles de trabajo.

Responsable: administrador de operaciones

Revisión: semestral

La tabla 41 muestra la relación entre el factor de utilización de los periodos 2012 y 2013 para una revisión semestral.

Tabla 41. Indicador: Factor de utilización

Elemento	Periodo: 2012		Periodo: 2013	
	SEM. 1	SEM. 2	SEM. 1	SEM. 2
Horas disponibles	4672	4672	4937	5294
Horas productivas	2170	2354,121	4708,242	5120,4615
Factor de utilización	46%	50%	95%	97%

Fuente: los autores, 2013

3.1.3. Productividad parcial (mano de obra):

$$Pp. \text{ mano de obra} = \frac{\text{und producidas}}{\# \text{ de trabajadores}}$$

Objetivo: medir la productividad de la mano de obra en función de las unidades producidas.

Responsable: administrador de operaciones

Revisión: mes a mes

La tabla 42 realiza una comparación de la productividad parcial de la mano de obra para los últimos cuatro meses de los años 2012 y 2013.

Tabla 42. Indicador: Productividad parcial (mano de obra)

Elemento	Periodo: 2012				Periodo: 2013			
	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Unidades producidas	75	78	91	87	162	170	199	188
# de trabajadores	4	4	5	4	4	4	6	5
Productividad parcial	18,8	19,5	18,2	21,8	40,5	42,5	33,2	37,6

Fuente: los autores, 2013

3.1.4. Unidades no conformes por causa específica

$$UNCE = \frac{\text{und no conformes en el centro de trabajo}}{\text{unidades no conformes total}} \times 100$$

Objetivo: obtener el porcentaje de unidades no conformes para cada centro de trabajo, para ubicar la causa de la raíz del problema y determinar las acciones correctivas.

Responsable: jefe de taller

Revisión: mes a mes

La tabla 43 señala el total de unidades no conformes para los últimos tres meses de los años 2012 y 2013.

Tabla 43. Indicador: Unidades no conformes por causa específica

PERIODO	UNIDADES NO CONFORMES EN CORTE	UNIDADES NO CONFORMES EN PERFORADO	UNIDADES NO CONFORMES EN PLASMA	UNIDADES NO CONFORMES EN SOLDADURA	UNIDADES NO CONFORMES EN PINTURA	TOTAL NO CONFORMES
OCTUBRE/2012	21	23	12	39	33	252
NOVIEMBRE/2012	30	18	19	28	38	263
DICIEMBRE/2012	29	29	25	28	38	297
TOTAL	159	138	110	189	216	812
% UNCE	20%	17%	13%	23%	27%	100%
OCTUBRE/2013	9	7	8	9	8	81
NOVIEMBRE/2013	11	9	11	10	9	97
DICIEMBRE/2013	8	12	8	10	10	93
TOTAL	54	53	54	57	53	271
% UNCE	20%	20%	19%	21%	20%	100%

Fuente: los autores, 2013

3.1.5. Pedidos devueltos:

$$PD = \frac{\text{Cantidad de productos devueltos}}{\text{Cantidad de productos entregados}} \times 100$$

Objetivo: Determinar la cantidad de productos devueltos y plantear las acciones correctivas que mejoren la calidad del producto y así el indicador tienda a disminuir.

Responsable: subgerente

Revisión: mes a mes

La comparación entre pedidos devueltos entre el año 2012 y 2013 se muestra en la tabla 44 donde se evalúan los meses de octubre, noviembre y diciembre.

Tabla 44. Indicador: pedidos devueltos

PERIODO	PRODUCTOS ENREGADOS	PRODUCTOS DEVUELTOS
OCTUBRE/2012	70	4
NOVIEMBRE/2012	73	3
DICIEMBRE/2012	75	5
TOTAL	218	12
% PRODUCTOS DEVUELTOS	6%	
OCTUBRE/2013	78	1
NOVIEMBRE/2013	91	2
DICIEMBRE/2013	87	1
TOTAL	256	4
% PRODUCTOS DEVUELTOS	1,6%	

Fuente: los autores, 2013

3.1.6. Factor de utilidad:

$$\text{Factor de utilidad} = \frac{\text{inversión}}{\text{utilidades generadas}} \times 100$$

Objetivo: Determinar la relación entre la inversión realizada en el proceso de manufactura con los rendimientos obtenidos.

Responsable: subgerente

Revisión: anual

La tabla 45 muestra la comparación entre el factor de utilidad arrojado para los años 2012 y 2013.

Tabla 45. Indicador: factor de utilidad

ELEMENTO	PERIODO	
	2.012	2.013
Inversión	\$ 255.944.254	\$ 399.063.253
Utilidad	\$ 115.106.046	\$ 250.049.248
INDICE	45%	63%

Fuente: los autores, 2013

Para el año 2.012 cada peso invertido dio un rendimiento de ganancias del 45%

Para el año 2.013 cada peso invertido dio un rendimiento de ganancia del 63%

3.2. EVALUACIÓN FINANCIERA DEL PROYECTO

La siguiente evaluación financiera busca determinar la factibilidad económica del proyecto, expresando en cifras monetarias las propuestas formuladas en este proyecto.

Se parte en primera instancia por una evaluación de costos de producción en el que incurre la empresa, empezando por un desglose de los costos de la materia prima, costos de mano de obra directa y gastos indirectos de fábrica.

3.2.1. Evaluación de costos

A continuación en las tablas 46 y 47 se identifican los costos directos de materia prima correspondiente al periodo 2.013 acorde con las ventas pronosticadas.

Tabla 46. Costo de materia prima directa / periodo: enero – junio

COSTO DE MATERIA PRIMA DIRECTA						
ELEMENTO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
ACERO	\$ 9.390.788	\$ 14.869.825	\$ 15.206.411	\$ 15.898.155	\$ 17.216.702	\$ 19.631.258
TUERCAS	\$ 210.800	\$ 233.920	\$ 237.320	\$ 258.400	\$ 245.480	\$ 275.400
GUASAS	\$ 63.300	\$ 67.200	\$ 67.800	\$ 72.600	\$ 70.500	\$ 79.200
ARANDELAS	\$ 62.000	\$ 68.800	\$ 69.800	\$ 76.000	\$ 72.200	\$ 81.000
ABRAZADERA	\$ 1.182.000	\$ 1.326.000	\$ 1.320.000	\$ 1.434.000	\$ 1.362.000	\$ 1.524.000
TORNILLO DE 1/2	\$ 480.000	\$ 880.000	\$ 880.000	\$ 920.000	\$ 1.040.000	\$ 1.200.000
TUERCA DE 1/2	\$ 432.000	\$ 792.000	\$ 792.000	\$ 828.000	\$ 936.000	\$ 1.080.000
ARANDELA DE 1/2	\$ 384.000	\$ 704.000	\$ 704.000	\$ 736.000	\$ 832.000	\$ 960.000
TORNILLO DE 3/8	\$ 288.000	\$ 528.000	\$ 528.000	\$ 552.000	\$ 624.000	\$ 720.000
TUERCA DE 3/8	\$ 252.000	\$ 462.000	\$ 462.000	\$ 483.000	\$ 546.000	\$ 630.000
ARANDELA DE 3/8	\$ 216.000	\$ 396.000	\$ 396.000	\$ 414.000	\$ 468.000	\$ 540.000
CROMATO DE ZINC	\$ 635.000	\$ 877.500	\$ 880.000	\$ 937.500	\$ 975.000	\$ 1.110.000
DISOLVENTE	\$ 228.000	\$ 253.500	\$ 259.500	\$ 283.500	\$ 268.500	\$ 301.500
BASE COLOR ALUMINIO	\$ 322.500	\$ 457.500	\$ 462.000	\$ 490.500	\$ 517.500	\$ 591.000
TOTAL	\$ 14.146.388	\$ 21.916.245	\$ 22.264.831	\$ 23.383.655	\$ 25.173.882	\$ 28.723.358

Fuente: los autores, 2013

Tabla 47. Costo de materia prima directa / periodo: julio - diciembre

COSTO DE MATERIA PRIMA DIRECTA						
ELEMENTO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
ACERO	\$ 11.466.250	\$ 17.024.240	\$ 16.131.118	\$ 18.153.148	\$ 21.796.726	\$ 20.660.481
TUERCAS	\$ 245.480	\$ 242.080	\$ 248.200	\$ 255.680	\$ 294.440	\$ 276.080
GUASAS	\$ 70.500	\$ 69.900	\$ 69.900	\$ 73.200	\$ 83.100	\$ 79.500
ARANDELAS	\$ 72.200	\$ 71.200	\$ 73.000	\$ 75.200	\$ 86.600	\$ 81.200
ABRAZADERA	\$ 1.344.000	\$ 1.368.000	\$ 1.368.000	\$ 1.428.000	\$ 1.602.000	\$ 1.518.000
TORNILLO DE 1/2	\$ 600.000	\$ 1.040.000	\$ 960.000	\$ 1.120.000	\$ 1.360.000	\$ 1.280.000
TUERCA DE 1/2	\$ 540.000	\$ 936.000	\$ 864.000	\$ 1.008.000	\$ 1.224.000	\$ 1.152.000
ARANDELA DE 1/2	\$ 480.000	\$ 832.000	\$ 768.000	\$ 896.000	\$ 1.088.000	\$ 1.024.000
TORNILLO DE 3/8	\$ 360.000	\$ 624.000	\$ 576.000	\$ 672.000	\$ 816.000	\$ 768.000
TUERCA DE 3/8	\$ 315.000	\$ 546.000	\$ 504.000	\$ 588.000	\$ 714.000	\$ 672.000
ARANDELA DE 3/8	\$ 270.000	\$ 468.000	\$ 432.000	\$ 504.000	\$ 612.000	\$ 576.000
CROMATO DE ZINC	\$ 752.500	\$ 972.500	\$ 937.500	\$ 1.035.000	\$ 1.220.000	\$ 1.150.000
DISOLVENTE	\$ 270.000	\$ 262.500	\$ 273.000	\$ 279.000	\$ 325.500	\$ 303.000
BASE COLOR ALUMINIO	\$ 387.000	\$ 513.000	\$ 495.000	\$ 549.000	\$ 655.500	\$ 616.500
TOTAL	\$ 17.172.930	\$ 24.969.420	\$ 23.699.718	\$ 26.636.228	\$ 31.877.866	\$ 30.156.761

Fuente: los autores, 2013

El costo total anual de la materia prima directa es de \$ 191.110.200

Basados en los datos de facturación del área administrativa se asumieron los diferentes costos indirectos que incurren en el proceso de producción, identificados en la tabla 48 y 49 correspondientes al periodo 2013.

Tabla 48. Costos de materiales indirectos / periodo: enero – junio

COSTOS DE MATERIALES INDIRECTOS						
ELEMENTOS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
ELEMENTOS SOLDADURA	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000
LIJA	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000
EMPAQUES	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000
DISCOS DE CORTE	\$ 15.000	\$ 15.000	\$ 15.000	\$ 15.000	\$ 15.000	\$ 15.000
ARTICULOS DE ASEO	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000
VARIOS	\$ 20.000	\$ 20.000	\$ 20.000	\$ 20.000	\$ 20.000	\$ 20.000
TOTAL	\$ 465.000	\$ 465.000	\$ 465.000	\$ 465.000	\$ 465.000	\$ 465.000

Fuente: los autores, 2013

Tabla 49. Costos de materiales indirectos / periodo: julio – diciembre

COSTOS DE MATERIALES INDIRECTOS						
ELEMENTOS	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
ELEMENTOS SOLDADURA	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000
LIJA	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000
EMPAQUES	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000
DISCOS DE CORTE	\$ 15.000	\$ 15.000	\$ 15.000	\$ 15.000	\$ 15.000	\$ 15.000
ARTICULOS DE ASEO	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 10.000
VARIOS	\$ 20.000	\$ 20.000	\$ 20.000	\$ 20.000	\$ 20.000	\$ 20.000
TOTAL	\$ 465.000	\$ 465.000	\$ 465.000	\$ 465.000	\$ 465.000	\$ 465.000

Fuente: los autores, 2013

El costo anual de los materiales indirectos de fabricación es \$ 5.580.000

La tabla 50 indica el costo total por mes de la mano de obra directa, es decir de solo los trabajadores que ejecutan una labor directa para la respectiva transformación de la materia prima, los datos corresponden al modelo de planeación agregada expuesto anteriormente.

Tabla 50. Costo de mano de obra directa para el año 2.013

COSTO DE MANO DE OBRA DIRECTA						
PRIMER SEMESTRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
COSTO	\$ 4.905.288	\$ 5.559.988	\$ 6.259.714	\$ 5.562.096	\$ 5.985.899	\$ 7.869.734
SEGUNDO SEMESTRE	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
COSTO	\$ 4.804.876	\$ 6.169.216	\$ 5.777.999	\$ 6.100.777	\$ 7.949.173	\$ 6.908.293
COSTO TOTAL	\$ 73.853.053					

Fuente: los autores, 2013

El costo total anual de la mano de obra directa es de \$ 73.853.053

Los gastos indirectos son los que emergen de las actividades de fabricación en la planta de producción, las tablas 51 y 52 clasifican todos estos elementos que intervienen en el sistema, correspondiente al año 2.013 divididos en dos semestres respectivamente. Los datos se basan en información dada por el área administrativa de la empresa.

Tabla 51. Gastos indirectos de fabricación / periodo: enero - junio

GASTOS DE FABRICACIÓN INDIRECTOS						
ELEMENTO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
ARRIENDO	\$ 2.800.000	\$ 2.800.000	\$ 2.800.000	\$ 2.800.000	\$ 2.800.000	\$ 2.800.000
SERVICIOS	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000
GASTOS ADMINISTRATIVOS	\$ 9.500.000	\$ 9.500.000	\$ 9.500.000	\$ 9.500.000	\$ 9.500.000	\$ 9.500.000
MANTENIMIENTO MAQ.	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000
CUOTAS DE FINANCIAMIENTO	\$ 1.650.000	\$ 1.650.000	\$ 1.650.000	\$ 1.650.000	\$ 1.650.000	\$ 1.650.000
DEPRESIACIÓN DE MAQUINA	\$ 606.000	\$ 606.000	\$ 606.000	\$ 606.000	\$ 606.000	\$ 606.000
TOTAL	\$ 16.056.000	\$ 16.056.000	\$ 16.056.000	\$ 16.056.000	\$ 16.056.000	\$ 16.056.000

Fuente: los autores, 2013

Tabla 52. Gastos indirectos de fabricación / periodo: julio - diciembre

GASTOS DE FABRICACIÓN INDIRECTOS						
ELEMENTO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
ARRIENDO	\$ 2.800.000	\$ 2.800.000	\$ 2.800.000	\$ 2.800.000	\$ 2.800.000	\$ 2.800.000
SERVICIOS	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000
GASTOS ADMINISTRATIVOS	\$ 9.500.000	\$ 9.500.000	\$ 9.500.000	\$ 9.500.000	\$ 9.500.000	\$ 9.500.000
MANTENIMIENTO MAQ.	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000
CUOTAS DE FINANCIAMIENTO	\$ 1.650.000	\$ 1.650.000	\$ 1.650.000	\$ 1.650.000	\$ 1.650.000	\$ 1.650.000
DEPRESIACIÓN DE MAQUINA	\$ 606.000	\$ 606.000	\$ 606.000	\$ 606.000	\$ 606.000	\$ 606.000
TOTAL	\$ 16.056.000	\$ 16.056.000	\$ 16.056.000	\$ 16.056.000	\$ 16.056.000	\$ 16.056.000

Fuente: los autores, 2013

El costo total anual de los gastos indirectos de fabricación es de \$ 134.100.000

A continuación las tablas 53 y 54 muestra el estado general de costos de producción dividido por semestres respectivamente, donde se identifican los costos de materia prima, costos de mano de obra directa y gastos de fabricación.

Tabla 53. Estado general de costos / periodo: enero – junio año: 2013

COSTO TOTAL						
ELEMENTO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
COSTO DE MATERIA PRIMA	\$ 14.611.388	\$ 22.381.245	\$ 22.729.831	\$ 23.848.655	\$ 25.638.882	\$ 29.188.358
COSTOS DE MANO DE OBRA	\$ 4.905.288	\$ 5.559.988	\$ 6.259.714	\$ 5.562.096	\$ 5.985.899	\$ 7.869.734
GASTOS DE FABRICACION I	\$ 11.175.000	\$ 11.175.000	\$ 11.175.000	\$ 11.175.000	\$ 11.175.000	\$ 11.175.000
TOTAL	\$ 30.691.676	\$ 39.116.233	\$ 40.164.545	\$ 40.585.751	\$ 42.799.781	\$ 48.233.092

Fuente: los autores, 2013

Tabla 54. Cuadro general de costos / periodo: julio - diciembre año: 2013

COSTO TOTAL						
ELEMENTO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
COSTO DE MATERIA PRIMA	\$ 17.637.930	\$ 25.434.420	\$ 24.164.718	\$ 27.101.228	\$ 32.342.866	\$ 30.621.761
COSTOS DE MANO DE OBRA	\$ 4.804.876	\$ 6.169.216	\$ 5.777.999	\$ 6.100.777	\$ 7.949.173	\$ 6.908.293
GASTOS DE FABRICACION I	\$ 11.175.000	\$ 11.175.000	\$ 11.175.000	\$ 11.175.000	\$ 11.175.000	\$ 11.175.000
TOTAL	\$ 33.617.806	\$ 42.778.636	\$ 41.117.717	\$ 44.377.005	\$ 51.467.039	\$ 48.705.054

Fuente: los autores, 2013

El costo total anual es de \$ 503.654.335

La tabla 55 muestra los precios de venta por cada uno de los soportes que se producen en la planta para ser adquiridos finalmente por los diferentes clientes.

Tabla 55. Precio de venta de los productos:

TABLA DE PRECIOS	
SOPORTE	PRECIO
Sop. Diversidad	\$ 330.000
Sop. RF	\$ 270.000
Sop. Rack	\$ 1.300.000
Sop. Multifuncional	\$ 200.000

Fuente: los autores, 2013

Basado en los precios de venta de cada uno de los productos y las ventas pronosticadas para el año 2.013, en la tabla 56 se realiza un cálculo del valor de los ingresos que tendría la empresa para el periodo 2013.

Tabla 56. Cuadro de ventas pronosticadas periodo 2.013

VENTAS PRONOSTICADAS PERIODO 2.013						
PRIMER SEMESTRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
CANTIDAD PRODUCTOS	129	151	154	166	163	185
INGRESOS	\$ 45.864.400	\$ 62.848.100	\$ 64.055.600	\$ 67.992.200	\$ 70.174.400	\$ 79.833.500
SEGUNDO SEMESTRE	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
CANTIDAD PRODUCTOS	153	159	162	170	199	188
INGRESOS	\$ 55.154.600	\$ 69.110.500	\$ 67.726.000	\$ 73.823.500	\$ 87.471.600	\$ 82.797.400
INGRESO TOTAL AÑO 2.013	\$ 826.851.800					

Fuente: los autores, 2013

El total de los ingresos estimados para el año 2.013 es de \$ 826.851.800

3.2.2. Inversiones

Luego de analizar y contemplar todas las estrategias expuestas en este proyecto se recomienda realizar unas mejoras en la herramienta y equipo para que la empresa pueda implantar el proyecto de manera satisfactoria; a continuación en la tabla 57 se presentan los valores estimados para la inversión que tendría que realizar la empresa para una satisfactoria implantación del proyecto.

Tabla 57. Inversiones

INVERSIONES	
Estudio proyecto	\$ 7.670.000
Herramienta y equipo	\$ 35.000.000
Total	\$ 42.670.000

Fuente: los autores, 2013

3.2.3. Flujo de caja

El flujo de caja es un informe financiero que presenta en detalle los flujos de ingresos y egresos de dinero que tendría la empresa en empresa en un periodo determinado, para ello se realizó el calculo correspondiente a los años 2.013, 2.014, 2.015 y 2.016 con el fin de identificar la capacidad que tiene la empresa para generar efectivo, a través de los indicadores del VPN y la TIR.

Para determinar los flujos de caja correspondiente a los diferentes periodos analizados se hace mención a los siguientes supuestos:

- Basado en datos históricos la empresa presenta un incremento promedio de la demanda de un 12%.
- Un aumento de la inflación de 3,1% basado en datos históricos.
- Se estima un aumento del salario mínimo del 4.3% basado en datos históricos.
- La compañía pretende aumentar en un 5% el valor de sus productos cada año.
- Se maneja una tasa impositiva del 36,7% sobre las utilidades basada en las cifras impuestas por la ley.
- Se maneja una tasa de descuento periódica del 14%.

En la tabla 58 se identifican los flujos de caja correspondientes a los años 2013, 2014, 2015 y 2016.

Tabla 58. Cuadro de flujo de caja

FLUJO DE CAJA				
PERIODO: 2.013 - 2.016				
DESCRIPCIÓN	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4
INGRESOS	\$ 826.851.800	\$ 972.377.717	\$ 1.143.516.195	\$ 1.344.775.045
EGRESOS				
Materia prima	\$ 295.701.282	\$ 304.868.022	\$ 314.318.930	\$ 324.062.817
Mano de obra directa	\$ 73.853.053	\$ 77.028.734	\$ 80.340.969	\$ 83.795.631
Servicios públicos	\$ 14.400.000	\$ 14.846.400	\$ 15.306.638	\$ 15.781.144
Arriendo	\$ 33.600.000	\$ 34.641.600	\$ 35.715.490	\$ 36.822.670
Gastos administrativos	\$ 78.000.000	\$ 80.418.000	\$ 82.910.958	\$ 85.481.198
Mantenimiento maquinas.	\$ 3.600.000	\$ 3.711.600	\$ 3.826.660	\$ 3.945.286
Cuota de financiamiento	\$ 19.800.000	\$ 19.800.000	\$ 19.800.000	\$ 19.800.000
Depreciaciones	\$ 7.270.000	\$ 7.270.000	\$ 7.270.000	\$ 7.270.000
TOTAL EGRESOS	\$ 526.224.335	\$ 542.584.356	\$ 559.489.645	\$ 576.958.746
Utilidad antes de imp.	\$ 300.627.465	\$ 429.793.361	\$ 584.026.550	\$ 767.816.299
SALDO NETO	\$ 190.297.186	\$ 272.059.198	\$ 369.688.806	\$ 486.027.717

Fuente: los autores, 2013

Valor presente neto año 1: \$ 166.927.356

Valor presente neto año 2: \$ 209.340.718

Valor presente neto año 3: \$ 249.529.414

Valor presente neto año 4: \$ 287.767.426

VPN= \$ 913.564.914 - \$ 42.670.000

VPN= \$ 870.894.914

TIR= 485,7%

Con base en los datos obtenidos del valor presente neto, se demuestra que el proyecto es factible debido a los ingresos que se generan y que estos superan la inversión inicial.

Basados en el método de la TIR el proyecto se debe implantar debido a que la tasa interna de retorno de este es superior a la tasa de descuento.

Es necesario recordar que el proyecto se fundamenta en realizar mejoras al sistema productivo bajo herramientas ingenieriles, por ello el valor de las inversiones recomendadas es bajo, correspondiendo a que la empresa ya realizó aportes importantes a maquinaria, equipo e instalaciones en años anteriores; motivo por el cual los indicadores del VPN y la TIR son relativamente altos.

CONCLUSIONES

- El estudio del sistema, el levantamiento de la información, el desarrollo de la propuesta, y su posible implementación, son factores manejados en su totalidad por la administración, la cual ha facilitado los recursos necesarios y tendrá a cargo la responsabilidad del manejo de la información final del documento.
- El comportamiento de la demanda de los productos, la recolección de información, su correcta codificación y almacenamiento dentro de la organización son de gran importancia para la toma de decisiones en los procesos de planeación de la producción de la empresa AJC Servicios SAS.
- El diagnostico empresarial realizado en la organización abrió las posibilidades a la administración en la búsqueda de clientes y mercados competitivos.
- Se debe tener en cuenta que si AJC servicios es una empresa cuyo producción se caracteriza por ser bajo pedido, donde los requerimientos de los clientes son el soporte del sistema de planeación de la producción, la programación de la producción debe adaptarse al sistema y trabajar acorde a las características del mismo.
- La planeación de la producción en la empresa se ve directamente afectada por depender de conocimientos empíricos por parte de la fuerza laboral, y esta a su vez, depender de procesos que se desarrollan sin automatización y una evidente obsolescencia de sus equipos.
- La planeación agregada en el sistema productivo de la organización es muy significativa para la optimización de la línea, apoyándose en el incremento o reducción del personal en un determinado periodo de tiempo, y así, mantener un nivel adecuado de la fuerza laboral que logre los objetivos productivos de la empresa.
- La ausencia de control de la empresa se ve reflejada directamente en el producto final y la satisfacción de los clientes que interactúan con AJC Servicios SAS.
- El estudio de herramientas de Ingeniería Industrial facilita la identificación correcta de una situación específica, y también su uso adecuado resuelve problemas de aplicación proporcionando herramientas para la toma decisiones, tal como se desarrolló en el planteamiento del método de pronósticos para soportar el plan maestro de producción.
- La posibilidad de estandarizar los demás procesos con los que cuenta la empresa queda abierta y ha sido compartida por la administración, con el fin de una mejora

continúa en el desarrollo de todas las actividades con las que cuenta en este momento la organización.

- El análisis del sistema productivo y la propuesta para una mejora del mismo incrementó la confianza de los trabajadores de AJC Servicios SAS, aumentó la seguridad de los operarios en la administración de la organización, transformando significativamente el clima laboral de la empresa.
- La propuesta generada con el desarrollo y análisis de la información utilizada en la empresa AJC servicios SAS, le dará la posibilidad a la empresa de manejar y relacionar de la mejor manera todos los recursos necesarios con que cuenta la empresa, para la fabricación de los soportes que comercializa actualmente.
- La posibilidad de analizar de manera profunda las capacidades con las que cuenta la organización tanto en la fuerza laboral requerida, materias primas, tiempo, secuencia y distribución de recursos para el cumplimiento de los objetivos empresariales y la satisfacción de sus clientes, se ha proporcionado a la administración con el desarrollo de este documento.
- Una correcta aplicación de las herramientas ingenieriles tiene un impacto directo en términos de rentabilidad, es decir, el correcto uso de los recursos ayuda a incrementar las utilidades de la compañía, siempre y cuando las ventas continúen su línea pronosticada.

RECOMENDACIONES

- Se debe sistematizar el manejo de las relaciones con los proveedores para tener llevar datos históricos que permitan tomar decisiones a futuro.
- Se debe planear acorde con el modelo de plan agregado propuesto, como va a ser la fuerza laboral para cada mes del año con el ánimo de hacer frente a las fluctuaciones de la demanda pronosticada.
- Los pedidos de materiales se deben realizar acorde con un plan definido, en el cual se especifiquen la cantidad de materia prima por cada elemento y el tiempo entre pedidos teniendo en cuenta todas las restricciones de costos.
- Se debe manejar fichas y tarjetas de proceso para que los operarios identifiquen claramente que y como se debe realizar las operaciones respectivas.
- Se debe diseñar un plan de capacitación para los empleados con el animo de no quedar atrás en el uso de las nuevas herramientas de vanguardia.
- Se debe invertir dinero en herramienta y equipo, algunos elemento ya muestran un defectos en su funcionamiento y es necesario dotar los centros de trabajo, para cuando allá aumentos de la demanda estos puedan atender a los requerimiento de manera eficaz.

BIBLIOGRAFÍA

- CHASE, Richard; AQUILANO, Nicholas; Administración de Producción y Operaciones. México: Mc GRAW-HILL, 2000.
- FOGARTY, Donald; BLACKSTONE, John; HOFFMANN, Thomas; Administración de la producción e inventarios. México: Compañía editorial continental S.A, 1997.
- GRIFFITH, Gary; Manual del técnico de control de calidad. México: Prentice Hall, 1997.
- HEIZER, Jay; RENDER, Barry; Dirección de la producción. México: Pearson, 1997.
- HARDING, Ha; Dirección de producción. México: Edaf, 1982
- KANAWATY, George; Introducción al estudio del trabajo. México: Limusa, 2002.
- NAHMIAS, Steven; Análisis de la Producción y Operaciones. Madrid: McGraw-Hill, 2007.
- NARASIMHAD, Sim; MC. LEAVEY, Dennis; BILLINGTON, Peter; Planeación de la producción y control de inventarios. México: Prentice Hall, 1996.
- NOORI, Hamid; Administración de Operaciones y Producción: Calidad total y Respuesta Sensible Rápida. México: Mc Graw Hill, 1998.
- NORMAN Gaither, GREG Frazier; Administración de Producción Y Operaciones. México: McGraw-Hill, 2000.
- RIGGS, JAMES L; sistemas de producción planeación, análisis y control. México: limusa wiley, 2001
- RITZMAN, Larri; KRAJEWSKI, Lee; MALOTHIA, Manoj; Administración de operaciones: procesos y cadenas de valor. México: Pearson, 2008.
- SIPPER, DANIEL; BULFIN, ROBERT. Planeación y control de la producción. Madrid: Mc Graw-Hill, 1998.

- VELASCO, Juan; Organización de la producción. Madrid: Pirámide, 2007.
- Kalenatic, Dusko; Modelo integral y dinámico para análisis, planeación, programación y control de las capacidades productivas en empresas manufactureras; Editorial: Universidad Distrital FJC; Año: 2001

CIBERGRAFÍA

- Superintendencia financiera de Colombia. Informe evolución de las tarifas de los servicios financieros. Julio de 2011.
- <http://www.superfinanciera.gov.co/tarifas/evoluciontarifasfinancierasjul2011.pdf>
- http://www.bdigital.unal.edu.co/5185/1/Modelo_de_un_sistema_MRP.pdf
- <http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r19487.PDF>
- <http://www.icontec.org.co/index.php?section=195>

