

AUMENTO EN EL CUMPLIMIENTO DE LOS TIEMPOS DE ENTREGA EN UNA MIPYME  
METALMECÁNICA

PEDRO SAMUEL KAPKIN SIERRA

UNIVERSIDAD EAFIT  
ESCUELA DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN  
MEDELLÍN  
2011

AUMENTO EN EL CUMPLIMIENTO DE LOS TIEMPOS DE ENTREGA EN UNA MIPYME  
METALMECÁ

PEDRO SAMUEL KAPKIN SIERRA

Trabajo de grado para optar por el título de  
Ingeniero de Producción

Javier Mejía Nieto  
Consultor empresarial

UNIVERSIDAD EAFIT  
ESCUELA DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN  
MEDELLÍN  
2011

Nota de aceptación

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

Medellín, 29 de Abril de 2011

## AGRADECIMIENTOS

El autor presenta sus agradecimientos a:

- La existencia por dar vida a este ser más y permitirle ser protagonista de su vida.
- A Oscar Betancur por abrirme las puertas de su empresa y brindarme todo su apoyo y su confianza para la realización de este proyecto.
- A Felipe y a Steven colaboradores primordiales de este proyecto quienes siempre estuvieron dispuestos a ayudar en todo lo que se requirió.
- A Jorge Pineda quien estuvo siempre dispuesto a despejar dudas y a dar ideas para la mejora constante del proyecto.
- A Javier Mejía por la paciencia, pertinencia y precisión en el consejo, aspectos claves para la identificación de un maestro sabio.
- A Carlos Echeverri por haberme propuesto este gran reto y haber facilitado el trabajo con la empresa donde el proyecto fue realizado.
- A Sergio Osorio y Jorge Londoño por su disponibilidad y sinceridad en sus explicaciones sobre la gestión de los talleres metalmecánicos como empresas.
- A todos los profesores del departamento de Ingeniería de producción por todo lo enseñado durante la carrera aplicado en este trabajo y por su disponibilidad para guiar el desarrollo del mismo.
- A Paula Pinzón por su ayuda en la formulación del anteproyecto y su alentadora visión de la investigación.
- A mi madre por estar siempre ahí para darme una luz cuando todo parecía oscuro y darme fuerzas para continuar siempre con la misma disposición y energía.

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	13
1. MARCO TEÓRICO .....	14
1.1 PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN.....	14
1.2 METODOS PARA LA GESTIÓN DE LA CALIDAD .....	15
1.3 TIPOS DE PROCESOS PRODUCTIVOS .....	16
1.3.1 Características del flujo de productos .....	16
1.3.2 Clasificación por tipo de pedido del cliente.....	17
1.4 SECUENCIACIÓN .....	17
1.5 Modelos de secuenciación.....	18
1.5.1 Configuración de las maquinas .....	18
1.5.2 Características de los procesos y restricciones.....	19
1.6 EL INCUMPLIMIENTO.....	19
2. DESARROLLO DEL PROYECTO.....	21
2.1 Análisis .....	21
2.1.1 Encuesta para conocer la situación de la empresa a partir del punto de vista del dueño.....	21
2.2.2 Tormenta de ideas .....	24
2.1.3 Estado actual (punto de vista del investigador) .....	27
2.1.4 Determinación de la capacidad .....	40
2.2 Información preliminar .....	46
2.3 Determinar los procesos o ciclos .....	51
2.4 Establecer la finalidad específica de cada proceso y su modo de contribuir a la misión. ....	52
2.5 Descomponer el proceso en actividades.....	54
2.6 Definir los factores clave para cada proceso.....	66

2.6.1 Contraste con los objetivos estratégicos .....	68
2.6.2 Contraste con las necesidades de los clientes .....	68
2.6.3 Identificación de carencias .....	82
2.7 Establecer los objetivos de control o puntos de control para conseguir la finalidad del proceso.....	82
2.8 Diseñar técnicas de control que garanticen el cumplimiento de los puntos de control	84
2.9 Levantamiento, redacción y aplicación del planes de mejora.....	90
2.9.1 Establecer el plan de mejoras .....	90
2.9.2 Ejecutar el plan de mejoras.....	90
2.9.3 Supervisar y evaluar los resultados (Comparación entre la semana Antes y la semana Después).....	94
3. CONCLUSIONES .....	108
4. RECOMENDACIONES.....	110
BIBLIOGRAFÍA.....	111
ANEXOS.....	113

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Restricciones de precedencia	19
Figura 2. Alternativas de mejora para la comunicación con el cliente	25
Figura 3. Alternativas de mejora para la planeación de los trabajos	25
Figura 4. Alternativas de mejora para el control de calidad	26
Figura 5. Alternativas de mejora para la iluminación	26
Figura 6. Cuadro de mando integral	48
Figura 7. Perspectiva de procesos internos	53
Figura 8. Flujo del proceso de fabricación existente antes del proyecto	57
Figura 9. Flujo del proceso de fabricación rediseñado	60
Figura 10. Tabla dinámica para la planeación de la producción	79
Figura 11. Tabla dinámica para la programación de la producción	80
Figura 12. Tabla dinámica para el control de las operaciones subcontratadas	80
Figura 13. Formato "Recepción de pedido"	85
Figura 14. Formato "Lista de requerimientos"	86
Figura 15. Formato "Orden de compra"	86
Figura 16. Formato "Orden de servicio"	87
Figura 17. Formato "Orden de fabricación"	87
Figura 18. Formato "Entrega a satisfacción"	89

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Clientes representantes del 95.1% de las ventas de la empresa	27
Tabla 2. Pedidos más importantes de Plastextil	29
Tabla 3. Pedidos más importantes de Prebel	30
Tabla 4. Pedidos más importantes de Centro aceros	31
Tabla 5. Estado de incumplimiento a Plastextil	31
Tabla 6. Estado de incumplimiento a Prebel	32
Tabla 7. Estado de incumplimiento Centro Aceros	33
Tabla 8. Promedio de días de retraso de la empresa	33
Tabla 9. Trabajos a ejecutar durante la semana analizada	34
Tabla 10. Producción lunes 21 de febrero	34
Tabla 11. Producción martes 22 de febrero	35
Tabla 12. Producción miércoles 23 de febrero	35
Tabla 13. Producción jueves 24 de febrero	36
Tabla 14. Producción viernes 25 de febrero	36
Tabla 15. Producción sábado 26 de febrero	37
Tabla 16. Seguimiento trabajos realizados en la semana analizada	38
Tabla 17. Trabajos entregados dentro del plazo semana antes	39
Tabla 18. Días de retraso ponderados para la semana antes	39
Tabla 19. Promedio simple de días de retraso semana antes	40
Tabla 20. Tiempos de trabajo	40
Tabla 21. Análisis de tiempos semana antes	41
Tabla 22. Factor de estimación para cada operario	43
Tabla 23. Media de la diferencia entre “Tiempo estimado (min)” y “Tiempo trabajado (min)” y comparación con los factores de estimación de cada operario	44
Tabla 24. Estimación del tiempo perdido por interrupciones	45
Tabla 25. Definición de parámetros para el nivel operacional	50
Tabla 26. Definición de la posición de la empresa	51
Tabla 27. Configuración del proceso de fabricación	52
Tabla 28. Contribución de cada proceso a cada objetivo estratégico	54
Tabla 29. Configuración del proceso de fabricación existente antes del proyecto	56
Tabla 30. Configuración del proceso de fabricación rediseñado	59
Tabla 31. Comparación de las actividades presentes en el proceso antes y después del rediseño	64
Tabla 32. Descripción de las mejoras implantadas a las actividades	65
Tabla 33. Requerimientos del proceso para cumplir con los objetivos estratégicos	68
Tabla 34. Contraste de necesidades entre los clientes	68
Tabla 35. Determinación de las actividades clave del proceso	69
Tabla 36. Base de datos para planeación y programación de la producción	77
Tabla 37. Puntos de control y técnicas de control para el proceso de fabricación	84
Tabla 38. Estado de los retrasos para la simulación de la semana después	93
Tabla 39. Trabajos entregados dentro del plazo simulación de la semana después	94
Tabla 40. Promedio días de retraso simulación semana después	94
Tabla 41. Fechas de entrega posibles para la semana antes	96
Tabla 42. Trabajos para la semana antes entregados dentro de los plazos pactados	97
Tabla 43. Días de retraso ponderados para como hubiera sido la semana antes	99

Tabla 44. Promedio simple de días de retraso para como hubiera sido la semana antes	99
Tabla 45. Producción lunes 4 de abril	100
Tabla 46. Producción martes 5 de abril	100
Tabla 47. Producción miércoles 6 de abril	101
Tabla 48. Producción jueves 7 de abril	101
Tabla 49. Producción viernes 8 de abril	102
Tabla 50. Producción sábado 9 de abril	102
Tabla 51. Seguimiento trabajos comenzados en la semana de aplicación	104
Tabla 52. Promedio simple de días de retraso durante la semana después	105
Tabla 53. Trabajos entregados a tiempo durante la semana después	106
Tabla 54. Análisis de tiempos semana después	106

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfica 1. Clientes representantes del 93.65% de las ventas	Pág. 28
Gráfica 2. Pedidos más importantes de Plastextil	28
Gráfica 3. Pedidos más importantes de Prebel	29
Gráfica 4. Pedidos más importantes de Centro Aceros	30
Gráfica 5. Planeación para la semana de aplicación	92
Gráfica 6. Planeación posible para la semana diagnóstico	98

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1 Caracterización del proceso de fabricación	115
Anexo 2 Plan de mejora	118

## RESUMEN

Esta investigación pretendió aportar una mejora en el cumplimiento de los tiempos de entrega de una microempresa metalmecánica de la ciudad de Medellín por medio del seguimiento de una metodología de gestión y organización de procesos. Inicialmente se estableció las causas de la situación actual de incumplimiento y sus posibles soluciones con el dueño de la empresa y sus trabajadores, posteriormente se realizó un estudio de algunas de las causas que daban lugar a dicha dificultad a través del seguimiento de la producción durante una semana. Después se redactó la información preliminar de la empresa concerniente a la gestión interna de esta, como es la visión, la misión, los objetivos estratégicos, los puntos de control y los indicadores. Luego de establecida esta información se procedió a investigar la manera de trabajar de dos empresas metalmecánicas del medio con el fin de establecer bases para el rediseño del proceso. Una vez levantada esta información se procede a establecer el este rediseño por medio del levantamiento del flujo grama de este. Teniendo este flujo grama se procede a la identificación de las actividades consideradas clave para el mejoramiento de las causas que daban lugar al incumplimiento para su posterior intervención.

Una vez rediseñado el proceso y las herramientas para la intervención de las actividades clave se ejecutó una prueba piloto y se observó una mejoría en el aprovechamiento del tiempo y gracias a esto en el cumplimiento en la entrega de aquellos trabajos programados para ser entregados durante el periodo de la prueba. Con esto se concluyó que una mejor planeación y programación de las actividades de producción da lugar a mejoras en muchos aspectos relacionados con la calidad, el cumplimiento y la satisfacción del cliente.

## INTRODUCCIÓN

Este proyecto surge de la necesidad de la empresa MAQUIBEG S.A.S., empresa del sector metalmecánico dedicada a la fabricación de trabajos a la medida, de mejorar el proceso de gestión de su actividad productiva con el fin de desarrollar confiabilidad en sus clientes y mejorar su competitividad.

Para el desarrollo de este proyecto se partió de una encuesta hecha al dueño de la empresa, la cual evidenció los diferentes problemas presentes en la gestión del proceso de fabricación. A partir de esta encuesta se decide enfocar el proyecto a la mejora del cumplimiento en las fechas de entrega. Para esto se realizó una lluvia de ideas con los operarios con el fin de evidenciar posibles soluciones a dar a los problemas evidenciados en la encuesta mencionada, sobre todo al problema del cumplimiento. Después de observar el punto de vista de todas las personas relacionadas con la empresa se lleva a cabo un análisis de cumplimiento en la entrega para los clientes más importantes de la empresa con el fin de evidenciar la magnitud de la dificultad que se pretende enfrentar.

Luego de detectada la magnitud del problema se decide estudiar el proceso con el fin de determinar las posibles causas de incumplimiento de dichas fechas, por lo cual se desarrolla un seguimiento a la producción con el objetivo de analizar la utilización de los tiempos de producción.

Después de este estudio se procede a un rediseño del proceso y a la intervención de ciertas actividades con el fin de mejorar las falencias encontradas durante el seguimiento a la producción.

Por último se realiza un seguimiento a la producción luego de haber implementado las mejoras desarrolladas con el fin de determinar los resultados obtenidos a través del contraste de los seguimientos mencionados.

Dado el desarrollo paso por paso con el que se enfocó el desarrollo de este proyecto, cualquier MIPYME metalmecánica puede aplicarlo y obtener resultados similares o mejores a los logrados en la empresa.

## 1. MARCO TEÓRICO

Puede considerarse el cumplimiento en la entrega dentro de uno de los parámetros importantes que se consideran dentro de la determinación de la eficiencia de una empresa ya que éste está relacionado con parámetros como la calidad, la planeación y la organización de los procesos, entre otros.

Para el mejoramiento de los procesos productivos de una empresa con miras a mejorar parámetros como los anteriormente mencionados, éstas han utilizado muchas técnicas, algunas de las cuales se mencionan a continuación.

### 1.1 PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

La planeación y programación de la producción “son el conjunto de funciones que tienen como objetivo la previsión y coordinación de los medios y trabajos a realizar, de tal forma que se puedan definir los plazos de entrega de los productos, así como fabricarlos en el menor tiempo posible. Para ello es necesario un sistema, una técnica de trabajo y unos servicios que permitan lograr los objetivos señalados”<sup>1</sup>

“Proceso de organizar, elegir y dar tiempos al uso de recursos como; maquinaria, mano de obra y materia prima, para llevar a cabo todas las actividades necesarias, para producir las salidas deseadas en los tiempos deseados, satisfaciendo a la vez un gran número de restricciones y relaciones entre actividades y recursos”<sup>2</sup>.

En las actividades de planeación y programación de las operaciones se consideran generalmente tres horizontes de tiempo:

Largo plazo: Horizonte superior a un año.

Mediano plazo: Horizonte entre seis y ocho meses, con incrementos mensuales o trimestrales.

Corto plazo: Horizonte de un día hasta seis meses, con incremento de usualmente una semana.

El lapso de tiempo para el cual se planea la producción puede estar determinado por la disponibilidad de recursos, los tiempos de ciclo y las características de los productos.

---

<sup>1</sup> BUFFA, Elwood Spencer. Administración de la producción y de las operaciones. Mexico: Limusa, 1992. Pag. 322.

<sup>2</sup> MORTON, Thomas E. y PENTICO, David W. Heuristic scheduling systems: with applications to production systems and project management. John Wiley & sons, (1993) Nueva York. Estados unidos.

Una de las técnicas utilizadas de planeación y programación más comúnmente utilizadas en el ámbito industrial actual es:

**MRP:** Por sus siglas en inglés (Material Requirements Planning). Este es un programa computarizado encargado de ayudar en la planeación de los requerimientos de materiales para la fabricación de los productos de una empresa. Este sistema requiere de un archivo de la lista de materiales o BOM, Bill of Materials por sus siglas en inglés, el cual contiene las descripciones de los productos, enumerando los materiales, las partes, los componentes y la secuencia según el producto que sea, y un archivo de registros de inventarios.

Los principales propósitos de un sistema básico de MRP son controlar los niveles de inventario, asignar prioridades operativas para los artículos y planear la capacidad para cargar el sistema de producción.

## 1.2 METODOS PARA LA GESTIÓN DE LA CALIDAD

### **Sistema de Gestión de la Calidad:**

Un sistema de gestión de la calidad es el conjunto de normas interrelacionadas de una organización por los cuales se administra de forma ordenada la calidad de la misma, en la búsqueda de la mejora continua.

Estos sistemas buscan definir claramente elementos como:

- Estructura de la organización: Responde al organigrama de los sistemas de la empresa donde se jerarquizan los niveles directivos y de gestión. En ocasiones este organigrama de sistemas no corresponde al organigrama tradicional de una empresa.
- Estructura de responsabilidades: Pretende asignar responsabilidades a cada una de las actividades llevadas a cabo dentro de la empresa con el fin de que todas se lleven a cabo.
- Procedimientos: Responden al plan permanente de pautas detalladas para controlar las acciones de la organización.
- Procesos: Responden a la sucesión completa de operaciones dirigidos a la consecución de un objetivo específico.
- Recursos: No solamente económicos, sino humanos, técnicos y de otro tipo, deben estar definidos de forma estable y circunstancial.

Con la definición de estos parámetros en la organización, cada uno de sus integrantes visualiza su responsabilidad dentro del proceso permitiéndole concentrarse en el desarrollo de las actividades que le competen, haciendo posible un flujo más ágil y rápido del proceso logrando así el cumplimiento de cronogramas propuestos.

Existen una pluralidad de estándares de gestión de la calidad normalizados, es decir, definidos por un organismo normalizador, como ISO, DIN o EN, etc. que permiten que una

empresa con un sistema de gestión de la calidad pueda validar su efectividad mediante una auditoría de una organización o ente externo. Una de las normas más conocidas para gestionar la calidad, es la norma ISO 9001 (última revisión ISO 9001:2008).

### 1.3 TIPOS DE PROCESOS PRODUCTIVOS

Los tipos de procesos productivos que poseen las empresas son decisiones que se hacen basándose en su estrategia competitiva. Para esto se necesita una enorme coordinación interfuncional, puesto que todos los aspectos de mercadotecnia, finanzas, recursos humanos y operacionales son importantes.

Se proporcionan dos principales tipos de clasificación de procesos. Una es por el flujo del producto, lo cual incluye flujos en línea, por lote y por proyecto. La segunda clasificación es por tipo de pedido al cliente: ya sea que el producto se haga por pedido o para inventario.

#### 1.3.1 Características del flujo de productos

En manufactura, el flujo de productos es el mismo que el flujo de materiales, puesto que estos se convierten en productos.

**Flujo en línea:** El flujo en línea se caracteriza por una secuencia lineal de las operaciones. El producto se mueve de una etapa a la siguiente de manera secuencial y de principio a fin.

Las características básicas de este sistema con las siguientes: las operaciones son muy eficaces, pero también muy inflexibles; se necesitan productos estandarizados, se dificulta modificar el producto mismo o el volumen del flujo, las operaciones en línea necesitan grandes cantidades de capital y deben realizarse a grandes volúmenes para justificar la inversión.

Una operación en línea utiliza la llamada disposición física del proceso, porque se organizan las máquinas y la mano de obra por tipos de procesos en centros de trabajo.

**Flujo por lotes:** Este se caracteriza por la producción del producto en lotes. Cada lote del producto fluye de una operación o centro de trabajo a otro. Un centro de trabajo es un grupo de máquinas o procesos similares que se utilizan para fabricar un producto.

Un proceso por lotes consta de varios centros de trabajo y diversos productos. Cada uno de los productos puede seguir un flujo diferente a través de los centros de trabajo. De hecho, algunos productos se saltan algunas operaciones o centros de trabajo, en consecuencia, el flujo es desordenado y parece intermitente.

Las características de un sistema de este estilo son: se utiliza equipo para uso general que no está especializado en la fabricación de un solo producto, existe flexibilidad en el

sistema, el flujo es desordenado, la mano de obra es sumamente especializada y flexible en su capacidad para hacer productos distintos. Por estas razones el flujo por lotes se configura tanto con equipo como con mano de obra para ser más flexible que un proceso en línea. El tamaño de los lotes puede ser bastante pequeño, e incluso de una unidad.

En ocasiones se denomina talleres de tareas a este tipo de operaciones. Lo típico es que en los talleres de tareas los productos se fabriquen solamente con base en los pedidos de clientes, por lo tanto, se considera a este sistema un caso especial de la operación por lotes.

Estas operaciones se justifican cuando el volumen de producción es pequeño o cuando existen muchos productos diferentes.

**Proyecto:** Las operaciones se hacen por proyecto cuando el producto es único o implica un proceso creativo. Los proyectos se caracterizan por una planeación difícil y problemas de programación puesto que es posible que el producto no se haya fabricado antes. Además, los proyectos son difíciles de automatizar pero puede utilizarse algún tipo de uso general. La mano de obra debe ser muy especializada debido a la naturaleza única del producto o servicio que se fabrica.

Se utilizan proyectos cuando el cliente desea un producto único y hecho a la medida.

### **1.3.2 Clasificación por tipo de pedido del cliente**

Otra elección consiste en determinar si el producto se hace por pedido o para inventario.

Un proceso de fabricación para inventario (MTS) Make to Stock por sus sigla en inglés, puede proporcionar un servicio más rápido a los clientes a partir de existencias disponibles. Este proceso consiste en construir productos para inventario. El proceso MTS se inicia cuando el productor establece las especificaciones para el producto y se evalúa por el nivel de servicio y la eficiencia en reabastecer el inventario.

La fabricación por pedido (MTO) Make to Order por sus siglas en inglés, tiene mayor flexibilidad para la personalización de los productos. Las medidas clave de desempeño es un proceso MTO son el tiempo que toma diseñar y fabricar el producto. Este tipo de proceso se adapta a los pedidos de los clientes y se evalúa por su tiempo de respuesta y su eficiencia para satisfacer los pedidos de estos.

## **1.4 SECUENCIACIÓN**

La secuenciación juega un rol muy importante dentro del proceso de toma de decisiones en una empresa y es usada en muchas de las áreas de la misma, tales como: producción, transporte y distribución y en procesos de información y comunicación. Esta utiliza métodos matemáticos o heurísticos para asignar una serie de recursos limitados al procesamiento de tareas. La adecuada asignación de los recursos permite a una

compañía optimizar sus objetivos y alcanzar sus metas. Estos recursos pueden ser maquinas en un centro de trabajo o dispositivos en una máquina entre otros y las tareas, operaciones en un centro de trabajo, las cuales a su vez pueden ser; operaciones en un centro de trabajo, las cuales tienen un nivel de prioridad, un tiempo de inicio y una fecha de entrega.

Los objetivos de la secuenciación toman otras formas tales como; minimizar el tiempo de procesamiento en el que todas las tareas serán completadas o minimizar el número de tareas que son completadas después de la fecha de entrega pactada.

Para una empresa manufacturera la secuenciación se encuentra asociada a unos recursos y unas tareas y consiste en que cuando llega una orden a piso se convierte esta en un trabajo con fecha de entrega, éstos trabajos a su vez deben ser procesados en determinadas máquinas y según una secuencia o ruta de proceso y para esto y la programación de estas tareas es necesario tener en cuenta cuando una máquina está ocupada con otra orden y el nivel de prioridad de la orden entrante. Éste método se puede ver afectado cuando se tienen eventos inesperados como; paros en la máquina o tiempos de procesamiento muy largos.

## **1.5 MODELOS DE SECUENCIACIÓN**

Estos modelos se caracterizan por la configuración de las maquinas o recursos, por el nivel de automatización, por las restricciones del proceso y por los objetivos a cumplir.

### **1.5.1 Configuración de las maquinas**

La estructura del flujo del proceso es la manera en que una fábrica organiza el flujo material mediante una o más de las tecnologías de proceso. Estas pueden ser:

- Secuenciación en sistemas con máquinas solas: éste sistema identifica el cuello de botella del proceso y alrededor de él se realiza la secuenciación de los trabajos.
- Secuenciación en sistemas con máquinas en paralelo: éste sistema es una generalización del anterior. Un entorno de producción consistente en un número de estaciones o centros de trabajo cada uno con un cierto número de máquinas en paralelo. Las maquinas son iguales y cuando llega un trabajo a éste centro de trabajo puede ser procesado por cualquier máquina que se encuentre disponible. La importancia de éste sistema radica en que si se tiene un centro de trabajo cuello de botella la secuenciación de este centro de trabajo es quien determina el cumplimiento del resto de operaciones.
- Secuenciación en sistemas Flow Shop: en éste sistema la ruta de procesos de todos los trabajos es idéntica, es decir, los trabajos recorren las máquinas en un mismo orden. Las máquinas se encuentran configuradas en serie y cuando un trabajo es completado en una de ellas, pasa a la cola de la siguiente. En este un trabajo no pasa necesariamente por todas las maquinas.

- Secuenciación en sistemas Job Shop: en éste sistema las máquinas están dispuestas en cierta configuración y cada trabajo sigue su propia ruta a través del sistema.

### 1.5.2 Características de los procesos y restricciones

Estas características hacen parte de los modelos de secuenciación y durante el desarrollo de las mismas sólo explicaremos las que tienen relevancia en el desarrollo del proyecto.

- **Restricciones de precedencia:** se presentan cuando un trabajo puede empezar una operación, sólo si se ha completado una anterior. Las restricciones de precedencia pueden representarse de manera gráfica según la estructura, es por esto que pueden tener forma de cadena o de árbol. Ver figura 1.

Figura 1. Restricciones de precedencia



MORTON, Thomas E. y PENTICO, David W. Heuristic scheduling systems: with applications to production systems and project management

- **Restricciones de ruta:** especifican la ruta que el trabajo debe tomar a través del sistema, por ejemplo, Flow Shop o Job Shop. Adicionalmente consiste en un número de operaciones que son procesadas en unas máquinas específicas dentro de una secuencia dada.
- **Restricciones de prioridad:** durante el procesamiento de un trabajo, pueden ocurrir eventos que hacen que el trabajo tenga que ser interrumpido para darle paso a otro trabajo que tiene una mayor prioridad.
- **Restricciones de almacenamiento – espacio y tiempos de espera:** esta restricción se hace notoria cuando el espacio de almacenamiento entre dos máquinas dentro de la ruta de proceso es limitado.

### 1.6 EL INCUMPLIMIENTO

El incumplimiento de las fechas de entrega se considera como la falla en la entrega a tiempo de lo que dos partes tenían acordado. Este acuerdo incluye cada una de las características pactadas en la negociación y con las cuales debe contar el producto al

momento de ser entregado. Esto significa que no basta con cumplir el plazo temporal para la entrega sino también con cada uno de los parámetros definidos.

Como causales del incumplimiento en el medio industrial pueden dictarse las siguientes:

- Falta de planeación: Esta se produce cuando se inicia la producción de un bien sin tener en cuenta la totalidad de sus requerimientos, con lo cual, a medida que se avanza en su desarrollo escasean los medios o recursos para su terminación.
- Reprocesos: Estos se presentan cuando se cometen errores en el proceso productivo que deben ser corregidos, ocasionando problemas en el cumplimiento de cronogramas
- Errores de calidad: Especificaciones de los productos que escapan al control de la calidad llegando al cliente final son tomadas como incumplimiento ya que el cliente aunque puede recibir el pedido dentro del plazo especificado no está recibiendo un producto acorde con sus exigencias.
- Fallas en la comunicación: El incumplimiento generado por este tipo de fallas se presenta cuando no existen métodos de verificación de la toma de información entre las partes involucradas.

El mejoramiento de los cumplimientos con los tiempos de entrega no es un tema que se trate individualmente. Éste en cambio, es una consecuencia de muchos factores que están presentes en las empresas, como la calidad y la planeación.

## 2. DESARROLLO DEL PROYECTO

### 2.1 ANÁLISIS

Aunque el análisis es realmente el segundo paso expuesto en el texto guía EL CONTROL, FUNDAMENTE DE LA GESTIÓN POR PROCESOS de Mario A. Fernández, en esta investigación se comienza por este ya que en la empresa que se hará la intervención del proceso, no se tienen desarrollados parámetros como visión, misión y objetivos estratégicos y estos son una base muy importante para el desarrollo y aplicación de la metodología.

Con el fin de desarrollar una visión a futuro de la empresa se lleva a cabo un análisis interno y externo de esta. Este análisis se basa, en parte, en una encuesta que evidencia ciertas dificultades de la empresa y permite verificar si la ejecución de la investigación es válida para su situación.

Esta encuesta evidencia la situación actual de la empresa en cuanto a los parámetros exigidos para la aplicación de la metodología, como por ejemplo la verificación de la misión, la visión, los puntos de control, el conocimiento de los puntos de contacto entre los diferentes procesos, las dificultades de la empresa, entre otros.

Como parte del rediseño de procesos es importante tener en cuenta lo que los protagonistas del proceso consideran como puntos a mejorar dentro de este, por esta razón se lleva a cabo una encuesta realizada al dueño de la empresa y una lluvia de ideas donde participan el dueño y los operarios, para identificar estos aspectos.

#### **2.1.1 Encuesta para conocer la situación de la empresa a partir del punto de vista del dueño.**

Como primera actividad del análisis es llevar a cabo una identificación de los factores que están influenciando sobre el accionar del sistema, con el fin de identificar los resultados de los efectos de la gestión diaria, resultados producto de elementos internos o externos, en otras palabras identificar lo que hay en la empresa en la actualidad.

Ya que la empresa podría considerarse como nueva dentro del sector, se cuenta con una alta flexibilidad lo cual le proporciona falta de compromiso con lo establecido, aunque la falta de historia debido a la característica anteriormente mencionada trae como consecuencia la falta de documentación, lo cual obliga al gerente de la empresa a definir las expectativas e identificar los elementos sobre los que se va a basar el análisis. Aunque la responsabilidad de la identificación de estos elementos no yace solamente en las manos del gerente, ya que el equipo de rediseño, basándose en la encuesta anteriormente mencionada, identifica factores que podrían intervenir con el fin de lograr el objetivo de la aplicación, la mejora en el tiempo de entrega.

A continuación se expone la encuesta y se concluye lo encontrado gracias a ella.

## ENCUESTA

Objetivo: Identificar la situación actual en la que se realiza el proceso productivo en la empresa MAQUIBEG LTDA.

Encuestador: Pedro Kapkin (Investigador)

Encuestado: Oscar Betancur (Dueño).

Aspecto cualitativo

Parámetros estratégicos

- 1) ¿Tienen definida una Misión? No.
- 2) ¿Tienen definida una Visión? No.
- 3) ¿Tienen definidos unos objetivos estratégicos? No.

Parámetros sobre el proceso

- 1) ¿Cómo se hace la recepción de un trabajo?  
El cliente llega con un plano o con una idea a partir de la cual se levanta un plano. En este se determinan las características del trabajo; como tolerancias, acabados superficiales entre otros. A veces el plano es levantado a partir de información recibida telefónicamente y este no es sometido a aprobación por parte del cliente.
- 2) ¿Cómo es el almacenamiento de datos?
  1. Recepción de trabajos: ¿se asignan consecutivos para la identificación de los trabajos? Existe en los formatos de recepción de trabajos un número de identificación aunque este no tiene ningún consecutivo con otros trabajos.
  2. Almacenamiento de información:
    - (a) Planos
      - (i) ¿Hay alguna forma de caracterizar los trabajos realizados? No.
      - (ii) ¿Hay una base de datos con esta información física o magnética?  
Si, aunque ninguna de las dos contiene todos los trabajos que realiza la empresa.
    - (b) Hoja de vida de cada trabajo: No se tiene una hoja de vida de los trabajos por lo tanto es difícil saber su estado en determinado momento. Además muchas veces el cliente no revisa los planos realizados de lo que quiere fabricar.
- 3) Registros de recepción y despacho: No hay registros de recepción y despacho.
- 4) Operaciones
  1. ¿Cómo es la planeación de fabricación para los trabajos? No hay ningún tipo de planeación para los trabajos.
  2. ¿Se tiene algún plan de ocupación de las maquinas? No se tienen planes de ocupación de máquinas.

3. ¿Se realiza seguimiento a los trabajos en curso? No se realiza ningún tipo de seguimiento de los trabajos en curso, lo cual en ocasiones ha acarreado problemas en la calidad o especificaciones de los trabajos.
4. ¿Existe alguna documentación de los procesos realizados a un trabajo?, ¿Cuáles? No.
5. ¿Cómo se maneja el control de calidad? No se lleva ningún tipo de control de calidad durante el proceso, solo se revisan las piezas fabricadas una vez son terminadas.
6. ¿Los operarios tienen planos organizados durante la fabricación? Algunas veces.

#### Identificación de actividades

¿Se tienen identificadas las diferentes actividades llevadas a cabo en cada proceso? No, pero cada operario sabe lo que debe hacer.

¿Las actividades que desarrolla cada operario están documentadas? No.

¿Se sabe cuáles son las actividades más importantes dentro de cada proceso con el fin de cumplir sus objetivos de la empresa? No, ya que no existen dichos objetivos.

#### Aspecto cuantitativo

- 1) ¿Existen indicadores que permitan obtener información cuantitativa de los procesos de producción? No existen indicadores pero pueden resaltarse los resultados de la producción como se expresa seguidamente.
  - a. Tiempo de entrega de una orden. ¿En promedio, cuánto se demora la fabricación de un trabajo?  
Depende de la urgencia que tenga el cliente. Esta urgencia es adoptada en el proceso productivo dentro de la empresa dependiendo de la importancia que se dé a este. Por ejemplo, Prebel es un cliente importante para la empresa.  
Tienen identificados los clientes más importantes. Esto se sabe por estimación mas no se tienen datos cuantitativos.
  - b. ¿Cuántos trabajos presentan problemas en el cumplimiento de los tiempos de entrega y cuantos días tienen estos de retraso? El 90% de ellos, los tiempos de retraso y el porcentaje es el siguiente; un 25% toma más de dos días, otro 30% tres días, otro 15% más de 4 días y el último 20% correspondiente toma más de cuatro días.
  - c. Reprocesos de determinados trabajos. ¿Cuántos trabajos tienen reprocesos? De seis trabajos realizados a uno se le hace reproceso.  
¿Cuántos reprocesos registran dichos trabajos? Un reproceso por cada trabajo.
  - d. ¿Cuál es el porcentaje de errores de calidad?
    - i. Errores en la lectura del plano: De diez planos se leen mal 2.
    - ii. Problemas con los elementos de medida, micrómetros y calibradores: Entre el 15% y 20% de los errores son de este tipo.

- iii. Galgas telescópicas: El mal manejo de la galga debido a la inexperiencia en su uso produce el 10% de los errores en producción.
- e. ¿Cuál es el porcentaje de trabajos rechazados por insatisfacción o porque no cumplen con los requerimientos del cliente? El 15% de los trabajos son rechazados por esta razón.
- f. ¿Cuántas de estas insatisfacciones se presentan por errores en los planos? El cliente que más problemas tiene en la presentación de planos es Centro Aceros para el cual de 5 trabajos 2 tienen problema.

En esta encuesta realizada por el desarrollador del proyecto al dueño de la empresa, el cual lleva cuatro años al frente de esta, se evidencian los problemas en las etapas de recepción y fabricación de una orden, las cuales hacen parte del proceso operativo a intervenir.

Considerando la dificultad sobre la que se centrará el trabajo, se evidencia que el 90% de los trabajos tienen algún tipo de retraso en la entrega.

Los rechazos de trabajos, correspondientes a un 15%, son menores que los reprocesos generados pues como se evidencia en la parte cualitativa de la encuesta algunos errores son detectados en la revisión efectuada al finalizar cada trabajo. También se evidencia la gran cantidad de reprocesos presentados en la empresa, lo cual puede atribuirse a errores en la lectura de planos, cuando los hay durante la fabricación, desatención durante la fabricación, mal seguimiento a la calidad, entre otros factores.

En esta encuesta queda claro que la empresa no tiene un orden especificado para la ejecución de sus actividades y no se tiene consciencia de aquellas más importantes dentro de cada proceso con respecto a lo que la empresa pretende lograr en el mediano y largo plazo con el planteamiento de los objetivos.

No sobra aclarar que los resultados encontrados con esta encuesta no son lo que realmente hay en la empresa, sino una visión suficiente para guiar el desarrollo de este estudio.

### **2.2.2 Tormenta de ideas**

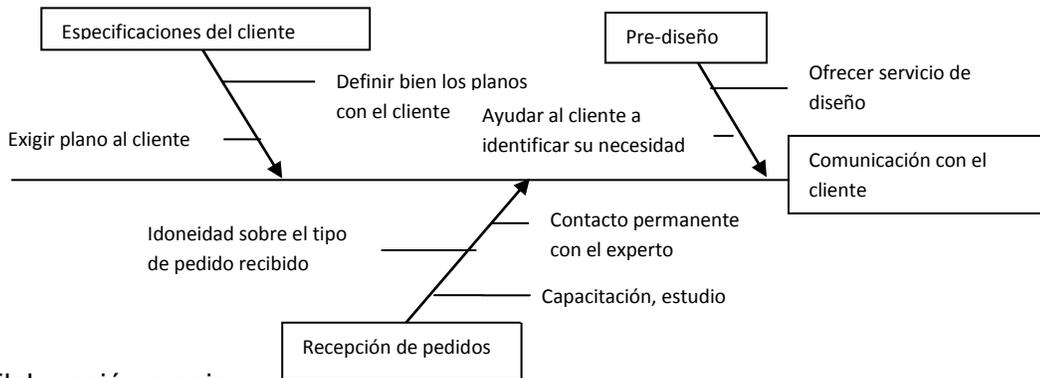
Como método para la identificación de algunos de los aspectos a intervenir en cada uno de los procesos, se desarrolla un análisis hacia dentro del proceso a intervenir en la empresa el cual permitirá detallar algunos de sus problemas y sus posibles soluciones. Para el desarrollo de este paso se realiza una tormenta de ideas con los diferentes integrantes del proceso a intervenir con el fin de identificar los factores que se crea están afectando la dificultad en la que se centra el proyecto. Seguidamente, identificados los aspectos perjudiciales para esta, se procede a realizar diagramas causa-efecto con las alternativas de solución planteadas a dichos factores por parte de los involucrados.

## Tormenta de ideas

A continuación se listarán las fallas que los involucrados en el proceso definieron como claves para el mejoramiento en el cumplimiento en la entrega y las alternativas propuestas para su mejoramiento.

- Deficiencia en la comunicación con el cliente. Figura 2.

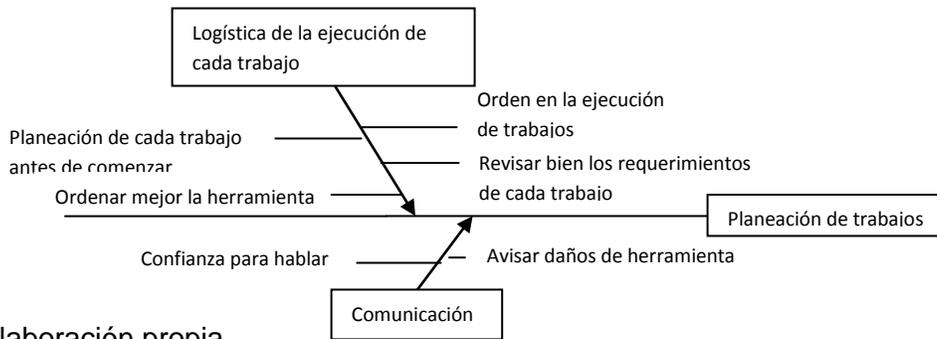
Figura 2. Alternativas de mejora para la comunicación con el cliente



Elaboración propia.

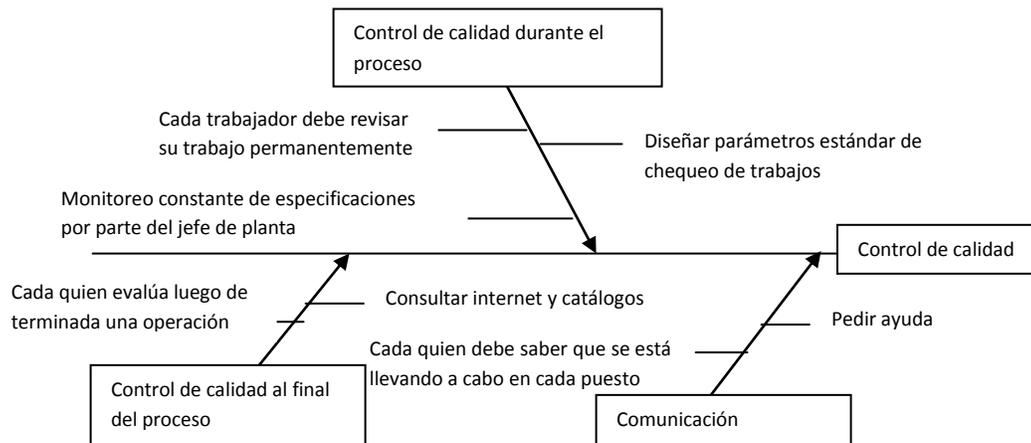
- Mala planeación de los trabajos. Figura 3.
- Escaso control de calidad durante y después del proceso de manufactura. Figura 4.
- Mala iluminación. Figura 5.

Figura 3. Alternativas de mejora para la planeación de los trabajos



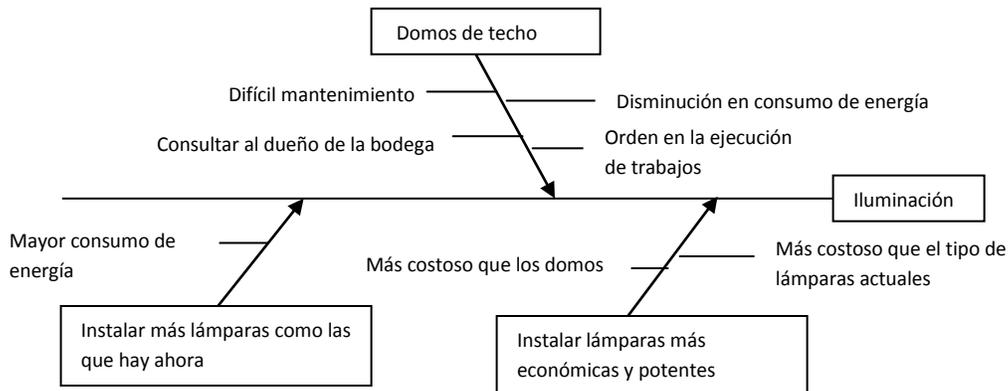
Elaboración propia.

Figura 4. Alternativas de mejora para el control de calidad



Elaboración propia.

Figura 5. Alternativas de mejora para la iluminación



Elaboración propia.

- Hay mucho incumplimiento en las fechas de entrega. Figura 6.
- Política de garantías: Ya que la empresa tiene como política responder a una garantía inmediatamente y en el menor tiempo posible, cualquier trabajo que se esté llevando a cabo al momento de procesar una garantía es suspendido con el fin de responder a esta de acuerdo con las políticas definidas. Aunque esta política no es un problema en sí, la cantidad de reclamaciones que pueden presentarse pueden entorpecer el desarrollo normal de los trabajos, lo cual acarrea mayores costos de manufactura y posible incumplimiento en las fechas de entrega de los trabajos en curso.

Los diagramas causa-efecto anteriormente ilustrados dan una idea de los puntos que deben intervenir con el fin de mejorar cada una de las situaciones problemáticas en cada uno de los tres procesos seleccionados.

Al respecto de estas situaciones problemáticas, estas traen consigo problemas como la insatisfacción del cliente, el incumplimiento en el tiempo de entrega y el reproceso. La disminución del reproceso al igual que la satisfacción del cliente serán consideradas como objetivos auxiliar, no documentados en este trabajo, pues la mejora del cumplimiento en la entrega, será una consecuencia de la mejora de estos y algunos otros factores.

### 2.1.3 Estado actual (punto de vista del investigador)

#### 2.1.3.1 Estudio del estado de los incumplimientos.

Para cuantificar el estado de incumplimiento de los clientes se agrupan según el principio de Pareto de acuerdo a la cantidad de dinero que representen en las ventas de la empresa. Ver tabla 1.

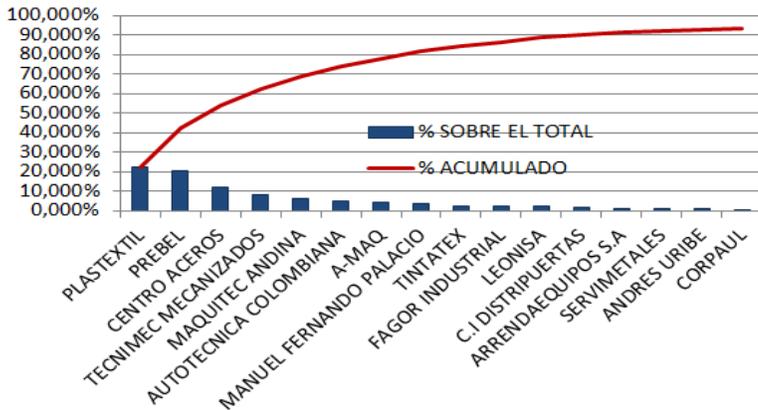
Tabla 1. Clientes representantes del 95.1% de las ventas de la empresa

CLIENTES	% SOBRE EL TOTAL	% ACUMULADO
PLASTEXTIL	22,204%	22,204%
PREBEL	20,239%	42,443%
CENTRO ACEROS	11,896%	54,339%
TECNIMEC MECANIZADOS	8,150%	62,489%
MAQUITEC ANDINA	6,484%	68,973%
AUTOTECNICA COLOMBIANA	4,921%	73,894%
A-MAQ	4,324%	78,218%
MANUEL FERNANDO PALACIO	3,739%	81,957%
TINTATEX	2,335%	84,292%
FAGOR INDUSTRIAL	2,274%	86,566%
LEONISA	2,157%	88,722%
C.I.DISTRIPUERTAS	1,485%	90,208%
ARRENDAEQUIPOS S.A	0,986%	91,194%
SERVIMETALES	0,823%	92,017%
ANDRES URIBE	0,821%	92,838%
CORPAUL	0,668%	93,506%
JORGE IVAN PINEDA	0,535%	94,041%
MECINTRAC LTDA	0,535%	94,575%
HIDROTEC	0,532%	95,108%

Bases de datos MAQUIBEG S.A.S.

Esta información se grafica utilizando el principio de Pareto. Ver gráfica 1. En la gráfica 1 aparecen solo los clientes que representan el 93.5% del dinero percibido por la empresa en su acción productiva en el último año, es decir del primero de marzo de 2010 hasta el 28 de febrero de 2011, esto con el fin de identificar los clientes más representativos para la empresa.

Gráfica 1. Clientes representantes del 93.65% de las ventas

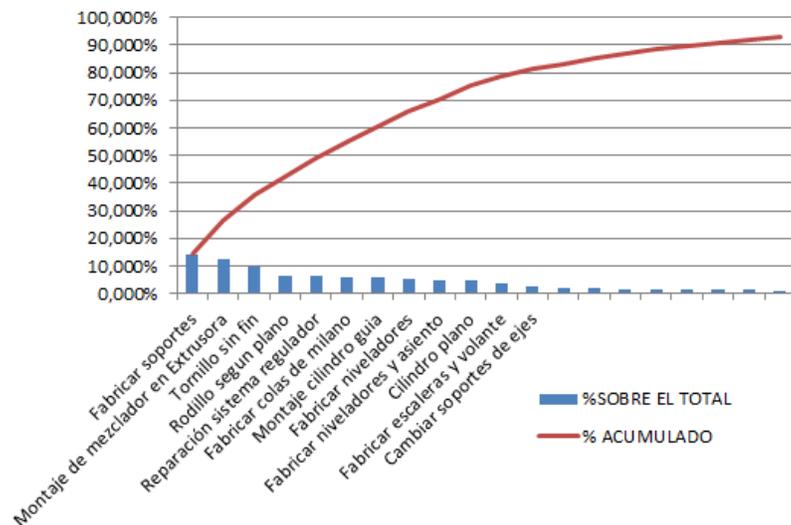


Bases de datos MAQUIBEG S.A.S.

Por razones prácticas se decidió utilizar solamente los datos de cumplimiento de los clientes representantes del 54.39% de las ventas, ya que en el medio industrial la recopilación de datos sobre la oportunidad en la entrega es difícil debido a la poca disciplina de documentación que se tiene en estas.

Para escoger los pedidos a partir de los cuales se determinó el cumplimiento en la entrega de la empresa, de los clientes anteriormente mencionados se tomaron los pedidos fabricados en este periodo. De estos pedidos se escogieron a partir de un análisis de Pareto aquellos que representaron la mayor cantidad de dinero para la empresa. Ver gráfica 2, 3 y 4.

Gráfica 2. Pedidos más importantes de Plastextil



Bases de datos MAQUIBEG S.A.S.

Como puede observarse en la gráfica, luego del pedido “Cambiar soportes de ejes”, la curva disminuye su pendiente ya que hasta ese pedido se reportó el 81.21% del dinero

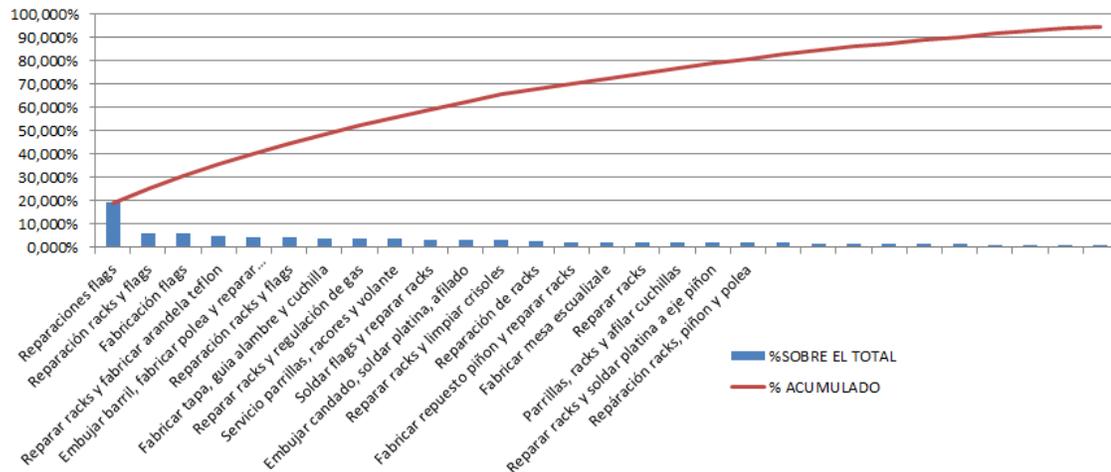
representado por los pedidos de Plastextil, del 22.20% correspondientes a los aportes en dinero hechos por esta misma empresa a MAQUIBEG S.A.S. Los datos de esta Gráfica pueden apreciarse en la tabla 2.

Tabla 2. Pedidos más importantes de Plastextil

CLIENTE	NOMBRE PEDIDO	F.FACTURA	%SOBRE EL TOTAL	% ACUMULADO
PLASTEXTIL	Fabricar soportes	05-ene-11	14,187%	14,187%
PLASTEXTIL	Montaje de mezclador en Extrusora	04-jun-10	12,210%	26,397%
PLASTEXTIL	Tornillo sin fin	18-mar-10	9,390%	35,787%
PLASTEXTIL	Rodillo segun plano	13-sep-10	6,535%	42,322%
PLASTEXTIL	Reparación sistema regulador	27-oct-10	6,535%	48,856%
PLASTEXTIL	Fabricar colas de milano	25-ene-11	6,019%	54,875%
PLASTEXTIL	Montaje cilindro guía	29-sep-10	5,606%	60,482%
PLASTEXTIL	Fabricar niveladores	05-ene-11	5,393%	65,874%
PLASTEXTIL	Fabricar niveladores y asiento	13-sep-10	4,643%	70,518%
PLASTEXTIL	Cilindro plano	27-oct-10	4,643%	75,161%
PLASTEXTIL	Fabricar escaleras y volante	28-feb-11	3,818%	78,979%
PLASTEXTIL	Cambiar soportes de ejes	27-oct-10	2,236%	81,214%

Bases de datos MAQUIBEG S.A.S.

Gráfica 3. Pedidos más importantes de Prebel



Bases de datos MAQUIBEG S.A.S.

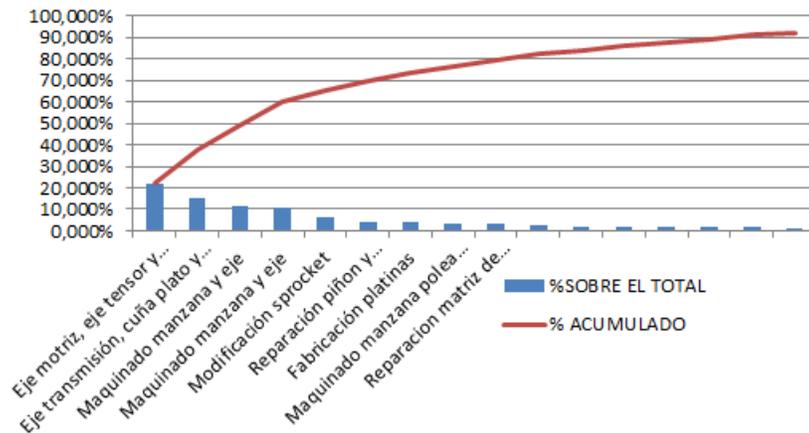
Como puede observarse en la gráfica, luego del pedido “Reparación racks, piñón y polea”, la curva disminuye su pendiente ya que hasta ese pedido se reportó el 80.83% del dinero representado por los pedidos de Prebel, del 20.23% correspondientes a los aportes en dinero hechos por esta misma empresa a MAQUIBEG S.A.S. Los datos de esta Gráfica pueden apreciarse en la tabla 3.

Tabla 3. Pedidos más importantes de Prebel

CLIENTE	NOMBRE PEDIDO	F.FACTURA	%SOBRE EL TOTAL	% ACUMULADO
PREBEL	Reparaciones flags	21-dic-10	19,161%	19,161%
PREBEL	Reparación racks y flags	25-feb-11	6,015%	25,175%
PREBEL	Fabricación flags	28-ene-11	5,811%	30,986%
PREBEL	Reparar racks y fabricar arandela teflon	28-jul-10	4,879%	35,865%
PREBEL	Embujar barril, fabricar polea y reparar tapa	16-mar-10	4,533%	40,398%
PREBEL	Reparación racks y flags	21-dic-10	4,387%	44,785%
PREBEL	Fabricar tapa, guía alambre y cuchilla	06-abr-10	3,743%	48,528%
PREBEL	Reparar racks y regulación de gas	18-jun-10	3,736%	52,264%
PREBEL	Servicio parrillas, racores y volante	29-abr-10	3,611%	55,875%
PREBEL	Soldar flags y reparar racks	07-oct-10	3,449%	59,324%
PREBEL	Embujar candado, soldar platina, afilado	04-jun-10	3,233%	62,556%
PREBEL	Reparar racks y limpiar crisoles	01-oct-10	3,049%	65,605%
PREBEL	Reparación de racks	04-nov-10	2,490%	68,095%
PREBEL	Fabricar repuesto piñon y reparar racks	26-oct-10	2,256%	70,352%
PREBEL	Fabricar mesa escualizale	25-ago-10	2,170%	72,521%
PREBEL	Reparar racks	01-mar-11	2,119%	74,640%
PREBEL	Parrillas, racks y afilar cuchillas	27-may-10	2,104%	76,744%
PREBEL	Reparar racks y soldar platina a eje piñon	01-nov-10	2,068%	78,811%
PREBEL	Repáración racks, piñon y polea	14-jul-10	2,019%	80,830%

Bases de datos MAQUIBEG S.A.S.

Gráfica 4. Pedidos más importantes de Centro Aceros



Bases de datos MAQUIBEG S.A.S.

Como puede observarse en la gráfica, luego del pedido “Reparación matriz de...”, la curva disminuye su pendiente ya que hasta ese pedido se reportó el 79.64% del dinero representado por los pedidos de Centro Aceros, del 11.89% correspondientes a los aportes en dinero hechos por esta misma empresa a MAQUIBEG S.A.S. Los datos de esta Gráfica pueden apreciarse en la tabla 4.

Tabla 4. Pedidos más importantes de Centro aceros

CLIENTE	NOMBRE PEDIDO	F.FACTURA	%SOBRE EL TOTAL	% ACUMULADO
CENTRO ACEROS	Eje motriz, eje tensor y sprocket	27-jul-10	22,212%	22,212%
CENTRO ACEROS	Eje transmisión, cuña plato y plato transmisión	01-jul-10	15,343%	37,555%
CENTRO ACEROS	Maquinado manzana y eje	10-jun-10	11,235%	48,790%
CENTRO ACEROS	Maquinado manzana y eje	27-may-10	10,978%	59,768%
CENTRO ACEROS	Modificación sprocket	20-sep-10	5,906%	65,674%
CENTRO ACEROS	Reparación piñon y fabricación eje	02-ago-10	3,852%	69,526%
CENTRO ACEROS	Fabricación platinas	03-sep-10	3,736%	73,262%
CENTRO ACEROS	Maquinado manzana polea de apoyo	03-ago-10	3,370%	76,632%
CENTRO ACEROS	Reparacion matriz de troquel placa base	04-nov-10	3,017%	79,649%

Bases de datos MAQUIBEG S.A.S.

Luego de encontrados los clientes más representativos para la empresa se procede a investigar la tasa de incumplimiento para estos. Ver tablas 5-7.

Tabla 5. Estado de incumplimiento a Plastextil

NOMBRE PEDIDO	PROCESO	F. FACTURA	F. PEDIDO	F. PROMETIDA	F. ENTREGA	PLAZO	RETAZO	DEMORA TOTAL	% DEMORA REAL	%DEMORA EXTRA
Fabricar soportes	Tomó	05-ene-11	20-dic-10	31-dic-10	07-ene-11	11	7	18	164%	64%
Montaje de mezclador en Extrusora	-	04-jun-10	-	-	-	-	-	-	-	-
Tomillo sin fin	Tomó	18-mar-10	-	-	-	-	-	-	-	-
Rodillo según plano	Tomó	13-sep-10	13-jul-10	15-ago-10	18-ago-10	33	3	36	109%	9%
Reparación sistema regulador	-	27-oct-10	-	-	-	-	-	-	-	-
Fabricar colas de milano	Fresadora	25-ene-11	02-ene-11	02-ene-11	25-ene-11	0	23	23	-	-
Montaje cilindro guía	Tomó Banco	29-sep-10	10-jul-10	03-ago-10	06-ago-10	24	3	27	113%	13%
Fabricar niveladores	Fresadora	05-ene-11	01-dic-10	05-ene-11	07-ene-11	35	2	37	106%	6%
Fabricar niveladores y asiento	Banco Fresadora	13-sep-10	25-ago-10	04-sep-10	09-sep-10	10	5	15	150%	50%
Cilindro según plano	Tomó	27-oct-10	24-ago-10	05-sep-10	15-oct-10	12	40	52	433%	333%
Fabricar escaleras y volante	Banco Fresadora Tomó	28-feb-11	14-feb-11	25-feb-11	28-feb-11	11	3	14	127%	27%
Cambiar soportes de ejes	Tomó	27-oct-10	06-oct-10	08-oct-10	12-oct-10	2	4	6	300%	200%

<b>Total trabajos entregados tarde</b>	9
	100.00%
<b>Trabajos entregados dentro del plazo</b>	0%
<b>Media de días de retraso</b>	10

Departamento de mantenimiento Plastextil.

Tabla 6. Estado de incumplimiento a Prebel

NOMBRE PEDIDO	PROCESO	F.FACTURA	F. PEDIDO	F. PROMETIDA	F. ENTREGA	PLAZO	RETAZO	DEMORA TOTAL	% DEMORA REAL	%DEMORA EXTRA
Reparaciones flags	Banco	21-dic-10	14-dic-10	18-dic-10	18-dic-10	4	0	4	100%	0%
Reparación racks y flags	Banco	25-feb-11	19-feb-11	25-feb-11	25-feb-11	6	0	6	100%	0%
Fabricación flags	Banco	28-ene-11	22-ene-11	27-ene-11	27-ene-11	5	0	5	100%	0%
Reparar racks y fabricar arandela teflon	Tomo	28-jul-10	23-jul-10	29-jul-10	29-jul-10	6	0	6	100%	0%
	Banco									
Embujar barril, fabricar polea y reparar tapa	Tomo	16-mar-10	11-mar-10	16-mar-10	15-mar-10	5	-1	4	80%	-20%
Reparación racks y flags	Banco	21-dic-10	15-dic-10	20-dic-10	20-dic-10	5	0	5	100%	0%
Fabricar tapa, guía alambre y cuchilla	Tomo	06-abr-10	02-abr-10	05-abr-10	05-abr-10	3	0	3	100%	0%
Reparar racks y regulación de gas	Banco	18-jun-10	13-jun-10	18-jun-10	18-jun-10	5	0	5	100%	0%
Servicio parrillas, racores y volante	Banco	29-abr-10	22-abr-10	29-abr-10	29-abr-10	7	0	7	100%	0%
Soldar flags y reparar racks	Banco	07-oct-10	01-oct-10	05-oct-10	05-oct-10	4	0	4	100%	0%
Embujar candado, soldar platina, afilado	Tomo	04-jun-10	01-jun-10	04-jun-10	06-jun-10	3	2	40.335	1344500%	67%
	Fresadora									
	Banco									
	Tercero									
Reparar racks y limpiar crisoles	Banco	01-oct-10	26-sep-10	01-oct-10	01-oct-10	5	0	5	100%	0%
Reparación de racks	Banco	04-nov-10	29-oct-10	04-nov-10	05-nov-10	6	1	7	117%	17%
Fabricar repuesto piñon y reparar racks	Tomo	26-oct-10	21-oct-10	26-oct-10	26-oct-10	5	0	5	100%	0%
	Fresadora									
	Banco									
	Tercero									
Fabricar mesa escualizale	Banco	25-ago-10	20-ago-10	25-ago-10	25-ago-10	5	0	5	100%	0%
Reparar racks	Banco	01-mar-11	23-feb-11	01-mar-11	01-mar-11	6	0	6	100%	0%
Parrillas, racks y afilar cuchillas	Banco	27-may-10	21-may-10	27-may-10	27-may-10	6	0	6	100%	0%
	Tercero									
Reparar racks y soldar platina a eje piñon	Banco	01-nov-10	27-oct-10	01-nov-10	01-nov-10	5	0	5	100%	0%
Reparación racks, piñon y polea	Tomo	14-jul-10	07-jul-10	14-jul-10	14-jul-10	7	0	7	100%	0%
	Fresadora									
	Banco									

<b>Total trabajos entregados tarde</b>	2
	10,53%

<b>Trabajos entregados dentro del plazo</b>	89%
---	-----

<b>Media de días de retraso</b>	2
---------------------------------	---

Departamento de compras Prebel.

Tabla 7. Estado de incumplimiento Centro Aceros

NOMBRE PEDIDO	PROCESO	F.FACTURA	F. PEDIDO	F. PROMETIDA	F. ENTREGA	PLAZO	RETAZO	DEMORA TOTAL	% DEMORA REAL	%DEMORA EXTRA
Eje motriz, eje tensor y sprocket	Tomo	27-jul-10	02-jul-10	07-jul-10	14-jul-10	5	7	12	240%	140%
Eje transmisión, cuña plato y plato transmisión	Tomo	01-jul-10	01-jun-10	07-jun-10	11-jun-10	6	4	10	167%	67%
	Fresadora									
Maquinado manzana y eje	Tomo	10-jun-10	16-may-10	21-may-10	22-may-10	5	1	6	120%	20%
Maquinado manzana y eje	Tomo	27-may-10	21-abr-10	28-abr-10	28-abr-10	7	0	7	100%	0%
Modificación sprocket	Fresadora	20-sep-10	05-sep-10	15-sep-10	16-sep-10	10	1	11	110%	10%
Reparación piñón y fabricación eje	Tomo	02-ago-10	28-jul-10	06-ago-10	09-ago-10	9	3	12	133%	33%
	Fresadora									
Fabricación platinas	Fresadora	03-sep-10	17-ago-10	25-ago-10	27-ago-10	8	2	10	125%	25%
Maquinado manzana polea de apoyo	Tomo	03-ago-10	28-jun-10	04-jul-10	03-jul-10	6	-1	5	83%	-17%
Reparación matriz de troquel placa base	Fresadora	04-nov-10	07-oct-10	13-oct-10	15-oct-10	6	2	8	133%	33%

Total trabajos entregados tarde	7
	77,78%

Trabajos entregados dentro del plazo	22%
--------------------------------------	-----

Media de días de retraso	3
--------------------------	---

Departamento de diseño Centro Aceros.

En las tablas “Estado de incumplimiento”, tablas 5-7, se incluyó el proceso de fabricación con el fin de identificar un posible proceso que estuviera ocasionando los retardos, pero al no encontrarse correlación entre los trabajos entregados tarde y los procesos que estos requirieron se concluyó que esta no es una causa de incumplimiento de los tiempos de entrega. A partir de estas tablas es posible determinar la media ponderada de días de tardanza para la empresa de los trabajos que represente significativamente el estado actual de dicho indicador para la empresa, Tabla 8, aunque este no será considerado como un indicador para la empresa.

Tabla 8. Promedio de días de retraso de la empresa

	PREBEL	PLASTEXTIL	CENTRO ACEROS	TOTAL
Suma días de retraso	90	3	20	113
Numero de trabajos retrazados	9	2	7	18
Ponderación días de retraso	79,65%	2,65%	17,70%	

Días de retraso ponderados	9,00
----------------------------	------

Elaboración propia.

Se utiliza un promedio ponderado ya que dos trabajos de Plastextil, “Fabricar colas de milano” y “Cilindro según plano” presentan un tiempo de retraso muy elevado.

A partir de la tabla 8 puede evidenciarse que en promedio la empresa presenta un retraso de aproximado de nueve días en la entrega de sus pedidos.

### 2.1.3.2 Seguimiento a la producción

Con el fin de tener evidencia sólida sobre los aspectos a intervenir, determinar la forma de operación y la utilización de los recursos del proceso de fabricación se efectuó un seguimiento a la producción de la empresa durante una semana.

Antes de comenzar la semana, se documentaron los trabajos en los cuales se trabajaría en esta, aunque no se tenían planeados sus tiempos ni su orden de ejecución. Estos trabajos son los siguientes:

Tabla 9. Trabajos a ejecutar durante la semana analizada

Trabajos planeados para la semana del 21-26 de Febrero				
Trabajo	Cliente	Fecha de pedido	Fecha estimada de entrega	Fecha real de entrega
Volante	Plastextil	22-Ene	28-Ene	24-feb
Eje acople agitador	Mundial de vibraciones	15-feb	18-feb	25-feb
Parrillas	Prebel	18-feb	23-feb	25-feb
Espárragos	Andrés Uribe	14-feb	18-feb	23-feb
Ejes rodillo puerta	Indupuertas	18-feb	21-feb	25-feb
Conos	Maquitec	19-feb	23-feb	-
Platinas aluminio	Rafael Zapata	17-feb	22-feb	-
Eje acople impulsor	Mundial de vibraciones	21-feb	25-feb	26-feb
Cuñeros eje acople agitador	Mundial de vibraciones	17-feb	25-feb	-
Ejes cónicos	Tecnimes	14-feb	21-feb	-

Elaboración propia.

Los trabajos sin “fecha real de entrega” no fueron trabajados esa semana como puede observarse en el seguimiento día por día documentado a continuación. Tablas 10-15.

Tabla 10. Producción lunes 21 de febrero

Felipe					Steven					
Horas	Trabajo	Maquina	Tiempo Estimado por operación (min)	Tiempo real de operación (min)	Horas	Trabajo	Maquina	Tiempo Estimado por operación (min)	Tiempo real de operación (min)	
7	7:00-9:00	Termina de soldar y pulir las escaleras		120	7					
8					8:20-9:00	Volante	Torno	60	40	
9	Desayuno				9	Desayuno				
10	9:30-1:00	Termina de soldar y pulir las escaleras		210	10	9:50-10:55	Volante	Fresadora	60	65
11					11:00-1:00	Caja A-Maq	Fresadora	180	120	
12										
1	Almuerzo				1	Almuerzo				
2	2:00-5:00	Termina de soldar y pulir las escaleras		180	2	2:10-3:45	Tapa cilindro	Torno	100	95
3										
4					3:34-5:00	Caja A-Maq	Manual		86	

Tiempo trabajado (min)	510
Tiempo estimado (min)	0
Tiempo improductivo (min)	

Tiempo trabajado (min)	406
Tiempo estimado (min)	400
Tiempo improductivo (min)	104

Elaboración propia.

Tabla 11. Producción martes 22 de febrero

Felipe						Steven					
Horas	Tiempo en reloj	Trabajo	Maquina	Estimado por operación (min)	Tiempo real de operación (min)	Horas	Tiempo en reloj	Trabajo	Maquina	Estimado por operación (min)	Tiempo real de operación (min)
7						7					
8	7:30-8:20	Montaje Parrillas	Torno	40	50	8	7:53-8:35	Pulir soportes caja A-Maq	Manual	42	42
	8:20-9:00	Parrillas	Banco	300	40		8:35-9:00	Entrega de caja A-Maq			25
9		Diligencia			80	9	Desayuno				
10	9:30-10:50					10	9:00-10:30	Eje acople agitador	Torno	210	60
11	10:50-11:20	Eje acople agitador	Banco soldadura	45	30	11				0	120
12	11:30-1:00	Parrillas	Banco		110	12	11:00-1:00	Eje acople agitador	Torno		
1	Almuerzo					1	Almuerzo				
2	2:05-2:52	Espárragos	Corte	75	43	2	2:00-3:50	Eje acople agitador	Torno	0	110
	2:55-3:20		Pulido		25						
3				170	170						
4	3:20-6:10		Torno			4	3:50-4:00	Placas soporte	Corte	10	10
							3:50-4:40		Fresadora	60	50

Tiempo trabajado (min)	468
Tiempo estimado (min)	630
Tiempo improductivo (min)	42

Tiempo trabajado (min)	392
Tiempo estimado (min)	262
Tiempo improductivo (min)	118

Elaboración propia.

Tabla 12. Producción miércoles 23 de febrero

Felipe						Steven					
Horas	Tiempo en reloj	Trabajo	Maquina	Tiempo Estimado por operación	Tiempo real de operación (min)	Horas	Tiempo en reloj	Trabajo	Maquina	Tiempo Estimado por operación (min)	Tiempo real de operación (min)
7						7					
8	7:30-9:00	Espárragos	Torno	80	90	8	7:30-9:00	Montaje balanceo	Torno	150	90
9	Desayuno					9	Desayuno				
10				190	210	10				0	150
11	9:30-1:00	Espárragos	Torno			11	9:30-12:00	Montaje balanceo	Torno		
12						12	12:15-12:30	Molde Prebel	Fresadora	90	30
1	Almuerzo					1	Almuerzo				
2	2:00-2:20	Espárragos	Torno		20	2	2:30-3:45	Molde Prebel	Fresadora	0	75
	2:35-3:40	Volante	Torno	50	60						
3					65	3					
	3:40-4:45	Entrega Prebel									
4	4:45-4:48	Volante	Soldadura banco	10	3	4	3:45-4:30	Volante	Torno	30	30
							4:30-5:00	Montaje balanceo	Torno	0	30

Tiempo trabajado (min)	383
Tiempo estimado (min)	330
Tiempo improductivo (min)	127

Tiempo trabajado (min)	405
Tiempo estimado (min)	270
Tiempo improductivo (min)	105

Elaboración propia.

Tabla 13. Producción jueves 24 de febrero

Felipe						Steven					
Horas	Tiempo en reloj	Trabajo	Maquina	Tiempo Estimado por operación	Tiempo real de operación (min)	Horas	Tiempo en reloj	Trabajo	Maquina	Tiempo Estimado por operación (min)	Tiempo real de operación (min)
7	7:10-7:45	Parrillas	Banco soldadura		35	7	7:10-7:45	Volante	Fresadora	40	35
8	7:45-8:22	Volante	Averiguar medidas	30	37	8	7:50-8:22	Ejes rodillo puerta	Torno	90	32
	8:30-9:00	Parrillas	Banco soldadura		30		8:22-8:40	Volante	Fresadora	0	18
<b>Desayuno</b>							<b>Desayuno</b>				
9	9:30-10:00	Cotización			30	9	9:30-10:58	Ejes rodillo puerta	Torno	0	88
10	10:00-11:55	Volante	Ajustar	30	115	10	11:15-11:35	Rosca Trapezoidal	Torno	300	20
11						11:35-11:55	Cotización			20	
12	12:00-1:00	Escaleras	Manual		60	12	12:00-1:00	Rosca Trapezoidal	Torno	0	60
<b>Almuerzo</b>						<b>Almuerzo</b>					
2	2:00-5:00	Escaleras	Manual		180	2	2:00-5:00	Rosca Trapezoidal	Torno	0	180
3											
4											
1											

Tiempo trabajado (min)	457
Tiempo estimado (min)	60
Tiempo improductivo (min)	53

Tiempo trabajado (min)	453
Tiempo estimado (min)	430
Tiempo improductivo (min)	57

Elaboración propia.

Tabla 14. Producción viernes 25 de febrero

Felipe						Steven					
Horas	Tiempo en reloj	Trabajo	Maquina	Tiempo Estimado por operación	Tiempo real de operación (min)	Horas	Tiempo en reloj	Trabajo	Maquina	Tiempo Estimado por operación (min)	Tiempo real de operación (min)
7	7:30-9:00	Escaleras	Manual		90	7	7:00-8:00	Eje acople agitador	Torno	0	60
8						8:00-9:00	Rosca Trapezoidal	Torno	0	60	
<b>Desayuno</b>						<b>Desayuno</b>					
9	9:30-11:20	Escaleras	Manual		110	9	9:30-9:50	Rosca Trapezoidal	Torno	0	30
10						9:55-1:00	Eje acople agitador	Torno		185	
11						11:30-1:00	Parrillas	Banco soldadura		90	
12						12					
<b>Almuerzo</b>						<b>Almuerzo</b>					
2	2:00-5:00	Parrillas	Banco soldadura		180	2	2:20-3:30	Eje acople agitador	Torno	0	70
3						3:30-4:00	Cotización			30	
4						4:00-5:00	Eje acople agitador	Fresadora	40	60	
1											

Tiempo trabajado (min)	470
Tiempo estimado (min)	0
Tiempo improductivo (min)	40

Tiempo trabajado (min)	465
Tiempo estimado (min)	40
Tiempo improductivo (min)	45

Elaboración propia.

Tabla 15. Producción sábado 26 de febrero

Felipe						Steven					
Horas	Tiempo en reloj	Trabajo	Maquina	Tiempo Estimado por operación (min)	Tiempo real de operación (min)	Horas	Tiempo en reloj	Trabajo	Maquina	Tiempo Estimado por operación (min)	Tiempo real de operación (min)
7	7:00-7:40	Trinquete y camisa	Torno	120	40	7	7:00-9:00	Eje acople impulsor	Torno	240	120
8	7:40-9:00	Acordeón	Banco	75	80	8					
9	Desayuno					9	Desayuno				
10	10:00-11:30	Trinquete y camisa	Torno	0	90	10	10:00-12:00	Eje acople impulsor	Torno		120
11						11					

Tiempo trabajado	210
Tiempo estimado	195
Tiempo improductivo	60

Tiempo trabajado	240
Tiempo estimado	195
Tiempo improductivo	30

Elaboración propia.

Como puede observarse en las tablas 5-10, las horas de las columnas “Tiempo en reloj” no son continuas. Un ejemplo de esto se ve en el seguimiento hecho el día lunes, donde aparece un círculo rojo señalando el intervalo de horas (2:10-3:45). Estos diez minutos después del almuerzo son tiempo perdido por las causas observadas expuestas a continuación.

- Buscar trabajos para realizar luego de acabado uno de estos.
- Buscar material entre los retales para realizar un trabajo.
- Conversaciones de los trabajadores no concernientes con el trabajo.
- Buscar herramienta o fabricarla.
- Comienzo de las actividades de producción en horas diferentes a las planeadas.

Estas cinco causas son consideradas como de pérdida de tiempo por las siguientes razones respectivamente.

- Debido a la falta de programación de la producción, al terminarse de realizar un trabajo cualquier otro pendiente puede ser realizado puede entrar a producción.
- Gracias a la falta de planeación de la producción y al bajo capital de trabajo con el que cuenta la empresa, retales sobrantes de trabajos anteriores son utilizados para la realización otros trabajos. Estos retales al no estar bien clasificados y organizados deben ser buscados entre otros restos de material que no siempre son retales utilizables para la producción.
- Debido al poco control de la utilización del tiempo de producción y a la poca presencia del dueño dentro del taller los trabajadores interrumpen usualmente las actividades productivas para tratar temas diferentes a los relacionados con la actividad productiva.
- Debido también a la falta de planeación de la producción y al poco capital de trabajo con el que cuenta la empresa los operarios se ven enfrentados a ejecutar trabajos como la realización de roscas afilando pastillas de diferentes buriles.
- Este factor es igualmente debido a la falta de control y a la escasa presencia del dueño durante las labores productivas.

Para dar soporte a la selección de estas actividades como causantes de pérdida de tiempo, se resalta que estas se presentaron más de una vez durante el seguimiento de la semana antes, además, luego de ser todas estas recopiladas durante dicho periodo se consultó el dueño de la empresa si estaba de acuerdo en afirmar si en efecto las consideraba como causantes de dicha perdida, con lo cual estuvo de acuerdo.

Como consecuencia de esto se hicieron cálculos del tiempo realmente utilizado en la producción. Ver tabla 21.

Tabla16. Seguimiento trabajos realizados en la semana analizada

Trabajo	Tiempo estimado (min)	Tiempo trabajado (min)	% de diferencia	Fecha de pedido	Fecha estimada de entrega	Fecha real de entrega	Dias de retraso	Cliente
Pulir soportes caja A-Maq	42	42	0	17-ene	25-ene	22-feb	28	A-Maq
Caja A-Mac	180	206	-	17-ene	25-ene	22-feb	28	A-Mac
Manual	-	86						
Fresadora	180	120						
Escaleras	-	950	-	10-ene	28-ene	24-feb	27	Plastextil
Volante	320	403	25,94%	22-Ene	28-Ene	24-feb	27	Plastextil
Torno	150	130						
Fresadora	100	118						
Banco	40	118						
Averiguar medidas	30	37						
Tapa cilindro	100	95	-5,00%	21-feb	21-feb	21-feb	0	Tecnimec
Torno	100	95						
Parrillas joyería	340	535	57,35%	18-feb	23-feb	25-feb	2	Prebel
Torno montage	40	50						
Banco	300	485						
Eje acople agitador	295	695	135,59%	15-feb	18-feb	25-feb	7	Mundial de vibraciones
Torno	210	605						
Fresadora	40	60						
Banco	45	30						
Espárragos	515	558	8,35%	14-feb	18-feb	23-feb	5	Maquitec
Torno	440	490						
Banco	75	68						
Placas de soporte	70	60	-14,29%	22-feb	22-feb	22-feb	0	Mundial de vibraciones
Fresadora	60	50						
Manual	10	10						
Montaje balanceo	150	270	80,00%	22-feb	25-feb	23-feb	-2	Mundial de vibraciones
Torno	150	270						
Molde	90	105	16,67%	23-feb	23-feb	23-feb	0	Prebel
Fresadora	90	105						
Ejes rodillo puerta	90	140	55,56%	18-feb	21-feb	25-feb	4	Indupuertas
Torno	90	140						
Rosca trapezoidal	300	350	16,67%	24-feb	24-feb	24-feb	0	Tecnimec
Torno	300	350						
Trinquete y camisa	120	130	8,33%	25-feb	25-feb	26-feb	1	Tecnimec
Torno	120	130						
Acordeón	75	80	6,67%	25-feb	28-feb	-	-	A-Maq
Banco	75	80						
Eje acople impulsor	240	240	0,00%	21-feb	25-feb	26-feb	1	Mundial de vibraciones
Torno	240	240						

Elaboración propia.

La tabla 16 reúne todos los trabajos que comenzaron durante la semana observada y se terminaron, trabajos tanto planeados como no planeados, aunque el trabajo acordeón no logró ser terminado, por lo cual no muestra fecha de entrega en dicha tabla. El tiempo estimado y el tiempo trabajado son los tiempos que, al igual que en las tablas de seguimiento diario, se pronosticaron para cada trabajo y el que realmente tomaron respectivamente. El análisis de estos datos es tratado más a fondo luego de hallado el factor de utilización y la eficacia.

También se observa que solo uno de los trabajos planeados; "Montaje balanceo" fue entregado a tiempo, esto porque el cliente exigió su entrega antes del plazo por lo cual este tiene la misma connotación de un trabajo no planeado, ya que los únicos trabajos entregados dentro del plazo fueron los trabajos no planeados; "Tapa cilindro", "Placa soporte", "Montaje balanceo", "Molde", "Rosca trapezoidal" y "Torniquete y camisa", esto debido a que eran trabajos que los clientes mandaban a hacer con urgencia y generalmente esperaban dentro de las instalaciones de la empresa. El resto de trabajos listados son trabajos atrasados que lograron ser completados durante esta semana.

Con el objetivo de dar cumplimiento al primer objetivo específico planteado en el anteproyecto se toma el estado de incumplimiento de esta semana como el estado de incumplimiento de la empresa, el cual corresponde a un 66%, o 10 trabajos entregados tarde de los 15 trabajos procesados. Puede concluirse que esta cifra es cercana al estado de incumplimiento real de la empresa pues es parecida al incumplimiento registrado anteriormente para los clientes Plastextil, tabla 5 y Centro Aceros, tabla 7.

Tabla 17. Trabajos entregados dentro del plazo semana antes

Número de trabajos entregados dentro del plazo/número de trabajos realizados (Esperado)	Número de trabajos entregados dentro del plazo/número de trabajos realizados (Obtenido)
90%	31,25%

Elaboración propia.

Según la tabla 17 los trabajos entregados dentro del tiempo fueron el 31,25% o lo que es decir 5 de 16 como se muestra en la tabla. Igualmente puede observarse de la tabla 16 que estos trabajos no fueron planeados, por lo tanto se observa que se da prioridad a dichos trabajos, con el agravante de que se interrumpe la ejecución de otros trabajos para atender estos. Esta dificultad será tratada posteriormente.

Aunque no se propondrá como un indicador para la aplicación en la empresa ya que el objetivo último es no tener retrasos, la cuantificación de días de retraso para evidenciar las mejoras obtenidas gracias a este proyecto será útil. Para hallar este promedio para esta semana se utiliza el mismo método utilizado para la tabla 8. Ver tabla 18.

Tabla 18. Días de retraso ponderados para la semana antes

Suma días de retraso	28	27	7	5	4	2	1	74
Suma número de trabajos atrasados	2	2	1	1	1	1	2	9
Porcentaje de trabajos atrasados sobre el total	22,22%	22,22%	11,11%	11,11%	11,11%	11,11%	11,11%	1
Ponderado de días de retraso	6,22	6,00	0,78	0,56	0,44	0,22	0,11	15
								<b>Total Ponderados días de retraso</b>

Elaboración propia.

Ya que esta semana presentó dos tiempos de retraso demasiado grandes, se hace el cálculo omitiendo estos tiempos con el fin de obtener un promedio de retraso más ajustado al tiempo de retraso real de la semana. Tabla 19.

Tabla 19. Promedio simple de días de retraso semana antes

							Promedio
Suma días de retraso	7	5	4	2	1	19	4
Suma número de trabajos atrasados	1	1	1	1	2	6	

Elaboración propia.

En este tipo de cálculo se divide la “Suma de días de retraso” por el número de grupos de trabajos retrasados, en este caso 5.

Con el fin de analizar a fondo los resultados obtenidos sobre la utilización del tiempo de producción durante esta semana se determinará a continuación la capacidad disponible.

#### 2.1.4 Determinación de la capacidad

Ya que la empresa cuenta con solo dos operarios que tienen a su disposición cuatro centros de trabajo, dos turnos convencionales, una fresadora y un banco de trabajo con soldadura, la capacidad en maquinaria con la que cuenta el taller es mucho mayor y por lo tanto restringida por la capacidad disponible en personal, por esta razón se pretende obtener una unidad de medida representativa y de uso común para la capacidad disponible.

### 2.1.4.1 Factor de utilización

Determinando un factor de utilización de la jornada laboral igual para los dos trabajadores tenemos:

Tabla 20. Tiempos de trabajo

Tiempo necesidades comunes min/día	Tiempo calentamiento y lubricación de maquina	Tiempo de organización	Total
10	15	10	35

Duración semana estándar	Duración jornada	Duración jornada(S)	Tiempo teórico de producción	Factor de utilización
5580	510	240	5198	93,14%

Elaboración propia.

De la tabla 20, el tiempo "Total" es el tiempo a reducir por; necesidades comunes, referente a idas al baño o hidratación, calentamiento y lubricación de máquina y organización, referente a la organización del puesto de trabajo. Estos tiempos fueron definidos por el dueño del taller pues al no contar con ninguna historia el único apoyo es su experiencia.

El factor de utilización de 93.14% se obtiene a partir de la siguiente ecuación:

$$U = (510-35)/510 = 0.93145 \text{ aproximado } 0.93 = 93\%$$

Este factor de utilización se refiere al tiempo productivo disponible, es decir, el porcentaje de utilización del tiempo disponible de la jornada laboral dedicado a la ejecución de órdenes de trabajo.

Aunque este factor calculado con los tiempos de trabajo de lunes a viernes puede diferir un poco de aquel que podría hallarse con los datos del sábado ya que las horas trabajadas son menores, se decide tomar el primero por ser el que aplica a un mayor número de días.

Definida la utilización se determina a partir del seguimiento realizado a la producción cuanto tiempo está siendo desperdiciado por las causas observadas antes mencionadas. Tabla 21.

Tabla 21. Análisis de tiempos semana antes

Tiempo necesidades comunes min/día	Tiempo calentamiento y lubricación de maquina	Tiempo de organización	Total	
10	15	10	35	
Duración semana estándar	Duración jornada estándar (L-V)	Duración jornada(S)	Tiempo teórico de producción	Factor de utilización
5580	510	240	5198	93,14%
Tiempo trabajos semana anterior	Tiempo trabajos no planeados	Tiempo trabajos planeados	Tiempo cotizaciones y entregas	Diligencia
1198	1090	2571	140	80
Total tiempo trabajado	Tiempo no trabajado	Tiempo varios	Tiempo improductivo	Tiempo improductivo (h)
4859	721	385	336	5,6
Tiempo trabajado esperado (min)	Número de minutos trabajados /número de minutos de la jornada (Esperado)		Número de minutos trabajados /número de minutos de la jornada (Obtenido)	
5000	96,19%		93,48%	

Elaboración propia.

Todos los tiempos de esta tabla están dados en minutos, exceptuando el “Tiempo improductivo (h)” el cual, como se indica, se da en horas.

La tabla 21 muestra un tiempo improductivo de 5.6 horas, el cual se obtiene al restar a la “Duración semana estándar” el tiempo trabajado, es decir, la suma de “Tiempo trabajos semana anterior”, “Tiempo trabajos no planeados” y “Tiempo trabajos planeados” y restándole a estos últimos los “Tiempos varios” los cuales son: “Tiempo necesidades comunes min/día” (Hidratación e idas al baño), “Tiempo calentamiento y lubricación de maquina” y “Tiempo de organización”.

El “Tiempo teórico de producción” se determina multiplicando la “Duración de la semana estándar”, por “Factor de utilización”.

Aunque el estado “(Obtenido)” del indicador “Número de minutos trabajados /número de minutos de la jornada” es bastante cercano al estado “(Esperado)” de este, en la tabla 28 se observará porque este resultado no es confiable sin un buen seguimiento de la producción proporcionado por el formato “Orden de fabricación” ilustrado en la figura 17. El estado “(Esperado)” de este indicador es igual a la razón, en porcentaje, del “Tiempo trabajado esperado” y “Tiempo teórico de producción”. El “Tiempo trabajado esperado” es el tiempo que el dueño de la empresa estableció como mínimo a ser empleado en las labores de producción.

### 2.1.4.2 Factor de eficacia

Ya que en este tipo de empresa, debido a la variabilidad de los trabajos que se ejecutan, los cálculos de los tiempos de fabricación están muy relacionados con la capacidad que tiene sus miembros para su estimación, se opta por reemplazar el concepto de eficiencia, el cual compara las mediciones obtenidas de tiempo de ejecución de los trabajos con un parámetro teórico de mecanizado, por el de eficacia, el cual compara la capacidad que tiene el operario de lograr cumplir los objetivos de fabricación propuestos por sí mismo. Este factor se halló analizando el porcentaje de diferencia entre la estimación del tiempo de realización de ciertos trabajos y el tiempo realmente tomado para estos. Este factor se determinó para cada operario pues se reconoce que la capacidad de estimar es una característica inherente a la experiencia o habilidad de cada uno y se reconocerá como factor de estimación.

En la tabla 22 se listan las muestras para la determinación de los factores de eficacia para cada operario.

Tabla 22. Factor de estimación para cada operario

Felipe					Steven				
Trabajo	Tiempo pronosticado	Tiempo real	Diferencia	% diferencia	Trabajo	Tiempo pronosticado	Tiempo real	Diferencia	% diferencia
Espárragos	515	558	43	8,35%	Tapa cilindro	100	95	-5	-5,00%
Trinquete y camisa	120	130	10	8,33%	Placas de soporte	70	60	-10	-14,29%
Cuñeros eje acople agitador	60	70	10	16,67%	Molde	90	105	15	16,67%
Platinas aluminio	90	85	-5	-5,56%	Eje acople impulsor	240	240	0	0,00%
Dado aislador de vibraciones	360	340	-20	-5,56%	Discos 1	30	28	-2	-6,67%
Ejes portacuchilla de cortador	150	167	17	11,33%	Discos 2	30	30	0	0,00%
Ejes portacuchilla de cortador	90	79	-11	-12,22%	Discos 3	30	31	1	3,33%
Impeler	120	130	10	8,33%	Discos 4	30	34	4	13,33%
Bosín para adaptar motor	300	320	20	6,67%	Discos 5	30	27	-3	-10,00%
Ejes cónicos	120	110	-10	-8,33%	Discos 6	30	29	-1	-3,33%
Eje acople impulsor	240	270	30	12,50%	Discos 7	30	33	3	10,00%
Ejes rosca 30mm paso 3,5 mm	180	195	15	8,33%	Cuña	90	95	5	5,56%
Bujes en nylon	90	84	-6	-6,67%	Cono	180	150	-30	-16,67%
Piezas de rodillo en Al	270	293	23	8,52%	Rectificado interior de capsula de Al	30	28	-2	-6,67%
Reparación eje motor	120	114	-6	-5,00%	Perforar platinas cabina ensamble	360	335	-25	-6,94%

Determinación del numero de muestras (Felipe)	Numero de muestras	$\mu$	$\alpha$
Diferencia Torno	15	3,05%	0,091

Determinación del numero de muestras (Steven)	Numero de muestras	$\mu$	$\alpha$
$\mu$ Diferencia Torno	15	-1,38%	0,097

Elaboración propia.

En la tabla anterior, con el fin de ser garantizar mayor seguridad en la estimación de los tiempos, la media de la desviación de -1,38% correspondiente a Steven en la tabla 22 se tomará positiva.

Retomando el análisis de la tabla 16, estimada la eficacia de los operarios, puede verse que hay algunos trabajos cuya desviación entre el tiempo estimado de producción y el tiempo real de producción, en letra roja en la tabla 24, excede en gran medida el mayor factor de estimación por encima de dos y hasta tres desviaciones.

A continuación se determina la media del “Tiempo estimado (min)” y “Tiempo trabajado (min)” presentes en la tabla 16, para compararlas con la media y la desviación obtenidas en los muestreos anteriores, tabla 23.

Tabla 23. Media de la diferencia entre “Tiempo estimado (min)” y “Tiempo trabajado (min)” y comparación con los factores de estimación de cada operario

Media y desviación estándar de la diferencia entre “Tiempo estimado (min)” y “Tiempo trabajado (min)” Ver tabla 14	
$\mu = 30,14\%$	$\alpha = 41,82$
Factor de estimación y su desviación estándar para Felipe	
3,05%	0,091
Factor de estimación y su desviación estándar para Steven	
1,38%	0,097

Elaboración propia.

Tomando el mayor factor de estimación, aquel de 3,05% correspondiente a Felipe, puede observarse en la tabla 24 la gran diferencia que hay entre este y la diferencia de estimación percibida en algunos trabajos ejecutados durante la semana antes. Esto debido, como se mencionó anteriormente, a la cantidad de interrupciones en el desarrollo de los trabajos en curso, por las cinco razones mencionadas anteriormente aunque en mayor medida por la suspensión de estos para continuar con otros o averiguar medidas o especificaciones del trabajo en proceso, como por ejemplo el trabajo de la volante, el cual fue interrumpido para averiguar unas de sus medidas. Las 5,6 horas de tiempo improductivo halladas en la tabla 21 no corresponden al tiempo perdido debido a la interrupción de trabajos, este tiempo puede ser estimado aplicando las desviaciones de estimación halladas para cada operario en las desviaciones de la tabla 16, la cual quedaría así:

Tabla 24. Estimación del tiempo perdido por interrupciones

Trabajo	Tiempo estimado (min)	Tiempo trabajado (min)	Tiempo estimación hallada	% de diferencia t estimado y t estimación hallada	Fecha de pedido	Fecha estimada de entrega	Fecha real de entrega	Cliente
Pulir soportes caja A-Maq	42	42	43,00	-1,00	17-ene	25-ene	22-feb	A-Maq
Caja A-Mac	180	206	183	-3,00	17-ene	25-ene	22-feb	A-Mac
Manual	80	86	82					
Fresadora	180	120	183					
Escaleras	-	950		-	10-ene	28-ene	24-feb	Plastextil
Volante	320	403	330	3,13%	22-Ene	28-Ene	24-feb	Plastextil
Torno pequeño	150	130	155					
Fresadora	100	118	104					
Banco	40	118	42					
Averiguar medidas	30	37	31	2,00%	21-feb	21-feb	21-feb	Tecnimec
Tapa cilindro	100	95	102					
Torno	100	95						
Parrillas joyería	340	535	351	3,24%	18-feb	23-feb	25-feb	Prebel
Torno pequeño	40	50	42					
Banco	300	485	310					
Eje acople agitador	295	695	300	1,69%	15-feb	18-feb	25-feb	Mundial de vibraciones
Torno grande	210	605	213					
Fresadora	40	60	41					
Banco	45	30	46					
Espárragos	515	558	531	3,11%	14-feb	18-feb	23-feb	Maquete
Torno pequeño	440	490	454					
Banco	75	68	78					
Placas de soporte	70	60	71	1,43%	22-feb	22-feb	22-feb	Mundial de vibraciones
Fresadora	60	50	60					
Banco	10	10	10					
Montaje balanceo	150	270	153	2,00%	22-feb	25-feb	23-feb	Mundial de vibraciones
Torno grande	150	270						
Molde	90	105	91	1,38%	23-feb	23-feb	23-feb	Prebel
Fresadora	90	105						
Ejes rodillo puerta	90	140	92	2,22%	18-feb	21-feb	25-feb	Indupuertas
Torno pequeño	90	140	92					
Rosca trapezoidal	300	350	305	1,67%	24-feb	24-feb	24-feb	Tecnimec
Torno pequeño	300	350	305					
Trinquete y camisa	120	130	124	3,33%	25-feb	25-feb	26-feb	Tecnimec
Torno pequeño	120	130						
Acordeón	75	80						
Banco	75	80	78	4,00%	25-feb	28-feb	-	A-MAQ
Eje acople impulsor	240	240	244	1,67%	21-feb	25-feb	26-feb	Mundial de vibraciones
Torno pequeño	240	240						

(Tiempo real - Tiempo estimado) (min)	Tiempo (horas)
480,758	8,01

Desviación en la estimación	
Felipe	Steven
3,05%	1,38%

Elaboración propia.

Dentro del análisis de tiempos de interrupción anterior, el trabajo “Eje acople agitador” no fue incluido aunque su desviación entre el “tiempo estimado” y el “tiempo trabajado” fue muy alta, ya que esta desviación fue debido a un problema presentado en el ajuste del montaje en el torno. Igualmente el trabajo “Escaleras” ya que no se obtuvieron datos de estimación para algunas de sus actividades.

Como puede observarse en la tabla 24 se tomó la diferencia entre el tiempo estimado para la operación y el tiempo real de esta para los trabajos que presentaron una mayor desviación en porcentaje. Si se observan las tablas de producción de la semana analizada, tablas 10-15, se evidencia que los trabajos con mayor desviación son los trabajos que tuvieron interrupciones en su ejecución, la cual equivale a 8 horas. Para ilustrar la diferencia con los datos de “% de diferencia” de la tabla 16, se marcan con rojo en la tabla analizada el “% de diferencia t estimado y t estimación hallada” para los trabajos que fueron interrumpidos. Aunque no puede asegurarse que todo este tiempo se hubiera aprovechado si se hubiera trabajado de una manera más ordenada, si da una guía de lo mucho que hay por mejorar en la empresa en cuanto al aprovechamiento de este recurso.

Habiendo observado la falta de planeación y programación de la producción para la semana analizada y encontradas las cinco causas de pérdida de tiempo anteriormente mencionadas se da cumplimiento al objetivo específico número dos planteado en el anteproyecto.

A partir de este análisis se observa que la manera de lograr mejorar el cumplimiento de las fechas de entrega puede hacerse a partir de la mejor utilización del tiempo de producción.

Al respecto del recurso humano y las habilidades técnicas de este, se reconoce que el personal de la empresa es parte fundamental en el logro de sus objetivos, por lo tanto la capacidad técnica que tienen estos para llevarlos a cabo es vital, aunque no solo esto es importante, pues la integración del personal y la identificación con los fines de la empresa le permite una mejor comprensión de cada una de sus responsabilidades en el proceso productivo. Según lo observado en el taller hay una gran disposición por parte de los operarios a trabajar como un equipo y a cumplir todo lo que la gerencia establece como una meta, o más a corto plazo como una prioridad. Al respecto de la evaluación del desempeño en la parte técnica por parte de los operarios, este trabajo no entrará a valorar dicho aspecto, debido al tiempo con el que se cuenta para su ejecución y al objetivo al que este apunta, no se observan falencias en esta parte por parte de estos..

No es imprescindible haber terminado el análisis antes de pasar a las fases posteriores de la aplicación, pues lo importante es tener una idea general del funcionamiento de la empresa y saber a quién pedir la información que pudiera requerirse más adelante.

## **2.2 INFORMACIÓN PRELIMINAR**

Identificación de la misión, la visión, los objetivos estratégicos y la posición o punto de partida de la empresa al comenzar la aplicación. Esto se hace con el fin de determinar un marco de referencia sobre el que se apoyará la identificación de los procesos y el tipo de gestión propuesta.

Misión: Esta pretende fijar objetivos permanentes o a largo plazo. Por ejemplo, en el caso de la empresa, esta puede buscar penetración en el mercado u otras acciones que aseguren una permanencia y beneficios a medio y largo plazo.

Durante la construcción de la misión debe el diseñador discutir a profundidad con la alta dirección que es lo que pretende la empresa.

Visión: Pretende guiar, controlar y alentar a la organización en su conjunto para alcanzar su estado deseable. Esta describe la situación futura que pretende alcanzar. Esta definición debe ser a largo plazo con el fin de tener siempre metas ambiciosas y así evitar estar constantemente desarrollando visiones que eventualmente se convierten en una meta más de la empresa.

Objetivos estratégicos: Son aquellos objetivos que la empresa desea alcanzar o mantener con el fin de ser competitiva. Estos deben ser mensurables, comprensibles y congruentes, realistas, jerárquicos, estimulantes, coherentes, alcanzables, motivadores y deben estar planteados para el mediano y largo plazo.

Cada objetivo estratégico debe responder las siguientes preguntas: ¿Qué se quiere lograr?, ¿Cuándo se debe lograr? y ¿Cómo se sabrá si se ha logrado? En esta investigación la manera de abordar estas preguntas y plantear su respuesta es a través de la aplicación de los pasos desarrollados a continuación, los cuales en su desarrollo dan respuesta a estos interrogantes, razón por la que la definición de dichos objetivos es clave para el planteamiento de dichos pasos.

Según lo que se concluye luego de las observaciones desarrolladas en el análisis se definen los objetivos estratégicos. El conjunto de estos configuran una definición operativa de la visión y su logro permite saber si esta se ha alcanzado.

Posición: La posición reúne la información que evidencia el punto de partida de la empresa, su situación actual, riesgos y oportunidades. También en ella pueden estar contenidas posibles estrategias para lograr la visión.

“Los planes de negocio, presupuestos, etc., y sus cumplimientos a lo largo de los últimos años, suelen ser una buena fuente de información, pero no la única. Entrevistas, datos del sector y, en especial, comparaciones con los competidores más cercanos, contribuyen a disponer de suficiente información para comenzar con el análisis de la situación de partida”<sup>3</sup>.

A continuación se definen para la empresa los parámetros anteriormente descritos.

Misión: Brindar soluciones de fabricación metalmecánica con calidad y a la medida, con costos competitivos y oportunidad en la entrega.

Visión: Ser una empresa reconocida en el sector por su cumplimiento, calidad y buen servicio al cliente.

Con el objetivo de dar buen soporte y guía al desarrollo de los pasos a ejecutar, se definirán para cada nivel que se trabaje dentro de la empresa, tres conceptos importantes; Objetivos, Puntos de control e Indicadores.

---

<sup>3</sup> FERNANDES A. Mario (1996) EL CONTROL, FUNDAMENTO DE LA GESTION POR PROCESOS.85.

Ya que la definición de estos parámetros cambia dependiendo del nivel que se aborde, se comenzará con la definición de dichos parámetros en el nivel superior de la empresa.

Definición de objetivos estratégicos:

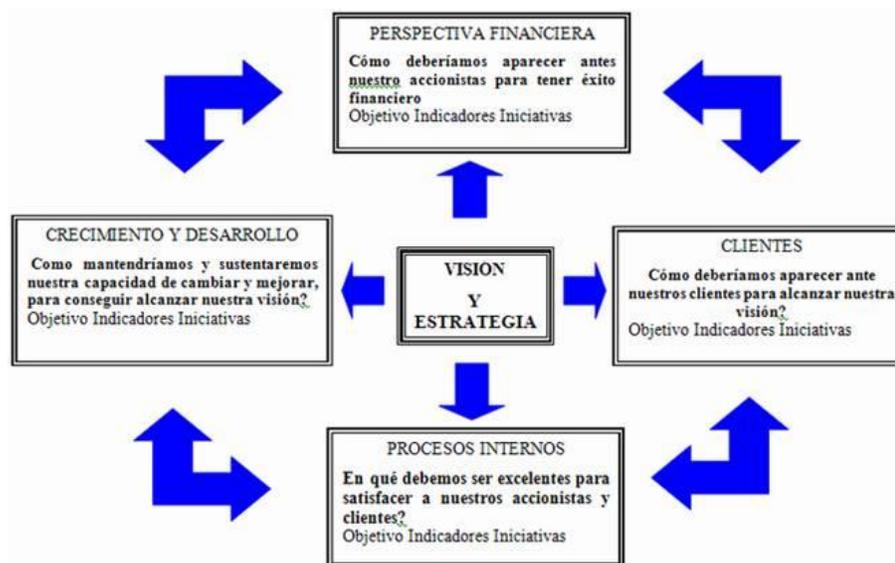
Son los objetivos más globales de la empresa y adoptan este nombre en el nivel gerencial. Están guiados hacia una meta que en el caso de la empresa es el aumento del cumplimiento en el tiempo de entrega. La definición de esta meta fue producto del análisis de la encuesta y de la semana de seguimiento realizada en la empresa sobre las dificultades que esta tenía en la operación y los problemas detectados.

Debido a que esta aplicación será desarrollada pensando en un mejoramiento en el corto plazo, se determinarán objetivos estratégicos con dicho horizonte, aunque se entiende que los objetivos estratégicos de una empresa tienen un horizonte de proyección a largo plazo, se procederá de esta manera ya que lo que este trabajo busca es mejorar la situación en la cual la empresa tiene más dificultades actualmente.

Ya que el alcance de esta investigación está enfocado en el proceso de fabricación o perspectiva de procesos internos según el cuadro de mando integral, se desarrollarán tres objetivos estratégicos que relacionen cada una de las perspectivas de la empresa con la perspectiva referente y que a la vez estén enfocados con el objetivo del proyecto.

Las perspectivas en las cuales puede dividirse una empresa están dadas en el concepto del cuadro de mando integral. Estas cuatro perspectivas se ilustran en la figura 6.

Figura 6. Cuadro de mando integral



KAPLAN, R y NORTON, D. (2000), Cuadro de Mando Integral.<sup>4</sup>

<sup>4</sup> KAPLAN, R y NORTON, D. (2000), Cuadro de Mando Integral. Ediciones Gestión 2000. S.A. Barcelona. España.

Este proyecto se enfocó en el proceso de fabricación, el cual corresponde a la perspectiva de procesos internos definida en este concepto.

Definición de puntos de control:

Estos son aspectos sensibles de cada proceso, los cuales pueden vigilarse con el propósito de ejercer control sobre los objetivos estratégicos.

Definición de indicadores:

Estos son relaciones cuantitativas que determinan el estado de un parámetro controlado, se definen debido a la necesidad de medir la evolución hacia el alcance de los objetivos.

De los indicadores propuestos para relacionar el proceso de fabricación con las tres perspectivas restantes, se evaluarán los indicadores de cumplimiento “Número de trabajos entregados dentro del plazo/número de trabajos realizados” y de uso del tiempo “Número de minutos trabajados /número de minutos de la jornada”, pues son los más significativos, ya que esta investigación considerará los trabajos entregados dentro del plazo como el único factor de satisfacción del cliente.

Ya que cada uno de estos parámetros es vital para; determinar que se controlará, como se controlará y como se medirá su estado, estos objetivos deben ser definidos, como se dijo anteriormente, a cada nivel, por lo tanto, para el proceso intervenido se definirán objetivos de proceso, puntos de control de proceso e indicadores de proceso. Estos parámetros se ilustran en la tabla 25.

Tabla 25. Definición de parámetros para el nivel operacional

	Perspectiva de procesos internos		
	Perspectiva financiera	Perspectiva clientes	Perspectiva Crecimiento y desarrollo
Objetivos estratégicos	Mejorar el cumplimiento de los tiempos de entrega	Garantizar satisfacción de los clientes a partir del cumplimiento de sus requerimientos y expectativas y de la oportunidad en la entrega	Capacitar el recurso humano sobre los nuevos métodos de trabajo orientados a disminuir los reprocesos
Puntos de control	Tiempo dedicado a la producción	Satisfacción del cliente y cumplimiento de tiempos de entrega	Métodos de trabajo, maneras de ejecutar los trabajos eficientemente
Indicadores	Número de minutos trabajados /número de minutos de la jornada	Número de clientes satisfechos/ Número de clientes atendidos.  Número de trabajos entregados dentro del plazo/número de trabajos realizados	No se requieren indicadores para este objetivo ya que la mejora de los indicadores anteriores reflejara una adopción de las nuevas técnicas de trabajo

Elaboración propia.

De los indicadores de la perspectiva clientes de la tabla 25 no se trabaja con el indicador de satisfacción del cliente ya que esto no hace parte del alcance.

Como se mencionó anteriormente, aunque los objetivos estratégicos son metas a largo plazo, en esta investigación se opta por definirlos a corto o mediano plazo con el fin de lograr que la empresa enfoque cada una de sus actividades en el logro de estos objetivos y alcance una mejora significativa en cuanto a la mejora del cumplimiento de los tiempos de entrega. Luego de alcanzado el nivel de cumplimiento deseado por la empresa, esta puede optar por redefinir sus objetivos estratégicos y con estos toda su estrategia de operación o continuar con esta buscando mejores resultados.

Posición: establecer matrices de comparación con una o varias empresas. En estas matrices se listarán los aspectos relacionados con los objetivos estratégicos y se especifica el estado de la empresa modelo y el estado de la empresa en la que se desarrolla el proyecto., con el objetivo de establecer una comparación. Ver tabla 26.

Tabla 26. Definición de la posición de la empresa

Objetivo estratégico	Taller EAFIT	Taller reparación molduras de una empresa del sector	EMPRESA
Reprocesos	5%	15%	50%
Cumplimiento del tiempo de entrega	90%-95%	85%-90%	10%-15%
Satisfacción de clientes (devoluciones)	90%-95%	90%-95%	No se mide
Capacitación y entrenamiento al personal en métodos de trabajo	Se tienen planes de capacitación y de actualización. Metrología (interpretación de planos) es la más importante. Se manda la gente a cursos de parámetros de corte a los cuales la universidad es invitada.	Se tienen planes de capacitación y de actualización dentro de la empresa. Además esta apoya procesos de formación fuera de ella.	No se tienen planes de capacitación definidos.

Elaboración propia.

La posición se analiza solamente en comparación con el taller de máquinas y herramientas de la universidad EAFIT pues entre los dos visitados es el más parecido en cuanto a la forma de operar.

### 2.3 DETERMINAR LOS PROCESOS O CICLOS

Con el fin de lograr la misión, la empresa necesita una serie de procesos o ciclos, como comprar, vender, producir, administrar recursos humanos entre otros. La determinación de estos ciclos depende de las características de cada empresa. Debido al alcance de esta investigación se tiene definido el proceso que se intervendrá, por lo cual no es necesario definir ningún otro de los procesos encargados del logro de la misión.

Como se mencionó anteriormente, a partir del cuadro de mando integral, se define la intervención de la perspectiva de procesos internos como el alcance de esta investigación, por lo tanto, para la empresa seleccionada, el proceso intervenido es el de fabricación. Este proceso es el único que se intervendrá y debido al alcance de la investigación no se tendrán en cuenta procesos auxiliares como servicio al cliente, compra de materiales y selección de proveedores, entre otros, encargados de proporcionar los recursos al proceso principal según los requisitos de este.

Para una correcta determinación del proceso de fabricación es necesario definir tanto su comienzo como su final y buscar que estos a su vez coincidan con hechos concretos que puedan identificarse, así como los puntos de contacto con otros procesos.

Para reconocer el proceso realizado en la empresa deben tenerse en cuenta las siguientes premisas.

1. El nombre asignado al proceso debe ser representativo de lo que conceptualmente representa o se pretende representar.
2. La totalidad de las actividades desarrolladas en la empresa, en este caso las actividades desarrolladas dentro del proceso de fabricación, deben estar enmarcadas dentro de este. En caso contrario deben tender a desaparecer.
3. Aunque el número de procesos depende del tipo de empresa, como regla general se puede afirmar que si se identifican demasiados procesos se incrementa la dificultad de su gestión posterior.
4. La forma más sencilla de identificar los procesos propios es tomar como referencia otras listas afines al sector en el cual nos movemos y trabajar sobre las mismas aportando las particularidades de cada uno.

Con el fin de obtener referencias para la estructuración del proceso en la empresa se estudia el flujo de producción dos talleres metalmecánicos de la ciudad, el taller de máquinas y herramientas de la universidad EAFIT y el taller de reparación molduras de una empresa del sector.

Luego de estudiados estos dos procesos puede elaborarse la configuración del proceso rediseñado. Tabla 27.

Tabla 27. Configuración del proceso de fabricación

Nombre del proceso	Fabricación
Comienzo	Interpretación de la necesidad del cliente, recepción de planos por parte del cliente
Final	Entrega del trabajo al cliente
Puntos de contacto	Ya que se interviene un solo proceso no se definen los puntos de contacto con otros procesos
Actividades desarrolladas dentro del proceso	Las actividades desarrolladas dentro de cada proceso se encuentran especificadas en el paso "Descomponer el proceso en actividades".

Elaboración propia.

## 2.4 ESTABLECER LA FINALIDAD ESPECÍFICA DE CADA PROCESO Y SU MODO DE CONTRIBUIR A LA MISIÓN.

Teniendo una lista de los procesos que contribuyen al logro de los objetivos, con el fin de determinar aquellos más estrechamente relacionados con estos, conocidos como procesos clave, se determina el impacto de cada uno así: Para cada proceso se hará una valoración de su importancia teniendo en cuenta su involucración en los objetivos estratégicos, o políticas fundamentales como lo define Mario A. Fernández. La mejor forma es representarlo en una matriz teniendo en cuenta los siguientes tres tipos de correlación: Fuerte (10 puntos), media (5 puntos) y baja (1 punto). Definiendo esta matriz

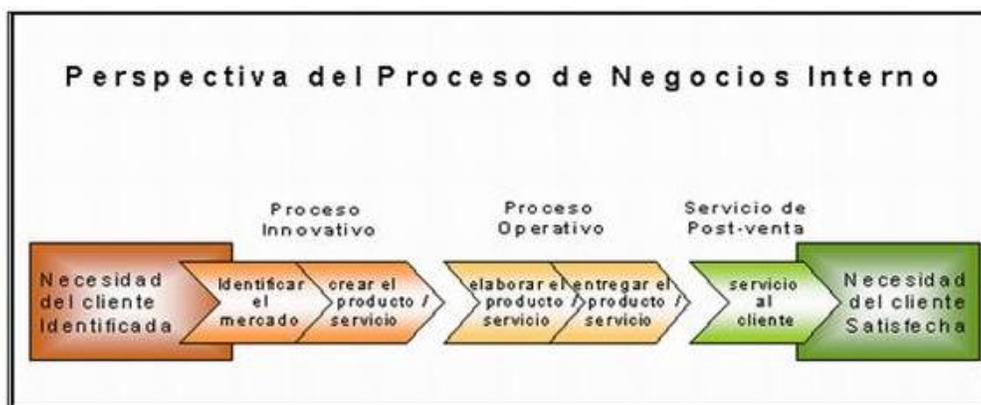
se evidencia cual debe ser el proceso en el que debe ponerse más énfasis y sobre cuales se debe ejercer más control con el fin de lograr los objetivos estratégicos, ya que sus relaciones con estos es más alta.

Sabiendo que tanto influye cada proceso en el cumplimiento de la misión y los objetivos estratégicos, pueden definirse los puntos de control (dos pasos más adelante) para aquel escogido para su intervención. Dichos objetivos son aquellos elementos que se deben cuidar para conseguir que la finalidad del proceso se cumpla.

Con el fin de evidenciar cambios en la gestión del taller gracias al rediseño planteado se intervendrá, como se dijo anteriormente, el proceso de Fabricación ya que este es el que manipula directamente los materiales y la mano de obra y tiene una relación más estrecha con cada uno de los objetivos estratégicos como se observa en la tabla 28. Para esto la fuerza laboral deberá entrenarse en los nuevos métodos de trabajo y como resultado de esto, se obtendrá una mejor utilización de los recursos físicos como; el tiempo de producción, un mejor cumplimiento de los tiempos de entrega y una mayor satisfacción del cliente.

La selección de los procesos analizados a continuación está respaldada por la Figura 7, ilustración de los procesos incluidos dentro de la perspectiva de procesos internos del cuadro de mando integral. El proceso innovativo es aquel encargado de crear el producto y dado que la empresa solo presta el servicio de fabricación, este no tiene ninguna relación.

Figura 7. Perspectiva de procesos internos



KAPLAN, R y NORTON, D. (2000), Cuadro de Mando Integral.<sup>5</sup>

Ya que en este trabajo solo se interviene el proceso con más relación con el cumplimiento, el proceso servicio post venta ilustrado en la figura 7, puede ser analizados como trabajo complementario a este desarrollo.

<sup>5</sup> KAPLAN, R y NORTON, D. (2000), Cuadro de Mando Integral. Ediciones Gestión 2000. S.A. Barcelona. España.

Tabla 28. Contribución de cada proceso a cada objetivo estratégico

	Mejorar el cumplimiento con los tiempos de entrega	Garantizar satisfacción de los clientes a partir del cumplimiento de sus requerimientos y expectativas y de la oportunidad en la entrega	Capacitar el recurso humano sobre los nuevos métodos de trabajo orientados a disminuir los reprocesos
Fabricación	10	10	10
Servicio al cliente	1	10	5
Transporte	0	5	0
Selección de proveedores	5	5	0

Elaboración propia.

## 2.5 DESCOMPONER EL PROCESO EN ACTIVIDADES

Ya que cada proceso está compuesto por actividades, las cuales entre sí proporcionan el resultado buscado, estas deben ser definidas precisamente. En este paso es mejor definir más actividades de lo necesario que ser poco preciso no definiendo suficientes.

Cada una de estas, en lo posible, debe tener criterios de valoración o resultados medibles, los cuales son una especie de objetivo o meta a conseguir por quien las desempeña.

“Hay una diferencia entre tareas y funciones. Tareas son actividades difíciles de medir por sus resultados, mientras que las funciones son responsabilidades concretas que deben asignarse, con objetivos medibles”<sup>6</sup> En el desarrollo de este trabajo se utilizará la palabra actividad para denotar las funciones que poseen responsabilidades concretas, objetivos medibles y responsables definidos.

Como elemento para suprimir actividades dentro de la empresa puede estudiarse si todas aquellas dentro de esta están asignadas a un puesto de trabajo y contribuyen a un proceso, pues de lo contrario estas podrían no realizarse ya que no hay nadie responsabilizado.

Con el fin de llevar a cabo este paso se siguen las siguientes pautas:

1. Dentro del proceso habrá que distinguir y documentar las actividades.

<sup>6</sup> FERNANDES A. Mario (1996) EL CONTROL, FUNDAMENTO DE LA GESTION POR PROCESOS.91.

2. Definir como lo hacemos hoy relacionando los documentos existentes, con los procedimientos y los indicadores.
3. Identificar las actividades, realizar agrupaciones y definir los diagramas básicos.
4. Los límites del mismo identificando las entradas y salidas, recogiendo los clientes y proveedores del proceso, así como aquellos otros procesos de la empresa que tienen alguna relación.

El desarrollo de los puntos 2 y 4 no será ilustrado en este paso sino en el formato de la caracterización del proceso desarrollado para el rediseño. Ver anexo 1.

Con el fin de relacionar fácilmente cada actividad con su objetivo de control, los criterios de valoración o resultados medibles de este paso se considerarán como dichos objetivos de cada una de estas actividades. Ver anexo 1.

La descomposición de los procesos en actividades posibilita responsabilizar diferentes personas de cada una de estas, ya que estas últimas están organizadas y delimitadas una por una para ser ejecutadas ordenadamente, como se muestra en la caracterización del proceso, ver anexo 1, con lo cual pueden formarse puestos de trabajo flexibles dependiendo de las capacidades de los responsables de los procesos. Esta flexibilidad es un aspecto muy tenido en cuenta dentro firmas japonesas, las cuales buscan dentro de una compañía, acomodar el puesto al trabajador y no el trabajador al puesto. Esta flexibilidad en la ejecución de actividades acarrea que sus encargados deban dar resultados a cada uno de los jefes de los procesos a los cuales pertenezcan las diferentes actividades ejecutadas.

Dentro de la caracterización mencionada, se tienen los indicadores pertenecientes al proceso. Los resultados obtenidos de estos indicadores son informados a todas las personas relacionadas, con el fin de mantenerlos informados al respecto del desempeño que este ha tenido gracias a su gestión.

De este paso en adelante, las siglas N/A, por su significado en inglés (Not Available) se utilizaran para ilustrar que el parámetro no está aún definido en la empresa.

Identificación del flujo actual, la documentación generada durante este y las actividades llevadas a cabo. Las figuras 11 y 12 muestran gráficamente la configuración del proceso antes y después del rediseño y las tablas 29 y 30 listan cada actividad y su criterio de valoración o resultado medible.

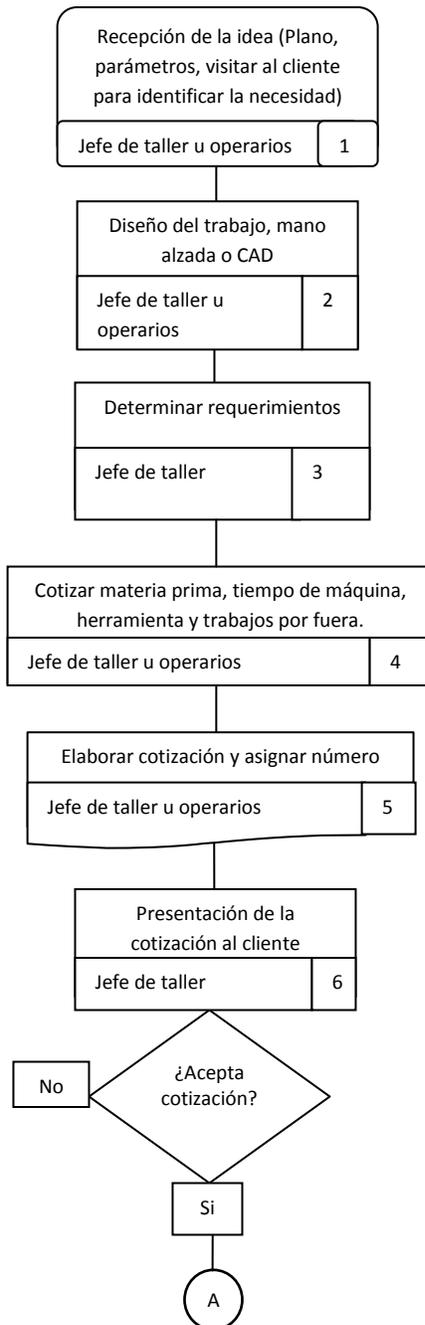
Tabla 29. Configuración del proceso de fabricación existente antes del proyecto

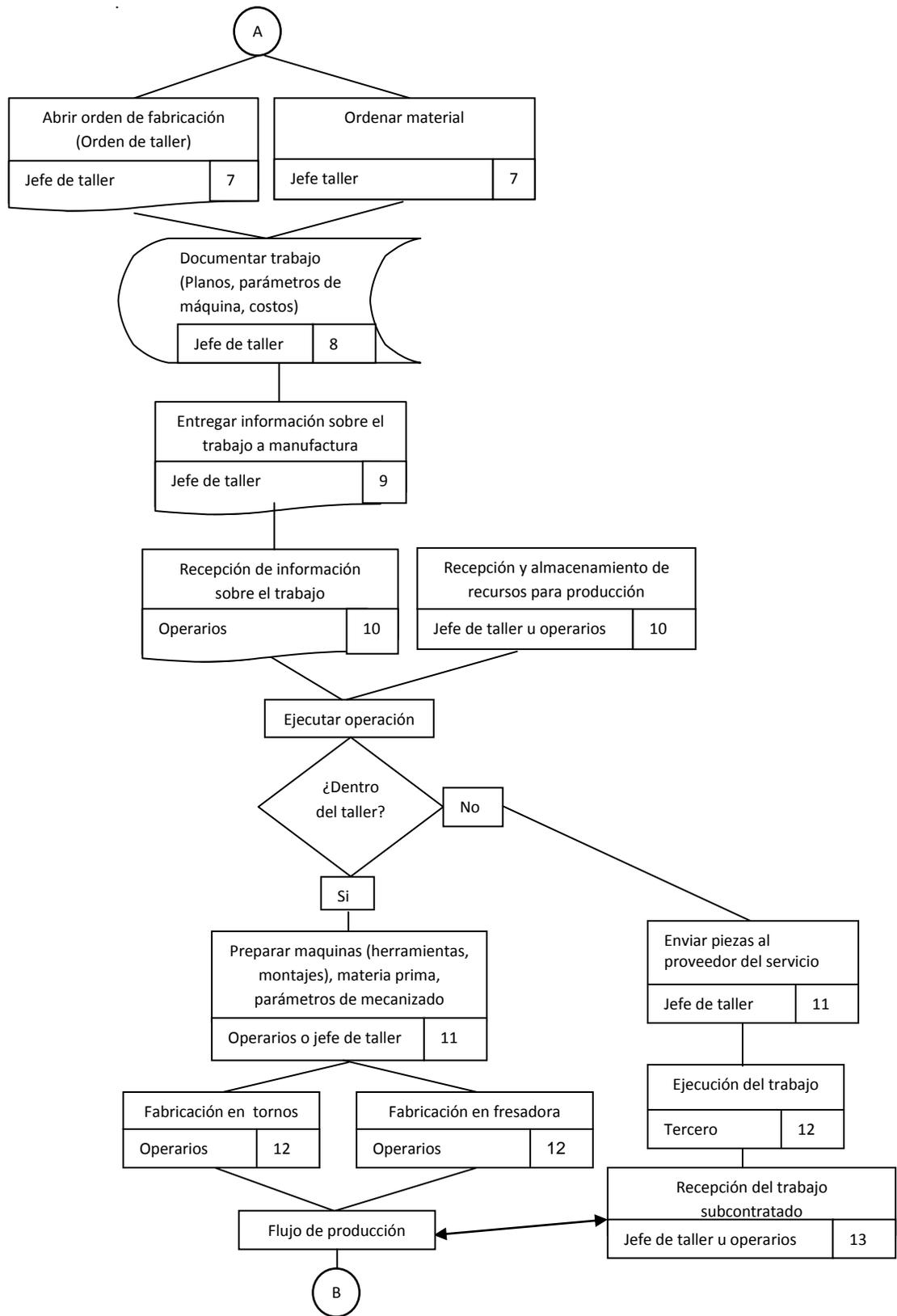
Actividades (Funciones)	Criterio de valoración o resultado medible (Meta)
Recepción de la idea (Plano, parámetros visitar al cliente para identificar la necesidad)	Parámetros bien definidos según diseñador
Diseño del trabajo, mano alzada o CAD	
Determinar requerimientos	
Cotizar materia prima, tiempo de máquina, herramienta y trabajos por fuera.	Todos los recursos necesarios completamente cotizados
Elaborar cotización	Cotización legible y bien especificada
Presentación de la cotización al cliente	
Ordenar material	N/A
Abrir orden de fabricación (Orden de taller)	Jefe de taller y operarios entienden los requerimientos del trabajo
Documentar trabajo (Planos, parámetros de máquina, costos)	Información completa
Entregar información sobre el trabajo a manufactura	Jefe de taller y operarios entienden los requerimientos del trabajo
Asistencia en diseño	Precisión en la especificación de los recursos (Materia Prima ,Herramienta)
Recepción y almacenamiento de recursos para producción	N/A
Recepción de información sobre el trabajo a diseño	Orden de la información
Enviar piezas al proveedor del servicio	N/A
Recepción del trabajo subcontratado	Documentar los trabajos realizados a los pedidos
Preparar maquinas (herramientas, montajes), materia prima, parámetros de mecanizado	Planeación de la utilización de recursos, Orden del lugar de trabajo
Fabricación en tornos y fresadora	Seguimiento a los trabajos realizados por cada operario
Suspender cualquier trabajo	N/A
Reprocesar	

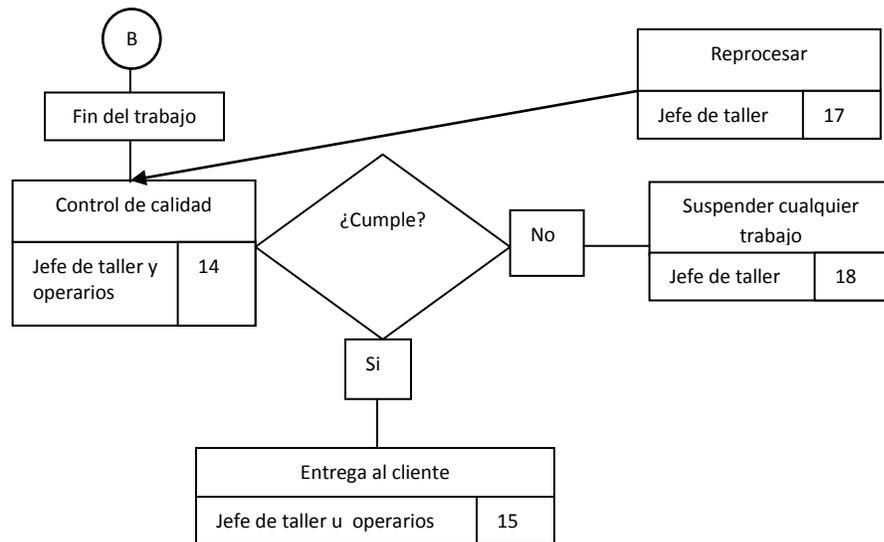
Control de calidad	N/A
Entrega al cliente	

Elaboración propia.

Figura 8. Flujo del proceso de fabricación existente antes del proyecto







Elaboración propia

Comparando las tablas de actividades correspondientes al antes y al después tablas 29 y 30 respectivamente, se observa que estas son muy similares, pues las actividades ejecutadas en el taller al momento de la intervención le permiten desarrollar su actividad productiva, aunque los criterios de valoración desarrollados en el proyecto son más puntuales estando mejor definidos.

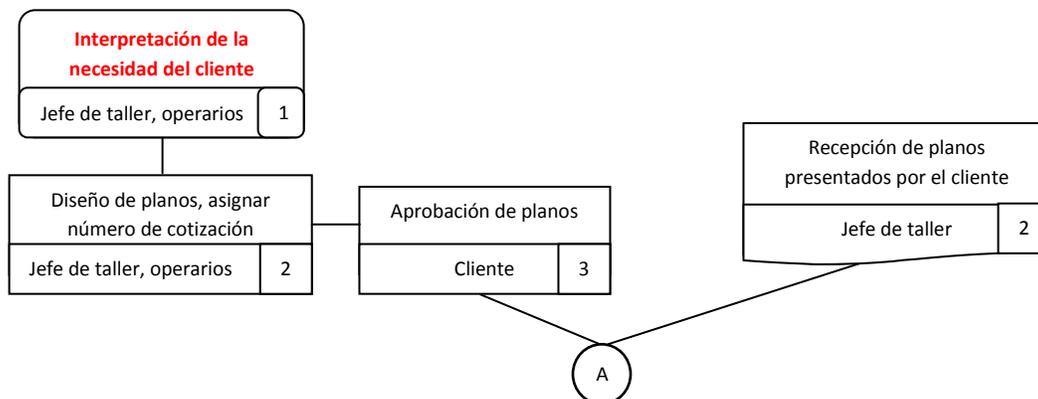
Tabla 30. Configuración del proceso de fabricación rediseñado

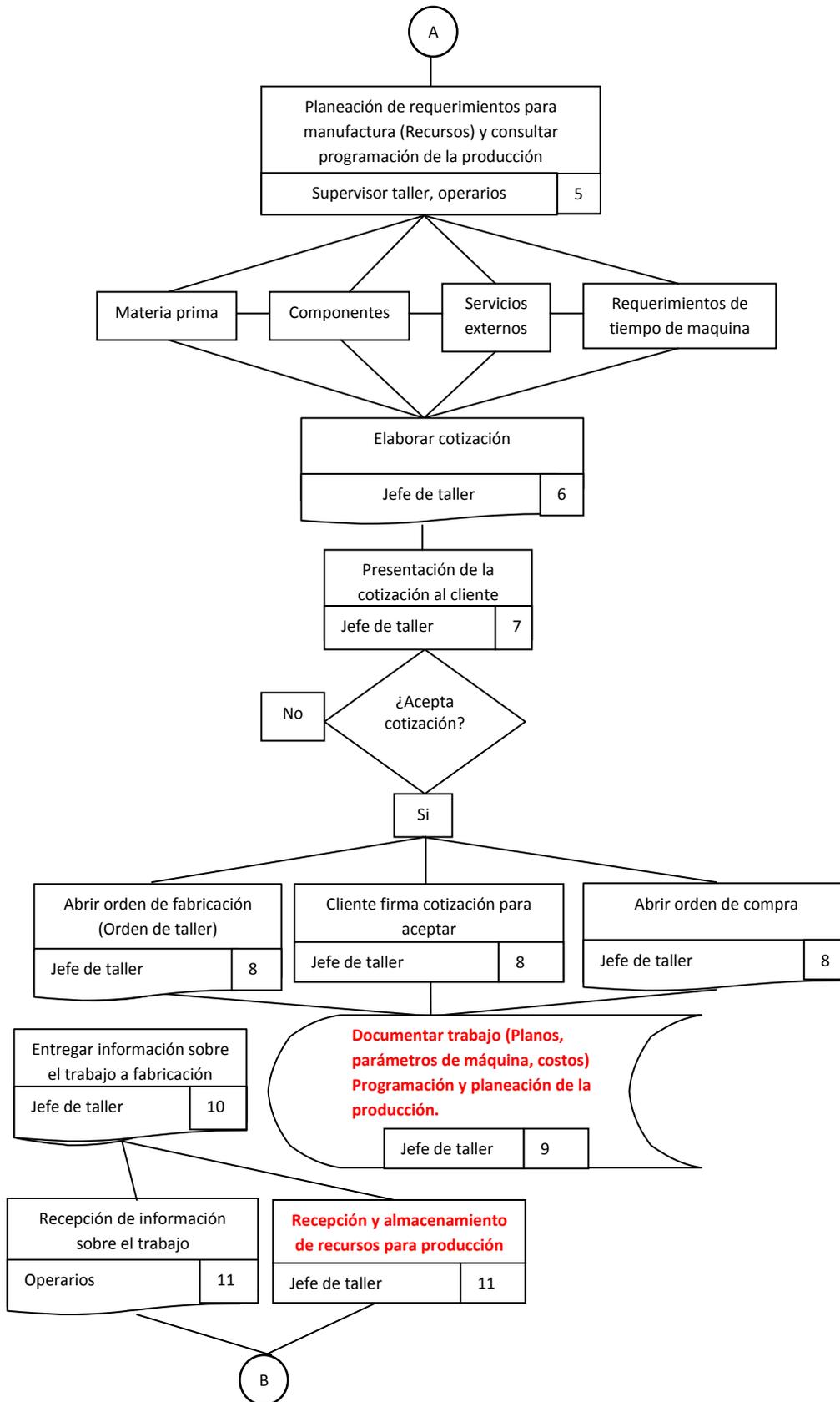
Actividades (Funciones)	Criterio de valoración o resultado medible (Meta)
Interpretación de la necesidad del cliente	Requerimientos de fabricación definidos
Diseño de planos, asignar nombre del trabajo	
Aprobación de planos	
Recepción de planos presentados por el cliente	
Planeación de requerimientos para manufactura (Recursos) y consultar programación de la producción	
Elaborar cotización	Cotización ajustada a los costos reales
Presentación de la cotización al cliente	Cotización firmada por el cliente
Cliente firma cotización para aceptar	
Abrir orden de compra	Orden de compra diligenciada
Abrir orden de fabricación (Orden de taller)	Información organizada y disponible para consulta

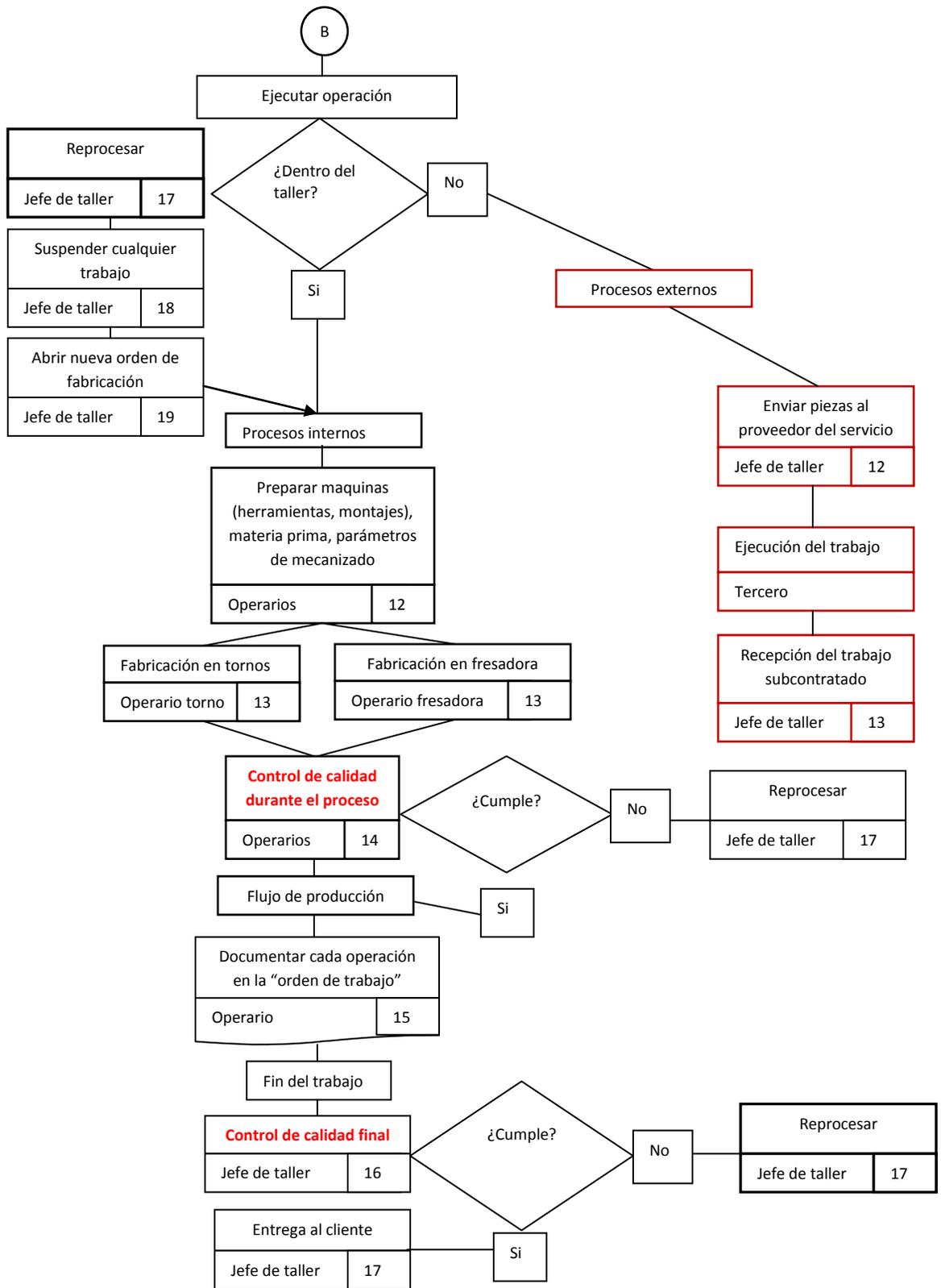
Documentar trabajo (Planos, parámetros de máquina, costos)	
Entregar información sobre el trabajo a fabricación	Orden de fabricación entregada a fabricación
Recepción de información sobre el trabajo	Orden de fabricación recibida desde diseño
Recepción y almacenamiento de recursos para producción	Material inventariado
Enviar piezas al proveedor del servicio	Orden de servicio firmada aprobada por el jefe de taller
Recepción del trabajo subcontratado	Al recibir el trabajo subcontratado el encargado de esto firma la orden de servicio como recibida al confirmar la conformidad del trabajo.
Preparar maquinas (herramientas, montajes), materia prima, parámetros de mecanizado	N/A
Fabricación en tornos y fresadora	Operación realizada al trabajo documentadas en la orden de fabricación
Control de calidad durante el proceso	Conformidad de la calidad en cada operación documentado, si no enviar a reproceso
Documentar cada operación en la "orden de trabajo"	Cada operación documentada en la orden de fabricación
Control de calidad final	Conformidad de calidad final documentado, sino mandar a reproceso
Suspender cualquier trabajo	Nuevo plan de fabricación diseñado
Reprocesar	Reproceso marcado como satisfactorio luego del control de calidad
Entrega al cliente	Orden de fabricación marcada como entregada y entrega a satisfacción registrada

Elaboración propia.

Figura 9. Flujo del proceso de fabricación rediseñado







Elaboración propia

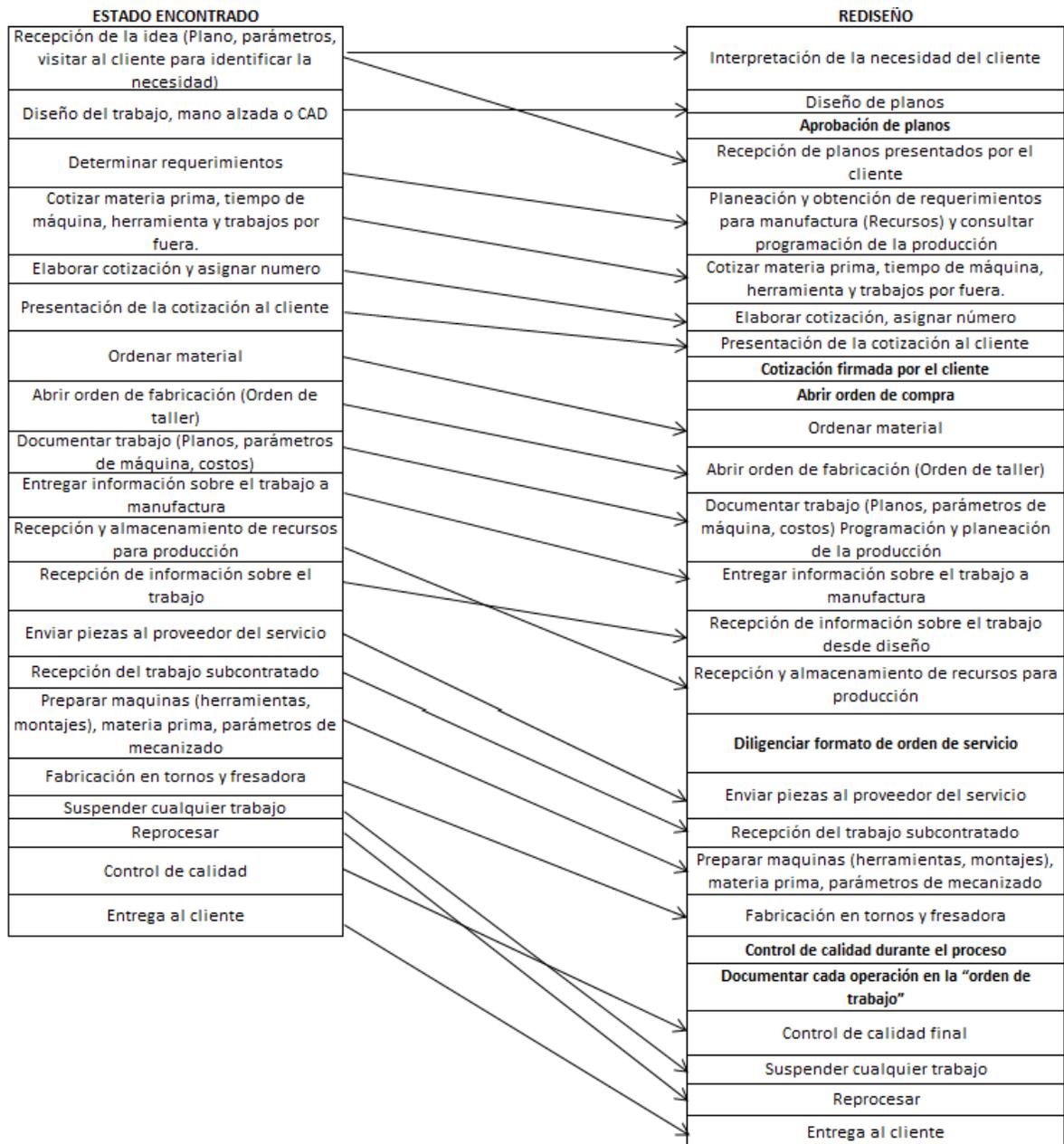
Las actividades cuya línea para la figura es roja en el diagrama anterior ilustran actividades subcontratadas, aquellas con letra roja son las actividades claves del proceso definidas más en el paso “**DEFINIR LOS FACTORES CLAVE PARA CADA PROCESO**” y la actividad “Reproceso” cuya línea para la figura es gruesa, presente al final del diagrama, hace referencia al traslado del proceso a la actividad “Reproceso” presente anteriormente en el mismo flujo-grama.

Para la estructuración de las actividades presentes en el flujo-grama de procesos del proceso rediseñado y la inclusión de algunas de estas, se contó con la información de la organización y la gestión de los talleres visitados, levantando los diagramas de flujo de estos a partir de la información suministrada por los jefes de dichos talleres. Dichos diagramas no se incluyen debido a políticas de confidencialidad de estos.

A continuación la tabla 31 muestra paralelamente las actividades presentes en el proceso antes del rediseño y las que conforman el proceso luego de este. Las actividades en negrita presentes en la columna “**REDISEÑO**” no tienen una actividad correspondiente en la columna “**ESTADO ENCONTRADO**”, esto ya que son actividades que surgieron debido a los requerimientos de documentación y/o control o debido a la creación de actividades que llevarían al logro del mejoramiento en el cumplimiento en la entrega de los trabajos realizados por la empresa.

Las actividades que no sufrieron ninguna modificación se denotarán con un N/A en la columna “**Modificación realizada en el rediseño**”.

Tabla 31. Comparación de las actividades presentes en el proceso antes y después del rediseño



Elaboración propia.

En la tabla 32 se describen las mejoras hechas a las actividades presentes en el diseño y el rediseño y las actividades creadas mencionadas anteriormente.

Tabla 32. Descripción de las mejoras implantadas a las actividades

Actividades (Funciones)	Modificación realizada en el rediseño
Interpretación de la necesidad del cliente	Estas actividades tienen como control el formato "Recepción de pedido", figura 13, el cual exige la firma del cliente con el fin de que este apruebe el plano del trabajo.
Diseño de planos	
Aprobación de planos	Esta actividad obliga a la consecución de la firma del cliente en el formato "Recepción de pedido", figura 13 con el fin de aprobar los planos del trabajo a realizar.
Recepción de planos presentados por el cliente	Esta actividad está presente en el proceso inicial.
Planeación de requerimientos para manufactura (Recursos) y consultar programación de la producción	Esta actividad en el rediseño pretende abordar la determinación y consecución de los recursos para producción con el fin de garantizar fluidez en el proceso. Este control se hace con el formato "Lista de requerimientos", figura 14.
Cotizar materia prima, tiempo de máquina, herramienta y trabajos por fuera	Diligenciar los formatos "Lista de requerimientos" y "Orden de servicio", figura 16.
Elaborar cotización, asignar número	
Presentación de la cotización al cliente	El hecho de obtener la cotización firmada por el cliente garantiza conformidad del cliente con la propuesta presentada.
Cotización firmada por el cliente	
Abrir orden de compra	Permite la documentación de los recursos requeridos para producción, historial.
Ordenar material	Diligenciar el formato "Orden de compra", figura 15.
Abrir y pasar a fabricación la orden de fabricación (Orden de taller)	Se diseña un formato con el fin de documentar la historia de la fabricación y posibilitar trazabilidad. Este formato también es útil para mostrar al operario el orden de ejecución del trabajo y los recursos que este requiere. Diligenciar formato "Orden de fabricación" figura 17.
Documentar trabajo (Planos, parámetros de máquina, costos) Planeación y programación de la producción	
Entregar información sobre el trabajo a fabricación	En esta actividad se incluye la entrega de la orden de fabricación a los operarios.
Recepción de información sobre el trabajo	
Recepción y almacenamiento de recursos para producción	Se revisa la conformidad de los materiales recibidos con lo especificado en la lista de requerimientos.
Diligencias formato de orden de servicio	Esta es una actividad de la que solo se encarga el jefe de taller. Para ella se tiene un formato donde se especifica el tipo de trabajo y se verifica al recibirlo.
Enviar piezas al proveedor del servicio	
Recepción del trabajo subcontratado	
Preparar maquinas (herramientas, montajes), materia prima, parámetros de mecanizado	N/A
Fabricación en tornos y fresadora	Operación realizada al trabajo documentadas en la orden

	de fabricación
Control de calidad durante el proceso	La orden de fabricación obliga al operario a realizar controles de calidad al trabajo luego de cada operación. Diligenciar formato figura 17.
Documentar cada operación en la "orden de trabajo"	Con el fin de registrar la historia de la orden, cada operación realizada a esta debe ser documentada en la orden de fabricación. Diligenciar formato figura 17.
Control de calidad final	Lo único diferente en esta actividad es la documentación de este control en la orden de fabricación. Diligenciar formato figura 17.
Suspender cualquier trabajo	Esta política se mantiene si el reproceso es asumido por la empresa, aunque luego de terminado el reproceso se retoma la programación originalmente planteada.
Reprocesar	Si el reproceso se hace a un trabajo que salió de la empresa al ser aceptado por el cliente, se abre una nueva orden de fabricación, sino solo se marca la casilla de reproceso en la orden de fabricación y se explica el procedimiento.  Luego de terminado el reproceso se marca como satisfactorio. Diligenciar formato figura 17.
Entrega al cliente	Orden de fabricación marcada como entregada y entrega a satisfacción diligenciada por el cliente. Diligenciar formato "Entrega a satisfacción" figura 18.

Elaboración propia.

## 2.6 DEFINIR LOS FACTORES CLAVE PARA CADA PROCESO

Los factores clave son aquellas variables que tienen más incidencia en el comportamiento o resultado de un proceso de acuerdo a lo definido en las políticas de la empresa o en la misión. Por ejemplo: "Una empresa fabril, con altos costes de fabricación y una planificación muy ajustada en el tiempo, concede una gran importancia a los plazos de entrega de los proveedores y su estricto cumplimiento. Aquí se tiene un factor clave del Ciclo de Comprar Suministros"<sup>7</sup> En otras palabras, los factores clave son aquellas condiciones del proceso relacionadas con los objetivos estratégicos y con los clientes, a las cuales hay que darles mayor importancia pues determinan en gran medida el éxito de la empresa en su función productiva.

Es a estos factores clave definidos que debe dárseles más importancia en el establecimiento de objetivos y técnicas de control. Para esta investigación, los factores clave se denominarán actividades clave. Estas actividades serán seleccionadas dependiendo de lo significativas que sean para el desarrollo del proceso teniendo en

<sup>7</sup> FERNANDES A. Mario (1996) EL CONTROL, FUNDAMENTO DE LA GESTION POR PROCESOS.97.

cuenta que tan sensible y significativa sea su relación con los objetivos estratégicos y con los clientes.

Una manera de determinar cuáles son los factores claves de cada proceso es analizar las políticas establecidas por la empresa u objetivos estratégicos para el establecimiento de la finalidad específica del proceso y contrastar dichas políticas con la relevancia en las características del producto o servicio ofrecidos al cliente (precio, prestaciones, rapidez en la entrega, etc.). Otra manera de identificar estos factores es la “demostración al absurdo”, método en el cual se establece la hipótesis de que sucedería y cuál sería el coste incurrido en caso de que por debilidades del control se presentaran dificultades en el factor analizado.

Lo anteriormente mencionado puede desarrollarse en los siguientes tres pasos:

- **Contraste con los objetivos estratégicos**
  - Revisar los objetivos estratégicos definidos por la Dirección y analizar los impactos registrados por el Proceso clave Seleccionado.
  - Para cada Objetivo Estratégico el Equipo del Proceso debe llegar a concretar los requisitos del proceso relacionados con él. Se trata de desplegar los objetivos estratégicos a través del proceso por medio de la identificación de las actividades clave.
- **Contraste con las Necesidades de los clientes**
  - Además del análisis anterior respecto a los Objetivos Estratégicos, el Equipo del Proceso se plantea la repercusión del cumplimiento de las necesidades de los clientes del proceso, entendiendo como tales todas aquellas personas o entidades propias o ajenas a la empresa, que reciben alguna de las salidas del Proceso.
  - Para realizar esta labor, los miembros del Equipo preguntan directamente a los clientes acerca de sus necesidades y recogen sus respuestas.
- **Identificación de carencias.**
  - Identificar la falta de actividades relacionada con los objetivos que deberá alcanzar el proceso dentro del sistema.
  - Identificar la falta de indicadores que nos sirvan para evaluar la evolución del proceso.
  - Identificar la falta de procedimientos y documentos relacionados que nos van a servir para consolidar el funcionamiento del proceso.

## 2.6.1 Contraste con los objetivos estratégicos

Tabla 33. Requerimientos del proceso para cumplir con los objetivos estratégicos

	Mejor utilización del tiempo	Oportunidad en la entrega	Capacitación de los operarios
FABRICACIÓN	Comprensión de la necesidad del cliente		
	Especificar claramente las características del trabajo		-
	Control de calidad antes y durante el proceso		
	Planeación y programación de producción		-
	Control de calidad final		

Elaboración propia.

## 2.6.2 Contraste con las necesidades de los clientes

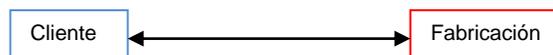


Tabla 34. Contraste de necesidades entre los clientes

Relación con:	Cliente	Fabricación	Fabricación
	(Cliente)	(Cliente)	(Cliente)
Cliente	-	Planos estandarizados (Legibles) y especificaciones claras	-
Fabricación	Oportunidad, Calidad, Cumplimiento de los tiempos establecidos	-	Especificaciones claras, Planos legibles
			Control de calidad antes, durante y al final del proceso el proceso
			Planeación y programación de la producción.
			Diligenciamiento de los formatos y documentación de la información requerida.

Elaboración propia.

La tabla 34 relaciona solamente el proceso con el cliente, tomando estas dos partes como clientes entre sí.

A partir de este análisis es posible centrar la atención en algunas actividades cuya intervención daría como resultado mejora en los procesos intervenidos. Es por esto que las alternativas de mejora se desarrollan en actividades seleccionadas llamadas actividades clave. Estas actividades clave deben tener una relación fuerte con los objetivos estratégicos, pues su intervención pretende generar un efecto palanca en la mejora del proceso.

A continuación en la tabla 35 se listan las actividades clave seleccionadas:

Tabla 35. Determinación de las actividades clave del proceso

Proceso	Actividad clave
Fabricación	Interpretación de la necesidad del cliente.
	Documentar trabajo (Planos, parámetros de máquina, costos) Planeación y programación de producción.
	Control de calidad antes, durante y después del proceso.

Elaboración propia.

Las actividades clave seleccionadas serán objeto de investigación durante el desarrollo de este proyecto con el fin de brindar a la empresa una base sólida para su desarrollo y aplicación. La manera de ejecutar estas actividades en la aplicación será expuesta en el plan de acción propuesto. Ver anexo 2.

Luego de identificadas estas actividades se procede a investigar cómo pueden estas ser implementadas de una mejor manera por medio de la utilización de las herramientas listadas a continuación:

### 2.6.2.1 Evaluar y seleccionar alternativas de mejora para las actividades clave

Una vez identificados:

- Los objetivos básicos del proceso que faltan y que servirán para reforzar los objetivos estratégicos
- Las necesidades de los clientes del proceso que están sin cubrir
- Las carencias que el proceso presenta relacionadas con la falta de actividades, la falta de normas y procedimientos.
- Insuficiencias materiales.
- Problemas con los recursos humanos.

Es posible centrar la atención en las actividades clave seleccionadas con el fin de que su intervención de cómo resultado mejora en los factores anteriormente mencionados.

La persona encargada de la investigación valora las posibles acciones a seguir para solucionar los problemas que mayor efecto tienen sobre el desempeño del proceso, para esto elabora una propuesta de plan de mejoramiento con responsables y plazos con el objeto de definir y validar cómo implantar el mejoramiento. Ver anexo 2.

En esta fase y dependiendo del contenido y de la complejidad de los temas planteados, el investigador podrá recurrir a las siguientes herramientas:

- Resolución de problemas: Esta se aplica localmente a las actividades seleccionadas siempre y cuando la información sea lo suficientemente concreta como para describir el objeto o lugar donde se detecta y el defecto concreto que se presenta. Cualquier herramienta relacionada con la resolución de problemas es válida.
- Técnica del valor añadido: Al objeto de detectar posibles despilfarros del proceso actual, se procede a aplicar esta técnica a todas las actividades del proceso señaladas con algún grado de dificultad, cuestionándose sistemáticamente todas ellas. Siendo suficiente hacer las siguientes preguntas en una primera aproximación (En caso necesario se recurrirá a utilizar la herramienta en toda su profundidad):
  - ¿Contribuye a satisfacer las necesidades del cliente?
  - ¿El Cliente está dispuesto a pagar por ellas?
  - ¿Contribuye a conseguir alguno de los Objetivos Estratégicos?
- Recoger información externa relacionada con el proceso o con alguna actividad del mismo. Dependiendo de la amplitud del proceso puede realizarse la captura y el análisis de la información según las siguientes fuentes:
  - Información Bibliográfica se trata de recoger información a través de libros, publicaciones o bancos de datos.
  - Tecnologías de la información siempre centradas en temas concretos y teniendo en cuenta que están al servicio del proceso y no al contrario.
  - Búsqueda directa basada en los conocimientos de personas con experiencias teóricas y prácticas del objeto de estudio.

Estas herramientas serán utilizadas solamente para la investigación en el mejoramiento de las actividades clave, pues es en estas en las que este trabajo se centra.

Para el rediseño operacional de las actividades clave se hará énfasis en la herramienta tres, "Recoger información externa relacionada con el proceso o con alguna actividad del mismo". Ya que estas actividades hacen parte de los procesos sobre los cuales es necesario investigar paralelamente al desarrollo de los pasos siete y ocho relacionados con la definición de los puntos de control y las técnicas de control. Luego de definidas dichas actividades, teniendo en cuenta las herramientas mencionadas anteriormente se procede a definir los puntos de control de las actividades y las técnicas de control para cada uno de estos puntos.

Para una mejor comprensión del lugar que ocupan las actividades clave dentro del proceso ver anexo 1.

### **2.6.2.2 Intervención de las actividades clave**

Con el fin de redactar los planes de mejora para cada proceso, se expondrá la solución práctica desarrollada para cada una de las actividades clave, mostradas en rojo en la figura 9.

#### **2.6.2.2.1 INTERPRETACIÓN DE LA NECESIDAD DEL CLIENTE**

Esta actividad clave es la primera actividad ejecutada dentro de la perspectiva de procesos internos y su buena ejecución es crucial para un exitoso desarrollo de todo el proceso de fabricación de un trabajo ya que es la encargada de recibir la información directamente del cliente sobre lo que este desea. Con el fin de documentar dicha información se desarrolló el formato de recepción de pedido explicado más adelante.

#### **2.6.2.2.2 DOCUMENTAR TRABAJO (PLANOS, PARÁMETROS DE MÁQUINA, COSTOS)**

Ya que esta actividad es un gran apoyo para la identificación de la necesidad de los clientes en trabajos similares posteriores se considera dentro de las actividades clave a mejorar dentro de la empresa.

Para mejorar la gestión de esta actividad se sugiere a la empresa organizar los planos, debidamente identificados con el nombre del cliente, dentro de una carpeta correspondiente a cada uno de estos. Estas carpetas estarán al alcance de todo el personal del taller y serán actualizadas cada vez que un cliente ordene la fabricación de un trabajo nuevo diferente o requiera modificar las características de un trabajo ya realizado. Ya que no se cuenta con un historial de información sobre trabajos realizados, este paso se dejó en manos de la empresa y no se documentó en este proyecto.

#### **2.6.2.2.3 PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN**

Para la empresa es muy importante seguir una programación ordenada de todos sus trabajos con el fin de evitar la ejecución de actividades con poca disponibilidad de tiempo y materiales, ayudarle a cumplir con las fechas de entrega establecidas a los clientes al momento de hacer una cotización y evitar los tiempos improductivos producto de la interrupción de trabajos y de las tres causas mencionadas anteriormente.

Con el fin de brindar a la empresa una alternativa de planeación fácil de seguir se desarrollan tres tablas dinámicas en Excel, una para planear la consecución de recursos, la otra para asignar y planear los trabajos a ejecutar durante la semana y la última para el manejo de los trabajos subcontratados.

Para una mejor comprensión, los datos y las fechas con los que se expondrán estas tablas corresponden a aquellos de la semana estudiada inicialmente.

### **Base de datos para la planeación y la programación de la producción**

En esta base de datos, tabla 36, se tiene la información de los trabajos necesaria para la planeación, la programación de la producción y el manejo de los trabajos subcontratados. Además de esto, se tienen los datos correspondientes a la eficacia de la estimación de cada trabajador, con el fin de afectar los estimativos hechos por los operarios. Además contiene la columna “Asignación de trabajos” en la cual se suman los tiempos de producción asignados a cada trabajador con el fin de hacer una repartición equitativa de estos para la planeación semanal.

La columna “Límite de compra de recursos” indica la fecha límite para la consecución de los recursos necesarios para ejecutar cada trabajo. Esta fecha límite se establece restando a la fecha de entrega el tiempo de fabricación del trabajo correspondiente más un día de holgura. Esta fecha adquiere un formato de letra roja al ser menor o igual a la fecha del día en curso. Esto es útil para indicar a la persona encargada de la compra de materiales la necesidad de adquirir estos si aún no lo ha hecho.

En esta misma columna aparece automáticamente la palabra “Terminado” en formato verde si en la columna trabajo ejecutado aparece la palabra “si”, indicando que el trabajo ya fue terminado.

Como aparece en esta tabla, la fecha del día simulada es “miércoles, 23 de febrero de 2011”. En este día los trabajos “Tapa cilindro” y “Placas de soporte” ya habían sido terminados, razón por la cual en la columna “Trabajo ejecutado” aparece “si” por lo cual en la columna “Limite compra de recursos” aparece “Terminado” en color verde.

Para el trabajo acordeón, la fecha de entrega supera en más de un día más su tiempo de fabricación la fecha actual, razón por la cual en la columna “Limite compra de recursos” la fecha límite para la compra de los materiales para su fabricación aparece en color negro. Para el resto de los trabajos, las fechas límite para la compra de los recursos aparecen en letra roja pues su fecha de entrega no cumple la condición mencionada inicialmente. En esta base de datos, las fechas que aparezcan como “domingos” se tomarán como sábados.

Con el objetivo de organizar el orden de ejecución de los trabajos o las operaciones de estos que tengan la misma fecha de entrega, se requiere en la tabla dinámica para la programación de la producción documentar estos en la base de datos comenzando con la letra del alfabeto correspondiente al orden deseado. Un ejemplo de esto se observa en la tabla 41, en el trabajo “Volante Plastextil” para el cual el nombre del trabajo comienza con la letra “B” ya que será el segundo trabajo que ejecutará Steven y dentro de este trabajo, para guardar el orden de precesión, la operación en el “Torno pequeño” comienza con la letra “A”, con “B” comienza la operación en la fresadora y por último se tiene la operación en el “Banco” la cual comienza con la letra “C”.

En la tabla 36 se observa en la parte de arriba la suma de los tiempos estimados para los trabajos que cada operario deberá realizar durante la semana. Obsérvese que estos tiempos son parecidos ya que cada uno tiene el mismo tiempo disponible. Este tiempo debe ser menor que el total de minutos disponibles en la jornada multiplicado por el factor de utilización, es decir menor de 2598 minutos. Estos datos en la tabla 36 corresponden al número de minutos trabajados en la semana antes.

Es importante que luego de cada trabajo se escriba el nombre del cliente con el fin de facilitar su identificación en las tablas dinámicas.

Para la organización de la recepción y el envío de operaciones subcontratadas para los diferentes trabajos se tienen en la base de datos las columnas “Operación subcontratada antes de fabricación”, “Operación subcontratada después de fabricación”, “Tiempo operación subcontratada (Días)”, “Fecha mínima envió trabajo subcontratado” y “Fecha mínima recepción trabajo subcontratado”

“Fecha mínima envió trabajo subcontratado”: La fecha mostrada en este campo se determina así:

- Si la operación debe ser ejecutada antes de la fabricación esta fecha será igual a la fecha de entrega menos (el tiempo de fabricación en días más el “Tiempo de operación subcontratada (Días)” más un día).
- Si la operación debe ser subcontratada después de la fabricación esta fecha será igual a la fecha de entrega menos (“Tiempo de operación subcontratada (Días)” más un día)

“Fecha mínima recepción trabajo subcontratado”: La fecha mostrada en este campo de determina así:

- Si la operación debe ser ejecutada antes de la fabricación esta fecha será igual a la fecha de entrega menos (el tiempo de fabricación en días más el “Tiempo de operación subcontratada (Días)” más un día)
- Si la operación debe ser ejecutada después de la fabricación esta fecha será igual a la fecha de entrega menos un día.

El formato de estos campos cambiará a rojo si la fecha mostrada es menor que la fecha del día menos uno y desplegara un aviso de “Terminado” en color verde si el trabajo ya fue terminado.

Para la planeación de los trabajos subcontratados no se tuvieron en cuenta los casos en que los trabajos tuvieran operaciones subcontratadas antes y después de la fabricación o durante esta ya que para el primer caso el volumen de información que debe manejarse es mucho mayor y puede ser difícil de gestionar por parte del encargado de la programación y la planeación y para el segundo caso la información en la base de datos tendría que ser manejada en horas en vez de hacerlo en días como se propone en este trabajo, ya que una operación subcontratada puede ser devuelta el mismo día que se subcontrata pero en la tarde y continuarse el procesamiento de este trabajo durante el resto de ese mismo día.

En la tabla 36 se muestran tres subcontrataciones para los trabajos “Pulir soportes caja A-Maq”, “Volante” y “Eje acople agitador”. Esta tabla es la continuación de la tabla 40 que por falta de espacio debió partirse para la redacción de este informe. Estos trabajos se ilustran como modo de ejemplo pues no fueron ejecutados.

Esta base de datos incluye los trabajos no planificados pues se pretende con esto darle a la empresa una herramienta donde pueda documentar todos los trabajos ejecutados. Para esto el encargado de la base de datos deberá actualizar los tiempos estimados por los realmente tomados para la producción de dichos trabajos.

### **Tabla dinámica para la planeación de la producción**

La figura 10 muestra la estructura de la tabla dinámica que se utilizará para planear la consecución de recursos en el taller. Esta tabla ofrece la posibilidad de filtrar por; “Fecha de pedido” o fecha en la cual fue realizada la orden de trabajo, “Fecha de entrega” o fecha en la cual la empresa se comprometió a entregar el trabajo al cliente, por “Trabajo ejecutado” lo cual permite visualizar los trabajos que ya han sido marcados en la base de datos como terminados y/o por “Trabajo planificado” es decir, si este trabajo entró a la empresa durante la semana para ser ejecutado durante esta o fue incluido en la planeación de dicha semana.

En la figura 10 ningún criterio de los anteriormente descritos está activo, por lo que la tabla muestra todos los resultados contenidos en la base de datos.

Debajo de las “Etiquetas de fila” se encuentran listados cada uno de los trabajos, junto con sus requerimientos para fabricación o “Recursos” y la “Fecha límite de compra de recursos”. Como puede observarse, en esta tabla también está presente la fecha actual o “Fecha de hoy” la cual es útil para dar formato a la “Fecha límite de compra de recursos” de la misma manera que en la base de datos.

Desarrollada esta herramienta se da cumplimiento parcial al objetivo específico número cinco.

### **Tabla dinámica para la programación y secuenciación de la producción**

La figura 11 muestra la estructura de la tabla dinámica para la programación de producción.

Esta tabla ofrece la posibilidad de filtrar por “Fecha de entrega”, “Trabajo ejecutado” y “Trabajo planificado”. El campo “Trabajo ejecutado” ofrece la posibilidad de ver los trabajos que ya han sido ejecutados para determinada fecha de entrega. A su vez, el campo “Trabajo planificado”, ofrece la posibilidad de filtrar los trabajos ejecutados que no han sido planeados. Aunque para la planeación de la producción al inicio de una semana todos los trabajos serán planificados, a medida que transcurre la semana llegaran al taller trabajos que deben hacerse esa misma semana pero que no fueron planificados y estos se documentarán en la misma base de datos. Este campo ofrece la posibilidad de consultar fácilmente los tiempos requeridos para la ejecución de los trabajos, tanto

planificados como no planificados con el objetivo de tener bases para el costeo y la programación de posibles fabricaciones de trabajos ya realizados.

Bajo el campo “Etiquetas de fila” se listan todos los trabajos en la base de datos que cumplen con los requerimientos de filtración inicialmente mencionados. Debajo de estos se listan el encargado de dicho trabajo agrupando las herramientas a utilizar, las cuales, bajo cada una de ellas, contiene el nombre de la operación a ser realizada la cual tiene posteriormente el nombre de la operación predecesora. Frente a estos datos, bajo el campo “Suma de tiempo de fabricación aproximado” se muestra en negrita los tiempos de fabricación correspondientes a cada operación.

El método de programación propuesto para la mejora del cumplimiento en la entrega a los clientes es conocido como EDD. Este método, por sus siglas en inglés, Earliest Due Date o fecha de entrega más temprana, busca secuenciar los trabajos de acuerdo a un orden ascendente de dicha fecha, es decir, mientras más pronto deba ser un trabajo entregado al cliente, más pronto debe fabricarse. Este método es utilizado para minimizar la peor violación de las fechas de entrega, en otras palabras minimizar el máximo tiempo de incumplimiento de estas fechas. De acuerdo a este orden serán organizados los trabajos para cada semana, para ser luego repartidos a los dos operarios con el fin de asignarles recursos para la fabricación de estos. Esta tabla facilita en gran medida la realización del diagrama de producción para cada semana, con el objetivo de visualizar los recursos asignados a cada operario en dicho diagrama, especificando los tiempos de producción de cada trabajo y las herramientas a utilizar.

Habiendo seleccionado el método para la programación de la producción y la herramienta para su ejecución se da cumplimiento parcial al objetivo específico número cuatro.

### **Tabla dinámica para la gestión de los trabajos subcontratados**

La figura 12 muestra la tabla dinámica para la gestión de los trabajos subcontratados. En esta tabla pueden filtrarse los trabajos por “Fecha de pedido”, “Trabajo planificado” y “Asignación”.

Como etiquetas de fila se encuentra inicialmente el nombre del trabajo, debajo del cual se especifica; en el primer renglón, el nombre del trabajo subcontratado en caso de ser este necesario antes de la fabricación, como en el caso del trabajo “Volante” con el proceso “Micro mecanizado, en el segundo renglón, el nombre del trabajo subcontratado en caso de ser este necesario al final de la fabricación, como en el caso del trabajo “Rosca Trapezoidal” con el proceso “Rosca especial”, en el tercer renglón se muestra la duración del trabajo subcontratado, en el cuarto renglón se muestra la “Fecha mínima envío trabajo subcontratado” y en el quinto la “Fecha mínima recepción trabajo subcontratado” las cuales tienen la misma condición para el formato rojo mencionada en la descripción de la base de datos, tabla 36.

Las operaciones subcontratadas durante el proceso de fabricación y aquellas que deben ejecutarse varias veces para un trabajo no fueron consideradas debido al aumento de complejidad en la construcción de la base de datos, ya que para la determinación de las fechas de envío y recepción deben tenerse en cuenta los tiempos de las operaciones que

se encuentran antes y después de la realización de dicha subcontratación, además este tipo de operaciones no es común en la empresa.

Tabla 36. Base de datos para planeación y programación de la producción

Fecha de hoy		lunes, 21 de febrero de 2011	
Asignación de trabajos		Factor de estimación	
Steven	1093	1,38%	
Felipe	1862	3,05%	

Nombre trabajo	Operación	Trabajo planificado	Asignación	Fecha de pedido	Fecha de entrega	Maquina	Tiempo de fabricación por herramienta	Tiempo de fabricación aproximado	Predecesores	Recursos	Tiempo de fabricación total (min)	Trabajo ejecutado	Límite compra de recursos
Pulir soportes caja A-Mac	Desbaste	Si	Steven	25-ene	25-ene	Fresadora	42	43	-	Cliente	43,00	si	Terminado
A Caja A-Mac	B Pulido	Si	Steven	25-ene	25-ene	B Manual	86	88	Pulido	Cliente	88,00	si	Terminado
A Caja A-Mac	A Desbaste	Si	Steven	25-ene	25-ene	A Fresadora	120	122	-	Cliente	122,00	si	Terminado
A Escaleras Plastextil	Soldadura	Si	Felipe	12-ene	28-ene	Banco	950	979	-	Perfiles y soldadura	979,00		martes, 25 de enero de 2011
B Volante Plastextil	A Agujero interno	Si	Steven	22-ene	28-ene	A Torno pequeño	150	153	-	Lamina acero 1020 cortada bajo especificación	296,00		miércoles, 26 de enero de 2011
B Volante Plastextil	B Agujeros tornillos	Si	Steven	22-ene	28-ene	B Fresadora	100	102	Agujero interno		296,00		miércoles, 26 de enero de 2011
B Volante Plastextil	C Soldadura	Si	Steven	22-ene	28-ene	C Banco	40	41	Agujero tonillos		296,00		miércoles, 26 de enero de 2011
C Eje acople agitador Tecnimec	Cilindrado	Si	Steven	15-feb	18-feb	A Torno	210	213	-	Eje diámetro 1.5" acero inoxidable 50cm	300,00		miércoles, 16 de febrero de 2011
C Eje acople agitador Tecnimec	Cuñero	Si	Steven	15-feb	18-feb	B Fresadora	40	41	Cilindrado		300,00		miércoles, 16 de febrero de 2011
C Eje acople agitador Tecnimec	Soldadura	Si	Steven	15-feb	18-feb	C Banco	45	46	Cilindrado		300,00		miércoles, 16 de febrero de 2011
C Espárragos Maquitec	Desbaste	Si	Felipe	14-feb	18-feb	A Torno	440	454	Corte	Varilla acero inoxidable diámetro 1/4" 2m	532,00		martes, 15 de febrero de 2011
C Espárragos Maquitec	Corte	Si	Felipe	14-feb	18-feb	B Banco	75	78	-		532,00		martes, 15 de febrero de 2011
D Eje acople impulsor Tecnimec	Cilindrado	Si	Steven	21-feb	21-feb	A Torno	240	244	-	Eje acero inoxidable 1.5" x 20cm	244,00		sábado, 19 de febrero de 2011
D Ejes rodillo puerta Indupertas	Cilindrado	Si	Steven	18-feb	21-feb	B Torno	90	92	-	Eje acero 1020 diámetro 1.5" x 10cm	92,00		sábado, 19 de febrero de 2011
E Placas de soporte Tecnimec	Agujeros	No	Steven	22-feb	22-feb	C Fresadora	60	61	Corte	Placas acero 1020 30x50 cm	72,00	Si	Terminado
E Placas de soporte Tecnimec	Corte	No	Steven	22-feb	22-feb	D Banco	10	11	-			si	Terminado
Molde Prebel	Agujeros	No	Steven	22-feb	22-feb	Fresadora	90	92	-	Cliente	92,00		domingo, 20 de febrero de 2011
D Parrillas joyería Prebel	Soldadura	Si	Felipe	18-feb	23-feb	Banco	340	351	-	Varilla cobre, soldadura	351,00		lunes, 21 de febrero de 2011
F Rosca trapezoidal Tecnimec	Roscado	No	Steven	24-feb	24-feb	Torno	300	305	-	Cliente	305,00		martes, 22 de febrero de 2011
F Montaje balanceo Tecnimec	Cilindrado	No	Steven	22-feb	25-feb	Torno	150	153	-	Eje diámetro 2" x 10cm	153,00		miércoles, 23 de febrero de 2011
Trinquete y camisa Maquitec	Desbaste	No	Felipe	25-feb	26-feb	Torno	120	124	-	Cliente	124,00		jueves, 24 de febrero de 2011
Tapa cilindro Maquitec		No	Steven	21-feb	28-feb	Torno	100	102	-	Eje 1020 diámetro 1.5" x 20 cm	102,00	si	Terminado
Acordeón A-Mag		No	Felipe	25-feb	28-feb	Banco	75	78	-	Cliente	78,00		sábado, 26 de febrero de 2011

Elaboración propia.

Tabla 36. Base de datos para la planeación y programación de la producción

Nombre trabajo	Operación subcontratada antes de fabricación	Operación subcontratada después de fabricación	Tiempo operación subcontratada (Días)	Fecha mínima envío trabajo subcontratado	Fecha mínima recepción trabajo subcontratado
Pulir soportes caja A-Mac	-	Temple	1	Terminado	Terminado
A Caja A-Mac	-	-	No	-	-
A Caja A-Mac	-	-	No	-	-
A Escaleras Plastextil	-	-	No	-	-
B Volante Plastextil	Micromecanizado	-	4	sábado, 22 de enero de 2011	miércoles, 26 de enero de 2011
B Volante Plastextil	-	-	No	-	-
B Volante Plastextil	-	-	No	-	-
C Eje acople agitador Tecnimec	-	-	No	-	-
C Eje acople agitador Tecnimec	-	-	No	-	-
C Eje acople agitador Tecnimec	-	-	No	-	-
B Espárragos Maquitec	-	-	No	-	-
C Espárragos Maquitec	-	-	No	-	-
D Eje acople impulsor Tecnimec	-	-	No	-	-
D Ejes rodillo puerta Indupuertas	-	-	No	-	-
E Placas de soporte Tecnimec	-	-	No	-	-
E Placas de soporte Tecnimec	-	-	No	-	-
Molde Prebel	-	-	No	-	-
D Parrillas joyería Prebel	-	-	No	-	-
F Rosca trapezoidal Tecnimec	-	Rosca especial	2	lunes, 21 de febrero de 2011	miércoles, 23 de febrero de 2011
F Montaje balanceo Tecnimec	-	-	No	-	-
Trinquete y camisa Maquitec	-	-	No	-	-
Tapa cilindro Maquitec	-	-	No	-	-
Acordeón A-Maq	-	-	No	-	-

Elaboración propia.

Figura 10. Tabla dinámica para la planeación de la producción

Fecha de hoy	
viernes, 15 de abril de 2011	
Fecha de pedido	(Todas) ▼
Fecha de entrega	(Todas) ▼
Trabajo ejecutado	(Todas) ▼
Trabajo planificado	(Todas) ▼

**Etiquetas de fila** 

- ☐ Caja A-Mac
  - ☐ Cliente
    - Terminado

---

- ☐ Pulir soportes caja A-Mac
  - ☐ Cliente
    - Terminado

---

- ☐ Camisa
  - ☐ Cliente
    - lunes, 04 de abril de 2011

---

- ☐ Cajas A-Maq
  - ☐ Cliente
    - martes, 05 de abril de 2011

---

- ☐ Escaleras Plastextil
  - ☐ Perfiles y soldadura
    - martes, 25 de enero de 2011

---

- ☐ Volante Plastextil
  - ☐ Lamina acero 1020 cortada bajo especificación
    - miércoles, 26 de enero de 2011

---

- ☐ Eje acople agitador Tecnomec
  - ☐ Eje diámetro 1.5" acero inoxidable 50cm
    - miércoles, 16 de febrero de 2011

---

- ☐ Espárragos Maquitec
  - ☐ Varilla acero inoxidable diámetro 1/4" 2m
    - martes, 15 de febrero de 2011

---

- ☐ Eje acople impulsor Tecnomec
  - ☐ Eje acero inoxidable 1.5" x 20cm
    - sábado, 19 de febrero de 2011

---

- ☐ Ejes rodillo puerta Indupuertas
  - ☐ Eje acero 1020 diámetro 1.5" x 10cm
    - sábado, 19 de febrero de 2011

---

- ☐ Placas de soporte Tecnomec
  - ☐ Placas acero 1020 30x50 cm
    - Terminado

---

- ☐ Molde Prebel
  - ☐ Cliente
    - domingo, 20 de febrero de 2011

---

- ☐ Parrillas joyería Prebel
  - ☐ Varilla cobre, soldadura
    - lunes, 21 de febrero de 2011

Elaboración propia.

Figura 11. Tabla dinámica para la programación de la producción

Fecha de entrega	28/01/2011	▼
Trabajo ejecutado	(Todas)	▼
Trabajo planificado	(Todas)	▼
<b>Etiquetas de fila</b>	<b>Suma de Tiempo de fabricación aproximado</b>	
▣ A Escaleras Plastextil		<b>979</b>
▣ Felipe		
▣ Banco		
▣ Soldadura		
-		979
▣ B Volante Plastextil		<b>296</b>
▣ Steven		
▣ A Torno pequeño		
▣ A Agujero interno		
-		153
▣ B Fresadora		
▣ B Agujeros tornillos		
Agujero interno		102
▣ C Banco		
▣ C Soldadura		
Agujero tonillos		41

Elaboración propia.

Figura 12. Tabla dinámica para el control de las operaciones subcontractadas

Fecha de hoy	
miércoles, 23 de febrero de 2011	
Fecha de pedido	(Todas) ▼
Trabajo planificado	(Todas) ▼
Asignación	(Todas) ▼
<b>Etiquetas de fila</b>	▼
▣ Pulir soportes caja A-Mac	
▣ -	
▣ Temple	
▣ 1	
▣ Terminado	
Terminado	
▣ Volante Plastextil	
▣ Micromecanizado	
▣ -	
▣ 3	
▣ domingo, 23 de enero de 2011	
domingo, 23 de enero de 2011	
▣ Rosca trapezoidal Tecnimec	
▣ -	
▣ Rosca especial	
▣ 2	
▣ lunes, 21 de febrero de 2011	
miércoles, 23 de febrero de 2011	

Elaboración propia

#### 2.6.2.2.4 CONTROL DE CALIDAD ANTES Y DURANTE EL PROCESO

Con el fin de minimizar los costos de los reprocesos se opta por establecer un plan de verificación de los insumos recibidos y un seguimiento a la calidad de cada una de las operaciones realizadas sobre cada uno de los trabajos.

Para la verificación de los insumos recibidos, se tiene en la caracterización del proceso "Fabricación" un control de salida a la actividad "Recepción y almacenamiento de recursos para producción", la cual dicta que quien recibe los insumos, en este caso el jefe de taller o algún operario, debe firmar la orden de compra si las características de los insumos recibidos son las especificadas en dicha orden.

Con el objetivo de realizar el control de calidad durante el proceso, la orden de fabricación tiene como parte de la información requerida una casilla correspondiente al control de calidad de cada operación, la cual se marcará al momento de haber corroborado la concordancia entre lo realizado y la especificación dictada, ver figura 17 en el paso "**Diseñar técnicas de control que garanticen el cumplimiento de los puntos de control**". En caso que se presente una divergencia la pieza será repetida o corregida y se marcará como reproceso en la orden luego de haber notificado al jefe de taller la razón de dicho reproceso.

La configuración del taller y el tipo de trabajo que este realiza favorece este tipo de control, ya que el tamaño de lote es frecuentemente de una unidad y el paso de proceso a proceso de cada unidad, cuando un solo operario no se encarga de finalizar todo el trabajo, se hace manualmente entre los responsables de cada proceso, lo que posibilita la comunicación de las dificultades o carencias de cada trabajo y la corrección de estos entre dichos responsables. A este aspecto de la configuración del taller se le hace mucho énfasis pues el paso de los trabajos personalmente es un factor mejorador de la calidad mencionado en el libro "Japanese manufacturing techniques", incluido en la bibliografía de esta investigación.

#### 2.6.2.2.5 CONTROL DE CALIDAD FINAL

Este es el último control de calidad que se hace a cada trabajo y es responsabilidad del jefe de taller. Este compara las dimensiones en el plano de la pieza con las dimensiones de la pieza terminada y si estas concuerdan, marca la casilla de control de calidad final en la orden de fabricación, ver figura 17 en el paso "**Diseñar técnicas de control que garanticen el cumplimiento de los puntos de control**", de lo contrario se envía la pieza a reprocesos y se marca la casilla de reproceso en dicha orden para proceder con su corrección.

Con la metodología aplicada se afectan positivamente los controles de calidad intervenidos, antes, durante y al final del proceso ya que, como se dijo anteriormente, al estar cada persona consciente de su rol y su responsabilidad dentro de este, su

intervención y relación con este se hace más estrecha y sus intervenciones mucho más puntuales.

### **2.6.3 Identificación de carencias**

Ya que fue en esta etapa que comenzó la caracterización del proceso, se inició el diseño de los documentos requeridos para la documentación y gestión de algunas actividades, ya que dicha caracterización dentro de sus parámetros requiere controles y estos a su vez pueden ser ejecutados como información escrita.

La identificación de carencias se logra también a partir del estudio de las necesidades del taller en cuanto a su proceso productivo y la comparación de dicho proceso con aquel de los talleres visitados citados anteriormente. Esta comparación es algo ampliamente utilizado en este proyecto ya que a partir de esta se dio apoyo a la estructuración del flujo de proceso en el paso “**Descomponer el proceso en actividades**” y el desarrollo de las técnicas de control propuestas.

## **2.7 ESTABLECER LOS OBJETIVOS DE CONTROL O PUNTOS DE CONTROL PARA CONSEGUIR LA FINALIDAD DEL PROCESO**

Antes de comenzar con la definición de los objetivos o puntos de control debe tenerse claro que son estos, lo cual puede explicarse de manera intuitiva con la siguiente pregunta: ¿Qué cree usted que debe controlarse para poder hacer bien y cómodamente su trabajo? En otras palabras, los objetivos o puntos de control son aquellos elementos que se deben cuidar para conseguir que la finalidad de cada proceso se cumpla. Es necesario aclarar esto ya que todos los involucrados en el proceso deben ser partícipes en la determinación de dichos objetivos. En esta investigación estos se reconocerán exclusivamente como puntos de control.

Como punto de aclaración, los puntos de control se diferencian de los factores clave pues estos últimos son actividades relacionadas con los objetivos estratégicos y con los clientes, a diferencia de los puntos de control que son aspectos de estas actividades que deben cuidarse para el buen funcionamiento del proceso, sin importar que estén relacionadas con los objetivos estratégicos o con los clientes.

No importa lo obvios que parezcan algunos puntos de control estos deben considerarse y documentarse pues servirán de base para el diseño de las técnicas de control.

Con el fin de ayudar a la identificación de objetivos se plantean dos métodos a utilizar:

- Demostración al absurdo: ¿Qué sucedería si esto o aquello no se controla?
- Proceso deductivo: ¿Cuáles son los problemas que pueden surgir y cómo podremos evitarlos?

Las preguntas planteadas en cada método pueden ser útiles para definir cada uno de los puntos de control del proceso ya que ofrecen una mirada desde diferentes perspectivas, lo cual es necesario para que todos los integrantes de este, operarios y personal administrativo, sean partícipes de la identificación de dichos objetivos.

En el rediseño se incluyeron los puntos de control que la empresa ya conocía y se agregaron algunos otros que se encontraron importantes y además estaban presentes en los dos talleres visitados.

### Proceso **FABRICACIÓN**

- Recepción de planos y verificación de las necesidades del cliente.
- Comunicación precisa con el cliente.
- Buena selección de materiales
- Buena selección y consecución de herramientas.
- Buen proceso de cotización
- Orden de la información
- Eficiente consecución de recursos de buena calidad
- Comunicación precisa con manufactura
- Verificación dimensional durante el proceso
- Trazabilidad
- Precisión en la especificación de los recursos (Materia Prima ,Herramienta)
- Planeación de uso de maquinaria
- Planeación de la utilización de recursos
- Control de calidad final
- Orden de la información
- Parámetros de manufactura
- Cronograma de manufactura
- Orden del lugar de trabajo
- Tiempo trabajado
- Documentación de la utilización de las maquinas
- Seguimiento a los trabajos realizados por cada operario
- Control del número de unidades a fabricar
- Control de calidad durante el proceso
- Orden de la información
- Entrega de trabajo al cliente
- Control de calidad antes del proceso

## 2.8 DISEÑAR TÉCNICAS DE CONTROL QUE GARANTICEN EL CUMPLIMIENTO DE LOS PUNTOS DE CONTROL

Las técnicas de control definidas permiten llevar un control de la correcta ejecución de cada uno de los puntos de control definidos, en otras palabras permiten medir que tan bien se está haciendo su seguimiento. Estas técnicas preestablecidas durante el proceso de diseño permiten llevar a cabo un control más cercano de cada una de las actividades además de disminuir el costo del control, pues los mismos encargados de las operaciones tienen la responsabilidad de supervisarlas y controlarlas aumentando la capacidad que tiene un solo supervisor de asistir un grupo mayor de trabajadores.<sup>8</sup>

Para este trabajo no se establecieron técnicas de control para cada uno de los puntos de control mencionados en el paso anterior “**Establecer los objetivos de control o puntos de control para conseguir la finalidad del proceso**”. En este paso se mencionaron más objetivos de control de los que se controlarían pues se quiso mostrar a la empresa aquellos puntos que debía monitorear durante la ejecución de las actividades.

En la tabla 37 se listan solo los puntos de control para los cuales se diseñaron técnicas de control para el proceso.

Tabla 37. Puntos de control y técnicas de control para el proceso de fabricación

Número	Puntos de control	Técnicas de control
1	Recepción de planos y verificación de las necesidades del cliente	Realizar un formato estándar de toma de pedido donde se especifiquen todos los parámetros necesarios para el total desarrollo del trabajo
2	Comunicación precisa con el cliente.	Aprobación de diseños por parte del cliente  Firmar formato de recepción de pedido.
3	Precisión en la especificación de los recursos (Materia Prima ,Herramienta)	Diligenciar lista de requerimientos
4	Recepción y almacenamiento de recursos para producción	Firmar orden de pedido si los productos recibidos cumplen con las especificaciones.
5	Orden de la información	Almacenar toda la información de un trabajo bajo el número de orden de trabajo
6	Planeación de uso de maquinaria	Hacer programas de planeación de producción u ocupación de máquina (Concluir sobre esta actividad, como se desarrollará su control. Con los diagramas de Gantt entregados a cada operario).
7	Cronograma de manufactura	Desarrollo y seguimiento de cronograma de manufactura.

<sup>8</sup> EDEBÉ. Tecnología Mecánica 5: Máquinas y Herramientas. España: Edebé (1993)

		Se entrega a cada operario la programación de la producción desarrollada para la semana en curso.
8	Comunicación precisa con manufactura	Cada trabajo es pasado a los operarios con sus planos y su orden de fabricación
9	Control de calidad antes del proceso	Revisión de los recursos recibidos.
10	Control de tiempos de producción	Diligenciar fechas de inicio, terminación y entrega de cada trabajo
12	Control de calidad durante el proceso	Diligenciar la casilla de control de calidad en la orden de trabajo para cada operación realizada
12	Trazabilidad	Cada trabajo tiene consigo en todo momento su orden de trabajo
13	Tiempo trabajado	Totalizar en orden de trabajo
14	Documentación de la utilización de las maquinas	Declarar en orden de trabajo
15	Seguimiento a los trabajos realizados por cada operario	Declarar en orden de trabajo
16	Control del número de unidades a fabricar	Declarar en orden de trabajo
17	Control de calidad Final	Diligenciar la casilla de control de calidad al final del proceso en la orden de trabajo
18	Control del reproceso	Especificar si el trabajo debe ser reprocesado
19	Control de servicios externos	Diligenciar orden de servicio
20	Orden de la información	La información de manufactura se almacena bajo el mismo número de orden de trabajo. Trazabilidad.
21	Entrega del trabajo al cliente	El cliente firma formato de entrega a satisfacción.

Elaboración propia.

Figura 13. Formato “Recepción de pedido”

MAQUIBEG SAS	Formato de recepción de pedido
Nombre trabajo	
Cliente	
Fecha de entrega	
Identificación de planos	
Material	
Tratamiento térmico	
Firma cliente	

Elaboración propia.

Este formato es el encargado del control de los puntos de control 1 y 2. Este formato requiere entre sus campos, el “Nombre del trabajo” con el fin de tener una referencia

única para cada trabajo, la identificación de plano con el propósito de relacionar los planos con el trabajo y la firma del cliente ya que con esto se garantiza que este acepta lo que se realizará pues afirma haber estado de acuerdo con los planos levantados para el trabajo.

Figura 14. Formato “Lista de requerimientos”

MAQUIBEG SAS		Lista de requerimientos	
Nombre trabajo			
Tiempo de maquina			
	Maquina		
Material		Entrega a satisfacción	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
Montages			

Elaboración propia.

Este formato se utilizará para el control del punto de control 3. En este formato se especificarán todos los recursos necesarios para el desarrollo de cada trabajo. Este formato tiene el “Nombre del trabajo” como primera información necesaria con el fin de identificar precisamente a que trabajo corresponden los recursos listados.

Figura 15. Formato “Orden de compra”

MAQUIBEG SAS	Orden de compra
Nombre	
Fecha	
Requerimiento	
Recepción a satisfacción	

Elaboración propia.

Este formato es el encargado del control del punto de control 4 y 9. Para hacer cada compra de recursos para producción, sean herramientas o materia prima, quien demanda la compra coloca su nombre en el campo “Nombre” y diligencia este formato con la información precisa del producto a comprar, información que se diligencia en la casilla “Requerimientos”. La casilla “Recepción a satisfacción” es firmada por la persona que requiere el bien comprado al ser este recibido y haberse comprobado que es realmente el producto pedido, esto es identificado como el control de calidad antes del proceso.

Figura 16. Formato “Orden de servicio”

MAQUIBEG SAS	Orden de servicio
Proveedor	
Servicio	
Fecha de salida	
Fecha de entrega	
Recibe	

Elaboración propia.

Formato en cargo del control del punto de control 19. Este formato se diligencia al contratarse un servicio externo. En el campo “Servicio” se especifican las características del tiempo de servicio a contratar. Finalmente, al recibir el servicio, la persona que recibe el producto terminado firma el campo “Recibe” una vez se haya cerciorado que el servicio recibido cumple con las especificaciones dictadas en el campo “Servicio”.

Figura 17. Formato “Orden de fabricación”

MAQUIBEG SAS		Orden de fabricación	
Nombre trabajo		Unidades	
		Reproceso	<input type="checkbox"/>
Responsable		Servicio externo	<input type="checkbox"/>
Cliente		Fecha salida	
Fecha inicio		Fecha regreso	
Fecha fin		Control de calidad final	<input type="checkbox"/>
Fecha entrega			
Operación realizada	Control de calidad	Tiempo de ejecución	Máquina
	<input type="checkbox"/>		
Comentarios			

Elaboración propia.

Este formato reúne toda la información necesaria para el seguimiento de la producción y el aseguramiento del cumplimiento de la programación de esta. Este formato es el encargado de controlar los puntos de control 6 a 8 y 10 a 18, siendo el más importante de todos los controles diseñados. Por esta razón se describirá la manera como se efectuará el control en cada punto de control vinculándose esta información al campo concerniente del formato.

A continuación se lista cada uno de los puntos de control y se describe la forma de llevar a cabo su control:

- Planeación de uso de maquinaria y cronograma de manufactura: Para dictar a los operarios el orden de ejecución de los trabajos se les dará un cronograma de fabricación para cada semana, el cual podrá interrumpirse para la realización de trabajos no planificados siempre y cuando no se interrumpa la ejecución de ningún trabajo en proceso. Estos cronogramas serán estructurados como diagramas de Gantt, los cuales tendrán el orden de producción y el tiempo anteriormente estimado para cada trabajo. Ya que los diagramas entregados a los operarios son iguales, en estos se discriminará el trabajo correspondiente a cada uno de ellos. Estos cronogramas con iguales con el fin de mostrar gráficamente el tiempo disponible de cada máquina y la planeación de utilización para cada semana que de estos recursos se tiene.
- Comunicación precisa con manufactura: Junto con este formato se entrega a los operarios los planos de cada trabajo y los materiales para la fabricación de este. Si para dicho trabajo se compraron nuevas herramientas se ponen estas inmediatamente se reciban al servicio de todo el personal.
- Control de tiempos de producción: Con el fin de hacer conscientes a los operarios de las fechas importantes para cada trabajo, el formato contiene los siguientes campos: “Fecha inicio”, “Fecha terminación” y “Fecha entrega”. De estas fechas, se considera más significativa la fecha de entrega, ya que le permite al operario estar atento a la producción de cada trabajo con el fin de evitar demoras en la entrega al cliente.
- Control de calidad durante el proceso: El campo “Control de calidad” del formato contiene unas casillas que se marcan al terminarse, acorde con las especificaciones demandadas, cada operación a realizan durante el trabajo, las cuales se especifica bajo el campo “Operación realizada”.
- Trazabilidad: Ya que cada trabajo tiene siempre consigo su orden de trabajo, si por alguna razón este fuera interrumpido no tomaría mucho tiempo ni esfuerzo determinar los siguientes procesos a seguir en su proceso de producción.
- Tiempo trabajado: En el campo “Tiempo de ejecución” se documenta el tiempo real de duración de cada una de las operaciones realizadas con el fin de llevar un control de la utilización del tiempo y documentar la historia de los trabajos ejecutados y sus requerimientos.
- Documentación de la utilización de las maquinas: Con el fin de llevar a cabo este control, se documenta bajo el campo “Máquina” el proceso utilizado para la ejecución de cada operación, esto con el fin de desarrollar programas de mantenimiento preventivo no incluidos en el presente trabajo.
- Seguimiento a los trabajos realizados por cada operario: Ya que cada trabajo se asigna a un operario, la orden de trabajo tiene un campo denominado “Responsable” en el cual el operario pone su nombre. Gracias a esto es fácil determinar que operario ejecuto cada trabajo con el fin de atender demandas de calidad y reclamos de los clientes.
- Control del número de unidades a fabricar: En el campo “Unidades” se especifican las unidades requeridas para el trabajo a realizar.
- Control de calidad Final: La realización de este control se documenta marcando la casilla ubicada en el campo “Control de calidad final”. Aunque después de haber

llevado un control de calidad riguroso durante la fabricación debe garantizarse un trabajo dentro de especificación al finalizar el proceso, se lleva a cabo este control con el fin de asegurarse que un trabajo fuera de especificación no llegará a manos del cliente. Este control se lleva a cabo por el mismo operario encargado de la fabricación del trabajo o por el jefe de taller.

- Control del reproceso: Con el fin de evidenciar que trabajos deben ser reprocesados o están en reproceso, se diligencia el campo “Reproceso”. Este campo se diligencia en la orden de fabricación, tanto para un trabajo que deba ir a reproceso, como para un trabajo que se encuentra en reproceso.

La documentación de la información recopilada en este formato se dejará en manos de la empresa para que la gestione como crea conveniente.

Figura 18. Formato “Entrega a satisfacción”

MAQUIBEG SAS	Entrega a satisfacción
Cliente	
Nombre trabajo	
Fecha de inicio	
Fecha de entrega	
Firma cliente	

Elaboración propia.

Formato encargado del control del punto de control 21. Este formato se diseñó con el fin de evitar reclamos una vez el cliente ha recibido el trabajo, ya que a veces estos últimos tienen errores en los planos y especificaciones entregadas para la fabricación de sus trabajos y evitan los costos de esta falla inculcando la empresa.

Para el control de los puntos de control 5 y 20 no se tienen formatos pues lo que estos buscan es documentar toda la información referente a los trabajos.

La actividad 5 busca adjuntar toda la información referente a especificaciones de cada trabajo con el fin de ejecutar estos más ágilmente si alguna vez el cliente los demandara nuevamente. Para la actualización de esta información la empresa, de acuerdo a su experiencia definirá horizontes de tiempo. La organización de esta información se deja en manos de la empresa.

La actividad 20 busca documentar en bases de datos información relevante recogida en los formatos, como por ejemplo tiempo de fabricación real de cada trabajo, problemas presentados en la ejecución de esto, entre otros. La ejecución de esta actividad se deja en manos de la empresa.

Como puede observarse los formatos desarrollados serán utilizados como técnica de control para garantizar que la ejecución de las actividades clave se cumplan por medio del monitoreo de los puntos de control determinados.

Desarrolladas estas técnicas de control para garantizar el cumplimiento de la planeación y programación de la producción se da por cumplido el objetivo específico número seis planteado en el anteproyecto.

## **2.9 LEVANTAMIENTO, REDACCIÓN Y APLICACIÓN DEL PLANES DE MEJORA**

Luego de estudiado y evaluado el proceso y el mejoramiento de las actividades clave se estructura una propuesta de mejora para este, la cual se desarrolla y aplica mediante los siguientes tres pasos:

### **2.9.1 Establecer el plan de mejoras**

Estos planes de mejora dictan las acciones a implementar para lograr que el proceso opere como lo dicta el rediseño.

En los planes de mejora se especifica la siguiente información:

- Análisis de causa: Definición del problema que pretende corregirse.
- Acción correctiva: Medida que pretende corregir la causa descrita.
- Recursos: Necesidades con las que debe contar la acción correctiva para lograr su objetivo, estas pueden ser; materiales, financieras o humanas.
- Responsable: Persona a quien compete la ejecución de la acción correctiva.
- Fecha de implementación: Fecha de inicio de la acción correctiva.
- Meta: Es lo que se obtendrá con la implementación de la acción correctiva.
- Impacto esperado: Es lo que pretende lograr la acción correctiva a partir de lo que la meta dicta que se debe conseguir.

Este plan de mejora será expuesto a la empresa al momento de comenzar la aplicación del proyecto. Mirar anexo 2.

### **2.9.2 Ejecutar el plan de mejoras**

Inicialmente se expone a todas las personas relacionadas con el proceso intervenido los flujos de proceso acorde a los cuales se operaba antes del rediseño, ver figura 8, para luego mostrarles el flujo rediseñado, ver figura 9, y evidenciar los cambios de manera visual.

Luego de identificados los cambios en el flujo se expone la caracterización del proceso con el fin de establecer aspectos como controles y responsables de las actividades ejecutadas dentro de cada proceso. En este paso se comunica a los trabajadores la importancia que tiene la toma de decisiones lo más cerca posible del problema, es decir,

que se tomen en el nivel más bajo que sean requeridas y que haya el menor número de estos entre el problema y la decisión.

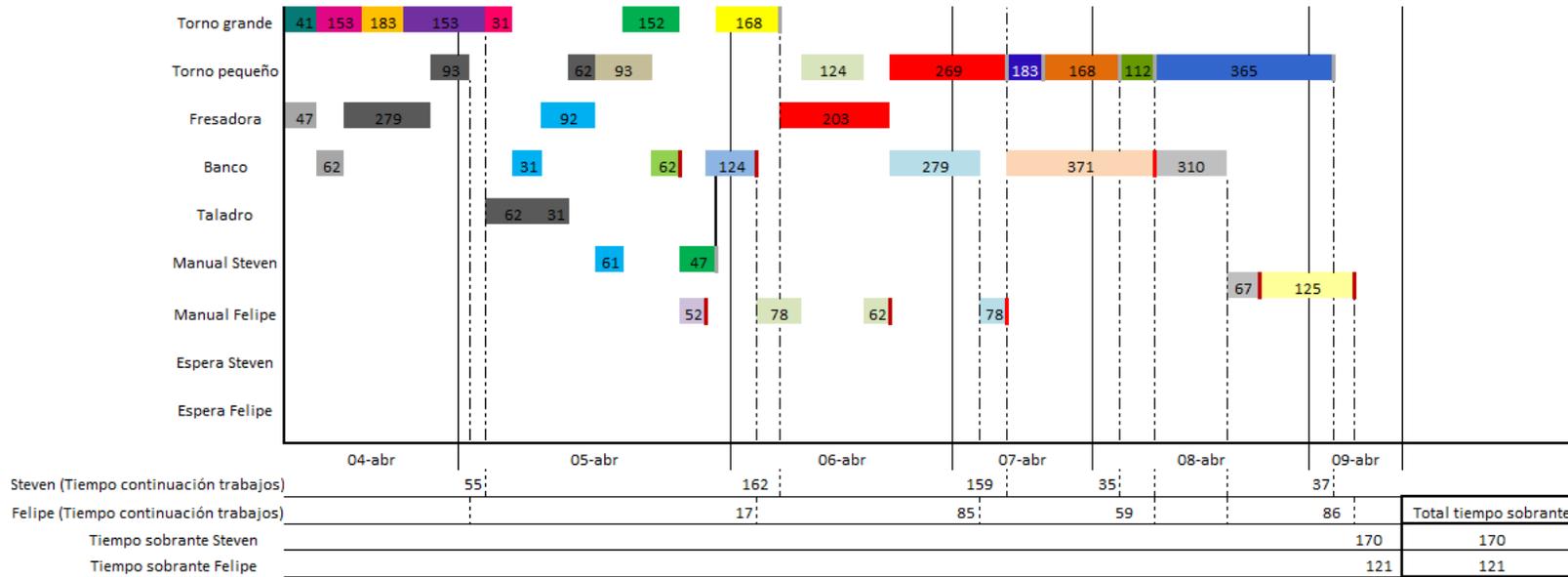
Después de haber resuelto todas las dudas al respecto del nuevo método de trabajo, especialmente al respecto de los controles, comienza la implementación desde la semana anterior consignando en la base de datos antes mencionada la información correspondiente a los trabajos cotizados durante esta semana.

El viernes de esa semana se hace la planeación y la programación de la producción de la semana siguiente asignando trabajos a cada uno de los operarios y mostrándoles el tiempo que deben demorarse en cada uno de ellos acorde con los estimativos realizados. Ver gráfico 5.

La operación bajo el método propuesto se seguirá durante una semana con el fin de evidenciar la mejora en el cumplimiento gracias a la mejor utilización de los tiempos de fabricación, la planeación y programación de la producción. Se tomó una semana como el tiempo destinado al seguimiento de la producción ya que es el horizonte de planeación máximo con el que puede contar la empresa con el número de trabajos acumulados usualmente.

La planeación y programación de los trabajos que se ejecutaran en la semana de aplicación se expone a continuación en el gráfico 5.

Gráfico 5. Planeación para la semana de aplicación



Trabajos Felipe (Colores pastel)	
[Color]	Fabricación buriles Centro aceros
[Color]	Chumaceras Centro aceros Perforaciones
[Color]	Chumaceras Centro aceros Cono
[Color]	Chumaceras Centro aceros Roscas y pulido
[Color]	Chumaceras Centro aceros Avellanado
[Color]	Chumaceras Centro aceros Pulido
[Color]	Separadores
[Color]	Ensamble puente grúa
[Color]	Mezcladores
[Color]	Cono
[Color]	Roscar crisol
[Color]	Carros
[Color]	Parillas
[Color]	Soporte caneca
[Color]	Carro de bongos

Trabajos Steven (Colores vivos)	
[Color]	Cabezal puente grúa 1
[Color]	Cabezal puente grúa 2
[Color]	Cabezal puente grúa 3
[Color]	Cabezales puente grúa pulir
[Color]	Ranurar buje
[Color]	Fabricar cuñas
[Color]	Ajustar ejes puente grúa y cuñeros
[Color]	Camisa
[Color]	Porta-magnetos
[Color]	Cajas A-Maq
[Color]	Broches
[Color]	Cuchillas
[Color]	Soporte sistema formador

Total tiempo trabajado estimado + Tiempos varios	4873
Tiempo sobrante	291
Total tiempo semana	5198
Demostración balance de tiempos	34

[Color]	Tiempo de espera
[Color]	Pausas para otros trabajos
[Color]	Trabajos terminados por Felipe
[Color]	Trabajos terminados por Steven

Elaboración propia.

Para la ejecución de los trabajos anteriormente listados se dijo a los trabajadores que para comenzar un nuevo trabajo o atender alguno no planeado debía primero terminarse el trabajo en curso. Además el dueño de la empresa fue enfático en el comienzo oportuno de la jornada laboral y el uso del tiempo de la jornada laboral en actividades concernientes a la labor productiva de la empresa.

Según esta programación los retrasos en la entrega de los trabajos serían los siguientes.

Tabla 38. Estado de los retrasos para la simulación de la semana después

Trabajo	Fecha de pedido	Fecha estimada de entrega	Fecha de entrega teórica	Días de retraso teóricos	Cliente
Roscar crisol	30-mar	04-abr	05-abr	1	Prebel
Manual					
Reproceso	01-abr	06-abr	08-abr	2	Prebel
Parillas					
Banco	11-mar	30-mar	06-abr	7	Puente grúa Centro aceros
Montaje puente grúa					
Mezcladores	23-mar	31-mar	05-abr	5	Plastextil
Torno pequeño					
Cono	18-mar	04-abr	06-abr	2	Tecnimec
Manual					
Torno pequeño					
Camisa	31-mar	06-abr	06-abr	0	Hidrotec
Torno grande					
Carros	16-mar	05-abr	07-abr	2	Plastextil
Banco					
Manual					
Porta-magnetos	28-mar	06-abr	06-abr	0	A-Maq
Torno pequeño					
Fresadora					
Corregir planos					
Reproceso					
Soporte caneca	30-mar	09-abr	08-abr	-1	Prebel
Banco					
Cajas A-Maq	30-mar	07-abr	08-abr	1	A-Maq
Fresadora					
Broches	29-mar	07-abr	07-abr	0	Prebel
Fresadora					
Soporte sistema formador	28-mar	15-abr	09-abr	-6	Pi-Tec
Fresadora					
Carro de bongos	31-mar	11-abr	09-abr	-2	Prebel
Banco					
Cuchillas	30-mar	11-abr	08-abr	-3	Plastextil
Fresadora					

Elaboración propia.

En la tabla 38, los primero ocho trabajos de Felipe y los primeros siete de Steven, fueron agrupados en el trabajo “Montaje puente grúa” por ser estos requerimientos para la fabricación de este pedido.

Tabla 39. Trabajos entregados dentro del plazo simulación de la semana después

Número de trabajos entregados dentro del plazo/número de trabajos realizados (Esperado)	Número de trabajos entregados dentro del plazo/número de trabajos realizados (Obtenido)
90%	50,00%

Elaboración propia.

En la tabla 39 se puede ver que los trabajos entregados a tiempo que podrían obtenerse en la semana después son el 50%, 6,25% más que los trabajos entregados a tiempo en la simulación de como hubiera sido la semana antes si se hubiera planeado y programado la producción, gráfico 5 y tabla 42, y 18,75% más que la cifra hallada para el seguimiento de la semana antes, tabla 17.

A partir de esto puede darse como alcanzado el objetivo general ya que se da a la empresa una guía para la obtención de la mejora anteriormente citada.

Ya que los días de retraso para esta semana no son significativamente muy diferentes, se realiza un promedio ponderado para determinar la media de días de retraso para los pedidos de esta semana.

Tabla 40. Promedio días de retraso simulación semana después

						Promedio
Suma días de retraso	7	5	2	1	15	3
Suma número de trabajos atrasados	1	1	3	2	7	

Elaboración propia.

En la tabla 40 se evidencia una disminución de un día en el promedio de los tiempos de retraso en la entrega, teniendo en cuenta que la demora más larga presente es siete y no 28 o 27 días como los anteriormente presentes.

Habiendo ejecutado la programación de producción propuesta y utilizado las herramientas diseñadas para la programación y la planeación se da cumplimiento total a los objetivos específicos tres, cuatro, cinco y seis.

### 2.9.3 Supervisar y evaluar los resultados (Comparación entre la semana Antes y la semana Después)

Para evidenciar las mejoras logradas con este proyecto se creará el escenarios de como hubiera sido la producción en la semana estudiada inicialmente utilizando la programación de producción para le ejecución de los trabajos.

A continuación se expone el diagrama de Gantt con la programación de los trabajos realizados durante esta semana antes, Gráfico 6. Este diagrama fue desarrollado con los tiempos mostrados en la tabla 24. Con el propósito de lograr la mayor precisión posible en la ilustración de los tiempos, los trabajos que no fueron interrumpidos durante su

ejecución fueron ilustrados en dicho diagrama con su tiempo real de fabricación y aquellos que fueron interrumpidos fueron ilustrados con el tiempo estimado de fabricación afectado por el factor de desviación hallado para cada operario. La duración de los días para esta semana es de 475 minutos de lunes a viernes y de los sábados fue de 207 minutos, esto debido a la resta de los tiempos varios. Vale aclarar que los trabajos de esta semana pudieron haber sido ejecutados en cualquiera de los dos turnos, por lo cual hay diferencia en aquellos utilizados para ciertos trabajos durante la semana antes, tablas 10-15 y la planeación del gráfico 6.

En este diagrama se observan los trabajos ejecutados por los diferentes operarios como hubiera podido hacerse si se hubiera programado la producción, tanto trabajos planeados como no planeados. Aunque hay trabajos no planeados que fueron ejecutados, lo que se busco fue no interrumpir ningún trabajo en curso antes de comenzar con la ejecución de otro trabajo, ya fuera planeado o no.

Se observa que se ejecuta primero el trabajo “Rosca trapezoidal” que el trabajo “Montaje balanceo” ya que este último tiene una fecha de entrega posterior.

Los “Total tiempo cotizaciones y entregas” aunque no son ilustrados en el diagrama pueden verificarse en el seguimiento a la producción de la semana antes, tablas 10-15.

Los “Tiempos varios” son aquellos correspondientes al factor de utilización hallado.

El “Tiempo sobrante total real” es la resta de los “Tiempos varios” y “Total tiempo cotizaciones y entregas” al “Total tiempo sobrante”, con el fin de cuantificar el tiempo no utilizado en la producción de la semana antes que hubiera resultado debido a la falta de disponibilidad de trabajos.

Los “(Tiempo continuación trabajos)” para cada operario son los tiempos dedicados a cada trabajo que se parten y quedan pendientes de ejecución para el día siguiente.

La cifra “Tiempo sobrante total real” es el tiempo que hubiera sobrado luego de ejecutados todos los trabajos. Este tiempo es de 813 minutos, lo cual equivale a 13,55 horas, tiempo muy similar a aquel hallado anteriormente como posible tiempo desperdiciado por las tres causas antes mencionadas y por la interrupción en el desarrollo de los trabajos.

Nótese que en esta imagen la parte correspondiente a “Banco” del trabajo “Volante” pudo haber sido terminada por Felipe haciendo posible que Steven comenzara con el siguiente trabajo, “Eje acople agitador”. Lo mismo sucede con este último, para el cual su parte de soldadura es realizada por Felipe. Durante este tiempo, Steven realiza el corte del material para el trabajo “Placas soporte”, lo cual puede considerarse como un trabajo manual. Al finalizar esta operación debe aún esperar treinta minutos, tiempo que puede ser dedicado a la limpieza y organización, por esto no se toma como un tiempo desperdiciado, esto con el fin de no interrumpir trabajos una vez comienza la ejecución de estos.

Tabla 41. Fechas de entrega posibles para la semana antes

Trabajo	Fecha de pedido	Fecha estimada de entrega	Fecha real de entrega	Días de retraso	Fecha de entrega posibles	Días de retraso posibles	Cliente
Pulir soportes caja A-Maq	17-ene	25-ene	22-feb	28	21-feb	27	A-Maq
Caja A-Mac	17-ene	25-ene	22-feb	28	21-feb	27	A-Mac
Manual							
Fresadora							
Escaleras	10-ene	28-ene	24-feb	27	23-feb	26	Plastextil
Volante	22-Ene	28-Ene	24-feb	27	22-feb	25	Plastextil
Torno							
Fresadora							
Banco							
Averiguar medidas	21-feb	21-feb	21-feb	0	21-feb	0	Tecnimec
Tapa cilindro							
Torno	18-feb	23-feb	25-feb	2	25-feb	2	Prebel
Parrillas joyería							
Torno montage							
Banco	15-feb	18-feb	25-feb	7	22-feb	4	Mundial de vibraciones
Eje acople agitador							
Torno							
Fresadora							
Banco	14-feb	18-feb	23-feb	5	24-feb	6	Maquitec
Espárragos							
Torno							
Banco	22-feb	22-feb	22-feb	0	22-feb	0	Mundial de vibraciones
Placas de soporte							
Fresadora							
Manual	22-feb	25-feb	23-feb	-2	24-feb	-1	Mundial de vibraciones
Montaje balanceo							
Torno	23-feb	23-feb	23-feb	0	23-feb	0	Prebel
Molde							
Fresadora	18-feb	21-feb	25-feb	4	23-feb	2	Indupuertas
Ejes rodillo puerta							
Torno	24-feb	24-feb	24-feb	0	24-feb	0	Tecnimec
Rosca trapezoidal							
Torno	25-feb	25-feb	26-feb	1	25-feb	0	Tecnimec
Trinquete y camisa							
Torno	25-feb	28-feb	-	-	-	-	A-Maq
Acordeón							
Banco	21-feb	25-feb	26-feb	1	23-feb	-2	Mundial de vibraciones
Eje acople impulsor							
Torno							

Elaboración propia.

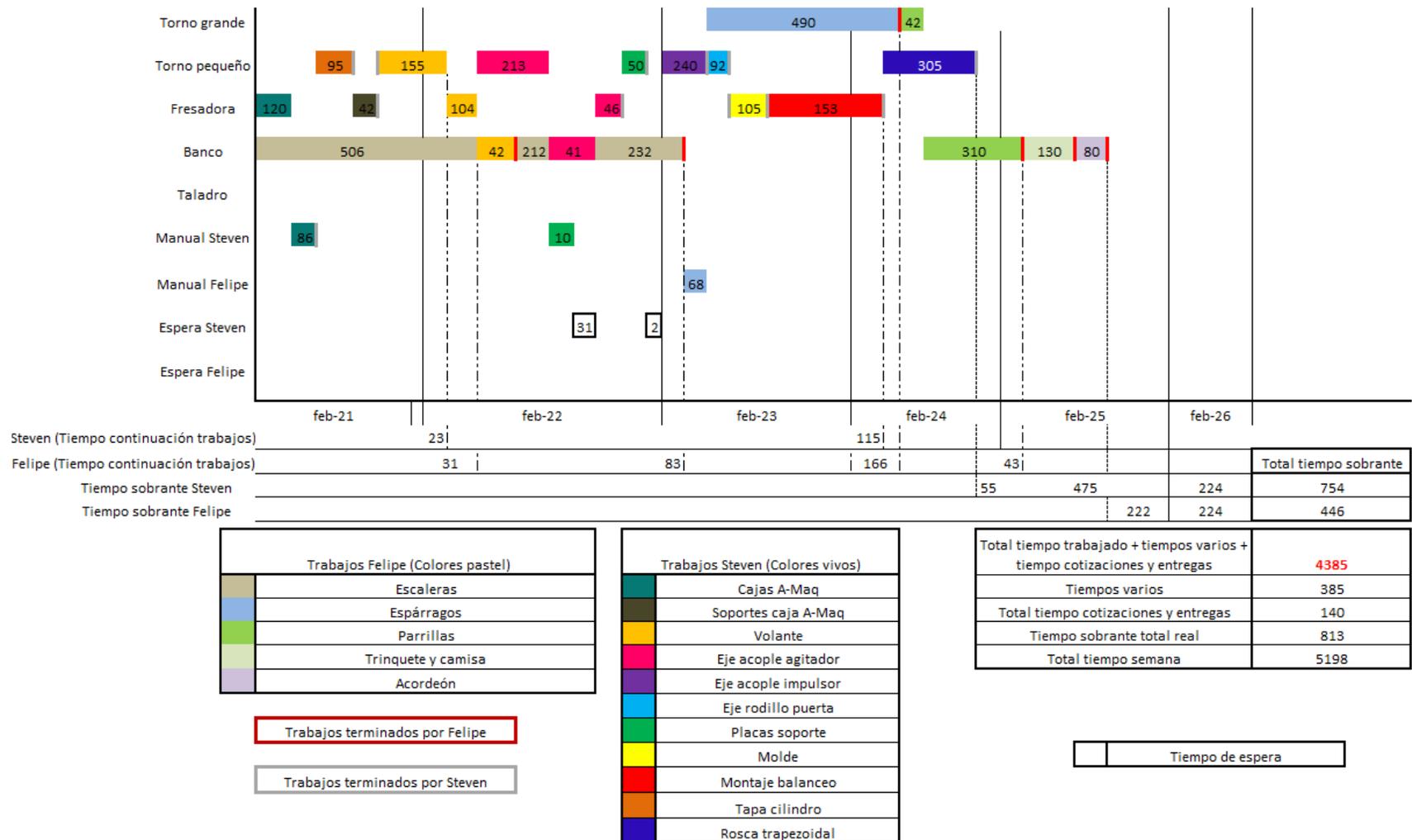
Tabla 42. Trabajos para la semana antes entregados dentro de los plazos pactados

Número de trabajos entregados dentro del plazo/número de trabajos realizados (Esperado)	Número de trabajos entregados dentro del plazo/número de trabajos realizados (Obtenido)
90%	43,75%

Elaboración propia.

La tabla 42 evidencia que 43,75%, es decir 7 de 16, de los trabajos hubieran podido ser entregados a tiempo.

Gráfico 6. Planeación posible para la semana estudiada inicialmente



Elaboración propia.

En la tabla 41 se muestra como hubiera podido haber sido el estado de las entregas para la semana antes si se hubiera hecho una programación y planeación de la producción como se propone en este trabajo.

Ya que no es posible establecer como hubiera podido ser la utilización del tiempo durante la semana antes con el fin de hallar el estado del indicador “Número de minutos trabajados / número de minutos de la jornada” y compararlo con el resultado de este durante el seguimiento de la semana después, se recalca al lector la comparación entre el “Tiempo improductivo (h)” presente en la tabla 21 y el “Tiempo improductivo no justificado” presente en la tabla 54 y el “(Tiempo real – Tiempo estimado)(min)” presente en la tabla 29 y el “(Tiempo trabajado- Tiempo estimado)(min)” presente en la tabla 56, con el fin de que observe la mejor utilización del tiempo lograda durante esta última semana.

Sometiendo los días de retraso obtenidos para el escenario de como hubiera sido la semana antes si se hubieran planeado y programado los trabajos, se obtienen los resultados de las tablas 43 y 44.

Tabla 43. Días de retraso ponderados para como hubiera sido la semana antes

Suma días de retraso	27	26	25	6	4	2	90
Suma número de trabajos atrasados	2	1	1	1	1	1	7
Porcentaje de trabajos atrasados sobre el total	28,57%	14,29%	14,29%	14,29%	14,29%	14,29%	1
Ponderado de días de retraso	7,71	3,71	3,57	0,86	0,57	0,29	<b>17,00</b>
							<b>Total Ponderados días de retraso</b>

Elaboración propia.

Igual como se realizó anteriormente, se remueven del análisis los datos más grandes y se hace un promedio simple. Tabla 46

Tabla 44. Promedio simple de días de retraso para como hubiera sido la semana antes

					Promedio
Suma días de retraso	6	4	2	12	4
Suma número de trabajos atrasados	1	1	1	3	

Elaboración propia.

Como se puede observar, contrastando las tablas 18 y 19 con las tablas 43 y 44 , el promedio ponderado de la demora aumentó en estas últimas debido a que el número de trabajos entregados dentro del plazo estipulado fue mayor, 7 de 16, lo cual disminuye el número de datos analizado. Además puede verse que los tiempos de retraso para todos los trabajos entregados tarde se redujo, excepto para el trabajo “Espárragos”, el cual aumentó en un día.

Con el objetivo de hacer una comparación del cumplimiento en la entrega y contrastar el uso del tiempo de producción percibido durante la semana antes y aquel logrado realmente durante la semana después, se ilustra el seguimiento de la producción en las tablas 45- 55 y el orden de ejecución de los trabajos y su estado de cumplimiento en la tabla 51.

Tabla 45. Producción lunes 4 de abril

Felipe						Steven					
Horas	Tiempo en reloj	Trabajo	Maquina	Tiempo Estimado por operación (min)	Tiempo real de operación (min)	Horas	Tiempo en reloj	Trabajo	Maquina	Tiempo Estimado por operación (min)	Tiempo real de operación (min)
7						7					
	7:35-8:30	Roscar crisol	Manual	50	55		7:35-8:50	Ranurar buje	Torno pequeño	60	75
8	8:35-9:00	Parrillas	Banco	360	25	8					
	Desayuno						8:50-9:15	Entrega		-	25
9	9:35-10:20	Reproceso roscado crisol	Manual	40	45	9	9:15-10:00	Entrega		-	45
10	10:25-11:30	Parrillas	Banco	-	65	10	Desayuno				
11	11:30-12:00	Cabezal puente grúa	Torno grande	40	30	11	10:35-1:00	Diámetros interiores chumaceras	Fresadora	270	145
12	12:00-1:00	Parrillas	Banco	-	60	12					
1	Almuerzo					1	Almuerzo				
2				-	180	2				90	95
3	2:00-5:00	Parrillas	Banco			3	2:00-3:25	Cono chumaceras	Torno pequeño		
4						4	3:30-5:00	Limpieza		-	90

Tiempo trabajado (min)	460
Tiempo estimado (min)	130
Tiempo improductivo (min)	50

Tiempo trabajado (min)	315
Tiempo estimado (min)	420
Tiempo improductivo (min)	195

Elaboración propia.

Tabla 46. Producción martes 5 de abril

Felipe						Steven					
Horas	Tiempo en reloj	Trabajo	Maquina	Tiempo Estimado por operación (min)	Tiempo real de operación (min)	Horas	Tiempo en reloj	Trabajo	Maquina	Tiempo Estimado por operación (min)	Tiempo real de operación (min)
7	7:25-8:30	Parrillas	Banco	-	65	7					
8	8:40-9:30	Roscas y pulido de chumaceras	Taladro	60	85	8	7:45-9:30	Ajustar ejes puente grúa	Torno pequeño	150	-
9	Desayuno					9	Desayuno				
10	10:05-10:50	Fabricación buriles	Fresadora	45	45	10	10:00-10:20	Ajustar ejes puente grúa	Torno pequeño	-	125
11	10:55-12:15	Fabricación buriles	Banco	60	80	11	10:30-12:45	Cabezal puente grúa	Torno grande	150	135
12	12:30-1:20	Diligencia		-	30	12					
1	Almuerzo					1	Almuerzo				
2	2:00-3:10	Separadores	Torno pequeño	90	70	2					
3	3:22-4:14	Mezcladores plastextil	Torno pequeño	60	52	3	2:00-4:40	Cabezal puente grúa	Torno grande	180	160
4	4:15-5:00	Avellanar chumaceras	Taladro	30	45	4	4:40-5:00	Limpieza		-	20

Tiempo trabajado (min)	442
Tiempo estimado (min)	345
Tiempo improductivo (min)	68

Tiempo trabajado (min)	420
Tiempo estimado (min)	480
Tiempo improductivo (min)	90

Elaboración propia.

Tabla 47. Producción miércoles 6 de abril

Felipe						Steven					
Horas	Trabajo	Maquina	Tiempo Estimado por operación	Tiempo real de operación (min)		Horas	Trabajo	Maquina	Tiempo Estimado por operación (min)	Tiempo real de operación (min)	
	Tiempo en reloj						Tiempo en reloj				
7	7:00-7:45	Llevar trabajo plastextil		-	45	7	7:05-7:30	Fabricar cuñas	Manual	30	25
8	7:45-9:00	Organizar ensamble puente grúa		-	75	8	7:40-9:00	Pulir chumaceras	Torno pequeño	60	80
9	<b>Desayuno</b>					9	<b>Desayuno</b>				
	9:30-10:30	Pulir cuñeros	Manual	45	60		9:50-11:30	Fabricar cuñas	Fresadora	90	100
10	10:30-11:00	Cabezal puente grúa	Manual	30	30	10					
11	11:00-1:00	Ensamble puente grúa	Manual	120	120	11	11:30-12:30	Fabricar cuñas	Manual	60	60
12						12	12:30-1:00	Ensamble puente grúa	Manual	-	30
1	<b>Almuerzo</b>					1	<b>Almuerzo</b>				
2	2:00-3:30	Cono	Manual	75	90	2	2:00-5:00	Camisa hidrotec	Torno Grande	165	180
3			Torno pequeño	120	90	3					
4	3:30-5:00					4					

Tiempo trabajado (min)	510
Tiempo estimado (min)	390
Tiempo improductivo (min)	0

Tiempo trabajado (min)	475
Tiempo estimado (min)	345
Tiempo improductivo (min)	35

Elaboración propia.

Tabla 48. Producción jueves 7 de abril

Felipe						Steven					
Horas	Trabajo	Maquina	Tiempo Estimado por operación	Tiempo real de operación (min)		Horas	Trabajo	Maquina	Tiempo Estimado por operación (min)	Tiempo real de operación (min)	
	Tiempo en reloj						Tiempo en reloj				
7	7:10-9:00	Cono	Manual	60	110	7	7:10-9:00	Roscar eje	Torno pequeño	90	-
8											
9	<b>Desayuno</b>					9	<b>Desayuno</b>				
	9:45-10:15	Compras rodamientos	-	-	30		9:30-10:15	Roscar eje	Torno pequeño	-	185
10	10:30-1:00	Carros Plastextil	Banco	180	-	10	10:45-11:15	Corregir planos Porta-magnetos			30
11						11:15-1:00	Porta-magnetos	Torno pequeño	120	-	
12						12					
1	<b>Almuerzo</b>					1	<b>Almuerzo</b>				
2	2:00-2:50	Carros Plastextil	Banco	-	200	2	2:00-3:45	Porta-magnetos	Torno pequeño	-	210
3	2:50-3:15	Limpiar			25						
4	3:15-5:00	Flanche	Torno Pequeño	120	105	4	3:45-5:00	Fresadora	90	75	

Tiempo trabajado (min)	415
Tiempo estimado (min)	360
Tiempo improductivo (min)	95

Tiempo trabajado (min)	500
Tiempo estimado (min)	300
Tiempo improductivo (min)	10

Elaboración propia.

Tabla 49. Producción viernes 8 de abril

Felipe						Steven					
Horas	Tiempo en reloj	Trabajo	Maquina	Tiempo Estimado por operación	Tiempo real de operación (min)	Horas	Tiempo en reloj	Trabajo	Maquina	Tiempo Estimado por operación (min)	Tiempo real de operación (min)
7	7:00-7:30	Limpieza			30	7	7:00-7:25	Flanche	Torno pequeño		25
8	7:30-9:00	Pintar carros Plastextil	Manual	75	90	8	7:35-9:00	Porta-magnetos	Torno pequeño	90	85
9	Desayuno					9	Desayuno				
10	9:30-1:00	Soporte caneca Prebel	Banco	300	-	10	9:30-10:35	Porta-magnetos	Fresadora	50	65
11						10:40-11:40	Repetir Porta-magnetos	Torno pequeño	55	60	
12						11:40-12:30		Fresadora	60	50	
1						Almuerzo					1
2	2:00-2:50	Trabajo personal		-	50	2	2:00-5:00	Cajas A-Maq	Fresadora	165	180
3	3:00-5:00	Soporte caneca Prebel	Banco	-	330	3					
4						4					

Tiempo trabajado (min)	420
Tiempo estimado (min)	375
Tiempo improductivo (min)	90

Tiempo trabajado (min)	465
Tiempo estimado (min)	420
Tiempo improductivo (min)	45

Elaboración propia.

Tabla 50. Producción sábado 9 de abril

Felipe						Steven					
Horas	Tiempo en reloj	Trabajo	Maquina	Tiempo Estimado por operación (min)	Tiempo real de operación (min)	Horas	Tiempo en reloj	Trabajo	Maquina	Tiempo Estimado por operación (min)	Tiempo real de operación (min)
8	8:10-9:30	Modificar carros Plastextil	Banco	90	80	8	8:10-9:30	Broches Prebel	Fresadora	180	
9						Desayuno					9
10	10:00-11:45	Recortar Rodillo	Torno grande	90	105	10	10:20-11:45	Broches Prebel	Fresadora	-	215
11	11:45-12:00	Exposición proyecto de grado		-	15	11	11:45-12:00	Exposición proyecto de grado		-	15

Tiempo trabajado	200
Tiempo estimado	180
Tiempo improductivo	40

Tiempo trabajado	230
Tiempo estimado	180
Tiempo improductivo	10

Elaboración propia.

En estas tablas se observa que la programación inicialmente propuesta no fue seguida a cabalidad, ya que algunos trabajos, como “Roscar crisol”, debieron ser adelantados pues, como en el caso del anterior trabajos, el cliente tuvo urgencia por este. Igualmente el orden de la programación propuesta fue estropeado debido a reprocesos, como el de los trabajos “Roscar crisol” y “Porta magnetos” lo cual ocasionó un consumo de tiempo no previsto. Otro factor que ocasionó la no fabricación de algunos trabajos planeados como “Carro de bongos”, “Soporte sistema formador” y “Cuchillas” fue la ejecución no planeada de los trabajos “Roscar eje”, “Flanche” y “Recortar rodillo”, aunque la no ejecución de dichos trabajos no afecta en nada el cumplimiento con el tiempo de entrega, pues su fabricación estaba planeada para el final de la semana debido a su fecha de entrega, para la semana del 11 al 16 de abril, posterior a todas aquellas de los trabajos planeados, ejecutados durante esta semana.

Aunque no haya podido lograrse el objetivo inicialmente planteado, se observa que un gran aporte de esta planeación fue el mejor aprovechamiento del tiempo destinado a producción, el cual se cuantifica en la tabla 54. Además de esto, se ejecutaron actividades de limpieza, que aunque no son actividades que agregan valor al producto, garantizan un ambiente laboral más agradable y seguro, ya que los residuos producidos por las actividades de maquinado son altamente peligrosos pues pueden enredarse en las herramientas giratorias como los tornos y causar accidentes. Igualmente se evidencia un mejor aprovechamiento del tiempo ya que las actividades laborales de cada día comenzaron más puntualmente que durante la semana antes.

Tabla 51. Seguimiento trabajos comenzados en la semana de aplicación

Trabajo	Tiempo estimado (min)	Tiempo afectado por el factor de estimación	Tiempo trabajado (min)	% de diferencia	% de diferencia con el estimado	Fecha de pedido	Fecha estimada de entrega	Fecha real de entrega	Días de retraso	Cliente
Roscar crisol	50	52	55	-10,00%	-5,77%	30-mar	04-abr	04-abr	0	Prebel
Manual	50	52	55							
Reproceso	40	42	45							
Parillas	360	371	395	-9,72%	-6,47%	01-abr	06-abr	05-abr	-1	Prebel
Banco	360	371	395							
Cabezales puente grúa	400	407	355	11,25%	12,78%	11-mar	30-mar	06-abr	7	Puente grúa Centro aceros
Manual	30	31	30							
Torno grande	370	376	325							
Ranurar buje	150	153	135	10,00%	11,76%	11-mar	30-mar	06-abr	7	Puente grúa Centro aceros
Torno pequeño	150	153	135							
Chumaceras	510	527	450	11,76%	14,61%	11-mar	30-mar	06-abr	7	Puente grúa Centro aceros
Fresadora	270	279	145							
Torno pequeño	150	155	175							
Taladro	90	93	130							
Fabricación buriles	105	109	125							
Fresadora	45	47	45	-19,05%	-14,68%	11-mar	30-mar	06-abr	7	Montaje puente grúa centro aceros
Banco	60	62	80							
Separadores	90	93	70							
Torno pequeño	90	93	70	22,22%	24,73%	11-mar	30-mar	06-abr	7	Puente grúa Centro aceros
Mezcladores	60	62	52	13,33%	16,13%	23-mar	31-mar	05-abr	5	Plastextil
Torno pequeño	60	62	52							
Ajustar ejes puente grúa y pulir cuñeros	195	199	125	35,90%	37,19%	11-mar	30-mar	06-abr	7	Puente grúa Centro aceros
Torno pequeño	150	153	125							
Manual	45	46	60							
Organizar ensamble puente grúa	-	-	75			11-mar	30-mar	06-abr	7	Montaje puente grúa centro aceros
Ensamble puente grúa	120	124	150	-25,00%	-20,97%	11-mar	30-mar	06-abr	7	Montaje puente grúa centro aceros
Banco	120	124	150							
Cono	255	264	290							
Manual	135	140	200	-13,73%	-9,85%	18-mar	04-abr	07-abr	3	Tecnomec
Torno pequeño	120	124	90							
Fabricar cuñas	180	185	185	-2,78%	0,00%	11-mar	30-mar	06-abr	7	Montaje puente grúa centro aceros
Manual	90	92	85							
Fresadora	90	93	100							
Camisa	165	168	180	-9,09%	-7,14%	31-mar	06-abr	06-abr	0	Hidrotec
Torno grande	165	168	180							
Carros	345	356	370	-7,25%	-3,93%	16-mar	05-abr	08-abr	3	Plastextil
Banco	270	279	280							
Manual	75	78	90							
Flanche	120	124	130	-8,33%	-4,84%	07-abr	07-abr	08-abr	1	Tecnomec
Torno pequeño	120	124	130							
Roscar eje	90	92	185	-105,56%	-101,09%	06-abr	07-abr	07-abr	0	Tecnomec
Torno pequeño	90	92	185							
Porta-magnetos	465	476	465	0,00%	2,31%	28-mar	06-abr	08-abr	2	A-Maq
Torno pequeño	265	269	295							
Fresadora	200	207	140							
Corregir planos	-	-	30							
Reproceso	-	-	110							
Soporte caneca	300	310	330	-10,00%	-6,45%	30-mar	09-abr	-	-	Prebel
Banco	300	310	330							
Cajas A-Maq	165	168	180	-9,09%	-7,14%	30-mar	07-abr	08-abr	1	A-Maq
Fresadora	165	168	180							
Recortar rodillo	90	93	105	-16,67%	-12,90%	07-abr	08-abr	09-abr	1	Particular
Torno grande	90	93	105							
Broches	180	183	215	-19,44%	-17,49%	29-mar	07-abr	09-abr	2	Prebel
Fresadora	180	183	215							

(Tiempo trabajado - Tiempo estimado) min	Tiempo (horas)
37	0,62
(Tiempo trabajado - Tiempo afectado por el factor de estimación) min	Tiempo (horas)
-13	0,22

Factor de estimación	
Steven	1,38%
Felipe	3,05%

Elaboración propia.

En esta tabla se observa que el “Porcentaje de diferencia con el estimado”, diferencia entre el “Tiempo afectado por el factor de estimación (min)” y el “Tiempo trabajado (min)” es menor que la diferencia entre el “Tiempo estimado (min)” y el “Tiempo trabajado (min)” para los trabajos cuyo tiempo de fabricación fue mayor que el estimado, lo cual evidencia la utilidad de dichos factores para la programación de la producción pues arrojan una menor desviación en la sobreestimación de tiempos. Los “% de diferencia con el estimado” mostrados en letra roja son aquellos menores a los “% de diferencia”, dado que estos son 15 de 21, lo cual corresponde casi a un 72%, se puede decir que el factor de estimación para cada operario hallado en el análisis es útil para estimar un tiempo de fabricación más cercano al real.

El “(Tiempo trabajado – Tiempo estimado) (min)” es el total de la diferencia de las desviaciones mayores al 15%. Esto se halló con el fin de evidenciar la mejor utilización del tiempo al no interrumpir trabajos, aunque aquellas desviaciones mayores de 15% para la semana después no presentaron interrupciones, lo cual significa que el tiempo aquí calculado corresponde a la desviación entre los estimativos de tiempo de producción y el tiempo realmente trabajado. Fueron operados los valores correspondientes a un “% de diferencia” mayor de 15% ya que en el análisis de la semana antes solo se tuvieron en cuenta aquellos cuyo valor para dicho parámetro era significativamente mayor que el resto. Los trabajos “Porta magnetos”, “Flanche” y “Cono” interrumpidos por la terminación de la jornada laboral o para realizar otro trabajo no presentaron estos problemas ya que el montaje en maquina no era removido. Al comparar el tiempo obtenido en la tabla 24, de 8 horas con aquel obtenido en la tabla 51, de 0.62 horas, se evidencia una gran mejora en el aprovechamiento del tiempo de producción. Los trabajos correspondientes al “Cliente”; “Montaje puente grúa Centro aceros”, corresponden todos a un solo trabajo pero pueden analizarse como trabajos diferentes ya que conllevan diferentes montajes y utilización de diferentes herramientas. El “(Tiempo trabajado - Tiempo afectado por el factor de estimación) min”, tomado en valor absoluto, evidencia una desviación mucho menor a la anteriormente mencionada, lo cual evidencia la utilidad del factor de estimación para la disminución de la diferencia entre el tiempo estimado y el tiempo real de producción

Puede decirse que el cumplimiento en la entrega mejoró durante esta semana ya que los trabajos que debían ser entregados en esta, fueron entregados en promedio más pronto que durante la semana después, aunque este factor se ve un poco afectado por el trabajo “Montaje puente grúa Centro aceros”, el cual tenía un retraso incluso antes de comenzar la semana de aplicación.

Tabla 52. Promedio simple de días de retraso durante la semana después

	7	5	3	2	1	18	Promedio
Suma días de retraso							3
Suma número de trabajos atrasados	1	1	2	2	3	9	

Elaboración propia.

A partir de la tabla 52 y con los datos de lo que se esperaba obtener con la aplicación, tabla 40, se observa que en promedio el número de días de retraso fue el mismo, aunque el número de trabajos entregados dentro del plazo que se había establecido en la simulación era de siete y realmente se tuvieron cuatro o un 28,57% como se observa en la tabla 53. Comparando este resultado con el obtenido para la semana antes, se tiene que para la semana después se tuvieron 3 de 14, o 21,42% trabajos ejecutados no planeados y para la semana antes se habían obtenido con 5 de 16, o 31,25%, el mismo

porcentaje de trabajos entregados a tiempo obtenido para dicha semana, a partir de esto puede evicendiarse que durante la semana de aplicación, no solo los trabajos no planeados fueron entregados a tiempo sino tambien algunos de los planeados.

Tabla 53. Trabajos entregados a tiempo durante la semana después

Número de trabajos entregados dentro del plazo/número de trabajos realizados (Esperado)	Número de trabajos entregados dentro del plazo/número de trabajos realizados (Obtenido)
90%	28,57%

Elaboración propia.

Tabla 54. Análisis de tiempos semana después

Tiempo necesidades comunes min/día	Tiempo calentamiento y lubricación de maquina	Tiempo de organización	Total	
10	15	10	35	

Duración semana estándar	Duración jornada estándar (L-V)	Duración jornada(S)	Tiempo teórico de producción	Factor de utilización
5580	510	240	5198	93,14%

Tiempo trabajos semana anterior	Tiempo trabajos no planeados	Tiempo trabajos planeados	Tiempo cotizaciones y entregas	Trabajos personales	Limpieza	Compra recursos	Corrección de planos y reprocesos
1670	420	2437	115	80	165	30	185

Total tiempo trabajado	Tiempo no trabajado	Tiempo varios	Tiempo improductivo	Tiempo improductivo (h)	Tiempo improductivo no justificado	Tiempo improductivo no justificado (h)
4527	1053	385	668	11,13	93	1,55

Tiempo trabajado esperado (min)	Número de minutos trabajados /número de minutos de la jornada (Esperado)	Número de minutos trabajados /número de minutos de la jornada (Obtenido)
5000	96,19%	87,09%

Elaboración propia.

En la tabla 54 se discriminan las cantidades de tiempo dedicadas a diferentes actividades. Aunque se observa que el “Tiempo trabajado”, es decir, el dedicado a dar valor a los productos es menor que el obtenido en la semana antes mostrado en la tabla 21 y por lo tanto el “Tiempo improductivo (h)” es mayor en esta última, al incluir los tiempos dedicados a actividades que indirectamente agregan valor como la compra de recursos, la corrección de planos y reprocesos, la limpieza y los tiempo que justificadamente se tomaron para utilización personal de los operarios, se observa que el tiempo que puede ser considerado realmente improductivo por ser dedicado a actividades no concernientes con las actividades llevadas a cabo en la empresa se reduce de 5.6 horas en la semana antes a 1.55 horas en la semana después lo cual muestra una mejor utilización del tiempo de producción.

Al analizar los indicadores propuestos para el desarrollo de la metodología se observa que el estado del indicador “Número de minutos trabajados /número de minutos de la jornada” “(Obtenido)”, 87,09%, aunque no alcanza el nivel “(Esperado)”, 92,34%, está bastante cercano a este y aunque no es mayor que el valor “(Obtenido)” para la semana antes, es más significativo que este pues las desviaciones entre los tiempos estimados de fabricación de los trabajos y los tiempos realmente tomados para esto no tienen una desviación tan grande, recordar comparación entre estos factores presentes en las tablas 24 y 51, debido a la interrupción de trabajos.

A pesar de no haberse seguido durante la semana de aplicación la programación propuesta, se observó una mayor continuidad en el trabajo gracias a la planeación realizada y a los controles efectuados, además de una mejor utilización del tiempo de producción. Por esta razón puede darse por alcanzado el objetivo número siete y el objetivo general planeados en el anteproyecto.

### 3. CONCLUSIONES

- Con el desarrollo de este trabajo se da a la empresa una base para la certificación de sus procesos ya que se definen claramente las actividades llevadas a cabo dentro del proceso de fabricación, proceso principal de la empresa, y se definen sus responsables y controles para la mayoría de estas.
- El aporte dado a la empresa con el seguimiento de la producción realizado en este trabajo permitió evidenciar diferentes oportunidades de mejora no solo para el cumplimiento en la entrega sino también para la determinación de su capacidad productiva.
- Con este trabajo se determinan cuáles son las variables más importantes a controlar durante la fabricación, variables como la importancia en la planificación de los trabajos y la consecución de los materiales con el fin de garantizar continuidad a la ejecución de cada trabajo y la importancia que tiene ejecutar los trabajos en un orden establecido y no interrumpir dicha ejecución para realizar otros trabajos.
- Aunque la utilización de los factores de estimación hallados no garantiza un acercamiento exacto de los tiempos de producción estimados a los tiempos de producción reales si ayuda a aumentar la precisión de estos con el objetivo de realizar programaciones de producción más acertadas.
- La utilización de los formatos diseñados permite al dueño de la empresa llevar un control más preciso de la utilización de los tiempos de fabricación lo cual puede conllevar a un aumento de la capacidad percibida.
- El proyecto logró la creación de un completo sistema de información, antes inexistente en MAQUIBES S.A.S., el cual almacena datos importantes de trabajos, tiempos de procesamiento y recursos necesarios para la fabricación de cada trabajo.
- El ritmo al cual trabajaron los operarios durante la semana después aunque fue mucho más lento, fue más continuo lo cual garantiza entre otras cosas condiciones de operación más seguras, menos errores en la producción y menor cansancio físico.
- Aunque el método de programación de producción propuesto, EDD, se llevaba a cabo de alguna manera ya que los trabajos que se ejecutaban eran aquellos que llevaban más tiempo en espera y por los cuales el cliente comenzaba a preguntar, la exposición de este como regla de ejecución de los trabajos permite a los operarios y al dueño del taller ser conscientes de la importancia de seguir un orden de producción establecido.
- La programación de producción de acuerdo a la regla EDD no pudo ser seguida a cabalidad durante la semana después ya que el cliente Prebel tuvo urgencia en la entrega de los trabajos “Roscar crisol” y algunas de las “Parrillas” por lo cual se le dio prioridad sobre trabajos con una fecha de entrega anterior correspondientes al cliente “Montaje puente grúa Centro aceros”. Este acontecimiento no se toma como una razón para adoptar un método de programación diferente en el cual se le dé una priorización a los clientes más importantes pues debido a la cantidad de clientes que la empresa posee, algunos de los trabajos requeridos por clientes menos importantes podrían ser siempre reemplazados por trabajos de clientes más importantes.

- Se observa en el medio una carencia de documentación en los procesos logísticos de las empresas ya que la obtención de los datos de cumplimiento en la empresa de la MAQUIBEG S.A.S. fue difícil de conseguir.
- Llevar a cabo planes de mejoramiento puede ser difícil ya que vencer los métodos de trabajo establecidos requiere tiempo, por lo tanto para obtener los resultados esperados debe tenerse en cuenta que debe haber una buena interiorización y adopción de los métodos propuestos.
- El control de las personas encargadas de la producción debe ser riguroso ya que des-intencionadamente por parte de estos pueden tenerse situaciones no deseadas como el pobre aprovechamiento de los recursos destinados por una empresa al logro de su fin.
- En este tipo de empresas la presión del cliente es un factor determinante para el cumplimiento del orden de ejecución de sus trabajos ya que este puede fácilmente acudir a la competencia si sus demandas no son acatadas pues el nivel de diferenciación entre estas empresas no es un factor suficiente para crear vínculos de fidelidad con los clientes.

#### 4. RECOMENDACIONES

- Desarrollar un método para la documentación de la información obtenida en los formatos para el control de la producción con el fin de hacer un seguimiento de los requerimientos de cada trabajo, los tiempos utilizados para la realización de estos, los inconvenientes en su desarrollo, entre otros.
- Desarrollar hojas de vida de las maquinas con el fin de estructurar un plan de mantenimiento preventivo que posibilite la utilización programada de cada una de las herramientas de la empresa.
- Lograr que los operarios de la empresa sean más conscientes de la importancia de una buena utilización del tiempo de producción con el fin de lograr que el comienzo y la finalización de las actividades sea siempre en las horas establecidas.
- Desarrollar planes de capacitación y de calibración de equipos de medida con el objetivo de mantener la competitividad.
- Seguir un control estricto de los factores intervenidos con el fin de lograr las bases establecidas para los indicadores propuestos por este trabajo.
- Con el fin de llevar a cabo los programas de producción propuestos a realizar semanalmente por este proyecto, la empresa debe crear una cultura en sus clientes que permita adoptar un sistema de trabajo basado en los programas desarrollados evitando la presión de estos para que se ejecuten prontamente sus trabajos.

## BIBLIOGRAFÍA

EDEBÉ. Tecnología Mecánica 5: Máquinas y Herramientas. España: Edebé (1993)

FERNANDEZ. Mario A. El control, fundamento de la Gestión por Procesos. Madrid: Editorial ESIC, (1996)

KAPLAN, R y NORTON, D. (2000), Cuadro de Mando Integral. Ediciones Gestión 2000. S.A. Barcelona. España.

SCHONBERGER, Richard J. Japanese Manufacturing Techniques: nine hidden lessons in simplicity. Nueva York: The Free Press, (1982).

SEPÚLVEDA PARRA, Alejandro. Mejoramiento en el sistema de planeación y programación de producción en la sección de maquinados de una empresa del sector autopartista. Trabajo de grado Ingeniero de Producción. Medellín: Universidad EAFIT. Escuela de Ingeniería. Departamento de Ingeniería de Producción.

## TEXTOS DE REFERENCIA

AGUDELO TOBÓN, Luis Fernando y ESCOBAR BOLIVAR, JORGE. Gestión por procesos: Notas de clase, 1, 25.

AQUILANO, Nicholas J., CHASE, Richard B., JACOBS, F. Robert. Administración de producción y operaciones. Colombia: Mc GRAW-HILL, (2000)

ARENAS PLATA, Ana Isabel y BALBIN VÁSQUEZ, Ángela María. Sistema automático para el reporte de tiempos de producción en un taller metalmecánico. Trabajo de grado Ingeniero de Producción. Medellín: Universidad EAFIT. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería de Producción.

BARRERA CORREA, Claudia María y VÉLEZ SALDARRIAGA, Claudia María. Estudio para la implementación de la filosofía justo a tiempo en una empresa del medio. Trabajo de grado Ingeniero de Producción. Medellín: Universidad EAFIT. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería de Producción.

BUFFA, Elwood Spencer. Administración de la producción y de las operaciones. México: Limusa, 1992.

CHAPMAN CHAPMAN, Claudia Iliana y ESCOBAR FERNÁNDEZ, María Cristina. Programación de la producción ayudada por computador para un taller metalmecánico. Trabajo de grado Ingeniero de Producción. Medellín: Universidad EAFIT. Escuela de Ingeniería. Departamento de Ingeniería de Producción.

GÓMEZ GÓNZALEZ, Juan Esteban e ISAZA RAUSCH, Juan Carlos. Normalización técnica de una empresa manufacturera. Trabajo de grado Ingeniero de Producción. Medellín: Universidad EAFIT. Escuela de Ingeniería. Departamento de Ingeniería de Producción.

LONDOÑO MAYA, Jorge Iván. Estudio e implementación de un modelo para programación y control de la producción en el laboratorio de máquinas herramientas. Trabajo de grado Ingeniero de Producción. Medellín: Universidad EAFIT. Escuela de Ingeniería. Departamento de Ingeniería de Producción.

MORTON, Thomas E. y PENTICO, David W. Heuristic scheduling systems: with applications to production systems and project management. Nueva York : John Wiley & sons, (1993)

NTC-6001, Modelo de gestión para micro empresas y pequeñas empresas (MYPES)

QUINTERO DÍEZ, MARCELA y RESTREPO CHAVARRIAGA, NATHALIA. Aseguramiento de procesos en la fabricación de repuestos en un taller metalmecánico. Trabajo de grado Ingeniero de Producción. Medellín: Universidad EAFIT. Escuela de Ingeniería. Departamento de Ingeniería de Producción.

RADA GRISALES, Liz Jennifer y VÁSQUEZ GONZALEZ, Adriana. Mejoramiento de los procesos productivos en IMPREGON S.A. Trabajo de grado Ingeniero de Producción. Medellín: Universidad EAFIT. Escuela de Ingeniería. Departamento de Ingeniería de Producción.

RAMIREZ, Astrid Yamile, ARDILA, Hernán Alonso y DUQUE, Eduardo. Estandarización y mejoramiento de los procesos productivos en las plantas de cubiertos y cuchillos de la empresa INCAMETAL S.A. Trabajo de grado Ingeniero de Producción. Medellín: Universidad EAFIT. Escuela de Ingeniería. Departamento de Ingeniería de Producción.

Rivera, J. DECISIONES DE FINANCIACIÓN DE LA INDUSTRIA METALMECÁNICA DEL VALLE DEL CAUCA. *estud.gerenc.* 2008. vol.24 no.107

ZAPATA HERRERA, John y ESCOBAR VALENCIA, Alejandro. Propuesta de un sistema de manejo de materiales para un taller metalmecánico de tamaño intermedio. Trabajo de grado Ingeniero de Producción. Medellín: Universidad EAFIT. Escuela de Ingeniería. Departamento de Ingeniería de Producción.

# ANEXOS

## Anexo 1. Caracterización del proceso de fabricación

LOGO EMPRESA	MAQUIBEG LTDA		
	CARACTERIZACIÓN DE PROCESO		

Proceso	Fabricación	Responsable	Jefe de taller y Operarios
Objetivo	Materializar los diseños realizados en el proceso anterior		

Entradas	Proveedor	Control a las entradas	Actividades	Salidas	Cliente	Control a las salidas	
Parámetros del trabajo	Cliente	Diligenciar formato de recepción de pedido	<b>Interpretación de la necesidad del cliente</b>	Necesidades del cliente entendidas y documentadas	Jefe de taller y operarios	Formato de requerimientos diligenciado	
	Jefe de taller		Diseño de planos	Planos legibles	Jefe de taller y operarios		
	Diseñador		Aprobación de planos		Cliente		
	Cliente		Recepción de planos presentados por el cliente		Jefe de taller		
Formato de requerimientos diligenciado	Diseñador, jefe de taller	Diligenciar formato de requerimientos	Planeación y obtención de requerimientos para manufactura (Recursos) y consultar programación de la producción	Requerimientos determinados, estimación de costos y tiempos de fabricación	Jefe de taller y operarios	Lista de requerimientos diligenciada	
	Jefe de taller	Diligenciar cotización	Elaborar cotización, asignar número	Cotización formal	Jefe de taller	Cotización ajustada a los costos reales	
Cotización completa	Jefe de taller	N/A	Presentación de la cotización al cliente	Decisión del cliente	Cliente	Cotización firmada por el cliente	
Aceptación de la cotización por parte del cliente		N/A	Cliente firma cotización para aceptar	Cotización firmada por el cliente	Jefe de taller		
Lista de requerimientos completa		Cotización firmada por el cliente	Cotización firmada por el cliente	Compra de recursos	Orden de compra pedida	Proveedor	Orden de compra diligenciada
		Lista de requerimientos completa	Lista de requerimientos completa	Abrir orden de fabricación (Orden de taller)	Materiales y herramienta acordados con lo definido en la planeación	Jefe de taller	Orden de la información
	Diligenciar orden de fabricación	Diligenciar orden de fabricación	<b>Documentar trabajo (Planos, parámetros de máquina, costos) Programación y planeación de la producción</b>	Actividades documentadas	Archivo		
Orden de fabricación diligenciada	Orden de fabricación diligenciada	Orden de fabricación diligenciada	Entregar información sobre el trabajo a manufactura	Información completa para comenzar fabricación	Jefe de taller	Orden de fabricación entregada a manufactura	

## Anexo1. Caracterización del proceso de fabricación

Lista de requerimientos completa	Diseñador	Orden de fabricación diligenciada	Recepción de información sobre el trabajo	Información completa para comenzar fabricación	Jefe de taller	Orden de fabricación recibida
Entrega de recursos	Proveedor	Verificar con lista de requerimientos	Recepción y almacenamiento de recursos para producción	Material ubicado en un sitio determinado	Jefe de taller, operarios	Firmar campo de entrega a satisfacción en la orden de compra
Operación tercerizada	Jefe de taller	Orden de servicio firmada aprobada por el jefe de taller	Enviar piezas al proveedor del servicio	Piezas enviadas al proveedor	Proveedor	Orden de servicio firmada aprobada por el jefe de taller
Jefe de taller recibe orden de trabajo		Jefe de taller firma orden de servicio recibida	Recepción del trabajo subcontratado	Recibir trabajo subcontratado	Jefe de taller	Firmar orden de servicio si el trabajo esta conforme
Herramientas, materia prima, parámetros de mecanizado.	Operarios	Orden de fabricación diligenciada	Preparar maquinas (herramientas, montajes), materia prima, parámetros de mecanizado	Comienzo del trabajo	Jefe de taller	N/A
Consumo de recursos	Jefe de taller, operarios	Abrir orden de compra (Si faltan recursos)	Fabricación en tornos y fresadora	Trabajo en proceso	Jefe de taller	Documentación en la orden de fabricación de cada operación realizada al trabajo
Pieza terminada	Operarios	Documentar en la orden de fabricación el cumplimiento de la calidad de cada operación realizada	<b>Control de calidad durante el proceso</b>	Operación conforme o no conforme	Operario	Marcar la casilla de conformidad en la orden de fabricación para cada operación realizada o mandar a reproceso
Pieza terminada	Operarios	Documentar en la orden de fabricación el cumplimiento de la calidad de cada operación realizada	<b>Control de calidad durante el proceso</b>	Operación conforme o no conforme	Operario	Marcar la casilla de conformidad en la orden de fabricación para cada operación realizada o mandar a reproceso
Operación terminada	Operarios	Operación terminada	Documentar cada operación en la "orden de trabajo"	Operación terminada	Operario	Documentar datos pedidos sobre cada operación en la orden de fabricación
Trabajo terminado	Jefe de taller	Orden de trabajo marcada como terminada	<b>Control de calidad final</b>	Pieza bajo especificación o fuera de especificación	Jefe de taller	Marcar la casilla de conformidad de calidad final en la orden de fabricación o mandar a reproceso
Reproceso	Jefe de taller	Documentar reproceso en orden de fabricación	Suspender cualquier trabajo	Reprogramar fabricación	Jefe de taller	Nueva orden de fabricación
			Reprocesar	Reproceso terminado		Marcar reproceso como satisfactorio luego del control de calidad
Trabajo terminado	Jefe de taller	Orden de fabricación marcada como terminada	Entrega al cliente	Trabajo entregado al cliente	Cliente	Marcar orden de fabricación como entregada, diligenciar formato de entrega a satisfacción

### Anexo 1. Caracterización del proceso de fabricación

RECURSOS		CONTROL		SEGUIMINETO Y CONTROL				Planear	Hacer
Tornos	Cronograma de mantenimiento preventivo	INDICADOR	INDICE	META	FRECUENCIA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recursos a utilizar</li> <li>• Programación de producción</li> <li>• Abrir orden de compra</li> <li>• Abrir orden de taller</li> <li>• Requerimientos para manufactura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Montajes y Fabricación</li> <li>• Documentación de operaciones</li> <li>• Consultas técnicas</li> <li>• Diseño y planos de taller</li> <li>• Cotizar herramienta y material</li> <li>• Documentar trabajos</li> </ul>		
Fresadora									
Taladro de banco									
Herramienta de maquinas	Orden del lugar de trabajo, Orden de fabricación	Satisfacción	Número de clientes satisfechos/ Número de clientes atendidos	10%	Al finalizar cada dos semana	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actuar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar</li> </ul>		
Herramienta convencional		Cumplimiento	Número de trabajos entregados dentro del plazo/número de trabajos realizados	90%	Al entregar cada trabajo				
Refrigerantes	Orden de fabricación, Recepción y almacenamiento de recursos para producción	Productividad	Número de minutos trabajados /número de minutos de la jornada	96,19%	Semanal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informar las fallas y errores</li> <li>• Realizar acciones de mejora</li> <li>• Enviar información a manufactura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de calidad durante y después del proceso</li> <li>• Calcular y analizar los indicadores</li> <li>• Requerimientos del cliente</li> <li>• Diseños con manufactura</li> </ul>		
Lubricantes									
Materia prima	Actualización permanente sobre métodos y tecnologías apropiadas								
Operarios									

Elaboración propia

## Anexo 2. Plan de mejora

PLAN DE MEJORA DEL PROCESO FABRICACIÓN						
Análisis de causa	Acción correctiva	Recursos	Responsable	Fecha de implementación	Meta	Impacto esperado
El proceso no sigue un orden de actividades homogéneo	Implantación del orden de procesos propuesto	Disposición	Jefe de taller	Lunes 4 de abril	Estandarización de las actividades ejecutadas dentro del proceso	Menor tiempo en el procesamiento de ordenes
La recopilación de los requerimientos del cliente no es precisa	Hacer énfasis a los clientes en la importancia de entregar planos legibles y dedicar mas tiempo a la toma de información de los trabajos cuyo dueño no envíe plano (Diligenciar lista de requerimientos)	Formato de requerimientos de pedido	Jefe de taller	Lunes 4 de abril	Capacidad para desarrollar cada trabajo sin necesitar la intervención del cliente para aclaraciones	Disminuir los reproceso llevados a cabo en el taller
Los planos levantados a partir de la información tomada del cliente no se someten a aprobación por parte de este	Someter los planos a la aprobación por parte del cliente (Firmar orden de recepción de pedido)	Orden de recepción de pedido	Operarios, jefe de taller	Lunes 4 de abril	Eliminar los reprocesos por inconformidad del cliente con el diseño planteado	
La empresa no tiene un sistema de documentación de parametros de los trabajos realizados	Abrir carpetas con el nombre del cliente en las cuales se archive la información sobre los trabajos realizados para este (Diligenciar lista de requerimientos)	Carpetas de archivo, archivador, listas de requerimientos y ordenes de fabricación	Jefe de taller	Lunes 4 de abril	Agilizar la fabricación de trabajos anteriormente realizados	Menor tiempo en el procesamiento de ordenes
No se documentan las operaciones realizadas a cada trabajo	Documentar las operaciones realizadas a cada trabajo en la orden de fabricación (Diligenciar orden de fabricación)	Orden de fabricación	Operarios	Lunes 4 de abril	Obtener información sobre tiempos de fabricación y utilización de maquinaria	Mejor conocimiento de los requerimientos de cada trabajo y los recursos que estos requieren
No hay una buena planificación de los recursos a utilizar en los trabajos	Programar y planear producción	Técnicas y herramientas de planeación y programación de la producción	Jefe de taller	Lunes 4 de abril	Ejecutar las operaciones de cada trabajo de una manera ordenada	Cumplimiento con los tiempos de entrega pactados en la cotización
No hay una buena inspección de los insumos requeridos para la producción	Verificar que todos los insumos recibidos cumplen con las características especificadas el momento de su compra (Firmar orden de compra y orden de servicio luego de recibido y revisado)	Formato de orden de compra, aparatos de medida, disciplina, formato de orden de servicio	Jefe de taller, operarios	Lunes 4 de abril	Contar siempre con los recursos necesarios y apropiados para cada trabajo	Eliminación de errores de calidad debidos a insumos fuera de especificación
No hay una buena inspección de los insumos requeridos para la producción	Verificar que todos los insumos recibidos cumplen con las características especificadas el momento de su compra (Firmar orden de compra y orden de servicio luego de recibido y revisado)	Formato de orden de compra, aparatos de medida, disciplina, formato de orden de servicio	Jefe de taller, operarios	Lunes 4 de abril	Contar siempre con los recursos necesarios y apropiados para cada trabajo	Eliminación de errores de calidad debidos a insumos fuera de especificación
No se hace inspección de calidad a cada operación realizada a cada trabajo	Realizar los controles de calidad durante el proceso requeridos por la orden de fabricación a cada trabajo (Diligenciar orden de fabricación)	Formato de orden de fabricación, aparatos de medida, disciplina	Operarios	Lunes 4 de abril	Detectar los errores en la producción lo mas pronto posible	Agregar el menor valor posible a un trabajo fuera de especificación
Al entregar trabajos el taller no se cerciora por escrito que el cliente esta de acuerdo con lo recibido	Cerciorarse por escrito que el cliente esta de acuerdo con el trabajo que recibe	Formato de entrega a satisfacción	Jefe de taller, operarios	Lunes 4 de abril	Eliminar las reclamaciones luego de entregados los trabajos	Menor numero de reprocesos por falta de planeación y organización por parte de los clientes

Elaboración propia

