

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

“Diseño de un Plan de Acción para la Coordinación y Despacho
de Pedidos Completos y a Tiempo en una Empresa Procesadora
y Comercializadora de Aceros”

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Presentada por:

Manuel Rafael Urquiza Cedeño

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2007

AGRADECIMIENTO

A toda las personas que de uno u otro modo colaboraron en la realización de este trabajo.

DEDICATORIA

A MI MADRE
A MI ABUELO
A MI ABUELA
A MI FAMILIA



TRIBUNAL DE GRADUACION

Ing. Jorge Duque R.
DELEGADO DECANO FIMCP
PRESIDENTE

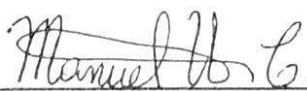
Dr. Kléber Barcia V.
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Omar Serrano V.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”.

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).



Manuel Rafael Urquiza Cedeño

RESUMEN

La empresa en estudio, realizó una medición de satisfacción al cliente en cuatro aspectos muy importantes como los son: La variedad de productos y servicio, la calidad del producto, el tiempo de entrega y el despacho de pedidos completos. Notándose la presencia de insatisfacción sólo en el tiempo de entrega con el 18.75% y el despacho de pedidos completos con el 6.25%.

La empresa en estudio tiene dos enfoques de producción: El primer enfoque es para las medidas especiales se maneja bajo el concepto Make-to-Order, esto significa que el lead time comprende desde el tiempo de manufactura del producto más el tiempo del despacho. Mientras que el segundo enfoque es la producción de las medidas de stock se manejan bajo el concepto Make-to-Stock, esto quiere decir que el lead time solo comprende el tiempo de despacho.

Dado a la variedad de productos y enfoques, los clientes pueden solicitar productos de diferentes características en un sólo pedido. Cada producto solicitado tiene diferentes tiempos de entrega, en consecuencia las líneas de un pedido tienen diferentes tiempos de entrega.

El problema se origina cuando el tiempo de producción de cualquier línea del pedido, es mayor que la fecha de promesa de entrega del pedido, generando un retraso en el tiempo de entrega y por consecuencia, que el pedido sea despachado parcialmente (incompleto) o que el despacho del mismo sea postergado hasta que todas las líneas estén producidas. Razón por la el problema fue definido como: “Incumplimiento de la fecha de promesa de entrega en los pedidos.”

Se procedió a formar el grupo para solucionar el problema planteado, con miembros de la las diferentes áreas involucradas en el mismo. Este grupo identificó y seleccionó las siguientes causas principales:

- Demoras por mantenimientos.
- El stock que se encuentra definido para abastecer el proceso 3 no es suficiente.
- Fechas de promesa de entrega irreales.
- Incumplimiento de la entrega de los diseños dentro del plazo mínimo de espera.
- Mediciones pendientes.
- Método de cambio de herramientas de máquina no es eficiente.
- Pedidos mal ingresados al sistema.
- Pronóstico de producción basado en ventas históricas.

Luego de la selección de las causas, se procedió a identificar las posibles soluciones. Estas soluciones fueron evaluadas utilizando matrices de criterios, considerando los costos, la rapidez de implantación y la efectividad de la solución. Obteniendo como resultado las siguientes soluciones que son las que componen el plan de acción que permitirá solucionar el problema planteado:

1. Implantar un formato para el control de la entrega de diseños.
2. Separar el pedido antes de ingresarlo al sistema en dos partes: La que necesita diseños y la que no.
3. Implantar cronogramas de producción para los diferentes productos.
4. Implantar SMED.
5. Redefinir el stock mínimo para abastecer al proceso de producción número 3.
6. Implantar formato para la verificación de pedidos ingresados versus lo cotizado.
7. Basar el pronóstico de producción en los pedidos realizados y no en las ventas realizadas.
8. Implantar TPM.

A estas actividades se les asignó responsables de implantación, quien serán los encargados de su ejecución y posteriormente se elaboró un cronograma de actividades que indica el comienzo y la finalización de cada actividad que compone el plan de acción.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	VI
INDICE GENERAL.....	X
ABREVIATURAS	XIV
SIMBOLOGÍA	XV
ÍNDICE DE FIGURAS	XVI
ÍNDICE DE TABLAS	XVIII
INTRODUCCIÓN	1

CAPITULO 1

1. GENERALIDADES	2
1.1 Antecedentes de la tesis	2
1.2 Objetivos	3
1.3 Metodología de la tesis	4
1.4 Estructura de la tesis.....	8
 2. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA	 11
2.1 Descripción general de la empresa	11
2.2 Análisis de la estructura organizacional	12
2.3 Los productos.....	16
2.4 Flujo de información	18

2.5	Análisis de procesos	20
2.5.1	Proceso de generación de pedidos	21
2.5.2	Proceso integrado de producción	21
2.5.3	Proceso de producción	24
2.5.4	Proceso de despacho de pedidos.....	25
2.5.5	Distribución de planta	32
2.5.6	Análisis del sistema de producción	34
2.5.7	Flujo de materiales	35
2.5.8	Planificación de la producción	37
2.5.9	Análisis de la tecnología	40
2.6	Análisis FODA de la empresa.....	41

CAPITULO 3

3.	MARCO TEÓRICO	43
3.1	Grupos de resolución de problemas	43
3.2	Brainstorming (Lluvia de ideas)	45
3.3	Diagramas causa-efecto (Espina de pescado)	49
3.4	Diagrama de árbol	52
3.5	Diagrama de matriz	54
3.6	Análisis modal de fallas y efectos (AMFE).....	58
3.7	Matriz de criterios	67

CAPITULO 4

4. APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS	69
4.1 Definición del problema.....	69
4.2 Revisión de diagramas de flujo	72
4.3 Revisión de datos existente	73
4.4 Formación del grupo para la resolución del problema	75
4.5 Identificación de causas posibles.....	77
4.6 Selección de causas posibles	79

CAPITULO 5

5. DISEÑO DEL PLAN DE ACCIÓN	105
5.1 Identificación de soluciones	105
5.2 Descripción y beneficios de las soluciones planteadas.....	107
5.3 Selección de soluciones.....	128
5.4 Elaboración de diagramas de matriz.....	131
5.5 Costos de implantación	134
5.6 Asignación de responsabilidades.....	140
5.7 Cronograma de actividades para la implantación	141

CAPITULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	156
--	------------

APÉNDICES	160
BIBLIOGRAFÍA	189

SIMBOLOGÍA

T_0	Fecha de pedido
T_1	Fecha de aprobación
T_2	Fecha de producción
T_3	Fecha de entrega o promesa de entrega

ABREVIATURAS

AMFE	Análisis modal de fallas y efectos
FODA	Fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas
HM	Herramientas de máquina
MP	Materia prima
N/A	No aplica
NPR	Nivel de prioridad riesgo
PP	Producto en proceso
PT	Producto Terminado
SP	Subproductos

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1. Resultados de la medición de satisfacción al cliente	3
Figura 1.2. Metodología que se aplica en la tesis	5
Figura 2.1. Organigrama del comité ejecutivo	12
Figura 2.2. Organigrama del área comercial	13
Figura 2.3. Organigrama del área financiera	14
Figura 2.4. Organigrama del área de producción	14
Figura 2.5. Organigrama del área logística.....	15
Figura 2.6. Organigrama del área de gestión humana	16
Figura 2.7. Flujo de información	18
Figura 2.8. Flujo de información entre producción e inventarios	19
Figura 2.9. Flujo de información durante el despacho de medidas especiales	19
Figura 2.10. Diagrama de flujo del proceso de generación de pedidos.....	22
Figura 2.11. Diagrama de flujo del proceso integrado de producción.....	23
Figura 2.12. Diagrama de flujo del proceso 1 y 2	26
Figura 2.13. Diagrama de flujo del proceso 3	28
Figura 2.14. Diagrama de flujo del proceso 4 y 5	29
Figura 2.15. Diagrama de flujo del proceso de despacho de pedidos	31
Figura 2.16. Diagrama de planta	32
Figura 2.17. Relación entre volumen, variedad y flujo.....	33
Figura 2.18. Concepto make-to-order.....	35
Figura 2.19. Concepto make-to-stock.....	35
Figura 2.20. Esquema del almacenamiento temporal	37
Figura 3.1. Ejemplo de diagrama causa-efecto	52
Figura 3.2. Esquema del diagrama de árbol.....	53
Figura 3.3. Ejemplo de diagrama de matriz usada en el QFD	54
Figura 3.4. Símbolos para marcar las relaciones	56
Figura 3.5. Puntaje asignado a las relaciones	56
Figura 3.6. Ejemplo de diagrama de matriz tipo-L	57
Figura 3.7. Diagrama a seguir para la generación del AMFE.....	60
Figura 3.8. Formato del AMFE	61
Figura 3.9. Cálculo del NPR	66
Figura 3.10. Ejemplo de matriz de criterios	68
Figura 4.1. Ejemplo de un pedido.....	70
Figura 4.2. Línea de tiempo de un pedido	71
Figura 4.3. Frecuencia de retrasos en la fecha de promesa de entrega de los pedidos	74
Figura 4.4. Diagrama causa-efecto del problema planteado	78
Figura 4.5. AMFE del proceso de generación de pedidos.....	81

Figura 4.6.	AMFE del proceso integrado de producción.....	83
Figura 4.7.	AMFE del proceso de producción – Proceso 1 y 2.....	85
Figura 4.8.	AMFE del proceso de producción – Proceso 3	88
Figura 4.9.	AMFE del proceso de producción – Proceso 4 y 5.....	91
Figura 4.10.	Diagrama de relaciones para reducción de causas.....	93
Figura 4.11.	Agrupación de causas	94
Figura 4.12.	Distribución de las horas de trabajo programadas en la planta.....	96
Figura 4.13.	Distribución de las demoras	97
Figura 4.14.	Retrasos en la entrega de diseños	100
Figura 5.1.	Formato para el cronograma de producción.....	112
Figura 5.2.	Formato para el control de recepción de diseños.....	115
Figura 5.3.	Esquema de la línea de tiempo para el plazo de espera de diseños	116
Figura 5.4.	Diagrama de flujo del procedimiento a seguir durante el ingreso de un pedido al sistema	120
Figura 5.5.	Checklist para la verificación de pedidos.....	125
Figura 5.6.	Diagrama de árbol del plan de acción a ejecutar	143
Figura 5.7.	Esquema iterativo de trabajo del SMED	149
Figura 5.8.	Pilares del TPM	151

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1	Clasificación de la producción 17
Tabla 2	Procesos por producto 25
Tabla 3	Resumen de flujo de materiales 36
Tabla 4	Listado de máquinas disponibles en la planta 40
Tabla 5	Análisis FODA de la empresa 42
Tabla 6	Cuadro de clasificación según gravedad o severidad del fallo 63
Tabla 7	Cuadro de clasificación según la probabilidad de ocurrencia .. 64
Tabla 8	Cuadro de clasificación según la probabilidad de no Detección 65
Tabla 9	Comparación entre T ₂ y T ₃ por producto 73
Tabla 10	Tiempos promedio de producción y promesa de entrega por producto 75
Tabla 11	Tiempos para bajar las herramientas de máquina..... 102
Tabla 12	Tiempos para subir y calibrar las herramientas de máquina . 102
Tabla 13	Diagrama de matriz: Causas – Procesos 104
Tabla 14	Soluciones planteadas para cada causa 106
Tabla 15	Ponderación y clasificación de los criterios de selección 128
Tabla 16	Matrices de criterios 129
Tabla 17	Soluciones seleccionadas 131
Tabla 18	Diagrama de matriz 132
Tabla 19	Orden de implantación del plan de acción..... 133
Tabla 20	Costos de implantación del plan de acción 139
Tabla 21	Análisis costos-beneficios 141
Tabla 22	Asignación de responsables de implantación..... 142
Tabla 23	Etapas de implantación del SMED 148
Tabla 24	Etapas de implantación del TPM 153
Tabla 25	Cronograma de actividades..... 155

INTRODUCCIÓN

El objetivo de este trabajo es diseñar un plan de acción para reducir la presencia de despachos retrasados o pedidos incompleto en una empresa procesadora y comercializadora de aceros. En este plan se indicarán las actividades a seguir por la empresa para la implantación de sistemas tales como el TPM (Mantenimiento Productivo Total), SMED (Cambio de herramientas en menos de diez minutos), entre otros.

La metodología a utilizar, se apoya en la creación de un grupo para la resolución del problema planteado; este grupo identificará las posibles causas mediante el uso de la lluvia de ideas, luego planteará soluciones, se analizará los beneficios de las soluciones propuestas y se definirán responsables para la implantación. Finalmente se elaborará un cronograma de actividades que se deberá seguir para ejecutar las soluciones planteadas.

Con el desarrollo de este trabajo se espera mejorar los procesos actuales y reducir los costos incurridos por despachos retrasados y despachos de pedidos incompletos.

CAPÍTULO 1

1. GENERALIDADES

1.1. Antecedentes de la tesis

La presente tesis se desarrolla en una empresa que se dedica al procesamiento y comercialización de aceros.

Esta empresa realizó una medición de satisfacción al cliente en cuatro aspectos muy importantes como los son: La variedad de productos y servicio, la calidad del producto, el tiempo de entrega y el despacho de pedidos completos.

Como se puede ver en la figura 1.1, los porcentajes de satisfacción en todos los cuatro aspectos son altos, notándose la presencia de insatisfacción sólo en el tiempo de entrega con el 18.75% y el despacho de pedidos completos con el 6.25%.

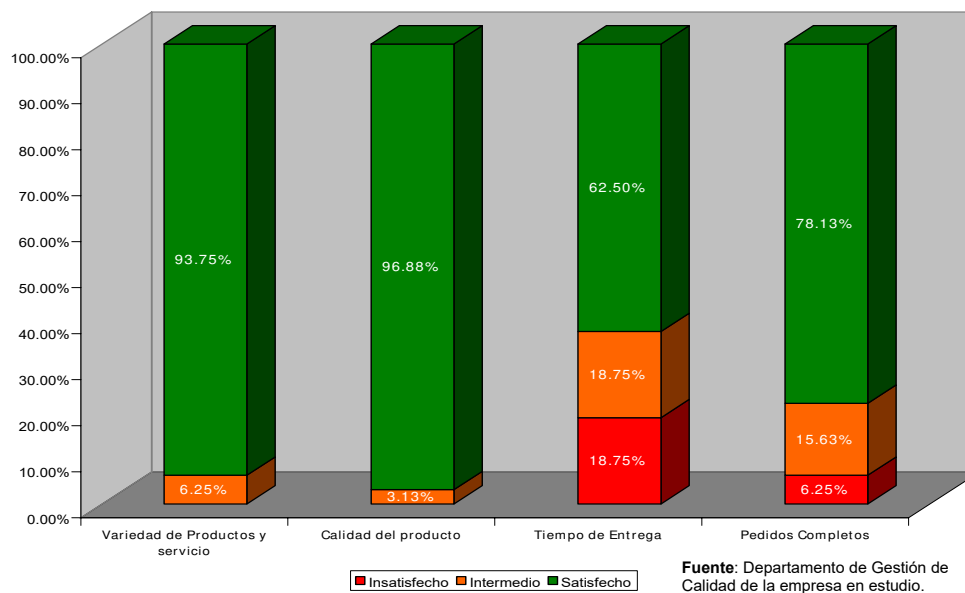


FIGURA 1.1. RESULTADOS DE LA MEDICIÓN DE SATISFACCIÓN AL CLIENTE

Dado a que la meta de la empresa es ser líder en el mercado, en el presente trabajo, se pretende reducir la presencia de estos índices de insatisfacción, ya que influyen de manera significativa la imagen de la empresa en el mercado.

1.2. Objetivos

El objetivo principal de esta tesis es diseñar un plan de acción para reducir el incumplimiento de los tiempos de entrega y los despachos de pedidos incompletos.

Los objetivos específicos de esta tesis son:

- Definir el problema a solucionar con el plan de acción a diseñar.
- Revisar los diagramas de flujo de los procesos involucrados en el problema planteado.
- Recopilar y revisar la información existente relacionada al problema planteado.
- Conformar un grupo de trabajo para diseñar el plan de acción.
- Identificar y seleccionar las causas posibles del problema.
- Identificar y seleccionar las soluciones a implantar con el plan de acción.
- Interrelacionar las soluciones para determinar el orden de implantación, según los beneficios proporcionados.
- Asignar las personas responsables de la implantación de las actividades del plan de acción.
- Planificar la manera adecuada de implantar el plan de acción.

1.3. Metodología de la tesis

La metodología que se va a aplicar en este trabajo, se muestra en la figura 1.2.

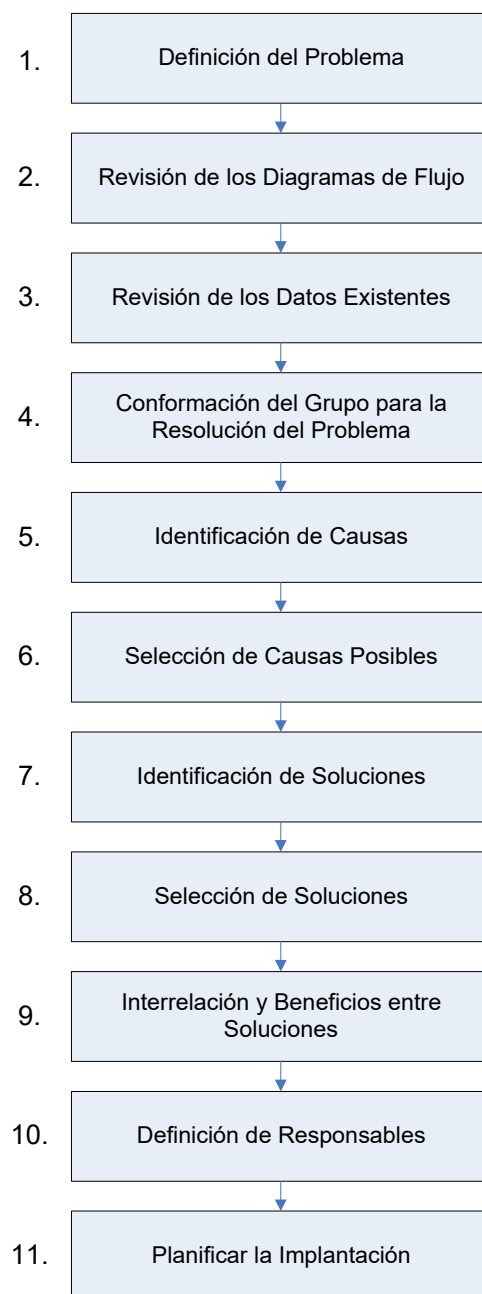


FIGURA 1.2. METODOLOGÍA QUE SE APLICA EN LA TESIS

1. **Definición del problema:** En este paso se comprende a plenitud el problema.
2. **Revisión de los diagramas de flujo:** Antes de identificar las causas de un problema hay que comprender el proceso que se encuentra detrás del mismo. Los diagramas de flujo aportan un medio para asegurarse de que se entienden todas las etapas del proceso. La causa del problema puede radicar en cualquiera o en varias de las actividades asociadas al proceso.
3. **Revisión de los datos existentes:** Se revisa los datos existentes porque pueden resultar útiles como orientación para pasos posteriores dentro del proceso de resolución del problema.
4. **Conformación del grupo para la resolución del problema:** Se determina quienes integran el grupo para la resolución del problema, los integrantes son personas involucradas directamente con el proceso y son quienes ayudan a desarrollar las diferentes técnicas que se aplican a lo largo de este proyecto.

- 5. Identificación de causas:** Utilizando el brainstorming se identifican todas las causas posibles del problema y el uso del diagrama de causas y efectos sirve para tener una imagen visual del problema, mostrando las causas posibles y los vínculos que pueden existir entre las causas individuales.
- 6. Selección de posibles causas:** Después de haber identificado todas las causas posibles del problema. Mediante el uso del análisis modal de causas y efectos el grupo elige las más probables.
- 7. Identificación de soluciones:** Con el uso del brainstorming se identifican todas las posibles soluciones para el problema.
- 8. Selección de soluciones:** En este paso se eligen las soluciones a implantar, ya que se evalúa cada solución en base a diversos criterios de selección.
- 9. Interrelación y beneficios entre soluciones:** Antes de diseñar el plan de acción, se determina si las soluciones se relacionan positiva o negativamente entre sí, esto ayuda a determinar el orden de implantación de las soluciones.

10. Definición de responsables: Aquí se determina a los responsables de ejecutar las diferentes acciones correctivas (soluciones) y se fija su compromiso con la ejecución y seguimiento de las actividades asignadas.

11. Planificar la implantación: Se crea un cronograma de actividades con fechas de inicio y duración de las diferentes acciones correctivas que se toman al final del proyecto.

1.4. Estructura de la tesis

La presente tesis se encuentra dividida en 6 capítulos, que se describen a continuación:

- **Capítulo 1: Introducción.**

Este capítulo corresponde a los puntos que se han desarrollado hasta el momento.

- **Capítulo 2: Descripción de la situación actual de la empresa.**

En este capítulo se describe la estructura organizacional de la misma, se analizan los procesos necesarios para el tratamiento del problema, además se conoce el sistema de producción, la tecnología y el flujo de materiales en la planta. Se realiza un análisis FODA que nos permitirá analizar los factores de los cuales podemos valernos para el desarrollo de la metodología.

- **Capítulo 3: Marco Teórico.**

Aquí se describen las técnicas o herramientas que se utilizan a lo largo del proceso de resolución de problemas. Las herramientas que se usan son: grupos de resolución de problemas, brainstorming (Lluvia de ideas), diagramas causa-efecto, diagramas de árbol, diagramas de matriz, análisis modal de fallos y efectos (AMFE) y matriz de criterios.

- **Capítulo 4: Aplicación de las herramientas.**

En este capítulo se define el problema y se aplican las técnicas o herramientas descritas en el capítulo anterior, es decir que se ejecutan las herramientas a medida que cada paso de la metodología planteada de la tesis lo requiera hasta obtener las causas principales del problema planteado.

- **Capítulo 5: Diseño del plan de acción.**

En este capítulo se diseña el plan de acción para la coordinación y despacho de pedidos completos. Es decir que se plantean las soluciones para el problema, se analizan sus beneficios, se asignan a los responsables para su ejecución y finalmente se elabora el cronograma de actividades.

- **Capítulo 6: Conclusiones y recomendaciones.**

Se determinan las conclusiones obtenidas a lo largo del estudio realizado y se plantean recomendaciones para nuevos estudios y mejoras.

CAPÍTULO 2

2. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

2.1. Descripción general de la empresa

La presente tesis se desarrolla en una empresa concentrada en el negocio de materiales metálicos. En el Ecuador esta empresa se ha consolidado, gracias a su constante innovación de productos y mejoramiento continuo de los servicios, marcando hitos importantes en la industria.

En la actualidad para satisfacer las necesidades del mercado, la empresa cuenta con productos que son fabricados en la planta y otros importados de varios países del mundo, complementando un portafolio de productos modernos, versátiles y económicos.

2.2. Análisis de la estructura organizacional

Primero analizaremos el Comité Ejecutivo, el cual está dividido en tres niveles jerárquicos: Presidencia, Gerencia y Jefatura (ver figura 2.1.).

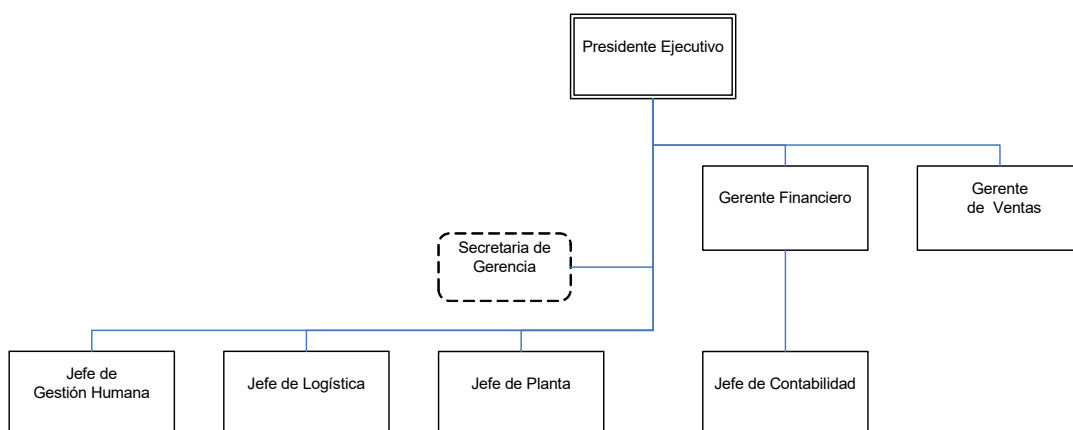


FIGURA 2.1. ORGANIGRAMA DEL COMITÉ EJECUTIVO

En el organigrama mostrado anteriormente podemos ver que la empresa esta dividida en cinco áreas principales que son:

- Área Comercial.
- Área Financiera.
- Área Logística.
- Área de Producción.
- Área de Gestión Humana.

Las dos únicas gerencias que tiene la compañía son: la Gerencia de Ventas y la Gerencia Financiera que son la cabeza de su respectivo área, mientras que las áreas que son encabezadas por jefaturas son: Producción, Logística y Gestión Humana.

A continuación vamos a describir la estructura organizacional de las áreas que intervienen a lo largo del desarrollo del presente proyecto.

El área comercial consta de dos niveles como podemos ver en el siguiente organigrama (ver figura 2.2.):

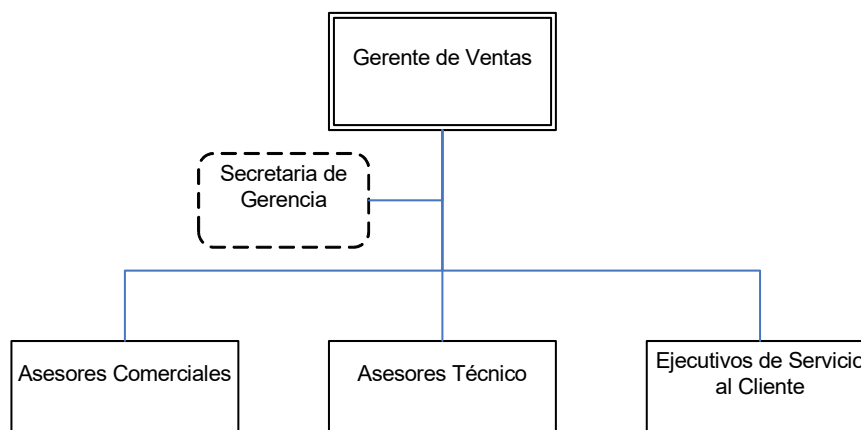


FIGURA 2.2. ORGANIGRAMA DEL ÁREA COMERCIAL

El área financiera esta dividida en dos departamentos que son: Contabilidad y Cobranzas (ver figura 2.3.). En sección 2.5.1. “Proceso de generación de pedidos” vamos a apreciar mejor como interviene el departamento de crédito y cobranzas en el este proyecto.

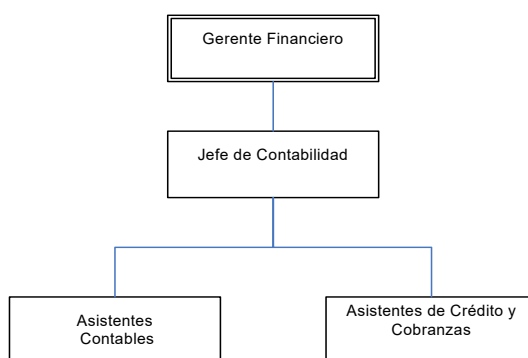


FIGURA 2.3. ORGANIGRAMA DEL ÁREA FINANCIERA

El área de producción está encabezada por el Jefe de Planta y se encuentra dividida en cuatro niveles (ver figura 2.4.).

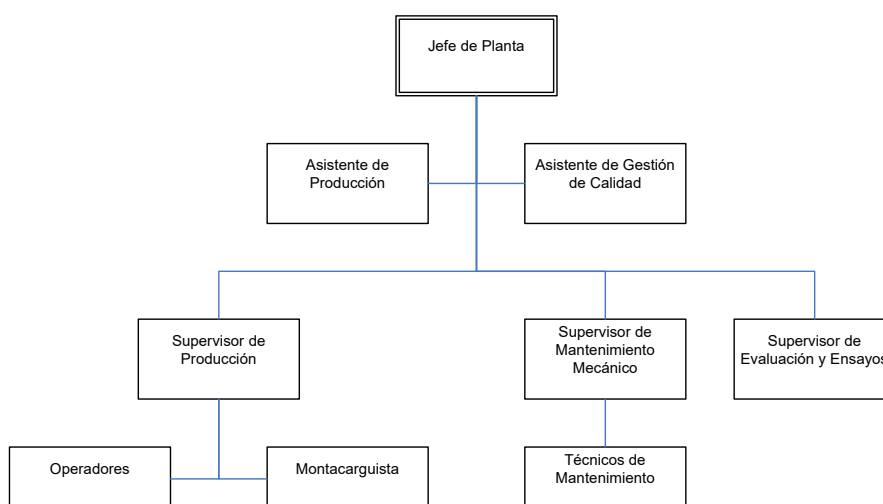


FIGURA 2.4. ORGANIGRAMA DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN

En esta área el 76.67% del personal interviene directamente en el proceso productivo, el 10% es personal de mantenimiento y el 13.33% es personal administrativo. Solo el personal que interviene directamente en el proceso productivo trabaja en turnos rotativos.

El área de logística está encabezada por el Jefe de Logística, en esta área el 46.67% es personal administrativo y el 53.33% es personal que se encarga del despacho. A continuación podemos ver el organigrama de esta área (ver figura 2.5.).

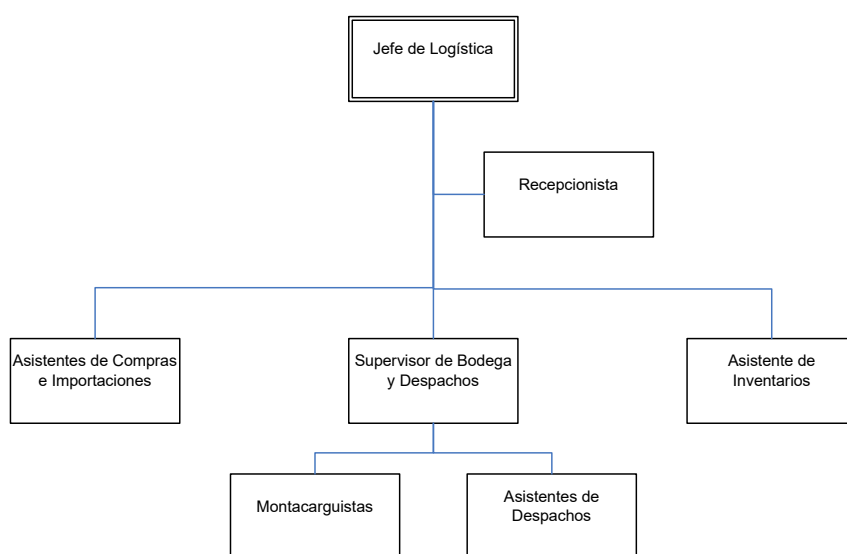


FIGURA 2.5. ORGANIGRAMA DEL AREA LOGÍSTICA

El área de gestión humana está encabezada por el Jefe de Gestión Humana, en este departamento el 31.25% es personal administrativo y el 68.75% es personal que se encarga del aseo y seguridad (ver figura 2.6.).

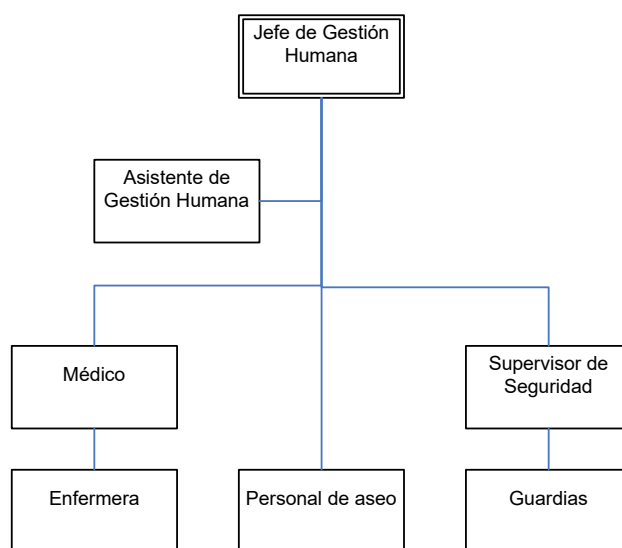


FIGURA 2.6. ORGANIGRAMA DEL ÁREA DE GESTIÓN HUMANA

2.3. Los Productos

Dentro de la variedad de productos que ofrece la empresa, tenemos los que se producen en la planta y material que se adquiere de otras empresas para hacer reventa. La producción de la planta se enfoca tanto a medidas de stock y medidas especiales.

A continuación se muestra una tabla con la clasificación de la producción y su enfoque (ver tabla 1).

TABLA 1

CLASIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Producto	Enfoque de Producción	
	Medidas de Stock	Medidas Especiales
A1 A2	X	X X
B1 B2	X	X X
C	X	X
D		X
E	X	X
F1 F2	X	X X
G1 G2	X	X X
H		X
I	X	
J		X
K	X	
L		X
M	X	X

En la tabla anterior se puede apreciar que los productos A, B, F y G, se encuentran divididos en 1 y 2, esto quiere decir que el producto es el mismo sólo que los “números 2” requieren de un proceso adicional (ver figura 2.12.) que es solicitado por los clientes.

2.4. Flujo de Información

Previo al análisis de los procesos vamos a describir el flujo de información que existe a lo largo del proceso de gestión de pedidos. A continuación se presenta un esquema del flujo:

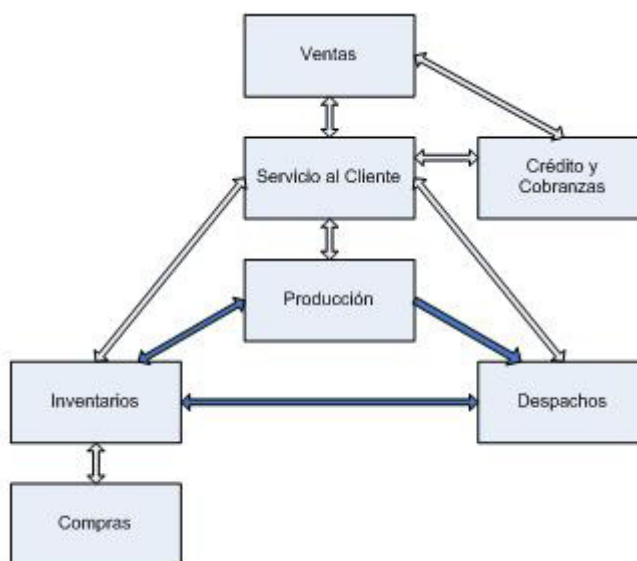


FIGURA 2.7 FLUJO DE INFORMACIÓN

El flujo de información para la gestión de pedidos se inicia en el departamento de ventas ya que los asesores comerciales alimentan de información al departamento de servicio al cliente, y los ejecutivos de este departamento son los encargados de ingresar los pedidos al sistema informático de la empresa y esta información a su vez genera la gestión que realizan los demás departamentos que intervienen en flujo de información (ver figura 2.7).

Las flechas que tienen doble sentido indican la retroalimentación que existe entre los departamentos.

Las flechas que se encuentran sombreadas, indican que además del flujo de información, también existe el flujo de materiales (ver figura 2.8.). Es decir que entre producción e inventarios aparte de existir flujo de información, existe flujo de materia prima y producto terminado (medidas de stock).

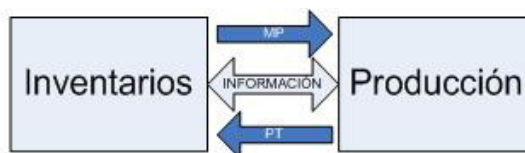


FIGURA 2.8. FLUJO DE INFORMACIÓN ENTRE PRODUCCIÓN E INVENTARIOS

En la figura 2.9., se puede apreciar que también existe flujo en un solo sentido desde producción hacia despachos de producto terminado (medidas especiales), ya que la producción es reportada a inventarios (solo la información).

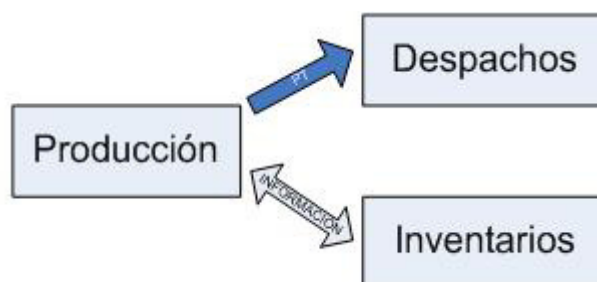


FIGURA 2.9. FLUJO DE INFORMACIÓN DURANTE EL DESPACHO DE MEDIDAS ESPECIALES

Cuando se realizan despachos de medidas de stock, existe flujo de información y materiales entre despachos e inventarios.

También podemos ver que existe flujo de información entre inventarios y compras, esto se debe a que inventarios hace la solicitud de compra de materia prima y también la solicitud de comprar del material para reventa.

2.5. Análisis de procesos

Una vez definido el flujo de información entre los diferentes departamentos de la empresa, podemos realizar el análisis de los diferentes procesos que realizan los departamentos que intervienen a lo largo de la gestión de un pedido desde que son ingresados al sistema hasta que los mismos son despachados.

Los procesos que se van a analizar son los siguientes:

- Proceso de Generación de Pedidos.
- Proceso Integrado de Producción.
- Procesos de Producción.
 - Proceso 1.
 - Proceso 2.
 - Proceso 3.
 - Proceso 4.

- Proceso 5.
- Proceso de Despacho de Pedidos.

2.5.1. Proceso de Generación de Pedidos

El siguiente diagrama de flujo describe detalladamente la interrelación que existe entre ventas, servicio al cliente y crédito y cobranzas, a lo largo de la generación de un pedido (ver figura 2.10.).

Una vez que el pedido es liberado, la información que ha sido ingresada al sistema informático, queda a disposición de producción para la programación de la producción y a disposición de despachos en el caso de la planificación de los envíos del material.

2.5.2. Proceso Integrado de Producción

El siguiente diagrama de flujo muestra de manera integrada el procedimiento que lleva el departamento de producción.

El procedimiento empieza con la programación de la producción y termina en el almacenamiento temporal del producto terminado (ver figura 2.11.).

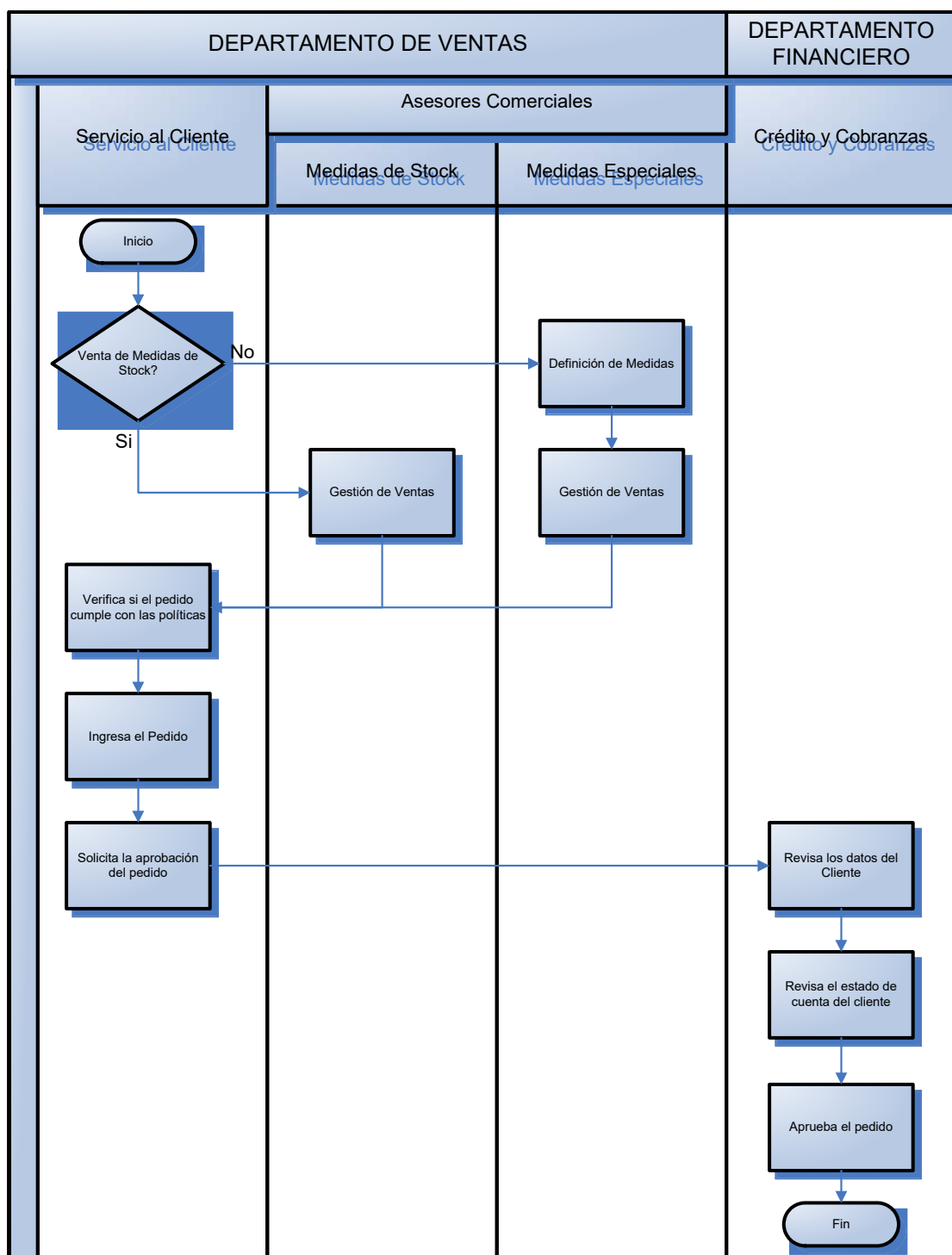


FIGURA 2.10. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE GENERACIÓN DE PEDIDOS

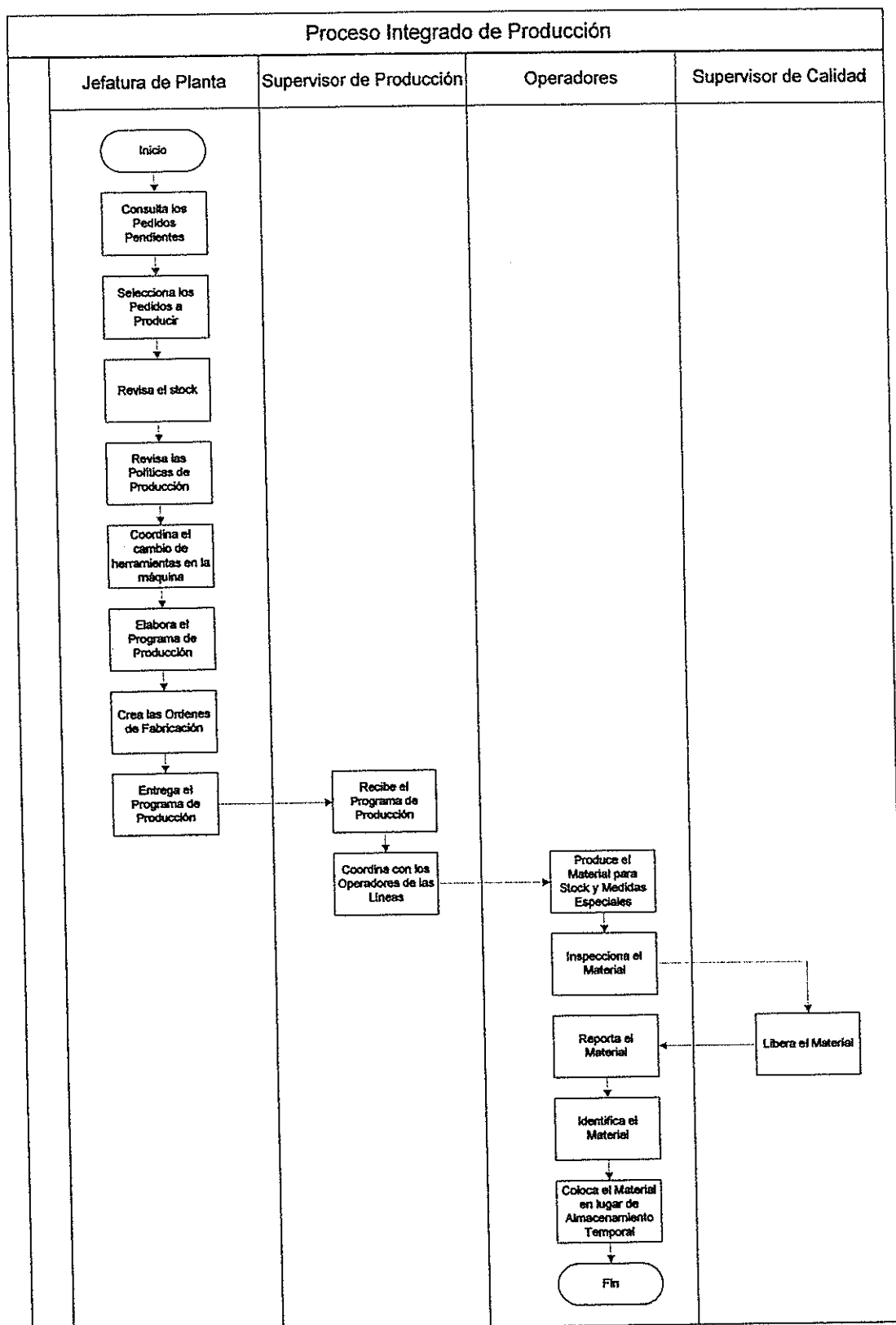


FIGURA 2.11. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO INTEGRADO DE PRODUCCIÓN

2.5.3. Procesos de Producción

Antes de describir los procesos productivos, se mostrará una matriz donde se identifican por producto, los procesos a los que son sometidos antes de ser entregados a despachos o a inventarios (ver tabla 2).

El **proceso 1** es el proceso principal de la empresa, ya que el 69% de los productos son producidos bajo este proceso. Adicionalmente este proceso abastece de material al **proceso 3**.

Los productos A2, B2, F2, G2 y I además del **proceso 1**, requieren del **proceso 2**. Este es un proceso adicional para que puedan estar listos para su despacho. En el siguiente diagrama se muestra la interacción entre ambos procesos (ver figura 2.12.).

El **proceso 3** (ver figura 2.13), interviene en el 15.5% de los productos que se producen en la planta. Este proceso sirve para la producción de los productos L y M.

En la figura 2.14. se describe a los **proceso 4 y 5** que intervienen en la producción del 15.5% de los productos que se producen en la empresa, los productos J y K.

TABLA 2

PROCESOS POR PRODUCTO

Producto	Procesos de Producción				
	Proceso 1	Proceso 2	Proceso 3	Proceso 4	Proceso 5
A1	X				
A2	X	X			
B1	X				
B2	X	X			
C	X				
D	X				
E	X				
F1	X				
F2	X	X			
G1	X				
G2	X	X			
H	X				
I	X	X			
J				X	X
K				X	X
L			X		
M			X		

2.5.4. Proceso de Despacho de Pedidos

En este proceso se arman los pedidos con los productos requeridos por el cliente y se prepara el despacho de los mismos en el día programado como fecha de entrega (ver figura 2.15.).

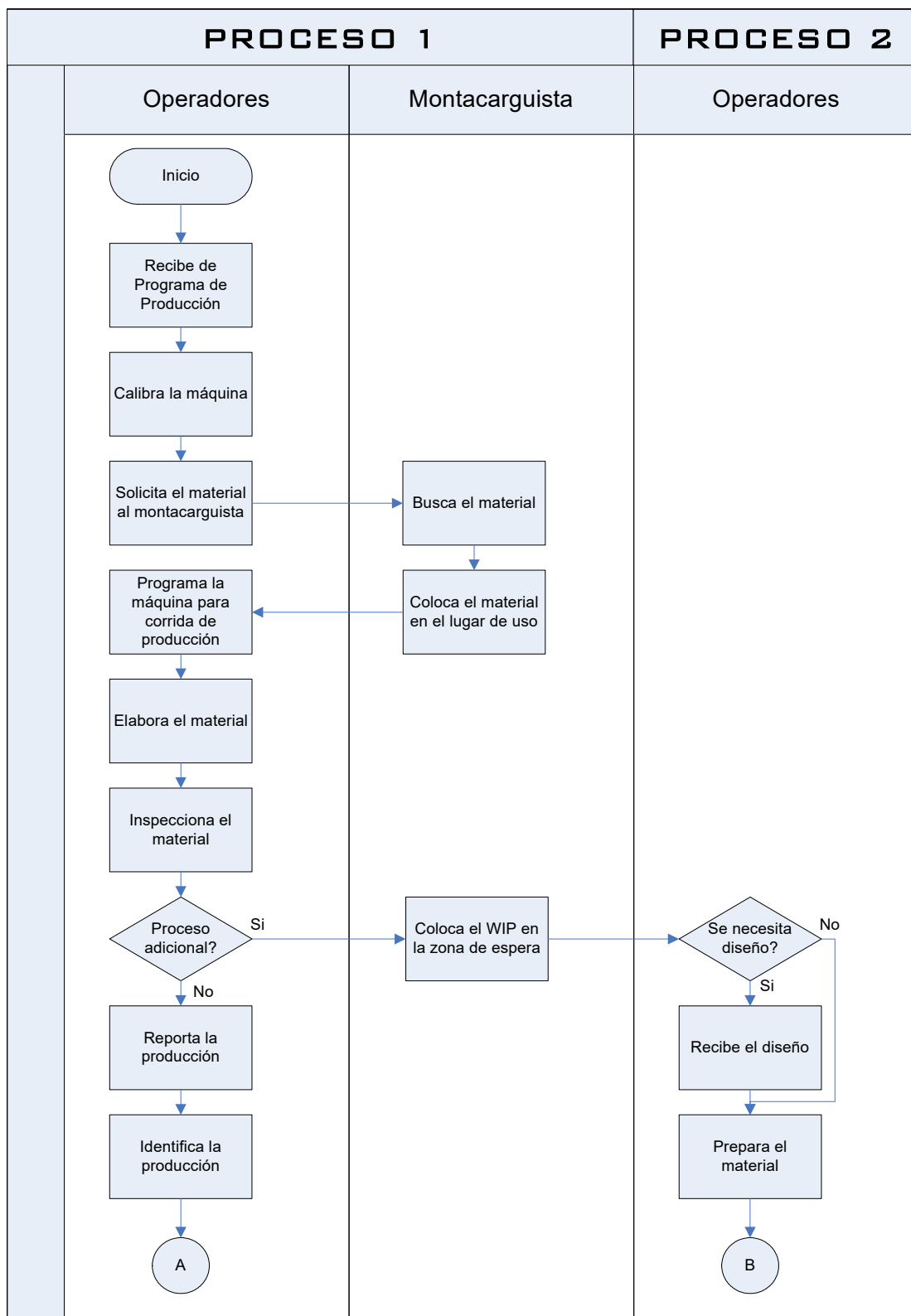


FIGURA 2.12. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO 1 Y 2

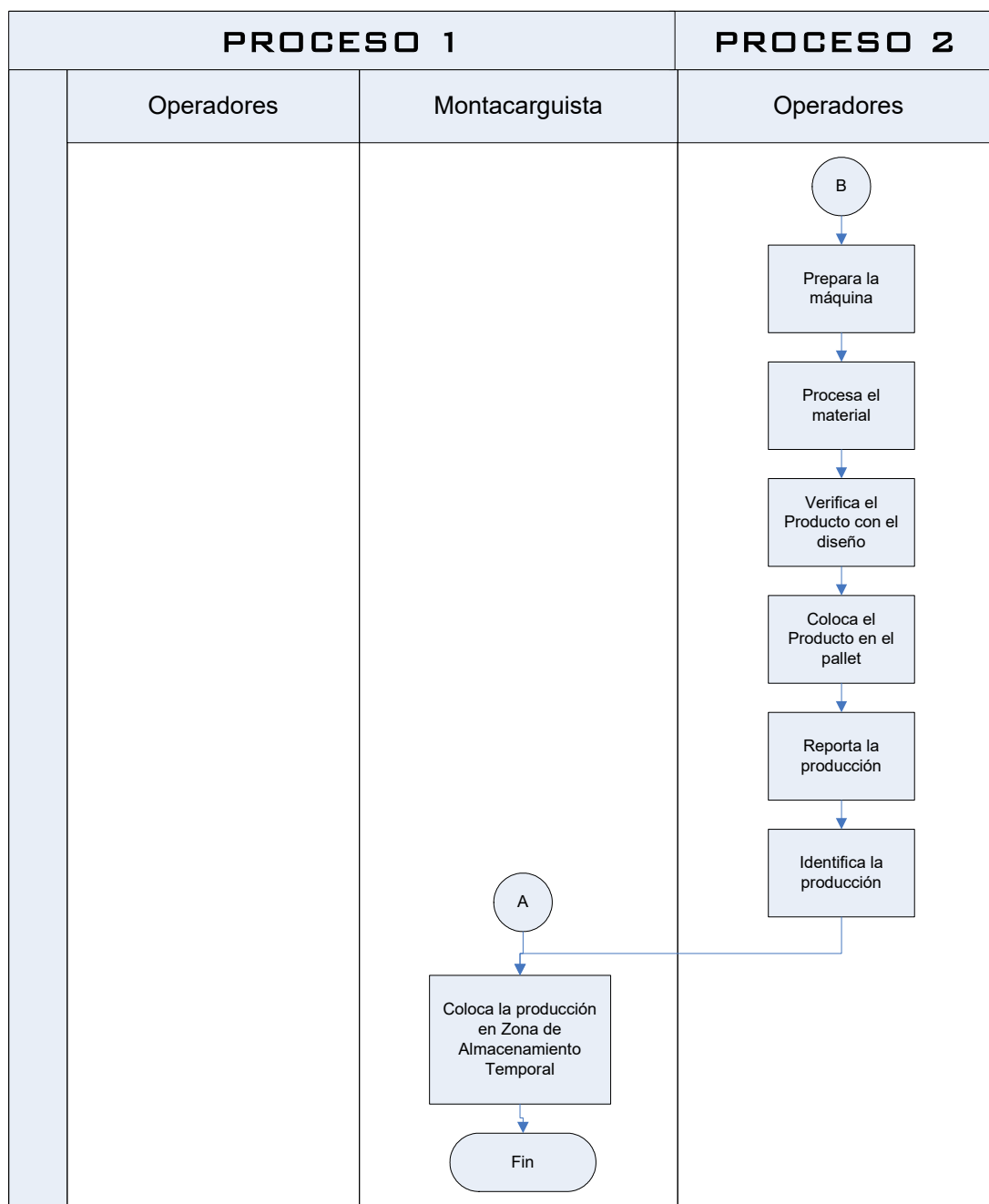


FIGURA 2.12. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO 1 Y 2 (Continuación)

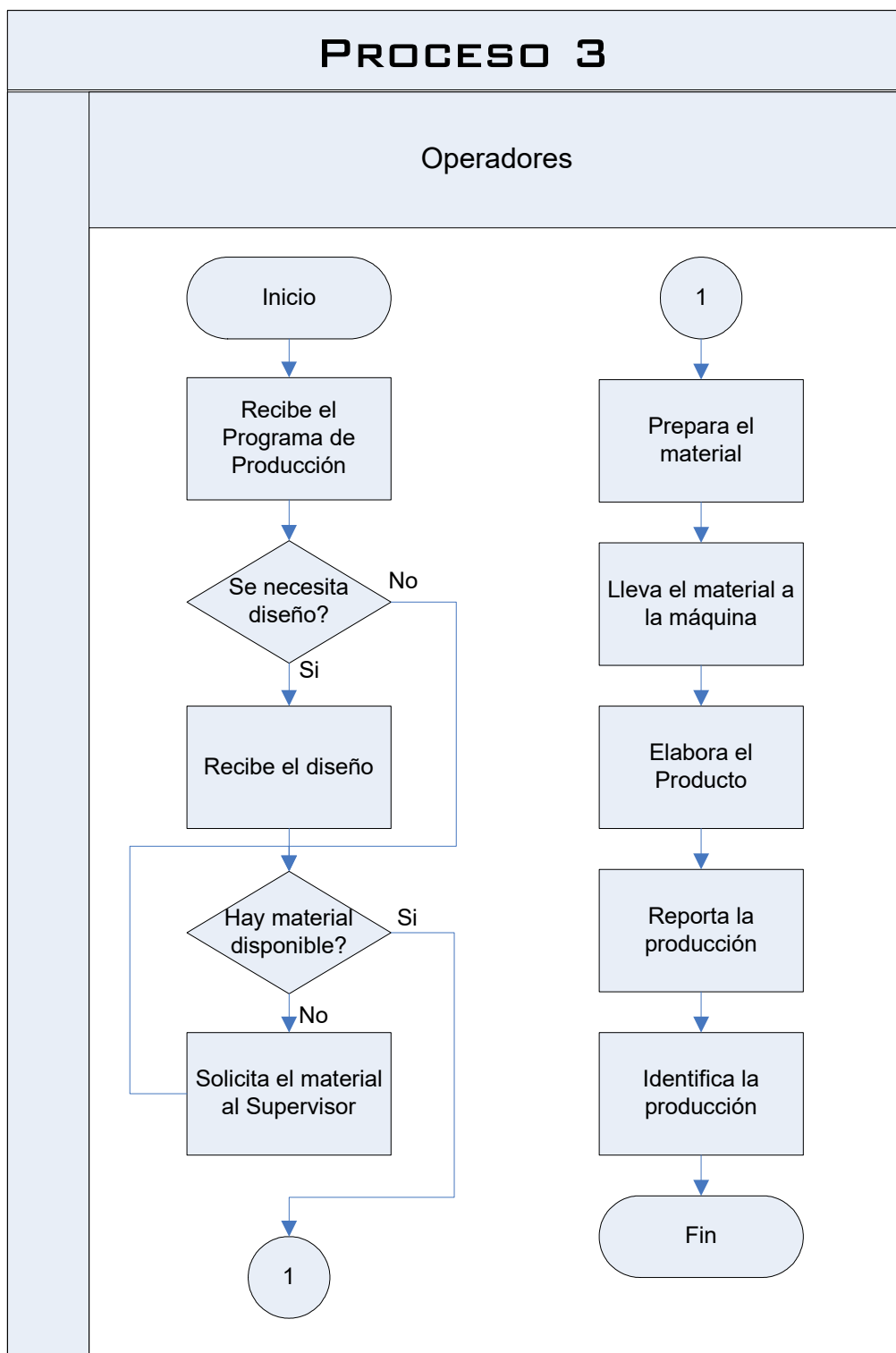


FIGURA 2.13. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO 3

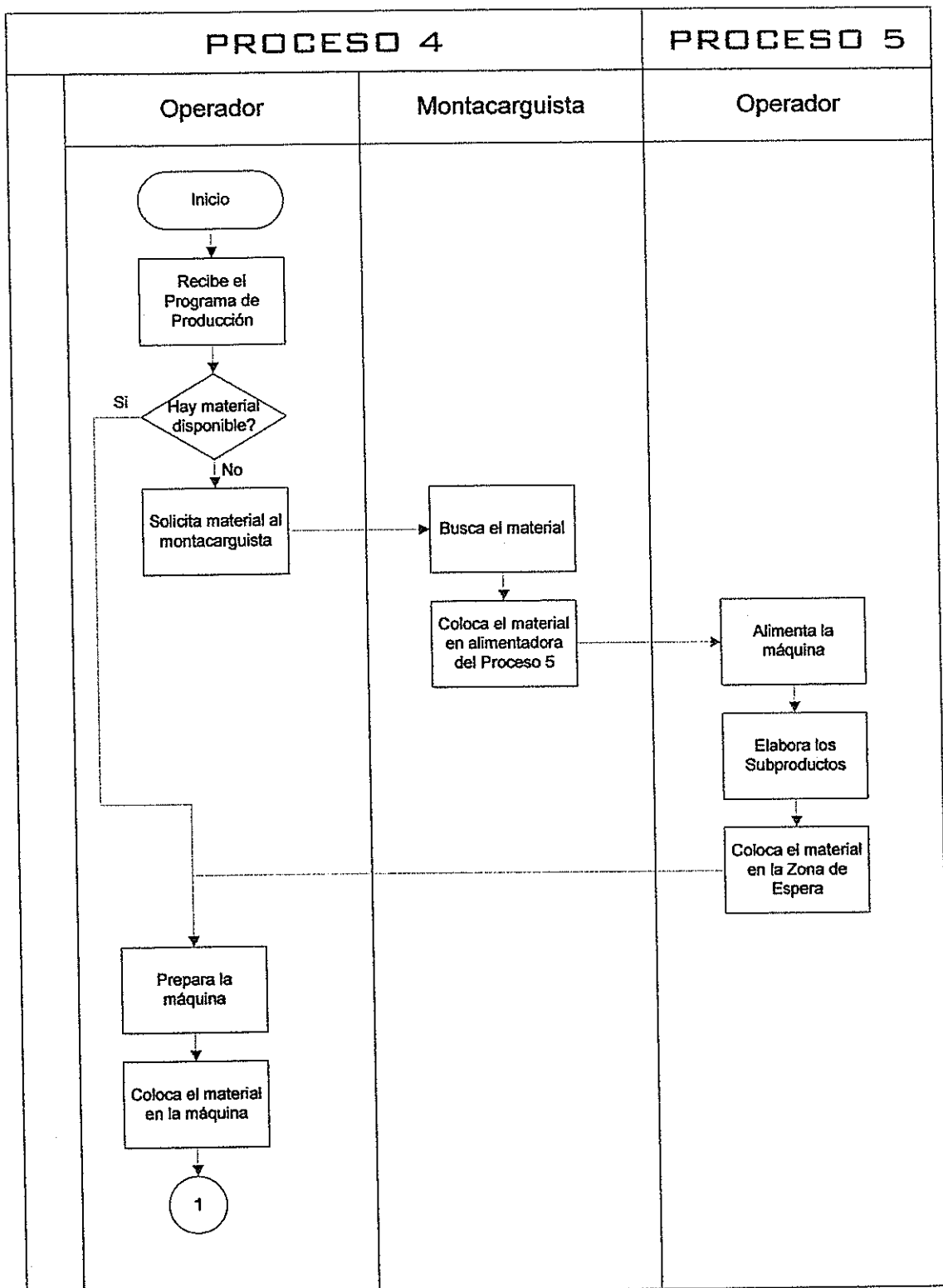


FIGURA 2.14. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO 4 Y 5

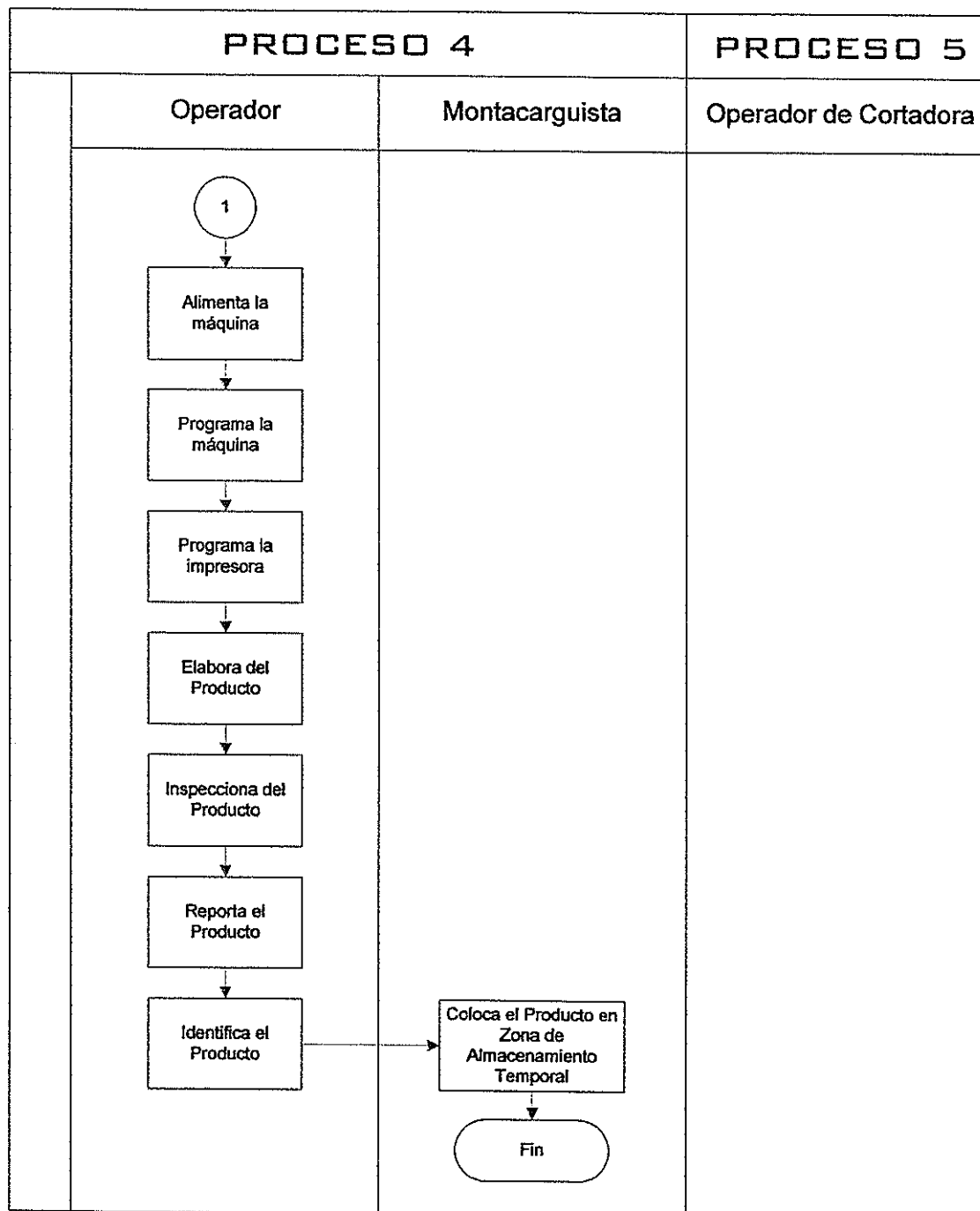


FIGURA 2.14. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO 4 Y 5 (continuación)

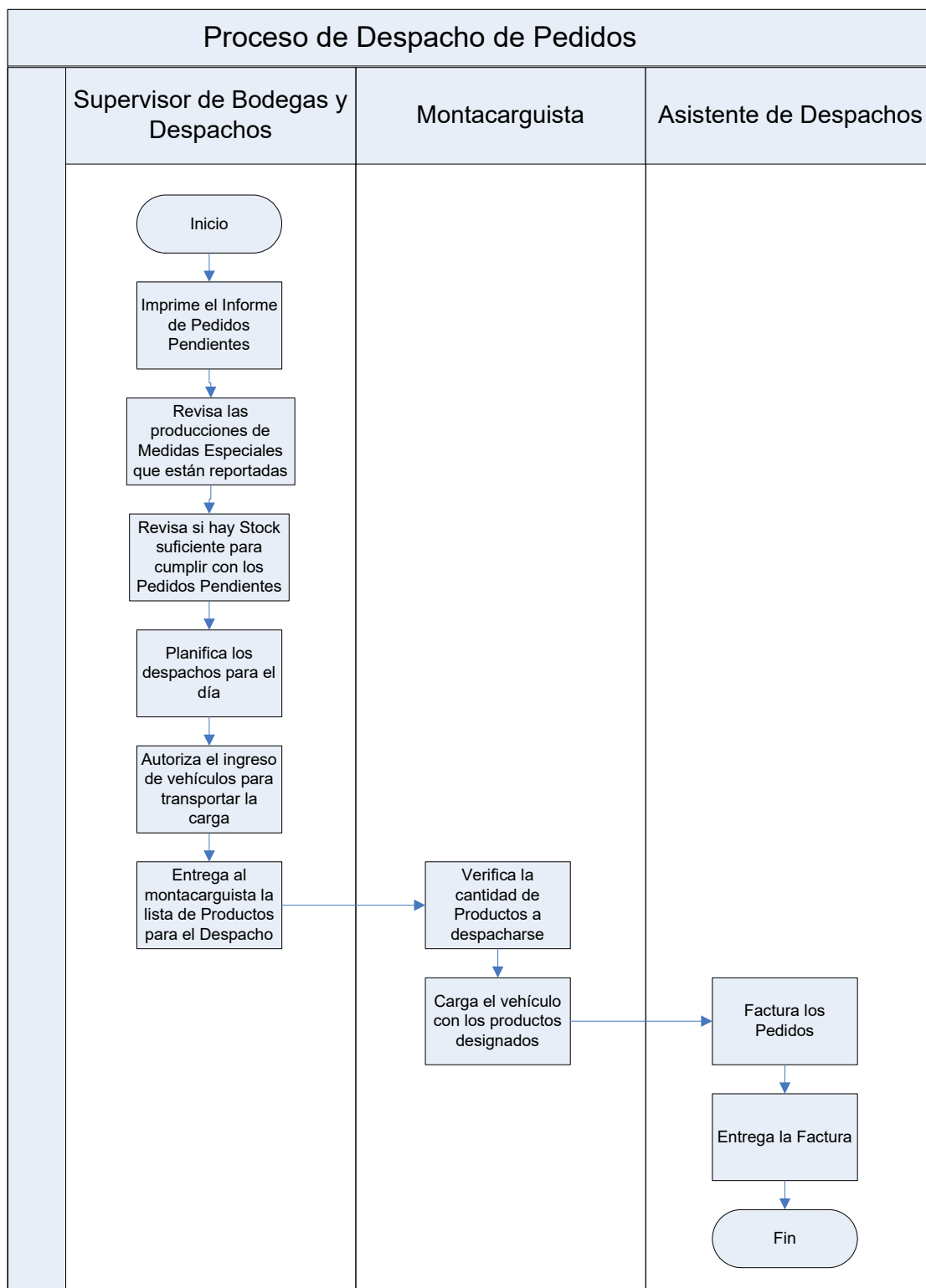


FIGURA 2.15. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE DESPACHO DE PEDIDOS

2.5.5. Distribución de la Planta

Como se puede apreciar en la figura 2.16, la distribución de la planta es por procesos, esto quiere decir que se encuentran agrupadas todas las operaciones del mismo proceso.

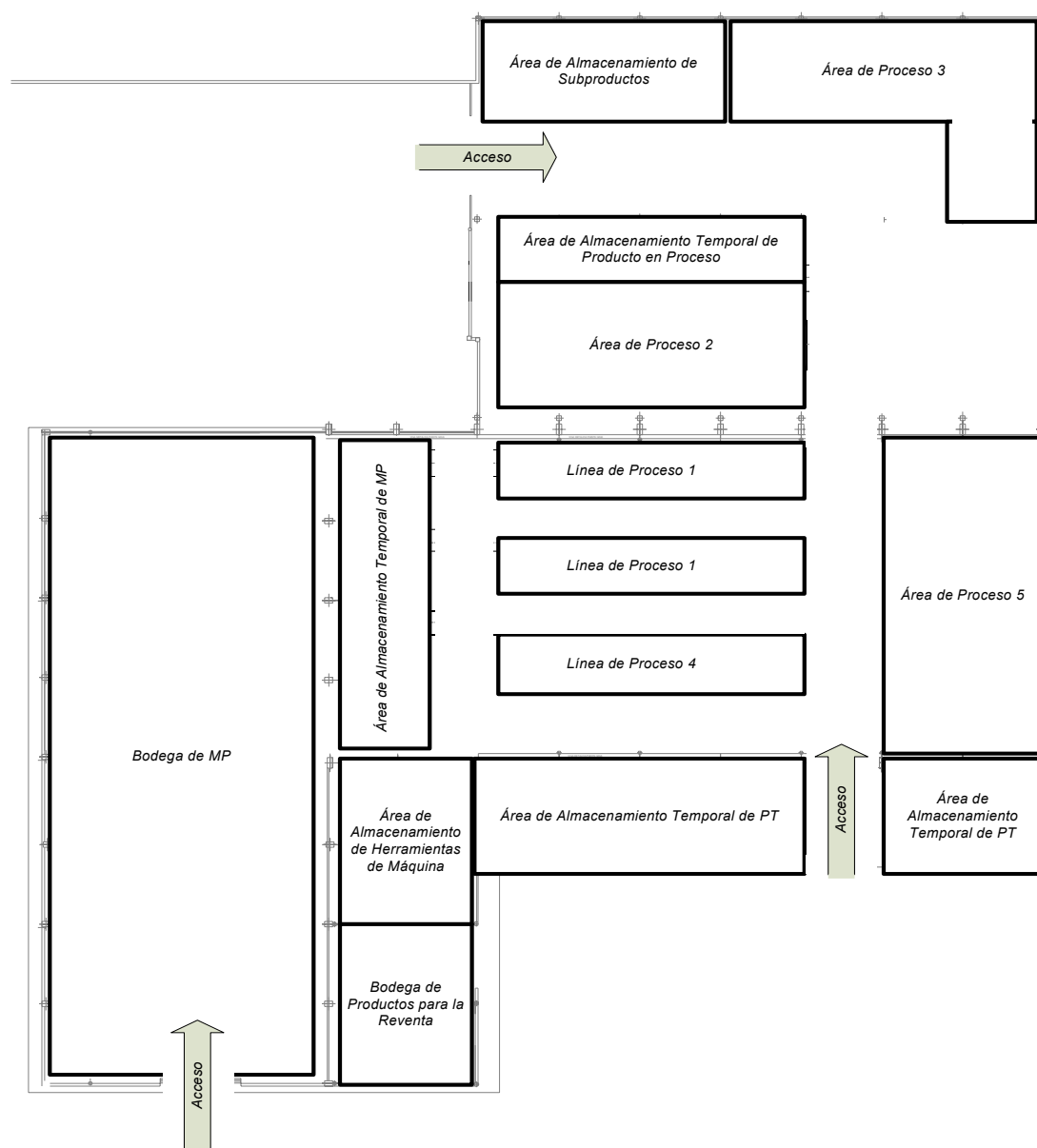


FIGURA 2.16. DIAGRAMA DE PLANTA

Según la figura 2.17, este tipo de distribución se caracteriza por favorecer al flujo intermitente [1].

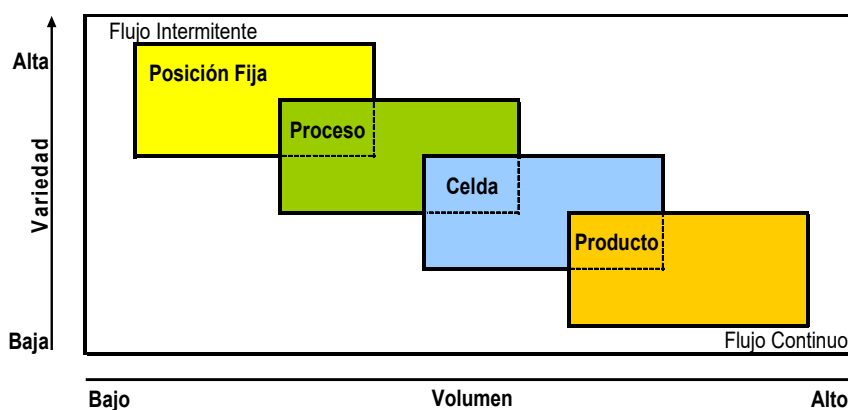


FIGURA 2.17. RELACIÓN ENTRE VOLUMEN, VARIEDAD Y FLUJO

Entre las ventajas que ofrece este tipo de distribución, tenemos [2]:

- Las máquinas existentes en las diferentes áreas de la planta son aprovechadas al máximo, reduciendo de esta manera la inversión en nuevos equipos.
- Esta distribución se adapta a una variedad de productos y a los cambios frecuentes en la secuencia de operaciones.
- Se adapta a la demanda intermitente, es decir que con este tipo de distribución, se puede responder de una mejor manera a las variaciones en la programación de la producción.

- Es más fácil de mantener **la continuidad de la producción** en caso de que:
 - Se descomponga algún equipo o máquina.
 - Haya escasez de material.
 - Falten algunos obreros.

2.5.6. Análisis del Sistema de Producción

Antes de iniciar el análisis del sistema de producción, vamos a definir el **Throughput Time** como el tiempo que la operación toma en obtener los recursos, producir y entregar los productos a los clientes. Y el tiempo que el cliente tiene que esperar desde que pide el producto hasta que lo recibe lo definiremos como **Lead Time [1]**.

Dado que esta empresa tiene dos enfoques de producción, tenemos que la producción de las medidas especiales se maneja bajo el concepto **Make-to-Order** (ver figura 2.18.), esto es que el lead time comprende el tiempo de manufactura del producto más el tiempo del despacho.

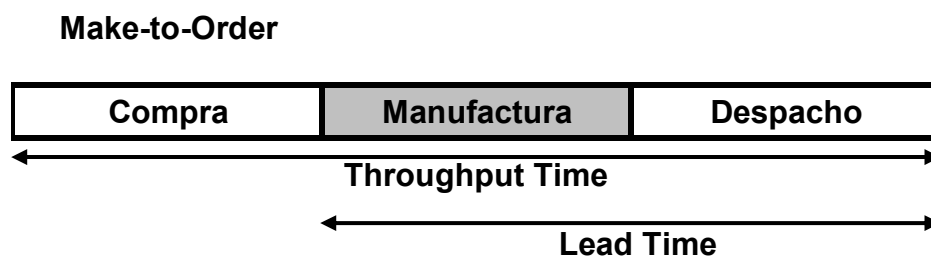


FIGURA 2.18. CONCEPTO MAKE-TO-ORDER

Mientras que la producción de las medidas de stock, se manejan bajo el concepto **Make-to-Stock** (ver figura 2.19.), esto quiere decir que el lead time solo comprende el tiempo de despacho.

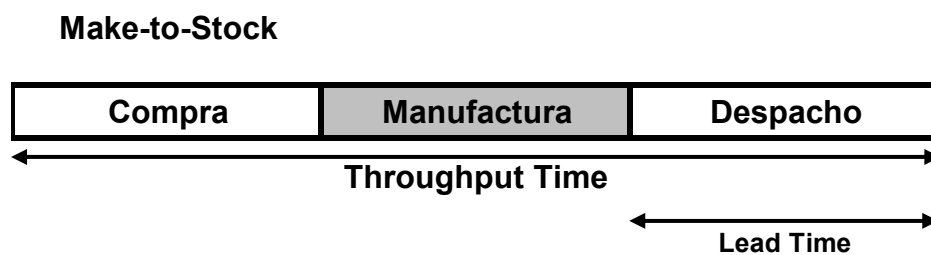


FIGURA 2.19. CONCEPTO MAKE-TO-STOCK

2.5.7. Flujo de Materiales

En la planta básicamente se transporta cinco tipos de materiales: **MP** (Materia Prima), **HM** (Herramientas de Máquina), **PP** (Producto en Proceso), **SP** (Subproductos) y **PT** (Producto Terminado).

El área de producción cuenta con un montacargas y un puente grúa, que son utilizados para el transporte de estos materiales.

A continuación se muestra una tabla con resumen de los diferentes flujos de materiales en la planta (ver tabla 3).

TABLA 3

RESUMEN DE FLUJO DE MATERIALES

Hacia Desde		Área de Almacenamiento de Herramientas de Máquina	Línea de Proceso 1	Área de Proceso 2	Área de Proceso 3	Línea de Proceso 4	Área de Proceso 5	Área de Almacenamiento Temporal de MP	Área de Almacenamiento Temporal de Producto en Proceso	Área de Almacenamiento de Subproductos	Área de Almacenamiento Temporal de PT
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Bodega de MP	1		MP				MP				
Área de Almacenamiento de Herramientas de Máquina	2		HM								
Línea de Proceso 1	3	HM		PP	PP			MP	PP		PT
Área de Proceso 2	4										PT
Área de Proceso 3	5										PT
Línea de Proceso 4	6										PT
Área de Proceso 5	7					PP				SP	PT
Área de Almacenamiento Temporal de MP	8		MP								
Área de Almacenamiento Temporal de Producto en Proceso	9			PP	PP						
Área de Almacenamiento de Subproductos	10					PP					PT

Las herramientas de máquinas, cuentan con un pallet especial para su almacenamiento y transporte. Mientras que el MP, PP, SP y PT no requieren del uso de pallets para su transportación, se usan listones de madera para su apilamiento y almacenamiento.

La finalidad de los listones, es que el material no este en contacto con el piso y además facilite la elevación del material con las uñas del montacargas (ver figura 2.20.).

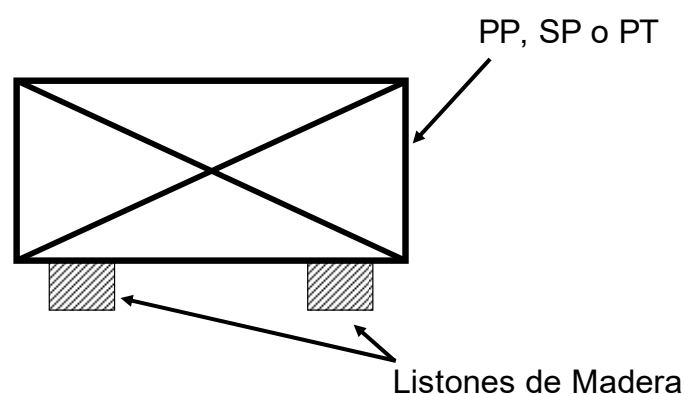


FIGURA 2.20. ESQUEMA DEL ALMACENAMIENTO TEMPORAL

2.5.8. Planificación de la Producción

En cuanto a la planificación de la producción, como ya se mencionó anteriormente, se manejan dos conceptos que son Make-to-Order y Make-to-Stock.

La planificación de la producción, de los procesos 1, 2, 4 y 5, está en función del producto que se encuentra preparado y calibrado en las máquinas, primero se consulta los pedidos de medidas especiales que se encuentren pendientes para programarlos y luego se programan las medidas de stock, para aprovechar las herramientas que se han montado en las máquinas.

En caso de no haber pedidos pendientes con respecto al producto que se encuentra preparado y calibrado en las máquinas, se calcula si el tonelaje total de los pedidos pendientes de medidas especiales de otros productos, para ver si se cumple con la política de producción (hay un peso mínimo que cumplir), para hacer un cambio de herramientas de máquina, esto es para justificar los costos de preparación y calibración de cada máquina.

Una vez que se ha definido que producto se va a producir, se planifica adicionalmente la producción de las medidas de stock de este producto.

Hay casos especiales en los cuales se realiza el cambio de herramienta de máquina sin cumplir la política que tiene producción y esto es cuando existe una autorización especial de Gerencia General o Gerencia de Ventas que se encuentra alineada con una decisión estratégica.

Al momento de realizar la planificación de producción se revisa si los pedidos pendientes se encuentran o no habilitados por el departamento de Crédito y Cobranzas, para proceder con su fabricación, también hay casos en los que se planifican pedidos bloqueados, esto también se lo realiza con una autorización especial de Gerencias.

Para el Proceso 3, la planificación de la producción se realiza diariamente, ya que no depende de cambios de herramientas.

Las prioridades de producción de determinados pedidos, son comunicadas por los Ejecutivos de Servicio al Cliente al Programador de Producción.

De esta manera se logra que las prioridades sean consideradas al momento de la programación de la producción.

2.5.9. Análisis de la Tecnología

En la siguiente tabla se muestra un listado con las máquinas disponibles en la planta, clasificadas por áreas, tipo y productos (ver tabla 4).

Las máquinas del área de líneas de procesos tienen más de 10 años, muchas de estas han tenido adecuaciones a medida que se ha ido incrementando la gama de productos que ofrece la empresa.

TABLA 4

LISTADO DE MÁQUINAS DISPONIBLES EN LA PLANTA

Area	Máquina	Tipo	No. Operadores		Productos	
			Mínimo	Máximo	Productos en Proceso	Producto Terminado
Línea de Proceso 1	Máquina 1	Semi-automática	1	2	A2, B2	A, B, C, D
	Máquina 2	Semi-automática	1	2	F2, G2, I	E, F, G, H
Area de Proceso 2	Máquina 3	Manual	4	4		I
	Máquina 4	Manual	4	6		A2, B2, F2, G2
Area de Proceso 3	Máquina 5	Semi-automática	2	4		L, M
	Máquina 6	Manual	2	3		L, M
	Máquina 7	Manual	1	1	L, M	
Línea de Proceso 4	Máquina 8	Semi-automática	1	2		J, K
Area de Proceso 5	Máquina 9	Semi-automática	2	2	J, K	

2.6. Análisis FODA de la empresa

El análisis deriva su nombre de las iniciales de los conceptos fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, que a su vez representa una forma de modelar la situación de la empresa y su ambiente [3].

Se aprecia la existencia de dos factores interiores a la empresa; ellos son las fortalezas y las debilidades. Por fortalezas se entiende lo que la empresa hace bien y por lo tanto puede utilizar con éxito, por debilidad se entiende lo opuesto, son aspectos en los que la empresa debe mejorar.

Otros dos son externos a la empresa y pertenecen al entorno, allí están las oportunidades y las amenazas. Por oportunidades se entiende realidades del ambiente que son propicios para que la empresa aumente su participación y ventas.

Por amenazas se entiende lo contrario, es decir que son los elementos del ambiente que pueden entorpecer el crecimiento de la empresa.

Basado en estos conceptos, se elaboró la tabla donde se señalan las principales fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la empresa donde se desarrolla la presente tesis (ver tabla 5).

TABLA 5
ANÁLISIS FODA DE LA EMPRESA

Factores Internos	Fortalezas	Debilidades
	Apertura a cambios por parte de la Gerencia General	Demoras en la aprobaciones por parte del directorio
	Personal administrativo eficaz en sus funciones	Descoordinación interdepartamental
	Dos turnos rotativos, se puede trabajar entre 16 y 24 horas diarias según lo exija la demanda	No se puede mantener el ritmo constante de 24 horas en épocas altas, ni trabajar los domingos
	Departamento de Mantenimiento Industrial organizado	No se cuenta con un taller mecánico-industrial para arreglos básicos
	Personal para mantenimiento mecánico y eléctrico	Falta de bodega de repuestos
	Distribución de la planta por procesos	Maquinaria antigua
	Variedad de Productos	Tiempos improductivos por demoras en cambios de herramientas de máquina
Factores Externos	Oportunidades	Amenazas
	Mayor competitividad	Proyectos similares que este ejecutando la competencia
	Adaptabilidad a cambios y mejoras	Emigración de personal a otras empresas
	Control de costos de personal en épocas de menor demanda	Incumplimiento en la entrega de grandes pedidos de medidas especiales
	Disminución de costos y rapidez en los mantenimientos no planificados	Mucha dependencia de proveedores de mantenimiento
	Disponibilidad de Stock de repuestos críticos	Muchas paralizaciones de producción por mantenimientos emergentes
	Proyectos de mejora del tiempo de vida de las máquinas y las reducir las demoras evitables	Algunas máquinas ya han cumplido su tiempo de vida útil
	Proyectos para reducir tiempos improductivos	Aumento en los costos de fabricación

CAPÍTULO 3

3. MARCO TEÓRICO

Para solucionar los problemas, es importante comprender las herramientas de resolución de problemas y el modo en que se pueden utilizar.

A continuación se revisarán los principios teóricos de las herramientas que usarán en la presente tesis.

3.1. Grupos de resolución de problemas

Esta es una técnica creativa empleada para facilitar la generación de ideas y el análisis de problemas.

Este análisis se lleva a cabo de un modo altamente estructurado, permitiendo que al final de la reunión se alcancen un buen número de conclusiones sobre las cuestiones planteadas.

Sus miembros se reúnen con el propósito de resolver un problema concreto por el que han sido convocados [4].

Generalmente se tratan problemas que afectan a distintas áreas de trabajo o departamentos. Por esa razón, la composición es multifuncional y multinivel. Los participantes son seleccionados sobre la base de su conocimiento y experiencia, así como del grado de involucración en el problema.

Entre las ventajas que ofrece el uso de grupos para la resolución de problemas, tenemos:

- **Más motivación.** Los equipos satisfacen necesidades de rango superior. Los miembros de un equipo de trabajo tienen la oportunidad de aplicar sus conocimientos y competencias y ser reconocidos por ello, desarrollando un sentimiento de autoeficacia y pertenencia al grupo.
- **Mayor compromiso.** Participar en el análisis y toma de decisiones compromete con las metas del equipo y los objetivos organizacionales.
- **Más ideas.** El efecto sinérgico que se produce cuando las personas trabajan juntas tienen como resultado la producción de un mayor número de ideas que cuando una persona trabaja en solitario.

- **Más creatividad.** La creatividad es estimulada con la combinación de los esfuerzos de los individuos, lo que ayuda a generar nuevos caminos para el pensamiento y la reflexión sobre los problemas, procesos y sistemas.
- **Mejora la comunicación.** Compartir ideas y puntos de vista con otros, en un entorno que estimula la comunicación abierta y positiva, contribuye a mejorar el funcionamiento de la organización.
- **Mejores resultados.** Cuando las personas trabajan en equipo, es indiscutible que se mejoran los resultados.

3.2. Brainstorming (Lluvia de ideas)

Es una herramienta utilizada para posibilitar la generación de un elevado número de ideas, por parte de un grupo, y la presentación ordenada de éstas [4].

Entre las ventajas principales que nos ofrece el uso de esta herramienta tenemos:

- Es muy útil cuando se pretende obtener un amplio número de ideas sobre las posibles causas de un problema o acciones a tomar.

- Una observación añadida es que este método sirve de entrada o de fase previa para otras técnicas de análisis.
- Estimula la creatividad, esto quiere decir que ayuda a romper con ideas antiguas o estereotipadas.
- Produce un amplio número de ideas. A los integrantes del grupo se les anima a expresar las ideas que vienen a su mente sin ningún prejuicio ni crítica.
- Permite la implicación de todos los miembros del equipo, ya que se construye un entorno que hace posible la participación de todos.

Para aplicar satisfactoriamente una sesión de Brainstorming, hay una serie de reglas fundamentales que se deben seguir:

- a. Debe existir ausencia de crítica, es decir que las ideas deben fluir y ser expresadas libremente.
- b. Se debe evitar la discusión, esto quiere decir que durante la generación de las ideas no está permitido entrar en el debate de las mismas, ni se deberá hacer comentarios positivos o negativos sobre ellas.
- c. Todas las personas que integran el equipo deben contribuir activamente, de esto se encargará el coordinador de la

reunión de brainstorming, ya que debe cuidar la participación completa.

- d. Las ideas deberán ser escritas y mostradas de modo visible.
- e. Se debe delimitar la duración de las fases de la lluvia de ideas.
- f. Las ideas pueden ser clarificadas tras la fase de “generación”.
- g. Es permitido combinar las ideas.

La sesión de brainstorming va a ir estructurada de la siguiente manera:

1. **Exposición de las normas.** En este paso se explicará claramente las reglas de la técnica.
2. **Delimitación de su duración.** El brainstorming es un método para producir ideas con mucha rapidez por esta razón una duración de 5 a 15 minutos para la “generación de ideas” suele ser suficiente. Este tiempo puede ser ampliado si es que los participantes tienen aún ideas que presentar.
3. **Escribir el tema de manera visible.** Hay que asegurarse de que el tema fue comprendido correctamente, de manera que no debe quedar dudas.

4. **Recolección y registro de ideas.** Las ideas pueden ser expresadas de dos formas distintas. Bien se pide a cada individuo que aporte su idea en un turno; si alguien no puede hacerlo, podrá pasar turno en esa ocasión y aportar en el siguiente. O se expresan las ideas según van surgiendo en la mente de cada participante. En este caso, el coordinador deberá prestar especial atención a que la participación sea completa y las aportaciones razonablemente repartidas. Las ideas serán registradas en una pizarra, panel o similar. Pueden usarse notas adhesivas a este efecto. La condición es que se sitúen en lugar bien visible. En cualquier caso, las ideas deberán haber sido escritas sin interpretación alguna, es decir, ser un reflejo exacto de lo que dijo la persona que la expuso.
5. **Clarificación de las ideas.** Una vez expuestas las ideas, es preciso asegurarse de que todas han sido comprendidas. Para ello se revisarán una a una, preguntando a los participantes si hay dudas o se quiere hacer algún comentario.
6. **Eliminación de ideas duplicadas.** Ahora es el momento de eliminar ideas duplicadas, siempre que quienes las plantearon estén de acuerdo.

7. **Reducción de la lista.** Es posible que se considere conveniente reducir la lista a un número menor de términos de manera que sea más manejable, o que se prioricen algunos elementos. Entonces se aplicará un sistema de votación múltiple.

3.3. Diagrama causa-efecto

El diagrama de Ishikawa o **diagrama causa-efecto**, es una herramienta que ayuda a identificar, clasificar y poner de manifiesto posibles causas, tanto de problemas específicos como de características de calidad. Ilustra gráficamente las relaciones existentes entre un resultado dado (efectos) y los factores (causas) que influyen en ese resultado [4].

Entre las ventajas principales que nos ofrece el uso de esta herramienta tenemos:

- Permite que el grupo se concentre en el contenido del problema, no en la historia del problema ni en los distintos intereses personales de los integrantes del equipo.
- Ayuda a determinar las causas principales de un problema.

- Estimula la participación de los miembros del grupo de trabajo, permitiendo así aprovechar mejor el conocimiento que cada uno de ellos tiene sobre el proceso.
- Incrementa el grado de conocimiento sobre un proceso.
- Identificar las causas-raíz o causas principales, de un problema o efecto.
- Clasificar y relacionar las interacciones entre factores que están afectando al resultado de un proceso.

Los pasos a seguir para la construcción de un diagrama causa-efecto, son:

1. Definir el resultado efecto a analizar. Esta definición debe estar hecha en términos operativos, lo suficientemente concretos para que no exista duda sobre qué se pretende, de manera que el efecto estudiado sea comprendido satisfactoriamente por los miembros del grupo. El efecto a estudiar puede ser positivo (un objetivo) o negativo (un problema).
2. Situar el efecto o característica a examinar en el lado derecho de lo que será el diagrama, enmarcado en un recuadro. En éste debe aparecer una breve descripción del efecto.

3. Trazar una línea hacia la izquierda, partiendo del recuadro.
4. Identificar las causas principales que inciden sobre el efecto.
Estas serán las ramas principales del diagrama y constituirán las categorías bajo las cuales se especificarán otras posibles causas.
5. Situar cada una de las categorías principales de causas en sendos recuadros conectados con la línea central, mediante un conjunto de líneas inclinadas.
6. Identificar para cada rama principal otros factores específicos que puedan ser causa del efecto, estos factores conformarán las ramas del segundo nivel, a su vez éstas podrán expandirse en otras de tercer nivel y así sucesivamente. Para desplegar las ramas y sus distintos niveles, se usará el brainstorming. El número de niveles no está limitado de manera que puede darse la circunstancia de que sea necesario seccionar el diagrama en otros pequeños diagramas si aparece un elevado número de niveles en una o más ramas.
7. Hay que repasar el diagrama para asegurar que se han incluido en él todas las causas posibles del problema.

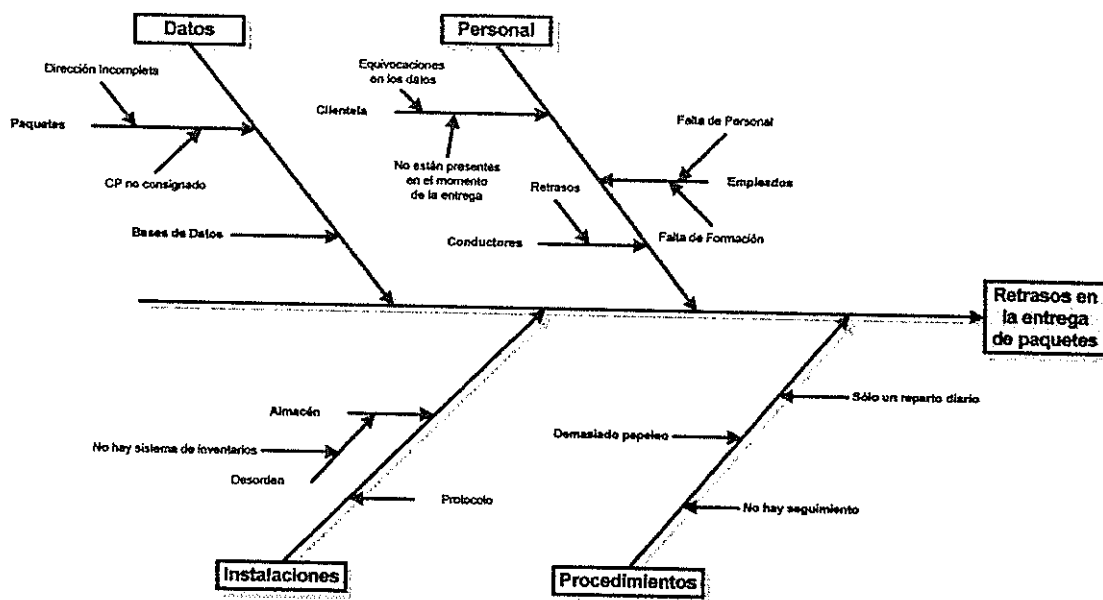


FIGURA 3.1. EJEMPLO DE DIAGRAMA CAUSA-EFECTO

3.4. Diagrama de árbol

Es una técnica que permite obtener una visión de conjunto de los medios necesarios para alcanzar una meta o resolver un problema [4].

Partiendo de una información general, como la meta a alcanzar, se incrementa gradualmente el grado de detalle sobre los medios necesarios para su consecución. Este mayor detalle se representa mediante una estructura en la que se comienza con una meta general (el "tronco") y se continúa con la identificación de niveles de acción más precisos (las sucesivas "ramas").

Las ramas del primer nivel constituyen medios para alcanzar la meta pero, a su vez, estos medios también son metas, objetivos intermedios, que se alcanzarán gracias a los medios de las ramas del nivel siguiente. Así repetidamente hasta llegar a un grado de concreción suficiente sobre los medios a emplear.

Entre las ventajas que nos ofrece esta herramienta, tenemos:

- Hace que los integrantes del equipo amplíen su modo de pensar al crear soluciones.
- Mantiene a todo el equipo vinculado a las metas y sub-metas generales de una tarea.
- Mueve al equipo de planificación de la teoría al mundo real.
- Descomponer cualquier meta general, de modo gráfico, en fases u objetivos concretos.
- Determinar acciones detalladas para alcanzar un objetivo.

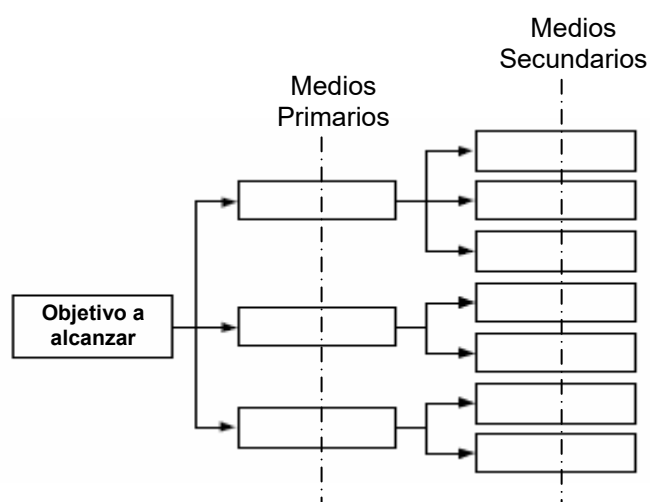


FIGURA 3.2. ESQUEMA DEL DIAGRAMA DE ÁRBOL

3.5. Diagrama de matriz

Este tipo de diagrama facilita la identificación de relaciones que pudieran existir entre dos o más factores, sean éstos: problemas, causas y procesos; métodos y objetivos; o cualquier otro conjunto de variables [4].

Una aplicación frecuente de este diagrama es el establecimiento de relaciones entre requerimientos del cliente y características de calidad del producto o servicio.

La figura 3.3. es un ejemplo de un formato habitual en el Despliegue de la Función de Calidad (QFD).

CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE	Característica A	Característica B	Característica C	...	Característica M
Requerimiento A	●	●			
Requerimiento B	●		△		○
Requerimiento C		●	△		
⋮					○
Requerimiento N	○		●		

● Relación fuerte ○ Relación △ Relación débil

FIGURA 3.3. EJEMPLO DE DIAGRAMA DE MATRIZ USADA EN EL QFD

En el caso de la figura, se trata de una matriz tipo-L, al ser una tabla de dos dimensiones.

Las ventajas que nos ofrece esta herramienta son:

- Visualiza claramente los patrones de responsabilidad para que haya una distribución pareja y apropiada de las tareas.
- Establecer la relación entre distintos elementos o factores, así como el grado en que ésta se da.
- Hace perceptibles los patrones de responsabilidad así como la distribución de tareas.
- Ayuda al equipo a llegar a un consenso con relación a decisiones.
- Mejora la disciplina de un equipo en el proceso de observar minuciosamente un gran número de factores de decisión importantes

La mecánica que se sigue para construir un diagrama de matriz tipo-L, que se centre en problemas, causas y procesos, es la que sigue:

1. Conformar la matriz.
2. Seleccionar los problemas y situarlos en las filas correspondientes.

3. Colocar las causas que se crea que están relacionadas con el problema.
4. Enumerar los procesos que estén relacionados con el problema y colocarlos de manera secuencial.
5. Relacionar el problema y sus causas, marcando la fuerza de la relación con (ver figura 3.4.):

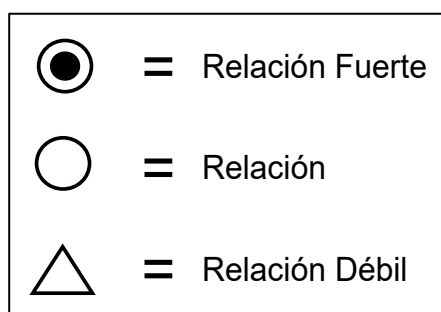


FIGURA 3.4. SÍMBOLOS PARA MARCAR LAS RELACIONES

6. Relacionar causas y procesos.
7. Evaluar las relaciones, considerando lo siguiente (ver figura 3.5):

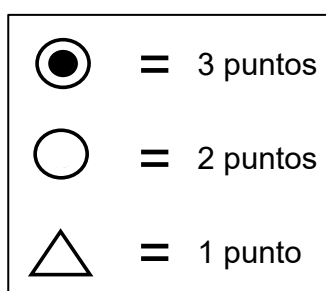


FIGURA 3.5 PUNTAJE ASIGNADO A LAS RELACIONES

A continuación se muestra un ejemplo de diagrama de matriz tipo-L (ver figura 3.6.):

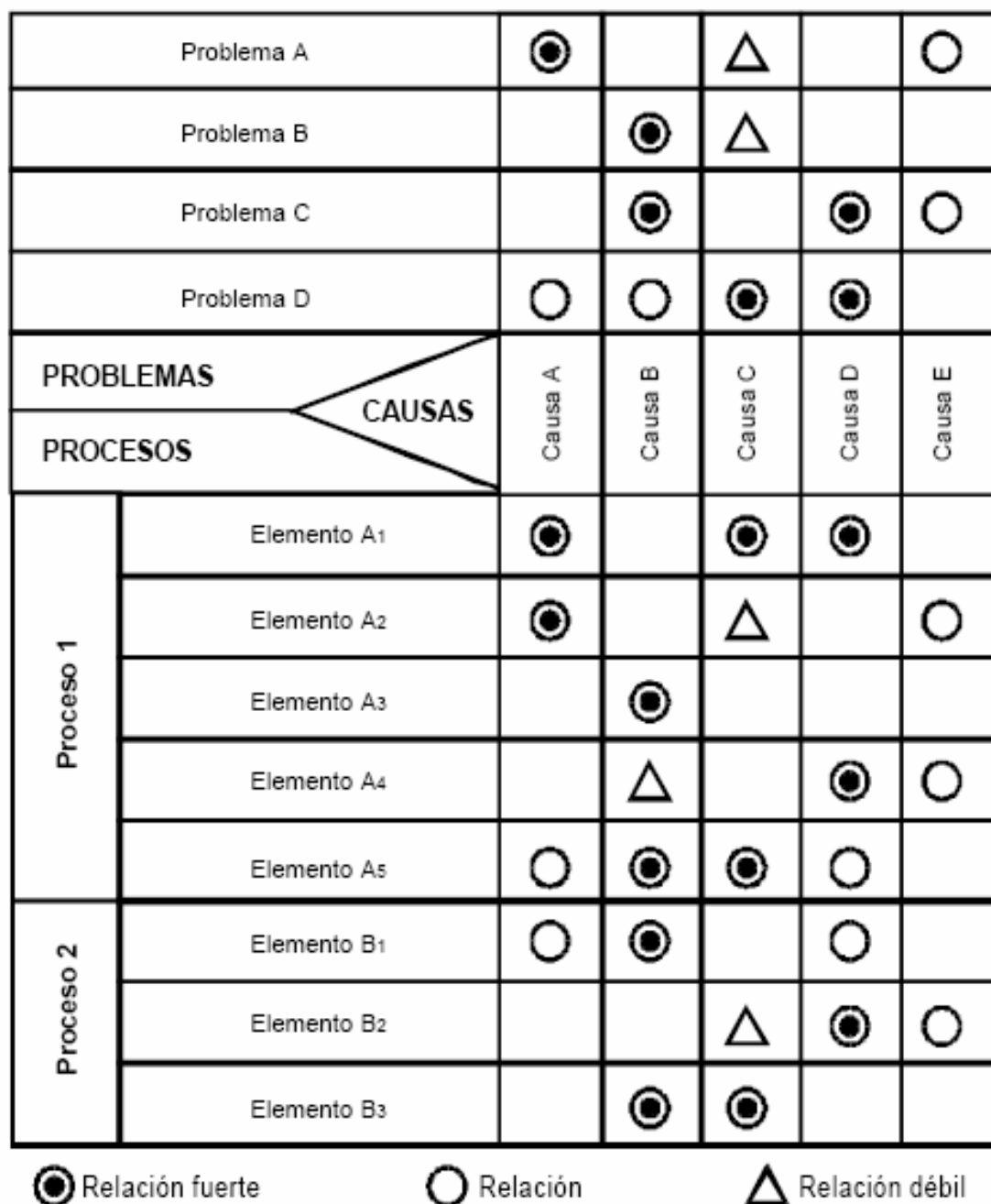


FIGURA 3.6. EJEMPLO DE DIAGRAMA DE MATRIZ TIPO-L

3.6. Análisis modal de fallos y efecto (AMFE)

Este es un método dirigido a lograr el Aseguramiento de la Calidad, que mediante el análisis sistemático, contribuye a identificar y prevenir los modos de fallo, tanto de un producto como de un proceso, evaluando su gravedad, ocurrencia y detección, mediante los cuales, se calculará el **Número de Prioridad de Riesgo**, para priorizar las causas, sobre las cuales habrá que actuar para evitar que se presenten dichos modos de fallo. La aplicación del AMFE provoca un ejercicio de prevención de posibles fallos en el proceso, con el que se consigue una participación mayor de todas las personas involucradas, con el consiguiente incremento del potencial activo y creativo [5].

Los principales beneficios que se obtiene al aplicar este método son los siguientes:

- **Potencia la atención al cliente.** En la aplicación del método AMFE y la consiguiente reducción, al mínimo del Número de Prioridad de Riesgo, lo que se pretende es que el efecto para los clientes (tanto externos como internos) de los posibles modos de fallo sea el mínimo posible. Esto se consigue mediante las acciones correctoras.

- **Potencia la comunicación entre los departamentos.** La organización para la realización del AMFE requiere que diversos departamentos de la empresa colaboren en la búsqueda de los modos de fallo y sus soluciones. Esta interacción facilita la comunicación entre departamentos, de forma que los problemas no se observan como relativos a un departamento, sino al conjunto de la empresa.
- **Facilita en análisis de los productos y los procesos.** La estructuración sistemática del AMFE permite recopilar una enorme cantidad de información que de otra forma sería imposible. Además, proporciona la información necesaria para decidir qué es lo que se debe hacer y por qué, de forma clara y concisa, fomentando la participación del grupo.
- **Mejora la calidad de los productos y los procesos.** El AMFE permite, mediante la ponderación y la selección, proponer y aplicar las acciones correctoras que mejoran el diseño o el proceso, de forma que se reduce el riesgo de ocurrencia de ineficacias y por lo tanto, el resultado es una mejora de la calidad del producto o del proceso.

- **Reduce los costos operativos.** La filosofía de la prevención y de la mejora continua, que subyace en el AMFE, ayuda a eliminar las ineficiencias existentes, con la consiguiente reducción en tiempo y dinero.

En la figura 3.7 se muestra el diagrama a seguir para generar el AMFE. Y en la figura 3.8, se muestra el formato a usarse.

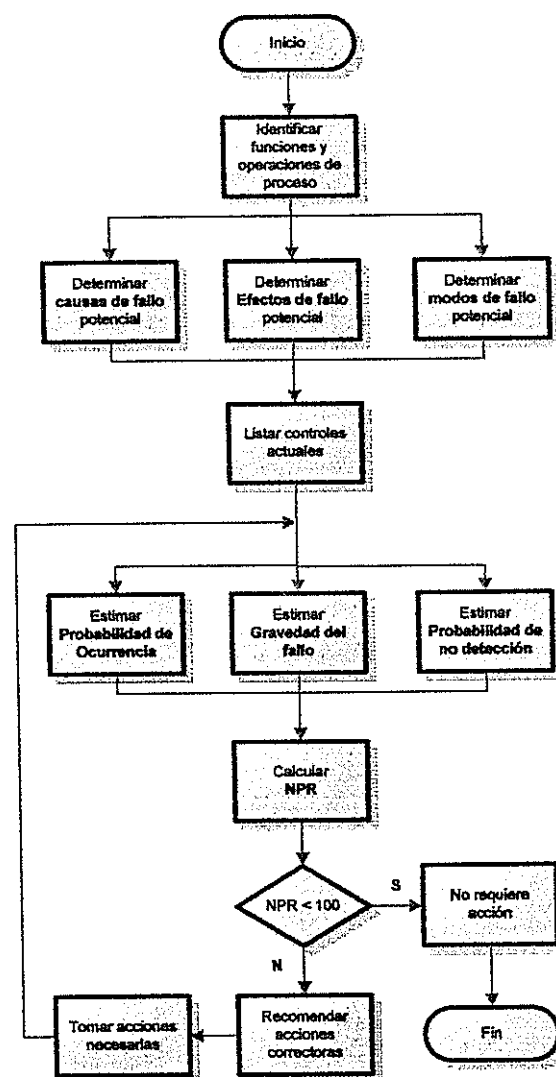


FIGURA 3.7. DIAGRAMA A SEGUIR PARA LA GENERACIÓN DEL AMFE

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS De Proceso ☐ De Diseño ☐				Producto:		Fecha de Edición:		Fecha de Revisión:										
				Proceso:		Elaborado por:		Revisado por:										
				Especificación:		Actuar sobre NPR> que:		Revisión No.										
Operación		Función	Modo de Fallo	Efecto de Fallo	Severidad S	Características Críticas	Causas del Fallo	Ocurrencia O	Controles Actuales	Probabilidad de no detección D	NPR	Acción Correctora	Responsables	Acciones Implantadas	Valoración			NPR
1															S	O	D	
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		

FIGURA 3.8. FORMATO DEL AMFE

Se detalla el contenido que debe tener cada una de las columnas del formato mostrado en la figura anterior.

1. **Operación:** Esta columna se refleja todas las operaciones que se realizan a lo largo del proceso.
2. **Función:** Aquí se detallará el quién ejecuta la operación.
3. **Modo de fallo:** Se anotará el defecto que tiene la operación o la razón por la cual no se obtiene de la operación los resultados deseados.
4. **Efecto de fallo:** Suponiendo que el fallo potencial ha ocurrido, en esta columna se describirán los efectos del mismo. Los efectos corresponden a los síntomas. Si un modo de fallo tiene muchos efectos, a la hora de evaluar, se elegirá el más grave. Para obtención de los efectos se usará el “diagrama causa-efecto”.
5. **Gravedad del fallo(S):** Este índice está íntimamente relacionado con los efectos del modo de fallo. El índice de gravedad valora el nivel de las consecuencias. Este índice es llamado también **Severidad**, y es independiente de la frecuencia y de la detección. Para utilizar unos criterios comunes, se usará una tabla de clasificación de severidad de cada efecto de fallo, de forma que se objetivice la asignación de valores de **S (ver tabla 6)**.

TABLA 6

CUADRO DE CLASIFICACIÓN SEGÚN GRAVEDAD O SEVERIDAD DEL FALLO

Criterio	Detalle	Valor de S
Infima	El fallo es imperceptible.	1
Escasa	El fallo sólo provoca una ligera molestia.	2 - 3
Baja	El fallo puede afectar al cliente.	4 - 5
Moderada	El fallo produce insatisfacción.	6 - 7
Elevada	El fallo es crítico.	8 - 9
Muy elevada	El fallo implica problemas graves en el proceso.	10

6. **Característica crítica:** Siempre que la gravedad sea 9 o 10, y que la frecuencia y detección sean superiores a 1, consideraremos el fallo y las características que le corresponden como críticas.
7. **Causa del fallo:** En esta columna se reflejan todas las causas potenciales de fallo atribuibles a cada modo de fallo. Las causa relacionadas deben ser lo mas concisas y completas posibles, de modo que las acciones correctoras o preventivas puedan ser orientadas hacia las causas pertinentes.

8. **Probabilidad de ocurrencia(O):** Ocurrencia se define como la probabilidad de que una causa específica se produzca y dé lugar al modo de fallo. El índice de la ocurrencia representa más bien un valor intuitivo más que un dato estadístico matemático, a no ser que se disponga de datos históricos de fiabilidad. En esta columna se pondrá un valor de probabilidad de ocurrencia de la causa específica. Este índice de frecuencia está íntimamente relacionado con la causa de fallo, y consiste en calcular la probabilidad de ocurrencia en una escala del 1 al 10, como se indica en la siguiente tabla (ver tabla 7):

TABLA 7

CUADRO DE CLASIFICACIÓN SEGÚN LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA

Criterio	Detalle	Valor de O
Muy escasa probabilidad de ocurrencia	Defecto inexistente en el pasado.	1
Escasa probabilidad de ocurrencia	Muy pocos fallos en circunstancias pasadas similares.	2 - 3
Moderada probabilidad de ocurrencia	Defecto aparecio ocasionalmente.	4 - 5
Frecuente probabilidad de ocurrencia	En circunstancias similares anteriores el fallo se ha presentado con cierta frecuencia.	6 - 7
Elevada Probabilidad de Ocurrencia	El fallo se ha presentado frecuentemente en el pasado.	8 - 9
Muy elevada probabilidad de fallo	Es seguro que el fallo se producirá frecuentemente.	10

9. **Controles actuales:** En esta columna se reflejarán todos los controles existentes en la actualidad para prevenir las causas del fallo y detectar el efecto resultante.

Probabilidad de no detección(D): Este índice indica la probabilidad de que la causa o modo de fallo, supuestamente aparecido, afecte al cliente. Se esta definiendo la “no detección”, para que el índice de prioridad crezca de forma análoga al resto de índices a medida que aumenta el riesgo. Tras lo dicho se puede deducir que este índice está íntimamente relacionado con los controles de detección actuales y la causa. A continuación se muestra la tabla para la probabilidad de no detección:

TABLA 8

**CUADRO DE CLASIFICACIÓN SEGÚN LA
PROBABILIDAD DE NO DETECCIÓN**

Criterio	Detalle	Valor de D
Muy Escasa	Es improbable que no sea detectado por los controles existentes.	1
Escasa	Podría escaparse a algún control primario, pero sería posteriormente detectado.	2 - 3
Moderada	Es fácil la detección.	4 - 5
Frecuente	De difícil detección.	6 - 7
Elevada	Detección es relativamente improbable.	8 - 9
Muy Elevada	Difícilmente detectable.	10

10. **Número de prioridad de riesgo(NPR):** Es el producto de la probabilidad de ocurrencia, la gravedad y la probabilidad de no detección y debe ser calculado para todas las causas de fallo (ver figura 3.9). El NPR es usado con el fin de priorizar la causa potencial del fallo para posibles acciones correctoras. El NPR también es denominado IPR (índice de prioridad de riesgo).

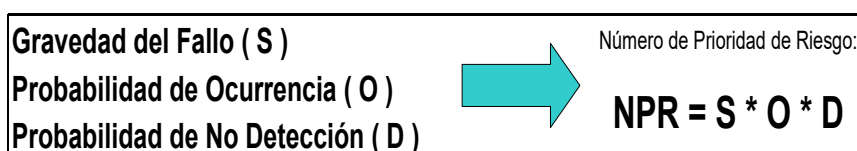


FIGURA 3.9. CALCULO DEL NPR

11. **Acción correctora:** En este paso se incluye una descripción breve de la acción correctora recomendada. Para las acciones correctoras es conveniente seguir un cierto orden de prioridad en su elección. Para un mismo NPR en dos casos, suele ser más económico el caso que no emplea ningún control de detección. Es en general más económico reducir la probabilidad de ocurrencia de fallo (si se encuentra la manera de conseguirlo) que dedicar recursos a la detección de fallos. Es conveniente considerar aquellos casos cuyo índice de gravedad sea 10, aunque la valoración de la frecuencia sea subjetiva y el NPR menor que 100 o del valor considerado como límite.

12. **Definir responsables:** En esta columna se indicarán los responsables de las diferentes acciones propuestas y si se cree preciso, las fechas previstas de implantación de las mismas.

13. **Acciones implantadas:** En esta columna se reflejarán las acciones realmente implantadas que pueden, en algunos casos, no coincidir con las propuestas inicialmente recomendadas.

14. **Nuevo número de prioridad de riesgo:** Como consecuencia de las acciones correctoras implantadas, los valores de la probabilidad de ocurrencia (O), la gravedad (S) y la probabilidad de no detección (D) habrán disminuido, reduciéndose, por lo tanto, el NPR.

3.7. Matriz de Criterios

Cuando se han propuesto varias soluciones posibles para una causa, es necesario seleccionar una de ellas para implantarla, la matriz de criterios consiste en una matriz de doble entrada, por medio de la cual se obtiene la solución más idónea. Sirve para reducir la subjetividad cuando se desea determinar cuál de las soluciones previstas se ajusta más a los criterios prefijados.

En las filas se sitúan las soluciones que tenemos previstas y en las columnas los criterios de selección bajo los cuales nos queremos regir. Entre estos criterios podemos citar algunos más generales tales como: rapidez, fiabilidad, sencillez, costo, efectividad, etc. En cuanto más elevada sea la puntuación, más estrechamente se cumplen los criterios de selección. En la figura 3.10 se muestra un ejemplo de esta matriz [6].

(Utilizado para decidir el modo de realizar la encuesta)	Ponderación					
	20	20	10	30	20	
	Criterios					
Solución	Rápidez	Fiabilidad	Sencillez	Costo	Efectividad	Total
Envío de encuesta por fax	7	5	8	7	6	650
Envío de encuesta por E-mail	9	5	10	9	6	770
Envío de encuesta por correo ordinario	7	5	8	7	6	650
Envío de encuesta por mensajería	7	5	2	4	6	500
Entrevista personal	1	10	1	2	10	490

Luego de analizar los resultados de la matriz, se decidió realizar la encuesta usando E-mail.

FIGURA 3.10. EJEMPLO DE MATRIZ DE CRITERIOS

CAPÍTULO 4

4. APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS

4.1. Definición del Problema

La descoordinación en algunas de las actividades que realiza el **departamento comercial y el departamento de producción**, desde que un pedido es ingresado al sistema hasta el momento de su despacho, da origen al incumplimiento en tiempos de entrega de los pedidos y al despacho de pedidos incompletos, lo cual genera insatisfacción en los clientes.

Cada pedido esta conformado por líneas, en las cuales se ingresan los requerimientos de los clientes. En la figura 4.1. se muestra el ejemplo de un pedido.

Fecha: 20/09/2005				
No. Pedido: 3030				
Cliente: xxxxxxxxxxxxxxxx				
Línea	Descripción	Cantidad	Medida de Stock	Medida Especial
1	Producto A1	10	x	
2	Producto A1	5		x
3	Producto L	20		x
4	Producto M	38	x	
5	Producto A2	40		x
6	Producto I	10	x	
7	Producto C	10	x	
8	Producto J	15		x
Promesa de Entrega: 26/09/2005				

FIGURA 4.1. EJEMPLO DE UN PEDIDO

Dado a la variedad de productos y enfoques, los clientes pueden solicitar productos de diferentes características en un sólo pedido.

En la figura 4.2 se puede ver la línea de tiempo de un pedido, que se inicia con la fecha de pedido (T_0) que es cuando el pedido es ingresado al sistema informático, como se pudo ver en el proceso de generación de pedidos (figura 2.10.), una vez que el pedido ha sido ingresado al sistema, necesita ser aprobado por el departamento de crédito y cobranzas para proceder con su producción en el caso de las medidas especiales o despacho en el caso de las medidas de stock (T_1).

Luego de ser aprobado, se elabora el programa de producción, donde se registran las ordenes de producción creadas para cada línea del pedido, según se puede ver en el proceso de integrado de producción (figura 2.11.).

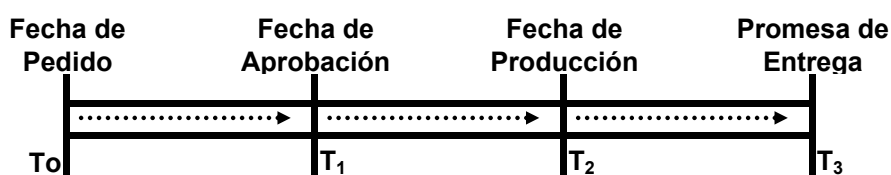


FIGURA 4.2. LÍNEA DE TIEMPO DE UN PEDIDO

La fecha de producción (T_2), es la fecha en la cual producción ha terminado de fabricar los requerimientos de cada una de las líneas del pedido ingresado.

La promesa de entrega (T_3), es la fecha que se pretende despachar todo el pedido. Esta fecha es pactada entre el Asesor Comercial y el Cliente durante la gestión de ventas y es ingresada al sistema por el Ejecutivo de Servicio al Cliente.

Dado que cada producto tiene diferentes tiempos de entrega, en consecuencia las líneas de un pedido tiene diferentes tiempos de entrega.

El problema se origina cuando ***el tiempo de producción (T_2) de cualquier línea del pedido, es mayor que la fecha de promesa de entrega del pedido (T_3)***, generando un retraso en el tiempo de entrega y por consecuencia, que el **pedido sea despachado parcialmente** (incompleto) o que el **despacho del mismo sea postergado** hasta que todas las líneas estén producidas.

En conclusión vamos a denominar al problema como: “Incumplimiento de la fecha de promesa de entrega en los pedidos.”

4.2. Revisión de Diagramas de Flujo

La causa del problema puede radicar en cualquiera o en varias de las actividades de los procesos que se están llevando en el área comercial y área de producción. Es fundamental comprender las interacciones entre actividades antes de intentar buscar las causas posibles.

Estas interacciones fueron revizadas en la sección 2.5. de la presente tesis (ver figuras 2.10, 2.11, 2.12, 2.13, 2.14 y 2.15).

4.3. Revisión de Datos Existentes

Con datos proporcionados por el área de producción (ver apéndice A), se elaboró la siguiente tabla donde se indica la frecuencia de incumplimiento de los tiempos de entrega, comparando las diferencias entre T_2 y T_3 por cada producto (ver tabla 9).

TABLA 9
COMPARACIÓN ENTRE T_2 vs. T_3 POR PRODUCTO

Producto	$T_2 > T_3$	$T_2 = T_3$	$T_2 < T_3$
A	67,33%	10,00%	22,67%
A2	68,00%	7,33%	24,67%
B	53,33%	8,67%	38,00%
B2	65,33%	4,67%	30,00%
C	60,67%	9,33%	30,00%
D	72,67%	5,33%	22,00%
E	72,00%	10,67%	17,33%
F	44,67%	8,67%	46,67%
F2	70,67%	11,33%	18,00%
G	56,67%	10,67%	32,67%
G2	65,33%	10,00%	24,67%
H	67,33%	10,00%	22,67%
I	78,00%	7,33%	14,67%
J	44,00%	10,67%	45,33%
K	45,33%	10,67%	44,00%
L	46,00%	10,67%	43,33%
M	42,00%	10,67%	47,33%

Como se puede ver en la tabla anterior, las frecuencias de retrasos son altos. Los productos F, J y M son los productos con menor frecuencia de incumplimiento en la fecha de promesa de entrega.

En el siguiente gráfico se muestra la frecuencia general de incumplimiento en la fecha de promesa de entrega de los pedidos (ver figura 4.3.), Se pudo notar que el porcentaje donde $T_2 > T_3$ es **59,96%**.

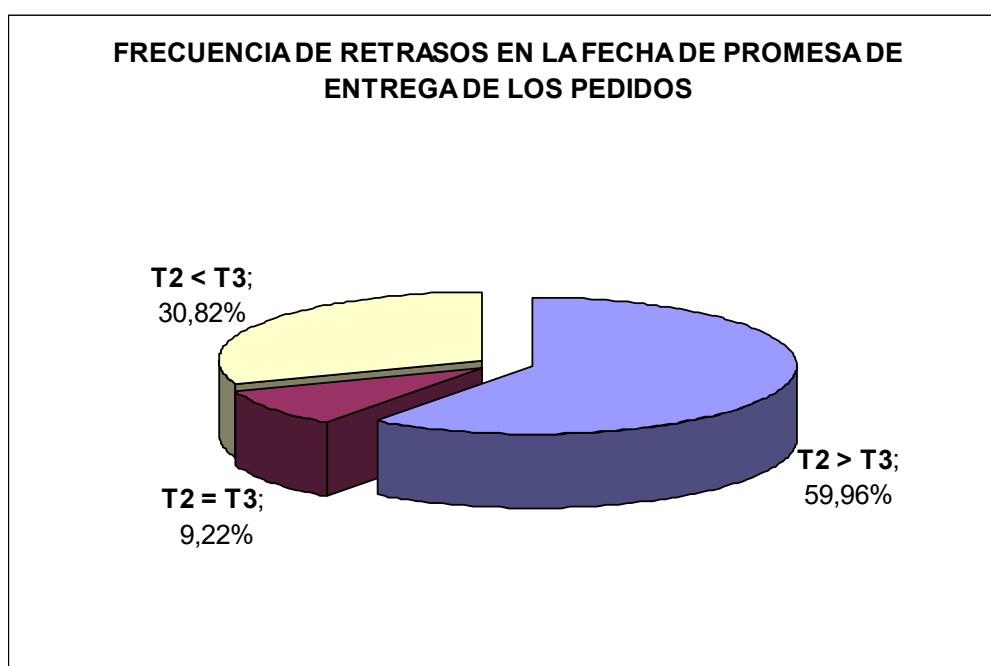


FIGURA 4.3. FRECUENCIA DE RETRASOS EN LA FECHA DE PROMESA DE ENTREGA DE LOS PEDIDOS

En la tabla 10, se muestra la comparación entre los tiempos promedio de producción y los tiempos promedio de promesa de entrega por producto. El tiempo promedio de promesa de entrega fluctúa entre 3 y 10 días. Mientras que el tiempo promedio de producción se encuentra entre 3 y 13 días lo cual dió a notar la gran diferencia que existe entre estas fechas.

TABLA 10
TIEMPOS PROMEDIO DE PRODUCCIÓN Y PROMESA DE ENTREGA POR PRODUCTO

Producto	Tiempo Promedio de Producción	Tiempo Promedio de Promesa de Entrega
A	6 días	3 días
A2	7 días	5 días
B	5 días	5 días
B2	7 días	5 días
C	6 días	4 días
D	9 días	7 días
E	8 días	5 días
F	7 días	7 días
F2	8 días	6 días
G	4 días	3 días
G2	6 días	4 días
H	6 días	4 días
I	13 días	10 días
J	4 días	5 días
K	8 días	8 días
L	4 días	3 días
M	3 días	3 días

4.4. Formación del grupo para la resolución del problema

A partir de la revisión de diagramas de flujo de los diferentes procesos y de los organigramas de los diferentes departamentos involucrados en los procesos, se procedió a elegir a los miembros del grupo en base a las habilidades y experiencias que puedan aportar para resolver el problema.

En el proceso de generación de pedidos (figura 2.10), interviene personal del área comercial y del área financiera, por lo cual se revisó sus respectivos organigramas (figura 2.2 y figura 2.3), determinando que los primeros tres integrantes del grupo serían: Un Asesor Comercial, un Ejecutivo de Servicio al Cliente y el Asistente de Crédito y Cobranzas.

En el proceso integrado de producción (figura 2.11) sólo interviene personal del área de producción, luego de la revisión del organigrama de este departamento, determinó que los siguientes cuatro integrantes del grupo serían: El Asistente de Producción, el Supervisor de Producción y dos de los Operadores con mayor experiencia en los procesos.

Como último departamento involucrado en el problema, tenemos a despachos, por lo cual se eligió al Supervisor del Bodegas y Despachos como el último integrante del grupo.

En resumen el grupo para la resolución del problema quedó integrado por ocho integrantes, estructurado de la siguiente manera:

- Un Asesor Comercial
- Un Ejecutivo de Servicio al Cliente

- El Asistente de Crédito y Cobranzas
- El Asistente de Producción
- El Supervisor de Producción
- Dos Operadores
- El Supervisor de Bodegas y Despachos

4.5. Identificación de causas posibles

Se realizó la primera reunión, para determinar las posibles causas del “Incumplimiento de la fecha de promesa de entrega en los pedidos.”

Para la identificación de las causas posibles se utilizó la técnica del brainstorming, ya que en esta parte de la metodología se requiere la mayor cantidad de ideas posibles.

Una vez que se definieron las posibles causas, se procedió a elaborar el diagrama causa-efecto, quedando de la siguiente manera (ver figura 4.4):

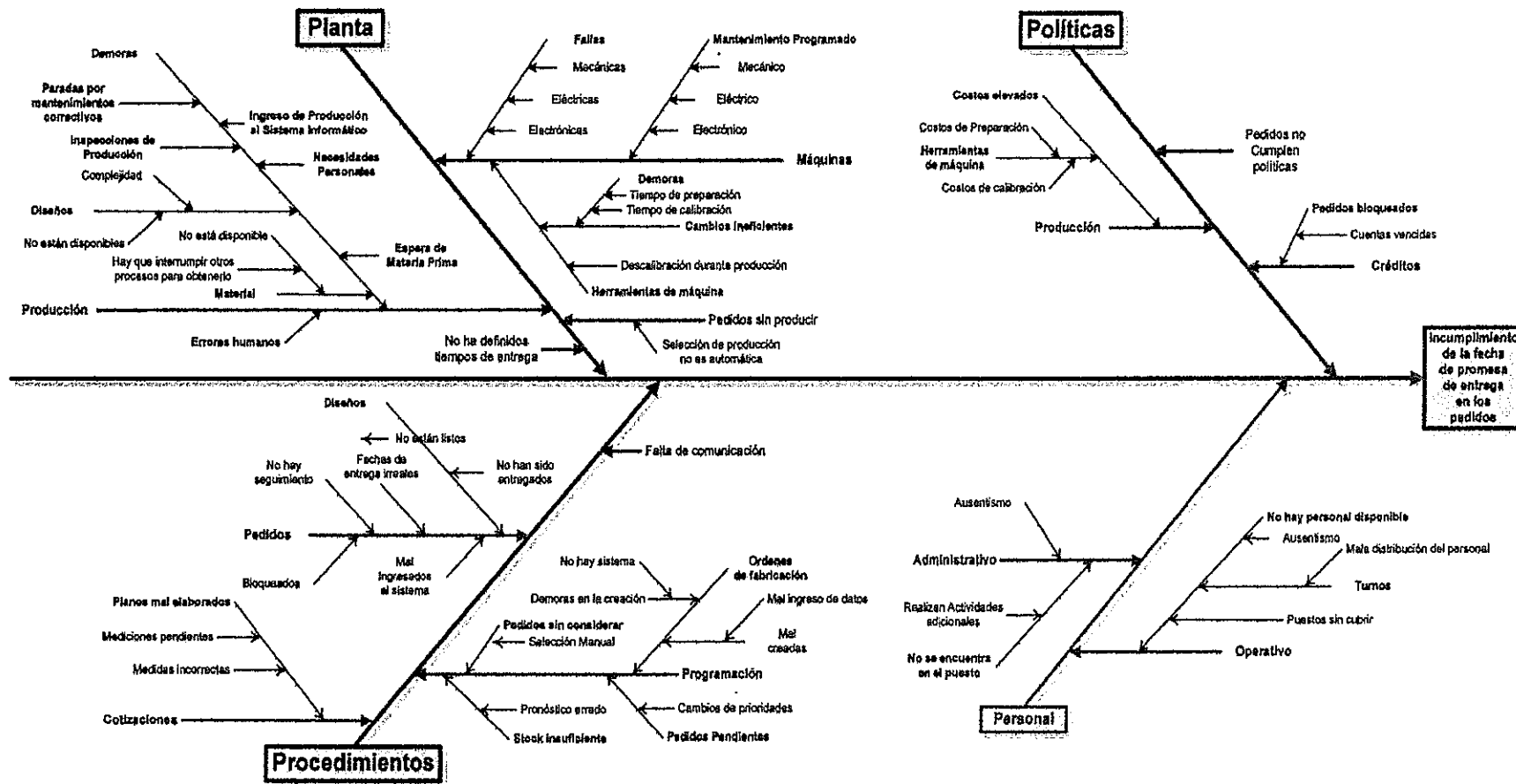


FIGURA 4.4. DIAGRAMA CAUSA-EFECTO DEL PROBLEMA PLANTEADO

4.6. Selección de causas posibles

Para seleccionar las causas posibles, se procedió a elaborar el análisis modal de causas y efectos (AMFE) según el diagrama mostrado en la figura 3.7, llegando solamente hasta el paso de “Listar controles actuales”. La elaboración de AMFE nos permitió detectar en que parte de los procesos se presentaban las causas planteadas anteriormente.

Para cada operación también se determinaron y evaluarón fallos y efectos de las posibles causas.

A continuación se muestran los AMFE’s para los procesos que intervienen en el incumplimiento de la fecha de promesa de entrega:

1. Proceso de generación de pedidos.
2. Proceso integrado de producción.
3. Procesos de producción – Proceso 1 y 2.
4. Proceso de producción – Proceso 3.
5. Procesos de producción – Proceso 4 y 5.

El proceso de despachos de pedidos no será analizado con el AMFE ya que el departamento de despachos usa la fecha de promesa de entrega para programar sus despachos, es decir que este proceso es cliente de producción y si no se cumplen los tiempos de promesa de entrega, simplemente no se programan los despachos para el día indicado.

En la figura 4.5, tenemos el AMFE del proceso de generación de pedidos, en la columna “Causas del Fallo” se enlistaron todas las posibles causas, pero aquellas causas cuyos valores de NPR fueron mayores que 99, se las consideró para el estudio.

De esta manera tenemos las siguientes causas:

- Mediciones pendientes.
- Stock insuficiente.
- Fechas de promesa de entrega irreales.

Sólo la causa “Stock insuficiente”, tiene actualmente un control pero este tiene una probabilidad de no detección de 7, lo cual nos indica que esta es una oportunidad de mejora para este proceso.

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS				Producto:		Fecha de Edición:		Hoja 1 de 1	
				Proceso:		Fecha de Revisión:		Revisado por:	
De Proceso ☒ De Diseño ☐				Proceso de Generación de Pedidos		Elaborado por:		Dr. Kléber Barcia	
Especificación:				TMUC-AMFE-001		Actuar sobre NPR > que:		Revisión No.	
				S		O		D	
				10		3		2	
				5		3		2	
				9		3		2	
				10		2		1	
				9		7		7	
				10		7		7	
				5		2		1	
				10		2		4	
				10		9		7	
				4		2		1	
				5		6		1	
				8		3		1	
				5		3		2	

FIGURA 4.5. AMFE DEL PROCESO DE GENERACIÓN DE PEDIDOS

De igual manera tuvimos del AMFE del proceso integrado de producción (figura 4.6) tuvimos las siguientes causas con un $NPR > 99$:

- Pronóstico de producción basado en ventas históricas.
- Política basada en costos de preparación y calibración de las máquina.
- Método de cambio de herramientas de máquina no es eficiente.
- Pedidos mal ingresados al sistema.
- Paradas por mantenimientos correctivos.

Ninguna de estas causas cuenta actualmente con controles.

Del AMFE del proceso de producción 1 y 2 (figura 4.7), tuvimos las siguientes causas:

- Fallas mecánicas en la máquina.
- Fallas eléctricas en la máquina.
- Diseño no está listo en la fecha de promesa de entrega.
- El diseño no ha sido entregado con anticipación.

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS										Producto:		Fecha de Edición: 11/06/2007		Hoja 1 de 2							
De Proceso ☒ De Diseño ☐										Todos		Fecha de Revisión: 09/06/2008									
Proceso:										Proceso Integrado de Producción		Elaborado por: Manuel Urquiza Cedeño		Revisado por: Dr. Kléber Barcia							
Especificación:										TMUC-AMFE-002		Actuar sobre NPR > que: 99		Revisión No. 1							
Operación		Función		Modo de Fallo		Efecto de Fallo		Severidad S		Característica Crítica		Causas del Fallo		Ocurrencia O		Controles Actuales		Probabilidad de detección D		NPR	
1	Consulta los pedidos pendientes	Asistente de Producción		Hay pedidos bloqueados		Estos pedidos no se considerarán en la programación de la producción		5				Cuentas vencidas		4		Hay un Query de pedidos pendientes donde aparece el estado del pedido		3		60	
2	Selecciona los pedidos a producir	Asistente de Producción		Pedidos omitidos		Pedidos sin programar		10		★		La selección de los pedidos a producir no es automática		2		Se inspecciona visualmente los pedidos		3		60	
3	Revisa el stock	Asistente de Producción		El stock a programar puede ser insuficiente para abastecer a la demanda		Incumplimiento de los tiempos de entrega		10		★		Pronóstico de producción basado en ventas históricas		7		Ninguno		7		490	
4	Revisa las políticas de producción	Asistente de Producción		Pedidos pendientes y stock por producir no cumplen con la política de producción		Producción postergada hasta cumplir con la política		7				Política basada en costos de preparación y calibración de las máquina		5		Ninguno		6		210	
5	Coordina el cambio de herramientas en las máquinas	Asistente de Producción		Cambio de herramientas de máquinas toma mucho tiempo		Incumplimiento de los tiempos de entrega		10		★		Fechas de promesa de entrega irreales		9		Ninguno		7		630	
						Elevados costos de preparación		10		★										500	
						Incumplimiento de los tiempos de entrega		10		★		Método de cambio de herramientas de máquina no es eficiente		10		Ninguno		5		500	
6	Elabora el programa de producción	Asistente de Producción		Pedidos mal programados		No todos los productos se programan semanalmente		7												350	
						Pedidos sin producir		10		★		Pedidos bloqueados		3		Ninguno		1		30	
						Producción errónea		10		★		Selección manual de pedidos		2		Ninguno		3		60	
7	Crea las ordenes de fabricación	Asistente de Producción		Órdenes de fabricación mal creadas		Reprogramación de pedidos		9		★		Pedidos mal ingresados al sistema		4		Ninguno		5		180	
						Incremento en los costos de producción		6										120			
						Retrasos en la programación de la producción		10		★		No hay sistema		4		Ninguno		4		200	
7	Crea las ordenes de fabricación	Asistente de Producción		Órdenes de fabricación mal creadas		La producción no podrá ser reportada		5		★		Datos mal ingresados durante la creación de las ordenes de fabricación		2		Ninguno		2		80	

FIGURA 4.6. AMFE DEL PROCESO INTEGRADO DE PRODUCCIÓN

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS										Hoja 2 de 2	
Producto:		Todos			Fecha de Edición:		11/06/2007				
Proceso:		Proceso Integrado de Producción			Fecha de Revisión:		09/06/2008				
De Proceso ☒		De Diseño ☐		Elaborado por:			Manuel Urquiza Cedeño			Revisado por: Dr. Kléber Barcia	
Especificación:		TMUC-AMFE-002			Actuar sobre NPR > que:		99		Revisión No. 1		
	Operación	Función	Modo de Fallo	Efecto de Fallo	Severidad	Característica Crítica	Causas del Fallo	Ocurriencia	Controles Actuales	Probabilidad de no detección	NPR
					S			O		D	
8	Entrega el programa de producción	Asistente de Producción	Ninguno				Ninguna	----	Ninguno	----	----
9	Recibe el programa de producción	Supervisor de Producción	Ninguno				Ninguna	----	Ninguno	----	----
10	Coordina con los operadores de las líneas	Supervisor de Producción	Ninguno				Ninguna	----	Ninguno	----	----
11	Produce el material para stock y medidas especiales	Operadores	Demoras en la producción	Incumplimiento de los tiempos de producción	10		Paradas por mantenimientos correctivos	7	Ninguno	4	280
							Inspecciones de Producción	2	Ninguno	2	40
							Ingreso de producción al sistema informático	2	Ninguno	2	40
							Espera de materia prima	4	Ninguno	2	80
							Demoras personales	2	Ninguno	2	40
12	Inspecciona el material	Operadores	Los productos no cumplen con los estándares de calidad	Material clasificado como de segunda	6		Método de cambio de herramientas de máquina no es eficiente	10	Ninguno	5	500
							Descalibración de las herramientas de máquina	4	El operador de la máquina se encarga de calibrar las herramientas de máquina	3	72
							Materia prima defectuosa	2	Hay un coordinador de calidad encargado de inspeccionar la materia prima	3	36
13	Libera el material	Supervisor de Calidad	Ninguno	Ninguno	----		Ninguna	----	Ninguno	----	----
14	Reporta el material	Operadores	El material no puede ser reportado	Demoras durante el reporte del material	3		No hay sistema	4	Hay una unidad informática que se encarga de que el sistema no falle	2	24
							Datos mal ingresados durante la creación de las ordenes de fabricación	2	Ninguno	4	24
15	Identifica el material	Operadores	Ninguno	Ninguno	----		Ninguna	----	Ninguno	----	----
16	Coloca el material en el lugar de almacenamiento temporal	Operadores	Ninguno	Ninguno	----		Ninguna	----	Ninguno	----	----

FIGURA 4.6. AMFE DEL PROCESO INTEGRADO DE PRODUCCIÓN (continuación)

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS										Producto: A1 - A2 - B1 - B2 - C - D - E - F1 - F2 - G1 - G2 - H - I			Fecha de Edición: 11/06/2007		Hoja 1 de 2				
Proceso:										Fecha de Revisión: 09/06/2008									
De Proceso ☒ De Diseño ☐										Proceso 1 - Proceso 2			Elaborado por: Manuel Urquiza Cedeño		Revisado por: Dr. Kléber Barcia				
Especificación:										TMUC-AMFE-003			Actuar sobre NPR > que: 99		Revisión No. 1				
Operación		Función		Modo de Fallo		Efecto de Fallo		Severidad		Característica Crítica		Causas del Fallo		Controles Actuales		Probabilidad de no ocurrir			
								S						O		D			
1	Recibe el programa de producción	Operador - Proceso 1		Ninguno		Ninguno		----				Ninguna		----		----			
2	Calibra la máquina	Operador - Proceso 1		Problemas con las herramientas de máquinas		Demoras en la preparación de la máquina		6		Descalibración de las herramientas de máquina		4		El operador de la máquina se encarga de calibrar las herramientas de máquina		3			
3	Solicita el material al montacarguista	Operador - Proceso 1		El montacarguista no se encuentra disponible		Retraso en la producción del material		3		El montacarguista se encuentra realizando otras actividades		5		Ninguno		6			
4	Busca el material	Montacarguista		Ninguno		Ninguno		----		Ninguna		----		Ninguno		----			
5	Coloca el material en el lugar de uso	Montacarguista		Ninguno		Ninguno		----		Ninguna		----		Ninguno		----			
6	Programa la máquina para corrida de producción	Operador - Proceso 1		No se puede programar la máquina		Retraso en la producción del material		3		Fallas electrónicas en la máquina		3		Hay un programa de mantenimiento electrónico		5			
7	Elabora el material	Operador - Proceso 1		Paralización de la máquina		Incumplimiento de los tiempos de entrega		10				Fallas mecánicas en la máquina		7		Hay un programa de mantenimiento mecánico		5	
												Fallas eléctricas en la máquina		4		Hay un programa de mantenimiento eléctrico		5	
												No hay operadores disponibles		3		Planificación semanal de los turnos de los operadores		1	
8	Inspecciona el material	Operador - Proceso 1		Los productos no cumplen con los estándares de calidad		Material clasificado como de segunda		6				Solicitar nuevamente material al montacarguista		5		Ninguno		4	
												Descalibración de las herramientas de máquina		4		El operador de la máquina se encarga de calibrar las herramientas de máquina		3	
												Materia prima defectuosa		2		Hay un coordinador de calidad encargado de inspeccionar la materia prima		3	
9	Coloca el WIP en la zona de espera	Montacarguista		Ninguno		Ninguno		----		Ninguna		----		Ninguno		----			

FIGURA 4.7. AMFE DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN – PROCESO 1 Y 2

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS										Hoja 2 de 2	
De Proceso ☒		De Diseño ☐		Producto: A1 - A2 - B1 - B2 - C - D - E - F1 - F2 - G1 - G2 - H - I			Fecha de Edición: 11/06/2007				
Proceso:				Fecha de Revisión: 09/06/2008					Revisado por: Dr. Kléber Barcia		
Proceso 1 - Proceso 2				Elaborado por: Manuel Urquiza Cedeño			Revisión No. 99				
Especificación:				TMUC-AMFE-003			Actuar sobre NPR > que:		Revisión No. 1		
Operación	Función	Modo de Fallo	Efecto de Fallo	Severidad		Característica Crítica	Causas del Fallo	Ocurrencia	Controles Actuales		
				S	D				O	D	
10	Recibe el diseño	No hay diseño disponible	Incumplimiento de los tiempos de entrega	10			Diseño no está listo en la fecha de promesa de entrega El diseño no ha sido entregado con anticipación	9	Ninguno	6 540	
11	Prepara el material	No se puede preparar el material	Retraso en la producción del material	5			No hay operadores disponibles	3	Planificación semanal de los turnos de los operadores	1 15	
12	Prepara la máquina	Máquina desalineada	Demoras en la preparación de la máquina	3			Fallas mecánicas en la máquina	3	Hay un programa de mantenimiento mecánico	5 45	
13	Procesa el material	Paralización de la máquina	Incumplimiento de los tiempos de entrega	10			Fallas mecánicas en la máquina Fallas eléctricas en la máquina	7 4	Hay un programa de mantenimiento mecánico Hay un programa de mantenimiento eléctrico	5 200	
14	Verifica el material con el diseño	El material no coincide con el diseño	Reproceso del material	6			Fallas humanas durante el proceso	4	Ninguno	3 72	
15	Coloca el material en el pallet	Ninguno	Ninguno	----			Ninguna	----	Ninguno	----	
16	Reporta la producción	El material no puede ser reportado	Demoras durante el reporte del material	3			No hay sistema	4	Hay una unidad informática que se encarga de que el sistema no falle	2 24	
17	Identifica el material	Ninguno	Ninguno	----			Datos mal ingresados durante la creación de las ordenes de fabricación	2	Ninguno	4 24	
18	Coloca el material en la zona de almacenamiento temporal	Montacarguista	Ninguno	----			Ninguna	----	Ninguno	----	

FIGURA 4.7. AMFE DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN – PROCESO 1 Y 2 (continuación)

Las fallas mecánicas y eléctricas tienen un programa de mantenimiento que le proporciona un probabilidad de no detección de 5, el cual quiere que estas causas son de fácil detección.

Del AMFE del proceso de producción 3 (figura 4.8), se obtuvieron las siguientes causas:

- Diseño no está listo en la fecha de promesa de entrega.
- Mediciones pendientes.
- Diseño está listo pero no fue entregado a tiempo.
- El stock de material para este proceso es insuficiente.
- Para obtener el material hay que interrumpir la producción de las Líneas de proceso 1 o 2.
- Fallas mecánicas en la máquina.
- Fallas eléctricas en la máquina.
- Fallas electrónicas en la máquina.

En este proceso el programa de mantenimiento cubre las fallas mecánicas, eléctricas y electrónicas. La probabilidad de no detección de estas causas con el control actual es 5.

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS										Hoja 1 de 1	
Producto:		L - M		11/06/2007							
Proceso:		Proceso 3		09/06/2008							
Especificación:		TMUC-AMFE-004		Elaborado por: Manuel Urquiza Cedeño		Revisado por: Dr. Kéber Barcia					
				Actuar sobre NPR > que: 99		Revisión No. 1					
	Operación	Función	Modo de Fallo	Efecto de Fallo	Severidad	Característica Crítica	Causas del Fallo	Ocurrencia	Controles Actuales	Propuestas de acción	
										S	O
1	Recibe el programa de producción	Operador - Proceso 3	Ninguno	Ninguno	----		Ninguna	----	Ninguno	----	----
2	Recibe el diseño	Operador - Proceso 3	Retrasos en la entrega de los diseños	Incumplimiento del tiempo de entrega	10	★	Diseño no está listo en la fecha de promesa de entrega	9	Ninguno	6	540
							Mediciones pendientes	9	Ninguno	6	540
							Diseño está listo pero no fue entregado a tiempo	9	Ninguno	6	540
3	Solicita el material al supervisor	Operador - Proceso 3	No hay suficiente material disponible	Menos tiempo para cumplir con la fecha de entrega	9	★	El stock de material para este proceso es insuficiente	6	Ninguno	6	324
							El stock de material para este proceso es insuficiente	6	Ninguno	6	360
							Para obtener el material hay que interrumpir la producción de las Líneas de proceso 1 o 2	7	Ninguno	5	350
4	Prepara el material	Operador - Proceso 3	No se puede preparar el material	Retraso en la producción del material	5		No hay operadores disponibles	3	Planificación semanal de los turnos de los operadores	1	15
5	Lleva el material a la máquina	Operador - Proceso 3	Ninguno	Ninguno	----		Ninguna	----	Ninguno	----	----
							Fallas mecánicas en la máquina	7	Hay un programa de mantenimiento mecánico	5	350
6	Elabora el producto	Operador - Proceso 3	Demoras durante la producción	Incumplimiento de la fecha de entrega	10	★	Fallas eléctricas en la máquina	4	Hay un programa de mantenimiento eléctrico	5	200
							Fallas electrónicas en la máquina	4	Hay un programa de mantenimiento electrónico	5	200
			La producción de estos productos puede demorar mas de lo esperado	Incumplimiento de la fecha de entrega	10	★	La complejidad del procesamiento del producto depende del diseño	2	Ninguno	2	40
7	Reporta la producción	Operador - Proceso 3	El material no puede ser reportado	Demoras durante el reporte del material	3		No hay sistema	4	Hay una unidad informática que se encarga de que el sistema no falle	2	24
							Datos mal ingresados durante la creación de las ordenes de fabricación	2	Ninguno	4	24
8	Identifica el producto terminado	Operador - Proceso 3	Ninguno	Ninguno	----		Ninguna	----	Ninguno	----	----
9	Coloca el material en la zona de almacenamiento temporal	Operador - Proceso 3	Ninguno	Ninguno	----		Ninguna	----	Ninguno	----	----

FIGURA 4.8. AMFE DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN – PROCESO 3

Del AMFE del proceso de producción 4 y 5 (figura 4.9), se obtuvieron las siguientes causas:

- Fallas mecánicas en la máquina.
- Fallas eléctricas en la máquina.

El control implantado para estas causas, es el programa de mantenimiento, el cual mantiene una moderada probabilidad de no detección. Pero a pesar que las causas son de fácil detección, los valores de NPR son elevados. Esta puede ser una oportunidad de mejora que deberá ser considerada en el plan de acción que se diseñara a partir de este estudio.

Enlistando alfabéticamente las causas tenemos lo siguiente:

1. Diseño está listo pero no fue entregado a tiempo.
2. Diseño no está listo en la fecha de promesa de entrega.
3. El diseño no ha sido entregado con anticipación.
4. El stock de material para este proceso es insuficiente.
5. Fallas eléctricas en la máquina.
6. Fallas electrónicas en la máquina.
7. Fallas mecánicas en la máquina.
8. Fechas de promesa de entrega irreales.
9. Mediciones pendientes.

10. Método de cambio de herramientas de máquina no es eficiente.
11. Para obtener el material hay que interrumpir la producción de las Líneas de proceso 1 o 2.
12. Paradas por mantenimientos correctivos.
13. Pedidos mal ingresados al sistema.
14. Política basada en costos de preparación y calibración de las máquina.
15. Pronóstico de producción basado en ventas históricas.
16. Stock insuficiente.

Con la finalidad de reducir el listado anterior se procedió a agrupar las causas relacionadas y a eliminar ideas repetidas. Para esto, se elaboró un diagrama de relaciones para agrupar las causas y definiéndoles una causa genérica que contenga su idea principal. En la figura 4.10 se muestra el diagrama de relaciones de las causas.

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS										Hoja 1 de 2		
De Proceso ☒		De Diseño ☐		Producto: J - K		Fecha de Edición: 11/06/2007						
Proceso:				Proceso 4 - Proceso 5		Fecha de Revisión: 09/06/2008		Revisado por: Dr. Kléber Barcia				
Especificación:				TMUC-AMFE-005		Elaborado por: Manuel Urquiza Cedeño		Revisión No. 1				
						Actuar sobre NPR > que: 99		Revisión No. 1				
	Operación	Función	Modo de Fallo	Efecto de Fallo	Severidad S	Característica Crítica	Causas del Fallo	Ocurrencia O	Controles Actuales	Probabilidad de no detección		
										D	NPR	
1	Recibe el programa de producción	Operador - Proceso 4	Ninguno	Ninguno	----		Ninguna	----	Ninguno	----	----	
2	Solicita el material al montacarguista	Operador - Proceso 4	El montacarguista no se encuentra disponible	Retraso en la producción del material	3		El montacarguista se encuentra realizando otras actividades	5	Ninguno	6	90	
3	Busca el material	Montacarguista	Ninguno	Ninguno	----		Ninguna	----	Ninguno	----	----	
4	Coloca el material en alimentadora	Montacarguista	Ninguno	Ninguno	----		Ninguna	----	Ninguno	----	----	
5	Alimenta la máquina	Operador - Proceso 5	Ninguno	Ninguno	----		Ninguna	----	Ninguno	----	----	
6	Elabora los subproductos	Operador - Proceso 5	Paralización de la máquina	Incumplimiento de los tiempos de entrega	10		Fallas mecánicas en la máquina	7	Hay un programa de mantenimiento mecánico	5	350	
							Fallas eléctricas en la máquina	4	Hay un programa de mantenimiento eléctrico	5	200	
							No hay operadores disponibles	3	Planificación semanal de los turnos de los operadores	1	30	
7	Coloca el material en la zona de espera	Operador - Proceso 5	Ninguno	Solicitar material nuevamente al montacarguista	3		Falta de material prima	2	Ninguno	1	6	
8	Calibra la máquina	Operador - Proceso 4	Problemas con las herramientas de máquinas	Demoras en la preparación de la máquina	6		Ninguna	----	Ninguno	----	----	
							Descalibración de las herramientas de máquina	4	El operador de la máquina se encarga de calibrar las herramientas de máquina	3	72	

FIGURA 4.9. AMFE DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN – PROCESO 4 Y 5

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS										Hoja 2 de 2	
De Proceso ☒		De Diseño ☐		Producto:		J - K		Fecha de Edición: 11/06/2007			
				Proceso:				Fecha de Revisión: 09/06/2008			
				Especificación:		Proceso 4 - Proceso 5		Elaborado por: Manuel Urquiza Cedeño		Revisado por: Dr. Kléber Barcia	
				TMUC-AMFE-005				Actuar sobre NPR > que: 99		Revisión No. 1	
				Severidad		Característica Crítica		Causas del Fallo		Controles Actuales	
				S						O	
				Efecto de Fallo						Ocurrencia	
				Modo de Fallo						D	
				Ninguno				Ninguna		Ninguno	
				Ninguno				Ninguna		Ninguno	
				Ninguno				Ninguna		Ninguno	
				No se puede programar la máquina				Fallas electrónicas en la máquina		Hay un programa de mantenimiento electrónico	
				Retraso en la producción del material				Fallas mecánicas en la máquina		Hay un programa de mantenimiento mecánico	
				Incumplimiento de los tiempos de entrega				Fallas eléctricas en la máquina		Hay un programa de mantenimiento eléctrico	
				Paralización de la máquina				No hay operadores disponibles		Planificación semanal de los turnos de los operadores	
				Solicitar material nuevamente al montacarguista				Falta de material prima		Ninguno	
				Demoras durante el reporte del material				No hay sistema		Hay una unidad informática que se encarga de que el sistema no falle	
				El material no puede ser reportado				Datos mal ingresados durante la creación de las ordenes de fabricación		Ninguno	
				Ninguno				Ninguna		Ninguno	
				Ninguno				Ninguna		Ninguno	
				Montacarguista				Ninguna		Ninguno	

FIGURA 4.9. AMFE DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN – PROCESO 4 Y 5 (Continuación)

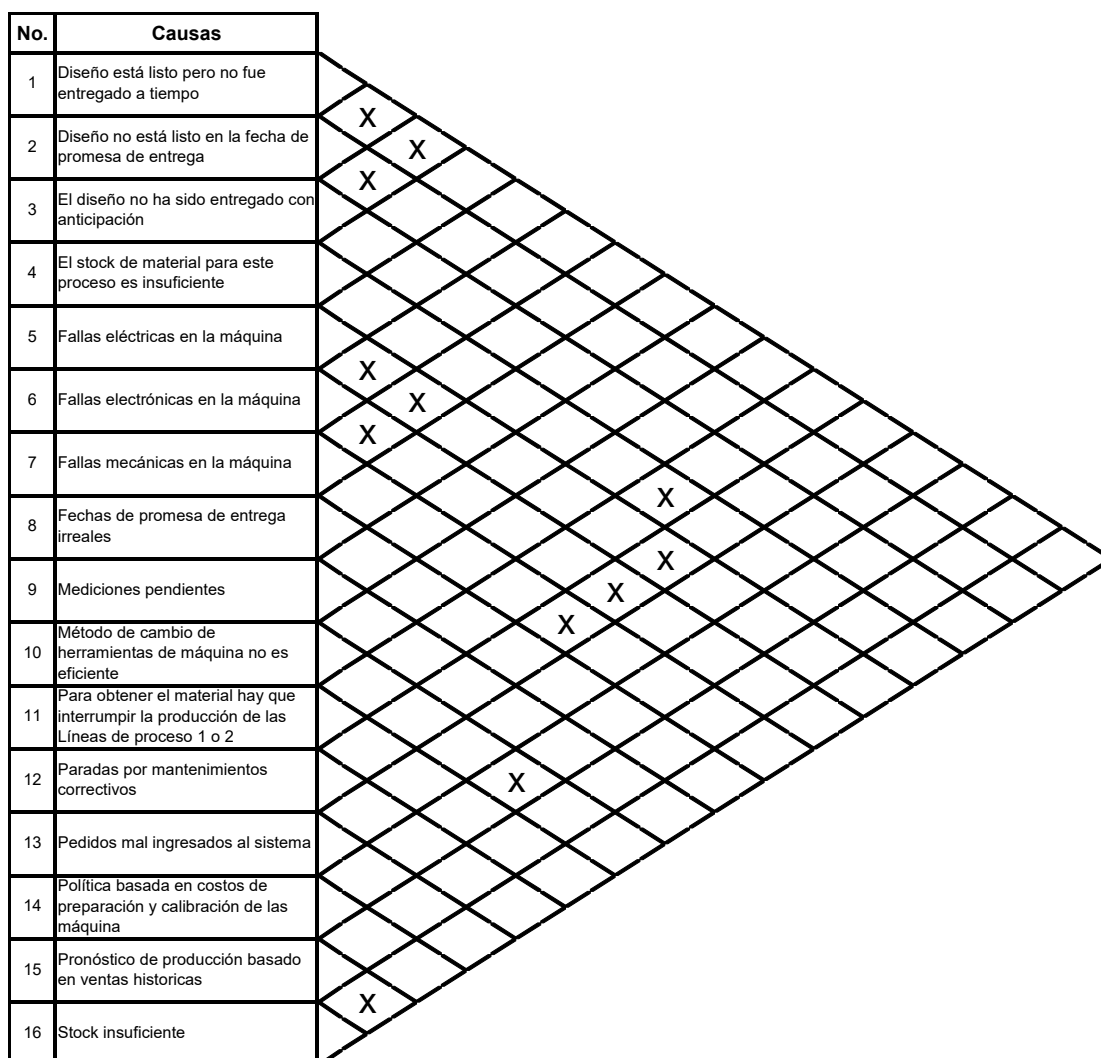
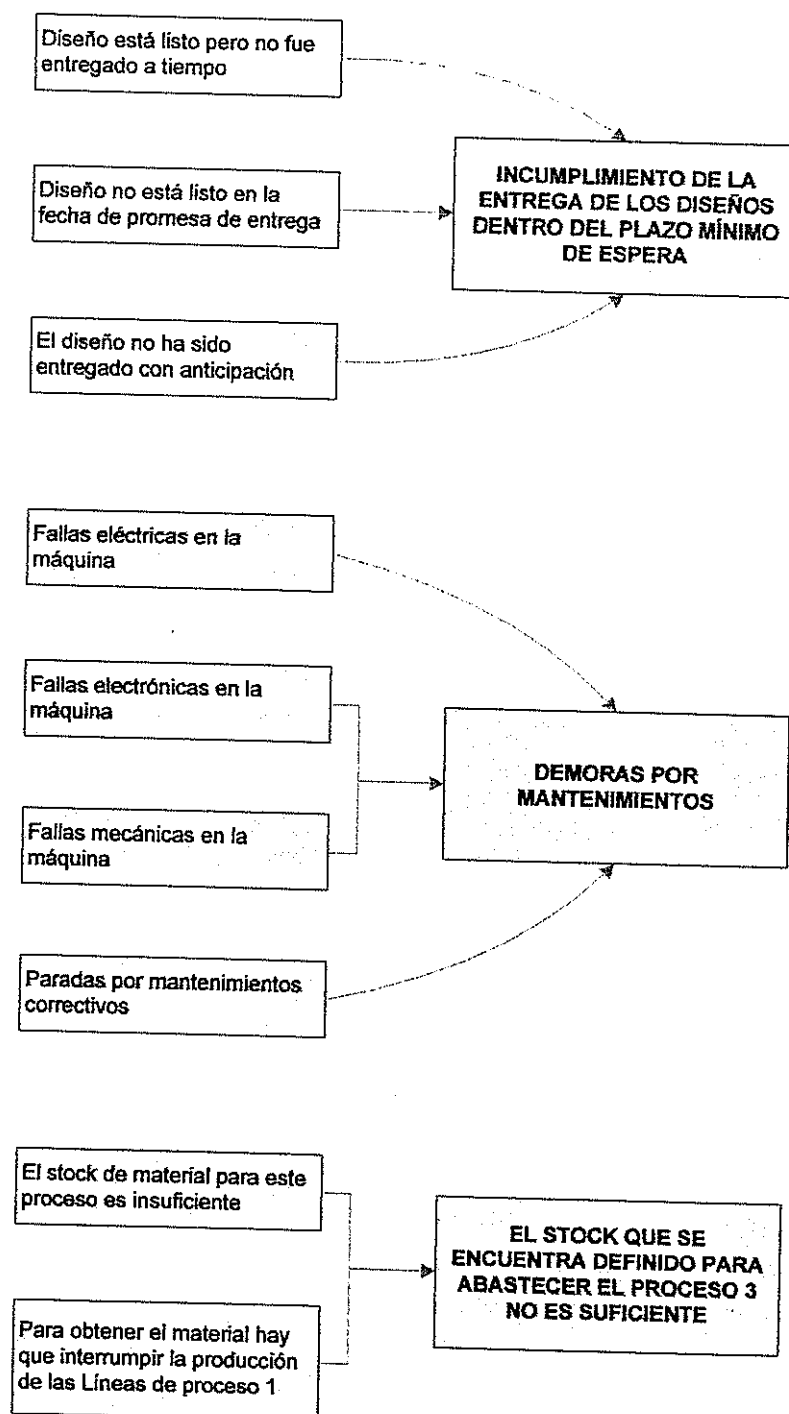


FIGURA 4.10. DIAGRAMA DE RELACIONES PARA REDUCCIÓN DE CAUSAS

En la figura 4.11, se muestran las agrupaciones realizadas:

**FIGURA 4.11. AGRUPACIÓN DE CAUSAS**

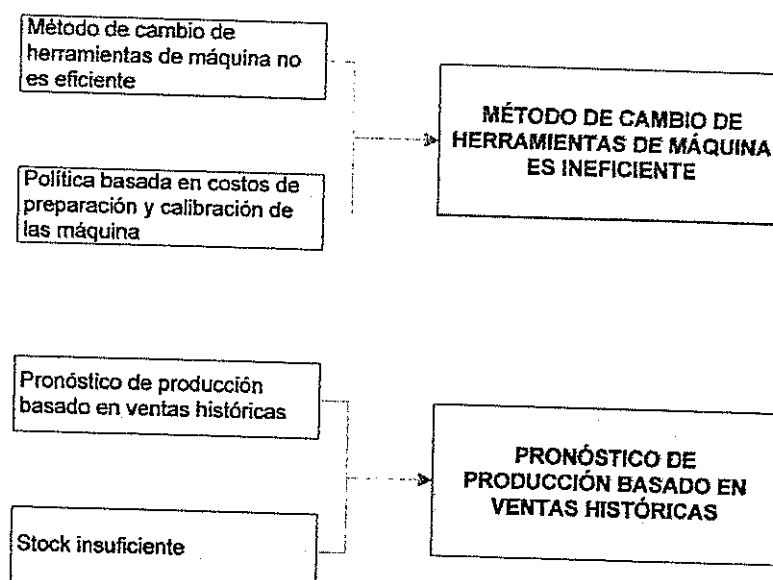


FIGURA 4.11. AGRUPACIÓN DE CAUSAS (Continuación)

A continuación se muestra el listado final ordenado alfabéticamente de causas seleccionadas para el análisis:

1. Demoras por mantenimientos.
2. El stock que se encuentra definido para abastecer el proceso 3 no es suficiente.
3. Fechas de promesa de entrega irreales.
4. Incumplimiento de la entrega de los diseños dentro del plazo mínimo de espera.
5. Mediciones pendientes.
6. Método de cambio de herramientas de máquina no es eficiente.

7. Pedidos mal ingresados al sistema.
8. Pronóstico de producción basado en ventas históricas.

Se procedió a recopilar información relacionadas a las causas seleccionadas, obteniendo lo siguiente:

1. Demoras por mantenimientos: Se elaboró el siguiente gráfico (ver figura 4.12), con datos de los meses desde Junio a Diciembre del 2006 y desde Enero hasta Abril del 2007 (ver apéndice B), donde se puede ver la distribución de las horas totales programadas en la planta, también se indica cuantas de estas horas corresponden a horas máquina y las demoras:

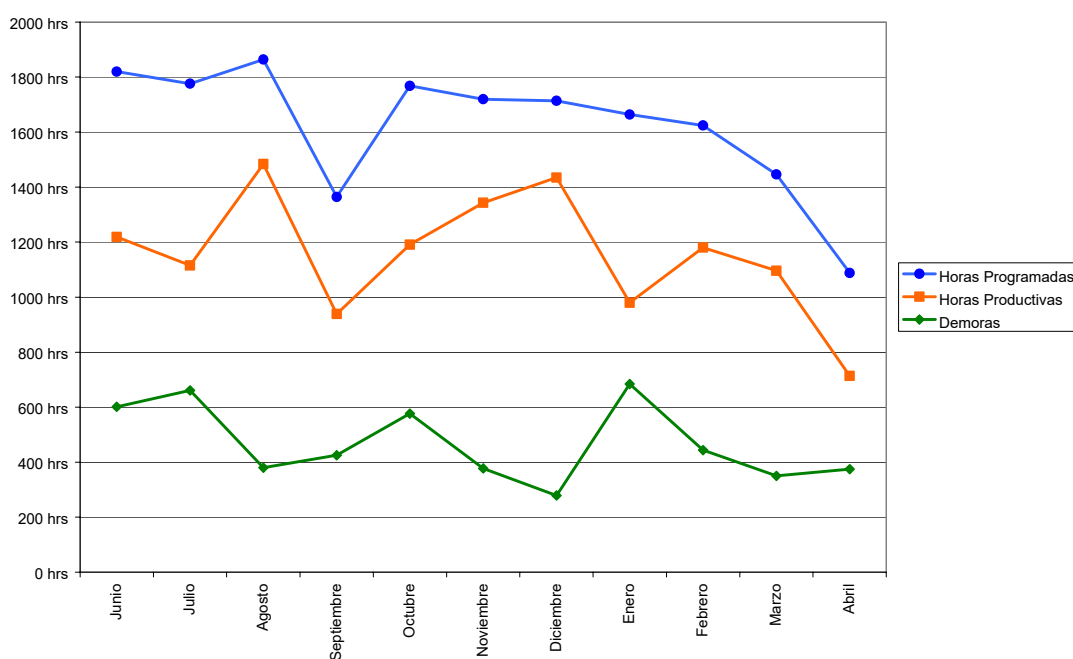


FIGURA 4.12. DISTRIBUCIÓN DE LAS HORAS DE TRABAJO PROGRAMADAS EN LA PLANTA

En la figura 4.13. se puede ver la distribución de las demoras con respecto a estos mismos meses:

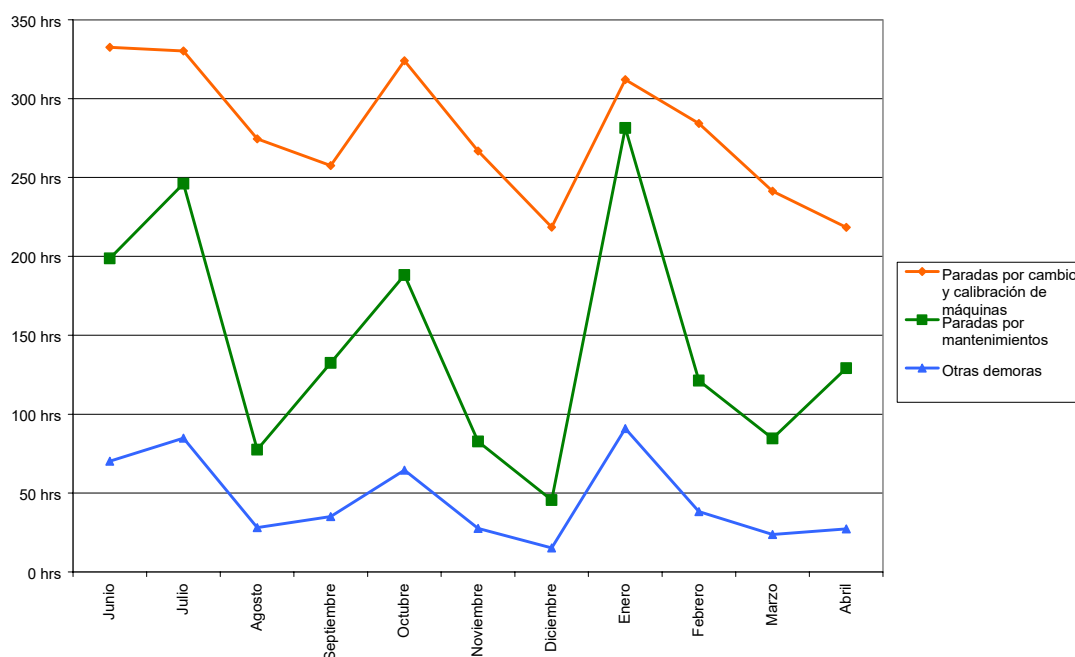


FIGURA 4.13. DISTRIBUCIÓN DE LAS DEMORAS

Con estos gráficos se pudo notar que la mayor concentración de las horas improductivas se centra en el cambio y calibración de las máquinas, seguido de las paradas por mantenimientos.

En la categoría otras demoras se encuentran las inspecciones de producción, ingreso de producción al sistema informático, la espera de MP y las necesidades personales, estas no representarán demoras significativas durante la temporada en análisis.

2. **El stock que se encuentra definido para abastecer el proceso 3 no es suficiente:** Se mencionó como causa que para obtener el material para el proceso 3, hay que interrumpir la producción de las líneas de proceso 1 y 2. Por esta razón actualmente se mantiene un stock de material para que el proceso 3 no se detenga y no interrumpir la producción de las líneas de proceso, pero el stock definido no es suficiente.
3. **Fechas de promesa de entrega irreales:** Esto ocurre cuando se ingresa el pedido y se digita la fecha en la que se va a despachar el pedido, pero esta fecha no se encuentra alineada con el tiempo promedio de producción y esto da lugar al incumplimiento de los tiempos de entrega por parte de producción.
4. **Incumplimiento de la entrega de los diseños dentro del plazo mínimo de espera:** Se procedió a analizar datos proporcionados por el departamento de producción (ver apéndice C), de los cuales se obtuvo lo siguiente con respecto a los productos que requieren diseños (A2, B2, F2, G2 y L):

- El tiempo mínimo para que un Asesor Comercial entregue los diseños para un determinado pedido es de 3 días previo al despacho del mismo.
- Se hizo la comparación entre la fecha de promesa de entrega y la fecha en la que los diseños fueron entregados, teniendo como resultados, lo siguiente:
 - a. El 8% de los diseños fueron entregados justo 3 días antes del despacho del pedido.
 - b. El 16% de los diseños fueron entregados antes del tiempo mínimo.
 - c. El 76% de los diseños fueron entregados después del plazo mínimo de espera, dejando menos de 3 días para la producción de los productos.
 - d. El 12% corresponde a diseños entregados el mismo día del despacho del pedido.

En el siguiente gráfico se resume lo detallado anteriormente (ver figura 4.14).

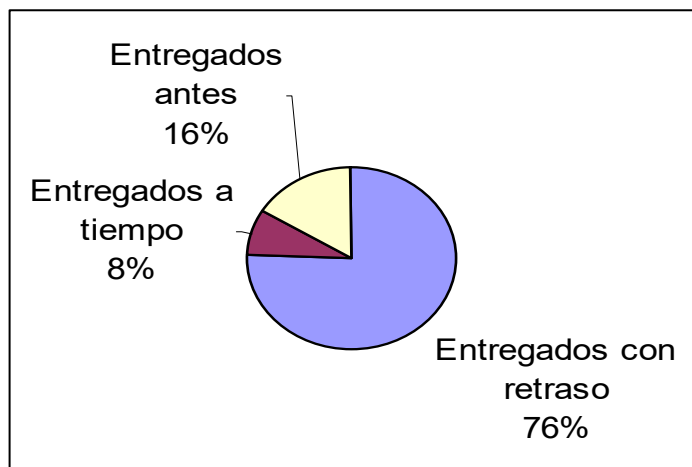


FIGURA 4.14. RETRASOS EN LA ENTREGA DE DISEÑOS

5. Mediciones pendientes: En ocasiones cuando el cliente solicita material, hay medidas que el asesor no puede cotizar desde un principio porque necesita que exista material instalado para poder realizar las mediciones finales, esto hace que el tiempo para la entrega pactado desde un principio, siga avanzando. Al programar producciones adicionales para completar el pedido inicial y tratar de cumplir con el tiempo de la entrega acordado, esto deja un plazo muy corto para la producción.

La misma situación ocurre cuando existe material que necesita de diseños que no pueden ser realizados hasta que la instalación este avanzada.

6. Método de cambio de herramientas de máquina no es

eficiente: Se revisó los tiempos de las diferentes actividades que se realizan durante el cambio y calibración de las herramientas de máquina.

Las actividades son:

- Bajar herramientas de máquina.
- Subir herramientas de máquina.
- Calibrar herramientas de máquina.

En la tabla 11 se muestran los tiempos que demora el bajar las herramientas de máquina por producto.

En la tabla 12 se muestran los tiempos que demora el subir y calibrar las herramientas de máquina para cada producto.

En los productos L y M, no aplican estos tiempos ya que no existen cambios de herramientas de máquina en el proceso

3.

TABLA 11**TIEMPOS PARA BAJAR LAS HERRAMIENTAS DE MÁQUINA**

Producto	Tiempo en minutos	Tiempo en horas
A1	50	0,83
A2	50	0,83
B1	105	1,75
B2	105	1,75
C	30	0,50
D	45	0,75
E	180	3,00
F1	110	1,83
F2	110	1,83
G1	110	1,83
G2	110	1,83
H	90	1,50
I	190	3,17
J	60	1,00
K	45	0,75
L	N / A	N / A
M	N / A	N / A

TABLA 12**TIEMPOS PARA SUBIR Y CALIBRAR LAS HERRAMIENTAS DE MÁQUINA**

Producto	Tiempo en minutos	Tiempo en horas
A1	150	2,50
A2	150	2,50
B1	275	4,58
B2	275	4,58
C	75	1,25
D	105	1,75
E	480	8,00
F1	200	3,33
F2	200	3,33
G1	260	4,33
G2	260	4,33
H	410	6,83
I	440	7,33
J	90	1,50
K	80	1,33
L	N / A	N / A
M	N / A	N / A

7. Pedidos mal ingresados al sistema: Esto ocurre cuando existen confusiones durante el ingreso del pedido al sistema por parte del ejecutivo de servicio al cliente y que no pueden ser detectadas durante la programación de los mismos, esto origina producciones erróneas, reprogramaciones de producción, dando lugar a que los costos de producción aumenten.

8. Pronóstico de producción basado en ventas históricas: Actualmente, el pronóstico de producción se basa en las ventas históricas, es decir que historial de ventas no es una fuente confiable para determinar las cantidades de stock de los productos, razón por la cual se deberá plantear una mejor manera de pronosticar la demanda.

En la tabla 13 se muestra el diagrama de matriz tipo-L, donde se relacionan las causas y los procesos afectados por las mismas. Esto nos permitirá encontrar la solución a los problemas que se presentan en los diferentes procesos.

TABLA 13

DIAGRAMA DE MATRIZ: CAUSAS - PROCESOS

CAUSAS PROCESOS		Generación de Pedidos	Integrado de Producción	Productivos			
				1 y 2	3	4 y 5	
1	Demoras por mantenimientos						
2	El stock que se encuentra definido para abastecer el proceso 3 no es suficiente						
3	Fechas de promesa de entrega irreales						
4	Incumplimiento de la entrega de los diseños dentro del plazo mínimo de espera						
5	Mediciones pendientes						
6	Método de cambio de herramientas de máquina no es eficiente						
7	Pedidos mal ingresados al sistema						
8	Pronóstico de producción basado en ventas históricas						

CAPÍTULO 5

5. DISEÑO DEL PLAN DE ACCIÓN

5.1. Identificación de soluciones

En este punto se convocó a una segunda reunión, donde se utilizó la técnica del brainstorming, para identificar las posibles soluciones para las causas que se definieron en la sección 4.6 de la presente tesis.

En la tabla 14 , se muestran las soluciones planteadas por el grupo. Hubo causas para las cuales se plantearon hasta 4 posibles soluciones y también hubo causas para las que sólo se planteó una solución. Para efecto del análisis, a las causas se les asignó números y a las soluciones se les asignó letras.

TABLA 14
SOLUCIONES PLANTEADAS PARA CADA CAUSA

Causas		Soluciones	
1	Demoras por mantenimientos.	A	Reducir las demoras por mantenimientos correctivos, mediante la implantación de TPM. (Mantenimiento Productivo Total)
		B	Establecer alianza estratégica con proveedores de servicio de mantenimiento para atender emergencias.
2	El stock que se encuentra definido para abastecer el proceso 3, no es suficiente.	C	Redefinir el stock mínimo de material para abastecer este proceso.
		D	Instalar máquina para abastecer de material a este proceso cada vez que lo necesite.
3	Fechas de promesa de entrega irreales.	E	Realizar estudio de tiempos para standarizar tiempos y redefinir los tiempos de entrega por producto.
		F	Implantar cronogramas de producción para los diferentes productos.
		G	Consultar con el departamento de producción la fecha en que estaría lista la producción previo al ingreso del pedido.
4	Incumplimiento de la entrega de los diseños dentro del plazo mínimo de espera.	H	Formato para el control de la entrega de diseños.
		I	Ampliar el plazo para la entrega de diseños.
		J	Standarizar diseños.
		K	Eliminación del plazo para la entrega de diseños.
5	Mediciones pendientes.	L	Separar el pedido en dos partes: La que necesita diseños y la que no. Y luego ingresar al sistema un pedido por cada parte con diferentes fechas de entrega.
6	Método de cambio de herramientas de máquina no es eficiente.	M	Mejorar el método de cambio de herramientas de máquina, reduciendo las demoras por esta actividad, mediante la aplicación del SMED. (Single Minute Exchange of Die)
7	Pedidos mal ingresados al sistema.	N	Implementar ventanas de comprobación en el programa informático para la verificación durante el ingreso del pedido.
		O	Implementar formato para la verificación de pedidos ingresados versus lo cotizado.
8	Pronóstico de producción basado en ventas históricas.	P	Incrementar el porcentaje de stock de seguridad al sistema de stock actual.
		Q	Basar el pronóstico de producción en los pedidos realizados y no en las ventas realizadas.

5.2. Descripción y beneficios de las soluciones planteadas.

A. Reducir la presencia de demoras por mantenimientos correctivos, mediante la implantación de TPM (Mantenimiento Productivo Total): Esta solución planteada persigue reducir las demoras por mantenimientos y los costos incurridos por los mismos.

El TPM ayuda a construir capacidades competitivas desde las operaciones de la empresa, gracias a su contribución a la mejora de la efectividad de los sistemas productivos, flexibilidad y capacidad de respuesta, reducción de costos operativos y conservación del conocimiento industrial [7].

El TPM tiene como propósito en las acciones cotidianas que los equipos operen sin averías y fallos, eliminar toda clase de pérdidas, mejorar la fiabilidad de los equipos y emplear verdaderamente la capacidad industrial instalada.

Ventajas:

- Eliminar pérdidas que afectan la productividad de la planta.
- Mejora de la fiabilidad y disponibilidad de los equipos.
- Reducción de los costos de mantenimiento.

- Mejora de la calidad del producto final.
- Menor costo financiero por cambios.
- Mejora de la tecnología de la empresa.
- Aumento de la capacidad de respuesta a los movimientos del mercado.
- Crear capacidades competitivas desde la fábrica.

B. Establecer alianza estratégica con proveedores de servicio de mantenimiento para atender emergencias:

Esta solución plantea tener un listado de proveedores claves de estos servicios, para tercerizar los mantenimientos de la maquinaria instalada en la planta.

Ventajas:

- Atención eficaz a mantenimientos emergentes.
- Descuentos en los costos de mantenimientos.
- Moderado tiempo de implantación.

Desventajas:

- El costo total por mantenimientos de la maquinaria puede ser alto.
- El proveedor puede demorar o fallar en caso de necesitarlo de manera urgente.

- Incrementa la dependencia de personal externo para mantenimientos.
- Mantenimientos programados según la disponibilidad de tiempo del proveedor.

C. Redefinir el stock mínimo de material para abastecer

este proceso: Esta alternativa propone realizar un análisis del consumo de material por el proceso 3 y de esta manera fijar una nueva cantidad de stock.

Ventajas:

- Reducción de demoras por falta de material.
- Aumento en la eficiencia del proceso 3.
- Bajo costo de implantación.
- Disminución de interrupciones a otros procesos.

Desventajas:

- Pronóstico de consumo puede variar.
- Dependencia de otros procesos para obtener el material para abastecer al proceso 3.

D. Instalar máquina para abastecer de material a este proceso cada vez que lo necesite: Con esta solución se deberá cotizar y adquirir una máquina para producir el producto en proceso que abastece al proceso 3.

Ventajas:

- Reducción de demoras por falta de material.
- Aumento de eficiencia del proceso 3.
- Eliminación de interrupciones a otros procesos.

Desventajas:

- Alto costo de implantación.

E. Realizar estudio de tiempos para estandarizar tiempos y redefinir los tiempos de entrega por producto: Esta opción propone la elaboración de una tabla para presentar tiempos de entrega optimizados, que podrán ser utilizados por los Asesores Comerciales durante su gestión de ventas y los Ejecutivos de Servicio al Cliente durante su ingreso del pedido al sistema informático.

Ventajas:

- Reduce la diferencia entre tiempos de producción y fechas de promesa de entrega.
- Bajo costo de implantación.

Desventajas:

- Recolección de información puede demorar.

F. Implantar cronogramas de producción para los

diferentes productos: Esta solución plantea la creación de un procedimiento para planificar semanalmente la producción y de esta manera distribuir las horas de trabajo en los diferentes productos solicitados en los pedidos ingresados al sistema informático. Se elaboró un formato para el cronograma de producción (Ver figura 5.1.), el cual será difundido una vez por semana al departamento comercial.

Ventajas:

- Mejora la gestión de ventas.
- Bajo costo de implantación.
- Tiempos de promesa de entrega más reales.

- Rápida implantación.
- Las actividades de mantenimiento pueden incluirse en el cronograma.

Desventajas:

- Sujeto a modificaciones en caso de urgencias de producción.

CRONOGRAMA DE PRODUCCIÓN									
Mes: _____			Fecha de vigencia: _____						
Semana: _____			TMUC - F - 006						
Máquina	Turno	Horas	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Máquina 1	I								
	II								
Máquina 2	I								
	II								
Máquina 3	I								
	II								
Máquina 4	I								
	II								
Máquina 5	I								
	II								
Máquina 6	I								
	II								
Máquina 7	I								
	II								
Máquina 8	I								
	II								
Máquina 9	I								
	II								

FIGURA 5.1. FORMATO PROPUESTO PARA EL CRONOGRAMA DE PRODUCCIÓN

G. Consultar con el departamento de producción la fecha en que estaría lista la producción previo al ingreso del pedido al sistema informático: Esta alternativa plantea que se consulte telefónicamente o vía e-mail al departamento de producción las fechas estimadas de producción de los pedidos solicitados.

Ventajas:

- Bajo costo de implantación.
- Rápida implantación.

Desventajas:

- Complica a la gestión de ventas.
- Los tiempos de producción estimados pueden fallar.
- La persona encargada de proporcionar la información podría no estar disponible.

H. Formato para el control de la entrega de diseños: Esta solución sugiere la creación de un formato para controlar el cumplimiento del plazo actual para la entrega de los diseños y de esta manera asegurar que se respete el tiempo de producción evitando presiones.

En este formato constarán los siguientes campos:

- El número del pedido.
- La fecha de ingreso del pedido.
- La fecha de entrega o recepción del diseño.
- La cantidad de diseños entregados por pedido.
- Nombre del responsable de la recepción del diseño.
- Firma del responsable de la recepción.
- Observaciones con respecto a la entrega del diseño.

Con la ayuda de este formato se podrá llevar de mejor manera el control estadístico de la entrega de los diseños. Más que una solución este formato puede convertirse en una herramienta de apoyo.

En la figura 5.2, se muestra el esquema del diseño del formato a utilizarse al momento de implantar de esta solución.

CONTROL DE RECEPCIÓN DE DISEÑOS						
FECHA DE VIGENCIA:						TMUC - F - 007
NÚMERO DE PEDIDO	FECHA DE INGRESO	FECHA DE RECEPCIÓN DEL DISEÑO	CANTIDAD DE DISEÑOS RECIBIDOS	RESPONSABLE DE LA RECEPCIÓN	FIRMA	OBSERVACIONES

FIGURA 5.2. FORMATO PROPUESTO PARA EL CONTROL DE RECEPCIÓN DE DISEÑOS

Ventajas:

- Mejora el control de las demoras o incumplimiento de la entrega de diseños dentro del plazo estipulado.
- Puede entrar en vigencia de manera inmediata.
- El costo de implantación de este formato es cero.

- I. **Ampliar el plazo para la entrega de diseños:** Dado a que el tiempo promedio de producción de los productos que requieren de diseños es 4 días, actualmente se encuentra definido un tiempo de espera máximo de 3 días para la entrega de diseños antes de la promesa de entrega (ver figura 5.3.).

Esta solución plantea cambiar este plazo de 3 a 2 días antes de la promesa de entrega (ver figura 5.3.), ya que se pretende mejorar los tiempos de producción de esta forma se podría dar más tiempo al departamento técnico para la elaboración de los diseños.

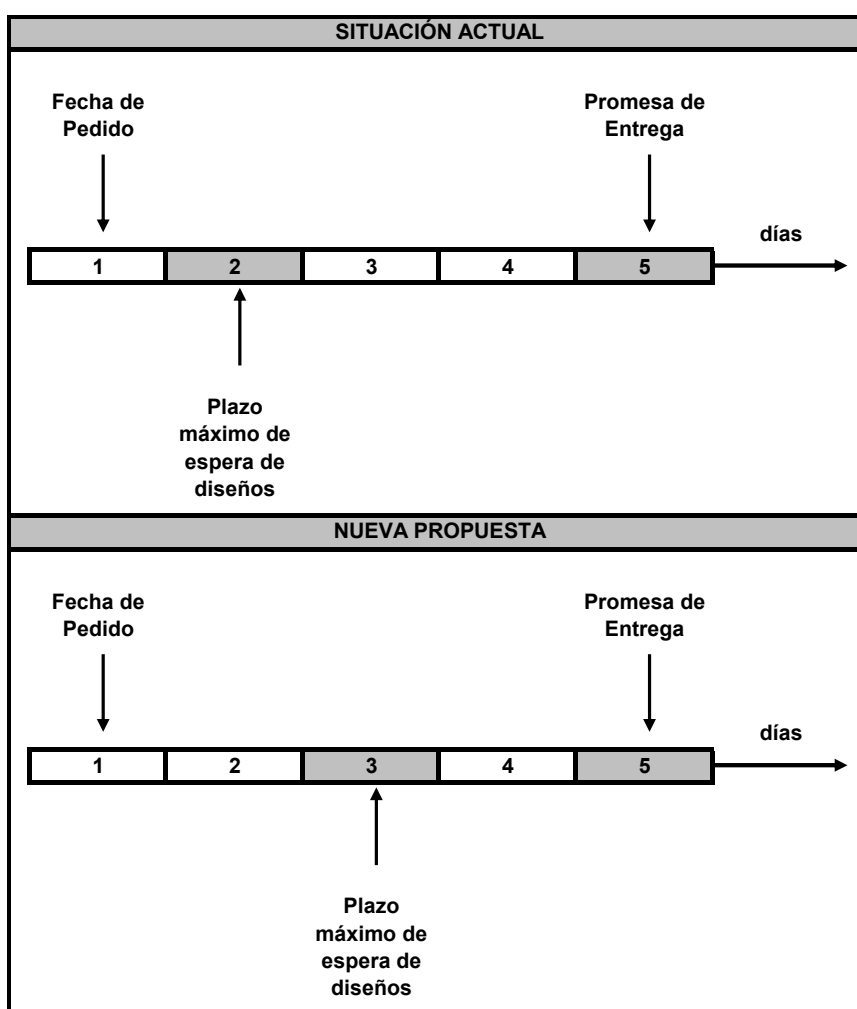


FIGURA 5.3. ESQUEMA DE LA LÍNEA DE TIEMPO PARA EL PLAZO DE ESPERA DE DISEÑOS

Ventajas:

- Mayor tiempo para que los diseños estén listos.
- Costo de implantación es cero, una vez que se hayan mejorado los tiempos de producción.

Desventajas:

- Su implantación depende de la ejecución de proyectos de mejora de tiempos de producción.
- Costo de implantación sería mediano, en caso de incluirse el costo del proyecto de mejora de tiempos de producción en su presupuesto.

J. Estandarizar diseños: Esta solución consiste en establecer unos diseños que serán utilizados en los futuros pedidos, para los cuales se deberá definir tiempos de entrega según su cantidad solicitada.

Ventajas:

- Elimina las demoras por espera de diseños.
- Su implantación dependerá de estudios para definir los diseños.

Desventajas:

- Moderado costo de implantación debido al estudio previo a su implantación.
- Puede que los diseños definidos no se ajusten a pedidos especiales.
- Elimina la flexibilidad que ofrece la empresa en este producto.

K. Eliminación del plazo para la entrega de diseños: Esta solución se refiere a la creación de una política, la cual indique que todos los diseños deberán ser entregados en el momento del ingreso del pedido al sistema, de lo contrario el pedido no podrá ser ingresado al sistema informático.

Ventajas:

- Se eliminarían los retrasos en la entrega de diseños.
- La política podría implantarse de inmediato.
- El tiempo de producción del producto empieza a correr a partir del ingreso del pedido al sistema.

Desventajas:

- Debido a la espera del diseño, el tiempo para la entrega del pedido al cliente ya estaría corriendo y se corre el riesgo que se incumpla la producción de las demás líneas del pedido.
- Incremento de personal en el área técnica para que los diseños sean elaborados en menos tiempo. Esto elevaría los costos de elaboración del diseño.
- Probable resistencia al cumplimiento de esta política por parte del área comercial.

L. Separar el pedido en dos partes: La que necesita diseños y la que no. Y luego ingresar al sistema un pedido por cada parte con diferentes fechas de entrega:

En esta solución se sugiere dividir el pedido en dos partes e ingresar un pedido por cada parte. Además sugiere ingresar la parte de los productos que requieren de diseño para su producción una vez que los diseños de los mismo hayan sido entregados al Ejecutivo de Servicio al Cliente. De esta manera se garantizará que el tiempo de producción de este pedido, arranque una vez que el pedido haya sido ingresado al sistema.

En la figura 5.4. se muestra un diagrama de flujo del procedimiento a seguir durante el ingreso del pedido al sistema en caso de implantarse esta solución.

Ventajas:

- El tiempo de entrega de los pedidos de los productos que no requieren diseños, ya no se verá afectado por la espera de diseños.

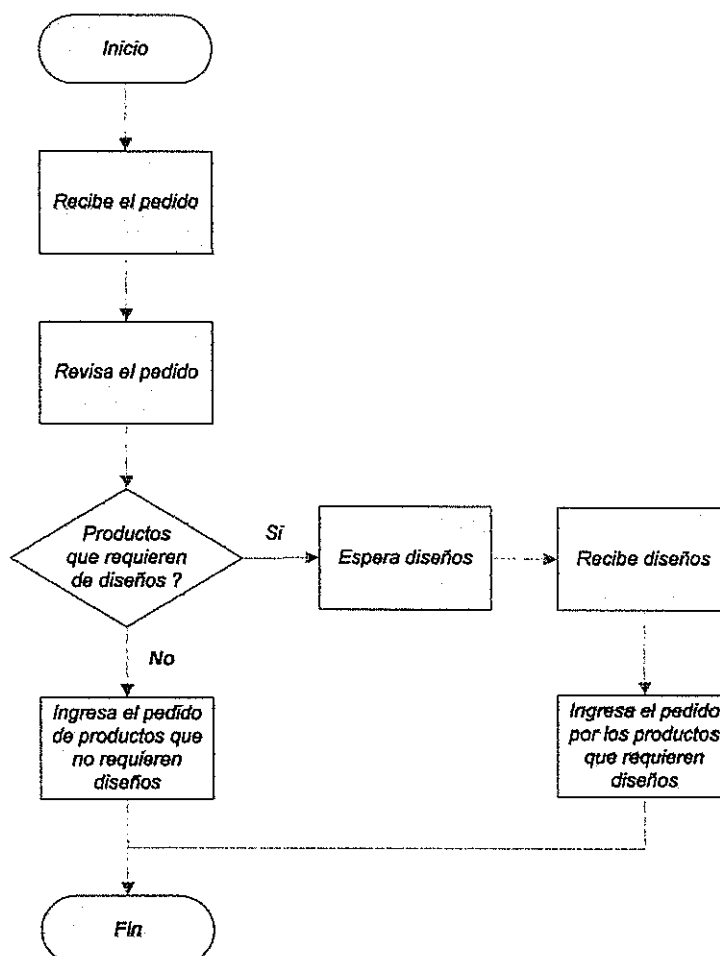


FIGURA 5.4. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCEDIMIENTO A SEGUIR DURANTE EL INGRESO DE UN PEDIDO AL SISTEMA

- El tiempo de producción de los productos que requieren diseños, arrancará una vez que el pedido haya sido ingresado al sistema y en consecuencia se eliminará el incumplimiento de la entrega de diseños en dentro del plazo mínimo.
- Este procedimiento puede ser implantado inmediatamente, solo necesitara de un programa de difusión e implantación.
- Cumplimiento de producción por etapas.
- Bajo costo de implantación.
- Mejora las relaciones estratégicas con el cliente. Mayor comunicación y confiabilidad.

Desventajas:

- La presencia de dos fechas de promesa de entrega.
- Ligera falta de apoyo interdepartamental al inicio del proyecto de implantación (resistencia al cambio).

M. Mejorar el método de cambio de herramientas de máquina, reduciendo las demoras por esta actividad, mediante la aplicación del SMED (Single Minute Exchange of Die): Esta solución plantea la implantación de la técnica japonesa conocida como SMED , el cual centra su campo de acción en el conjunto de operaciones que se desarrollan desde que se detiene la máquina para proceder al cambio de lote hasta que la máquina empieza a fabricar la primera unidad del siguiente producto en las condiciones especificadas de tiempo y calidad [8].

Esta técnica permite disminuir el tiempo que se pierde en las máquinas e instalaciones debido al cambio de herramientas de máquina necesario para pasar de producir un tipo de producto a otro.

Algunos de los beneficios que aporta esta herramienta son:

- Reducir el tiempo de preparación y pasarlo a tiempo productivo.
- Reducir el tamaño del inventario.
- Reducir el tamaño de los lotes de producción.
- producir en el mismo día varios modelos en la misma máquina o línea de producción.

Ventajas:

- Esta mejora en el acortamiento del tiempo aporta ventajas competitivas para la empresa ya que no tan sólo existe una reducción de costos, sino que aumenta la flexibilidad o capacidad de adaptarse a los cambios en la demanda.
- Al permitir la reducción en el tamaño de lote colabora en la calidad ya que al no existir stock innecesarios no se pueden ocultar los problemas de fabricación.
- Su implantación es rápida y altamente efectiva en la mayor parte de las máquinas.
- Con esta técnica puede reducirse el tiempo de cambio un 50% sin inversiones importantes.

N. Implementar ventanas de comprobación en el programa informático para la verificación durante el ingreso del pedido: Esta solución consiste en realizar una modificación al procedimiento de ingreso del pedido al sistema informático de la empresa.

Ventajas:

- Revisión del pedido durante su ingreso.

- Reducción de pedidos mal ingresados.

Desventajas:

- Aumento de pasos en el procedimiento de ingreso de pedidos.
- Su implantación puede demorar.
- Posible oposición al cambio por parte del personal involucrado.
- En caso de apuros, el Ejecutivo de Servicio al Cliente podría aceptar la verificación si revisarla haciendo inefectiva esta solución.
- Alto costo de implantación.

O. Implementar formato para la verificación de pedidos

ingresados versus lo cotizado: Esta opción consiste en diseñar e incorporar un checklist en el formato de la cotización, en el cual se registrará el estado del ingreso de cada línea del pedido.

El checklist (ver figura 5.5.) estará diseñado de la siguiente manera:

COTIZACIÓN					No. XXX
Fecha: <u>25/09/2006</u>					
Cliente: <u>XXXXXXXXXXXXXXXXXX</u>		Pedido No. <u>XXXXX</u>			

Línea	Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo de la línea	Estado del ingreso al sistema
1	Producto A1	10	XXXXX	XXXXX	OK
2	Producto A2	20	XXXXX	XXXXX	OK
3	Producto L	5	XXXXX	XXXXX	OK
4	Producto C	15	XXXXX	XXXXX	OK
5	Producto J	7	XXXXX	XXXXX	OK
6	-- -- -- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	
7	-- -- -- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	
8	-- -- -- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	
9	-- -- -- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	
10	-- -- -- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	
11	-- -- -- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	
12	-- -- -- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	
13	-- -- -- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	
14	-- -- -- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	
15	-- -- -- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	
16	-- -- -- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	
17	-- -- -- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	
18	-- -- -- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	
19	-- -- -- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	
20	-- -- -- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	
TOTAL				XXXXX	

Promesa de Entrega: 02/10/2006

Elaborado Por:

Asesor Comercial

Aceptado Por:

Cliente

FIGURA 5.5. CHECKLIST PROPUESTO PARA LA VERIFICACIÓN DE PEDIDOS.

P. Incrementar el porcentaje de stock de seguridad al sistema de stock actual: Con esta propuesta se busca cubrir la demanda pronosticada e incrementar el porcentaje de stock de seguridad actual que es de 15%, mejorando de esta manera los tiempos de respuesta cuando existen las variaciones en la demanda. Para esto se deberá analizar estadísticamente las variaciones presentadas históricamente y determinar el nuevo porcentaje de stock de seguridad para cada producto.

Ventajas:

- Stock suficiente para responder a pedidos grandes.
- Bajo costo de implantación.
- Se mantiene el sistema de pronósticos actual.

Desventajas:

- Consumo de materia prima que puede ser utilizada en pedidos de medidas especiales u otros productos.
- Las ventas efectivas no proporciona una buena base para la realización de los pronósticos.

Q. Basar el pronóstico de producción en los pedidos

realizados y no en las ventas realizadas: Dado a que actualmente se pronostica la producción del stock en base a las ventas realizadas históricamente, mediante este método no se consideran las cantidades reales solicitadas por los clientes. Por ejemplo: Un distribuidor de nuestro producto solicita 2000 unds. del producto B pero en stock sólo tenemos disponibles 1800 unds. de este producto y el cliente por necesidad de abastecerse, decide llevarse las 1800 unds. en lugar de la 2000 unds. que pidió originalmente. Esto muestra la diferencia entre las cantidades solicitadas y las cantidades vendidas.

La solución plantea que se realice el pronóstico en base a las cantidades solicitadas.

Ventajas:

- Stock suficiente para responder a la mayoría de los futuros pedidos.
- Bajo costo de implantación.
- Sistema de pronóstico más efectivo que el actual.

Desventajas:

- Consumo de materia prima que puede ser utilizada en pedidos de medidas especiales u otros productos.

5.3. Selección de soluciones

Para la selección de soluciones se reunió nuevamente al grupo y se utilizó la matriz de criterios, en la cual se evaluó cada solución planteada según los siguientes criterios:

- Costo de Implantación.
- Rapidez de Implantación.
- Efectividad de la solución.

En la tabla 15 se muestra el desglose de ponderaciones, calificaciones que se usaron para asegurar que se tomaron las soluciones adecuadas para solucionar el problema planteado.

TABLA 15

PONDERACIÓN Y CALIFICACIÓN DE LOS CRITERIOS DE SELECCIÓN

CRITERIOS	PONDERACIÓN	CALIFICACIÓN	PUNTAJE
Costo de Implantación	30	Bajo	8 - 10
		Medio	5 - 7
		Alto	0 - 4
Rapidez de Implantación	25	Lenta	0 - 4
		Moderada	5 - 7
		Rápida	8 - 10
Efectividad	45	Controla la causa	0 - 4
		Reduce la causa	5 - 7
		Elimina la causa	8 - 10

Evaluando cada una de las soluciones planteadas según los puntajes mostrados en la tabla 15, se obtuvieron los resultados que se muestran en la tabla 16. Mientras que en la tabla 17 se muestra un resumen con las causas y sus respectivas soluciones a ejecutar.

TABLA 16
MATRICES DE CRITERIOS

1	Causa	Demoras por mantenimientos.			
		Criterios			
Ponderación		30	25	45	
Solución		Costo de Implantación	Rapidez de Implantación	Efectividad	Total
A	Reducir las demoras por mantenimientos correctivos, mediante la implantación de TPM. (Mantenimiento Productivo Total)	5	6	9	705
B	Establecer alianza estratégica con proveedores de servicio de mantenimiento para atender emergencias.	7	7	5	610

2	Causa	El stock que se encuentra definido para abastecer el proceso 3, no es suficiente.			
		Criterios			
Ponderación		30	25	45	
Solución		Costo de Implantación	Rapidez de Implantación	Efectividad	Total
C	Redefinir el stock mínimo de material para abastecer este proceso.	9	9	5	720
D	Instalar máquina para abastecer de material a este proceso cada vez que lo necesite.	1	3	7	420

3	Causa	Fechas de promesa de entrega irreales.			
		Criterios			
Ponderación		30	25	45	
Solución		Costo de Implantación	Rapidez de Implantación	Efectividad	Total
E	Realizar estudio de tiempos para standarizar tiempos y redefinir los tiempos de entrega por producto.	9	5	7	710
F	Implantar cronogramas de producción para los diferentes productos.	10	9	6	795
G	Consultar con el departamento de producción la fecha en que estaría lista la producción previo al ingreso del pedido.	10	10	3	685

TABLA 16
MATRICES DE CRITERIOS (Continuación)

4	Causa	Incumplimiento de la entrega de los diseños dentro del plazo mínimo de espera.			
		Criterios			
Ponderación		30	25	45	
Solución		Costo de Implantación	Rapidez de Implantación	Efectividad	Total
H	Formato para el control de la entrega de diseños.	10	9	7	840
I	Ampliar el plazo para la entrega de diseños.	7	10	5	685
J	Standardizar diseños.	6	6	9	735
K	Eliminación del plazo para la entrega de diseños.	3	8	8	650

5	Causa	Mediciones pendientes.			
		Criterios			
Ponderación		30	25	45	
Solución		Costo de Implantación	Rapidez de Implantación	Efectividad	Total
L	Separar el pedido en dos partes: La que necesita diseños y la que no. Y luego ingresar al sistema un pedido por cada parte con diferentes fechas de entrega.	10	9	9	930

6	Causa	Método de cambio de herramientas de máquina no es eficiente.			
		Criterios			
Ponderación		30	25	45	
Solución		Costo de Implantación	Rapidez de Implantación	Efectividad	Total
M	Mejorar el método de cambio de herramientas de máquina, reduciendo las demoras por esta actividad, mediante la aplicación del SMED. (Single Minute Exchange of Die)	5	6	9	705

7	Causa	Pedidos mal ingresados al sistema.			
		Criterios			
Ponderación		30	25	45	
Solución		Costo de Implantación	Rapidez de Implantación	Efectividad	Total
N	Implementar ventanas de comprobación en el programa informático para la verificación durante el ingreso del pedido.	4	3	6	465
O	Implementar formato para la verificación de pedidos ingresados versus lo cotizado.	10	8	6	770

8	Causa	Pronóstico de producción basado en ventas históricas.			
		Criterios			
Ponderación		30	25	45	
Solución		Costo de Implantación	Rapidez de Implantación	Efectividad	Total
P	Incrementar el porcentaje de stock de seguridad al sistema de stock actual.	8	8	6	710
Q	Basar el pronóstico de producción en los pedidos realizados y no en las ventas realizadas.	8	8	9	845

TABLA 17
SOLUCIONES SELECCIONADAS

Causas		Solución	
1	Demoras por mantenimientos.	A	Reducir las demoras por mantenimientos correctivos, mediante la implantación de TPM. (Mantenimiento Productivo Total)
2	El stock que se encuentra definido para abastecer el proceso 3, no es suficiente.	C	Redefinir el stock mínimo de material para abastecer este proceso.
3	Fechas de promesa de entrega irreales.	F	Implantar cronogramas de producción para los diferentes productos.
4	Incumplimiento de la entrega de los diseños dentro del plazo mínimo de espera.	H	Formato para el control de la entrega de diseños.
5	Mediciones pendientes.	L	Separar el pedido en dos partes: La que necesita diseños y la que no. Y luego ingresar al sistema un pedido por cada parte con diferentes fechas de entrega.
6	Método de cambio de herramientas de máquina no es eficiente.	M	Mejorar el método de cambio de herramientas de máquina, reduciendo las demoras por esta actividad, mediante la aplicación del SMED. (Single Minute Exchange of Die)
7	Pedidos mal ingresados al sistema.	O	Implementar formato para la verificación de pedidos ingresados versus lo cotizado.
8	Pronóstico de producción basado en ventas históricas.	Q	Basar el pronóstico de producción en los pedidos realizados y no en las ventas realizadas.

5.4. Elaboración de diagramas de matriz

Una vez identificadas las soluciones, se elaboró un diagrama de matriz que nos indica como se relaciona cada solución con las diferentes causas del problema planteado, para determinar las relaciones, se usó los símbolos indicados en la figura 3.4. (ver tabla 18).

TABLA 18
DIAGRAMA DE MATRIZ

DIAGRAMA DE MATRIZ		Soluciones Seleccionadas									
		Reducir las demoras por mantenimientos correctivos, mediante la implantación de TPM. (Mantenimiento Productivo Total)	Redefinir el stock mínimo de material para abastecer este proceso.	Implantar cronogramas de producción para los diferentes productos.	Formato para el control de la entrega de diseños.	Separar el pedido en dos partes: La que necesita diseños y la que no. Y luego ingresar al sistema un pedido por cada parte con diferentes fechas de entrega.	Mejorar el método de cambio de herramientas de máquina, reduciendo las demoras por esta actividad, mediante la aplicación del SMED (Single Minute Exchange of Die)	Implementar formato para la verificación de pedidos ingresados versus lo cotizado.	Basar el pronóstico de producción en los pedidos realizados y no en las ventas realizadas.		
		A	C	F	H	L	M	O	Q		
		1	Demoras por mantenimientos.	●		△			△		
		2	El stock que se encuentra definido para abastecer el proceso 3, no es suficiente.		●						
		3	Fechas de promesa de entrega irreales.			●	○	○	○	○	○
		4	Incumplimiento de la entrega de los diseños dentro del plazo mínimo de espera.			△	●	○			
		5	Mediciones pendientes.			△	○	●			
		6	Método de cambio de herramientas de máquina no es eficiente.	△		○			●		
		7	Pedidos mal ingresados al sistema.							●	
8	Pronóstico de producción basado en ventas históricas.		○						●		
TOTAL		4	5	8	9	9	6	5	5		

Esto sirve para conocer el aporte positivo de cada solución y evaluar su grado de incidencia sobre las causas y determinar la prioridad de implantación.

El orden de implantación del **plan de acción** queda de la siguiente manera (ver tabla 19):

TABLA 19
ORDEN DE IMPLANTACIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN

PRIORIDAD	SOLUCIÓN
1	Formato para el control de la entrega de diseños.
1	Separar el pedido en dos partes: La que necesita diseños y la que no. Y luego ingresar al sistema un pedido por cada parte con diferentes fechas de entrega.
2	Implantar cronogramas de producción para los diferentes productos.
3	Mejorar el método de cambio de herramientas de máquina, reduciendo las demoras por esta actividad, mediante la aplicación del SMED. (Single Minute Exchange of Die)
4	Redefinir el stock mínimo de material para abastecer este proceso.
4	Implementar formato para la verificación de pedidos ingresados versus lo cotizado.
5	Basar el pronóstico de producción en los pedidos realizados y no en las ventas realizadas.
6	Reducir las demoras por mantenimientos correctivos, mediante la implantación de TPM. (Mantenimiento Productivo Total)

En la tabla 19 se pueden ver actividades que tienen la misma prioridad de implantación, estas pueden ejecutarse de manera simultánea en caso de no tener un mismo responsable de implantación. De darse el caso que las actividades con igual prioridad de implantación tengan el mismo responsable de implantación, se empezará por la actividad que tome menos tiempo ejecutarla.

5.5. Costos de implantación

Para realizar este análisis, en primer lugar calculamos las pérdidas monetarias generadas por el problema planteado: “Incumplimiento de la fecha de promesa de entrega en los pedidos”. Tenemos las pérdidas por:

- I. El despacho de un pedido incompleto.
- II. Ventas no efectuadas por incumplimiento de la fecha de entrega o falta de stock.

Analizando las pérdidas por el despacho de un pedido incompleto, tenemos el gastos por despachos adicionales para completar los pedidos. Para la estimación de los costos por despachos adicionales, tenemos la siguiente información:

- En promedio se realizan 160 despachos, de los cuales el 7% corresponden a despachos adicionales. Es decir 11 despachos adicionales al mes.
- El costo promedio por viaje o despacho es de \$300.
- Multiplicando los 11 despachos adicionales al mes por los \$300 que cuesta cada uno, tenemos que el promedio del gasto mensual es de \$3300.

- Los gastos por despachos adicionales corresponden aproximadamente al 0.37% de las ventas mensuales.
- El *promedio del gasto anual es de \$39600*.

Mientras que para estimar las pérdidas por ventas no efectuadas por incumplimiento de la fecha de entrega o falta de stock, tenemos la siguiente información:

- El promedio de las ventas mensuales es de \$900000, y que un valor de aproximadamente el 1.12% de las ventas se pierde por las ventas no efectuadas, teniendo así que se deja de vender mensualmente \$10080. Pero para efectos del análisis se mantendrá un concepto más conservador y se usará el 60% de este valor mensual (\$6048).
- La tasa de crecimiento anual de las ventas es del 3.5%.
- El promedio de la pérdida anual por ventas no efectuadas es de **\$72576**.

Sumando el gasto anual por despachos adicionales (\$39600) y la pérdida anual por ventas no efectuadas (\$72576). Tenemos que el total de la pérdida anual es de \$112176. Para efectos del análisis, se definió que el plan de acción diseñado (ver tabla 20) garantiza recuperar de las pérdidas de la siguiente manera:

- El 60% el primer año.
- El 70% el segundo año.
- El 80% el tercer año.
- El 90% el cuarto año.
- El 97% del quinto año en adelante.

Los costos en los que se incurrirán por concepto de la implantación del plan de acción se determinan según los recursos a utilizar.

A continuación se detallan los costos, según el orden indicado en la tabla 19:

1. La **Implatación del formato para el control de la entrega de diseños**, será realizada por personal del Área de Producción, razón por lo cual el costo de implantación de esta solución es \$0.
2. La modificación del procedimiento de ingreso de pedidos al sistema informático, para que durante el ingreso sea **separado en dos partes (la que necesita diseños y la que no)**. Esta tarea será realizada por personal del Área Comercial, razón por lo cual el costo de implantación de esta solución es \$0.

3. La tarea de **implantar cronogramas de producción de los diferentes productos**, será realizada por personal del Área de Producción. Manteniendo en \$0 el costo de implantación de esta solución.
4. Para **implantar SMED**, se contratará a un estudiante de Ingeniería Industrial para haga prácticas y ejecutará el proyecto para la **mejora del método de cambio de herramientas de máquinas**. Este practicante laborará en la empresa a medio tiempo durante 6 meses. A este practicante se le pagará \$200 mensuales por sus servicios. Además se alquilará una computadora para asignarle al practicante. El costo mensual del alquiler de la computadora es \$25 mensuales. Además se asignará \$2000 por concepto de inversión durante implantación, lo cual nos servirá de soporte para los gastos imprevistos.
5. El mismo practicante que se encargará de la implantación del SMED, se encargará de **redefinir el stock mínimo para abastecer el proceso 3**. Es decir que el costo de implantar esta solución está incluido dentro del costo mostrado para la implantación del SMED.

6. La **implantación del formato para verificar el pedido ingresado versus los cotizado**, será realizada por personal del Área Comercial. El costo de implantar esta solución será \$0.
7. Cambiar el procedimiento para pronosticar la producción para **basar el pronóstico de producción en los pedidos realizados y no en las ventas realizadas**, será realizado por el practicante que laborará en la empresa. Es decir que el costo de implantar esta solución se mostró en el costo de implantar SMED.
8. Para la **implantación del TPM** en la empresa, se creará el cargo de Coordinador de TPM y se contratará a un profesional para que se encargue de la ejecución del programa de TPM y su aplicación continua. Esta persona se reportará directamente al Jefe de Planta. El sueldo que percibirá esta persona será de \$600 y tendrá un incremento anual del 10%. Se adecuará el nuevo puesto de trabajo, lo cual tiene un costo aproximado de \$500. Y se comprará una computadora cotizada en \$550. Anualmente se asignará \$3000 por concepto de inversión durante implantación, lo cual nos servirá de soporte para los gastos imprevistos.

En la tabla 20, se muestra el desglose de los costos de implantación del plan de acción durante los primeros 5 años.

TABLA 20
COSTOS DE IMPLANTACIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN

Soluciones		Recursos	Año				
			1	2	3	4	5
1	Formato para el control de la entrega de diseños.	Personal de la empresa	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
2	Separar el pedido en dos partes: La que necesita diseños y la que no.	Personal de la empresa	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
3	Implantar cronogramas de producción para los diferentes productos.	Personal de la empresa	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
4	Implantar SMED	Sueldo del Practicante	\$ 400,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
		Alquiler de computadora	\$ 50,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
		Valor a invertir durante la implementación	\$ 2.000,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
5	Redefinir el stock mínimo de material para abastecer al proceso 3.	Sueldo del Practicante	\$ 400,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
		Alquiler de computadora	\$ 50,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
6	Implementar formato para la verificación de pedidos ingresados versus lo cotizado.	Personal de la empresa	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
7	Basar el pronóstico de producción en los pedidos realizados y no en las ventas realizadas.	Sueldo del Practicante	\$ 400,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
		Alquiler de computadora	\$ 50,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
8	Implantar TPM	Sueldo del Coordinador de TPM	\$ 7.200,00	\$ 7.920,00	\$ 8.712,00	\$ 9.583,20	\$ 10.541,52
		Adecuación del puesto de trabajo	\$ 500,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
		Costo de computadora	\$ 550,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
		Valor a invertir durante la implementación	\$ 3.000,00	\$ 3.000,00	\$ 3.000,00	\$ 3.000,00	\$ 3.000,00
Inversión Anual			\$ 14.600,00	\$ 10.920,00	\$ 11.712,00	\$ 12.583,20	\$ 13.541,52

Dado que el practicante se encargará de ejecutar tres soluciones, para efectos de análisis el costo total se distribuirá equitativamente entre estas actividades.

De esta manera tenemos que por concepto de sueldo y alquiler del computador durante los 6 meses los costos serán \$1200 y \$150 respectivamente. Es decir que en cada solución se invertirá \$400 por concepto de sueldo y \$50 por concepto de alquiler.

En la tabla 21 se muestra el análisis costos-beneficios que muestra relaciones favorables entre los costos incurridos y los beneficios obtenidos durante el periodo de ejecución del plan de acción diseñado. Dentro de este análisis se consideró importante el número de veces que retorna cada dólar invertido en el plan de acción y el periodo de tiempo en que retorna la inversión anual que se estimó.

5.6. Asignación de responsabilidades

En la tabla 22, se muestra la asignación de la persona encargada coordinar la implantación de cada solución.

Se puede notar que la responsabilidad de las actividades se encuentra distribuida entre el Área Comercial y Producción.

TABLA 21
ANÁLISIS COSTOS - BENEFICIOS

			Año				
	Cálculo		1	2	3	4	5
(a)	Ventas totales		\$ 10.800.000,00	\$ 11.178.000,00	\$ 11.569.230,00	\$ 11.974.153,05	\$ 12.393.248,41
Pérdidas							
(b)	Pérdida por ventas no realizadas		\$ 72.576,00	\$ 75.116,16	\$ 77.745,23	\$ 80.466,31	\$ 83.282,63
(c)	Gastos por despachos adicionales		\$ 39.600,00	\$ 41.358,60	\$ 42.806,15	\$ 44.304,37	\$ 45.855,02
(d)	Total de Pérdidas	(b + c)	\$ 112.176,00	\$ 116.474,76	\$ 120.551,38	\$ 124.770,67	\$ 129.137,65
Ingresos							
(e)	Porcentaje de pérdidas a recuperar		60,00%	70,00%	80,00%	90,00%	97,00%
(f)	Valor a recuperarse (Ingreso anual)	(d * e)	\$ 67.305,60	\$ 81.532,33	\$ 96.441,10	\$ 112.293,61	\$ 125.263,52
Inversión							
(g)	Inversión		\$ 14.600,00	\$ 10.920,00	\$ 11.712,00	\$ 12.583,20	\$ 13.541,52
(h)	Beneficio	(f - g)	\$ 52.705,60	\$ 70.612,33	\$ 84.729,10	\$ 99.710,41	\$ 111.722,00
Retorno por cada dólar invertido							
(i)	Relación Beneficios / Costos	(h / g)	3,61 veces	6,47 veces	7,23 veces	7,92 veces	8,25 veces
Período de tiempo en que se recupera la inversión							
(j)	Pay - Back	(g / h)	0,28 años	0,15 años	0,14 años	0,13 años	0,12 años

5.7. Cronograma de actividades para la implantación

En la figura 5.6, muestra el diagrama de árbol con detalle a 2 niveles del plan de acción para reducir la presencia de despachos retrasados o pedidos incompletos.

TABLA 22**ASIGNACIÓN DE RESPONSABLES DE IMPLANTACIÓN**

SOLUCIONES		RESPONSABLES
1	Formato para el control de la entrega de diseños.	Asistente de Producción
2	Separar el pedido en dos partes: La que necesita diseños y la que no. Y luego ingresar al sistema un pedido por cada parte con diferentes fechas de entrega.	Ejecutivo de Servicio al Cliente
3	Implantar cronogramas de producción para los diferentes productos.	Jefe de Planta - Asistente de Producción
4	Mejorar el método de cambio de herramientas de máquina, reduciendo las demoras por esta actividad, mediante la aplicación del SMED. (Single Minute Exchange of Die)	Jefe de Planta - Prácticante a contratar
5	Redefinir el stock mínimo de material para abastecer este proceso.	Jefe de Planta - Prácticante a contratar
6	Implementar formato para la verificación de pedidos ingresados versus lo cotizado.	Ejecutivo de Servicio al Cliente
7	Basar el pronóstico de producción en los pedidos realizados y no en las ventas realizadas.	Jefe de Planta - Prácticante a contratar
8	Reducir las demoras por mantenimientos correctivos, mediante la implantación de TPM. (Mantenimiento Productivo Total)	Jefe de Planta - Coordinador de TPM

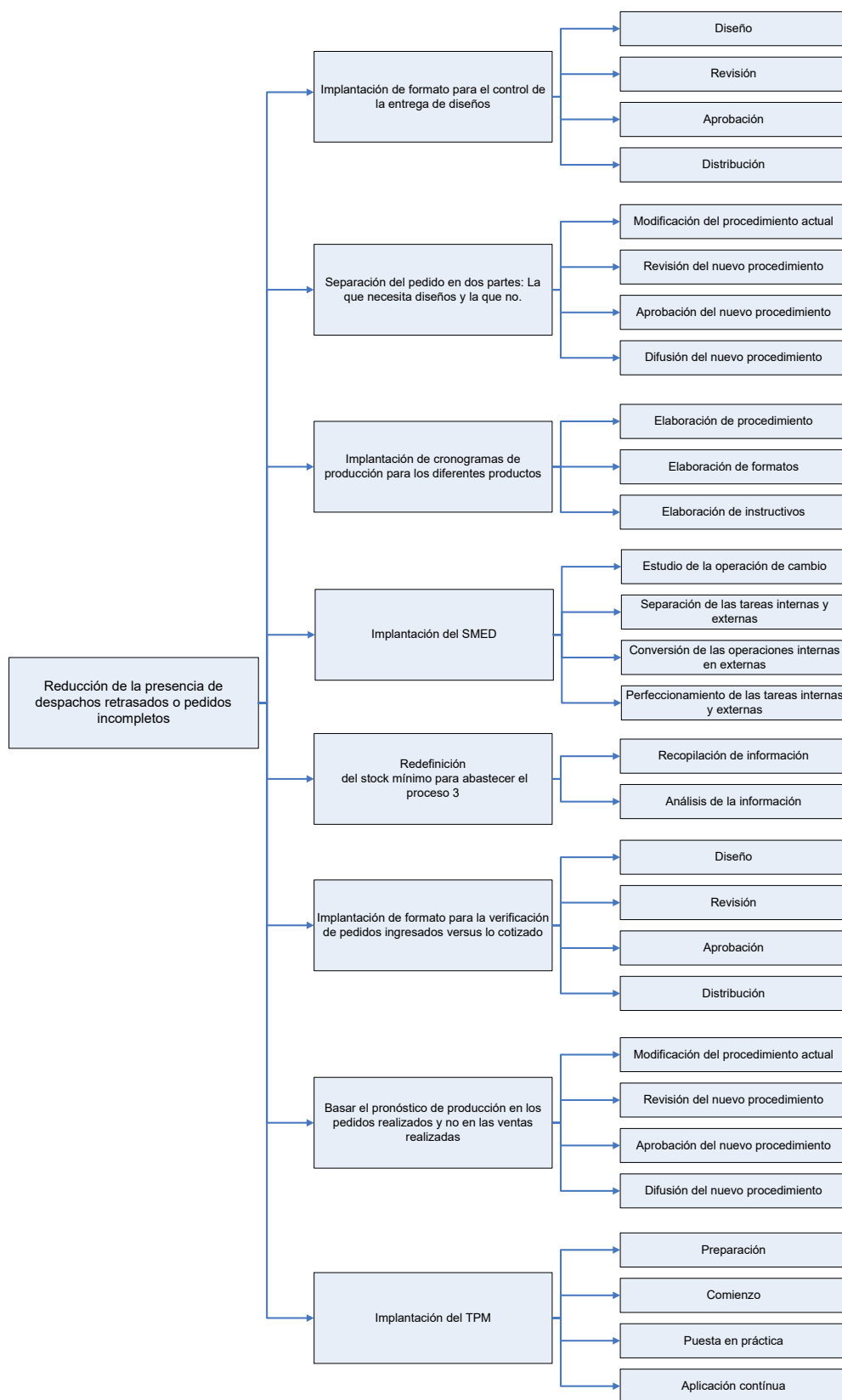


FIGURA 5.6. DIAGRAMA DE ÁRBOL DEL PLAN DE ACCIÓN A EJECUTAR

A continuación se muestra el detalle de las actividades a realizarse:

1. **Implantación de formato para el control de la entrega de diseños:** Esta solución será ejecutada en cuatro etapas para lograr que su implantación sea efectiva.

Etapas 1: Diseño. Esta etapa consiste en la codificación y elaboración del formato.

Etapas 2: Revisión. Consiste en la comprobación, por persona diferente a la que realizó el documento, de que éste es completo, adecuado para su uso.

Etapas 3: Aprobación. Consiste en la ratificación del documento, para su implantación, por la persona responsable de la puesta en circulación. La fecha de entrada en vigencia del documento será decidida por el responsable de la aprobación.

Etapas 4: Distribución. Consiste en la transmisión de los documentos aprobados a aquellas personas o áreas que deben tener copia para su utilización o información.

2. **Separar el pedido en dos partes: La que necesita diseños y la que no:** Esta solución se encuentra estructurada en cuatro etapas que asegurarán su implantación de manera adecuada.

Etapas 1: Modificación del procedimiento actual. Se realizará un borrador con la modificación planteada.

Etapas 2: Revisión del nuevo procedimiento. La propuesta se hará al responsable del manual departamental. El responsable de la decisión analizará la propuesta.

Etapas 3: Aprobación del nuevo procedimiento. El responsable de la decisión, autorizará el inicio del proceso de modificación. La fecha de entrada en vigencia del documento se indicará en su portada y será decidida por el responsable de la aprobación.

Etapas 4: Difusión del nuevo procedimiento. Consiste en la transmisión de los documentos aprobados a aquellas personas o áreas que deben tener copia para su utilización o información.

3. **Implantación de cronogramas de producción para los diferentes productos**: Esta solución será ejecutada en tres

etapas:

Etapas 1: Elaboración del procedimiento. Se elaborará el procedimiento a seguir para la correcta implantación y mantenimiento de la propuesta planteada.

Etapas 2: Elaboración de formatos. Se elaborarán los formatos necesarios para lograr que el procedimiento sea efectivo.

Etapas 3: Elaboración de instructivos. Se procederá a redactar la forma de uso de los formatos elaborados en la etapa anterior.

4. **Implantación del SMED**: Esta técnica divide en dos tipos de operaciones el cambio de herramientas de máquina:

➤ **Operaciones Internas**: Son aquellas que deben realizarse con la máquina parada.

➤ **Operaciones Externas**: Son aquellas que pueden realizarse con la máquina en marcha.

El objetivo es analizar todas estas operaciones, clasificarlas y ver la forma de pasar operaciones internas a externas, estudiando también la forma de acortar las operaciones internas con la menor inversión posible.

La implantación del proyecto SMED consta de cuatro etapas (Ver tabla 23):

Etapla preliminar: Estudio de la operación de cambio.

Primera etapa: Separar operaciones internas y externas.

Segunda etapa: Convertir operaciones internas en externas.

Tercera etapa: Perfeccionar las operaciones internas y externas.

Todas estas etapas culminan en la elaboración de un procedimiento de cambio que pasa a formar parte de la dinámica de trabajo en mejora continua de la empresa y que opera de acuerdo al esquema iterativo de trabajo mostrado en la figura 5.7.

TABLA 23

ETAPAS DE IMPLANTACIÓN DEL SMED

ETAPAS	CONTENIDO	
Etapla preliminar: Estudio de la operación de cambio.	En esta etapa se realiza un análisis detallado del proceso inicial de cambio, el tiempo a invertir en esta etapa puede evitar posteriores modificaciones del método al no haber descrito la dinámica de cambio inicial de forma correcta. Esta etapa consta de las siguientes actividades:	
	1.- Registrar los tiempos de cambio	1.1.- Conocer la media y la variabilidad.
		1.2.- Escribir las causas de la variabilidad y estudiarlas.
	2.- Estudiar las condiciones actuales del cambio:	2.1.- Análisis con cronómetro.
		2.2.- Entrevistas con operarios.
		2.3.- Grabar en vídeo.
		2.4.- Mostrarlo después a los trabajadores.
		2.5.- Sacar fotografías.
Primera etapa: Separar las tareas internas y externas.	En esta etapa se detectan problemas de carácter básico que forman parte de la rutina de trabajo. Se sabe que la preparación de las herramientas, piezas y útiles no debe hacerse con la máquina parada, pero se hace. Los movimientos alrededor de la máquina y los ensayos son considerados como operaciones internas.	
	1.- Realizar una lista de comprobación con todas las partes y pasos necesarios para una operación, incluyendo nombres, especificaciones, herramientas y parámetros de la máquina.	
	2.- Realizar una comprobación para comprobar que no hay errores en las condiciones de operación, evitando pruebas que hacen perder el tiempo.	
Segunda etapa: Convertir operaciones internas en externas.	La idea es hacer todo lo necesario en preparar troqueles, matrices, punzones, etc, fuera de la máquina en funcionamiento para que cuando ésta se pare se haga el cambio necesario, de modo de que se pueda comenzar a funcionar rápidamente.	
	1.- Re-evaluar para ver si alguno de los pasos está erróneamente considerado como interno.	
	2.- Pre-arreglaje de herramientas.	
	3.- Eliminación de ajustes:	Las operaciones de ajuste suelen representar del 50 al 70% del tiempo de preparación interna. Es muy importante reducir este tiempo de ajuste para acortar el tiempo total de preparación. Esto significa que se tarda un tiempo en poner a andar el proceso de acuerdo a la nueva especificación requerida.
Tercera etapa: Perfeccionar las tareas internas y externas.	El objetivo de esta etapa es perfeccionar los aspectos de la operación de preparación, incluyendo todas y cada una de las operaciones elementales (tareas externas e internas).	
	Algunas de las acciones encaminadas a la mejora de las operaciones internas más utilizadas por el sistema SMED son:	Implementación de operaciones en paralelo: Estas operaciones que necesitan más de un operario ayudan mucho a acelerar algunos trabajos. Con dos personas una operación que llevaba 12 minutos no será completada en 6, sino quizás en 4, gracias a los ahorros de movimiento que se obtienen. El tema más importante al realizar operaciones en paralelo es la seguridad.
		Utilización de anclajes funcionales: Son dispositivos de sujeción que sirven para mantener objetos fijos en un sitio con un esfuerzo mínimo.

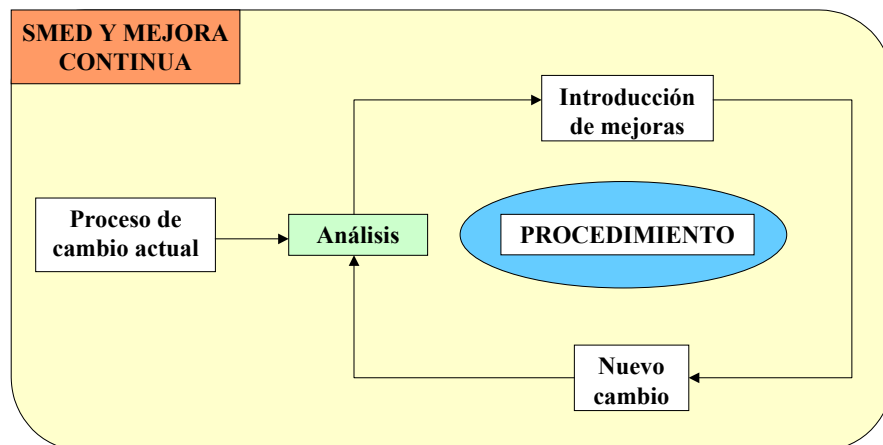


FIGURA 5.7. ESQUEMA ITERATIVO DE TRABAJO DEL SMED

5. Redefinición del stock mínimo para abastecer el proceso 3: Esta solución consiste en 2 etapas que son:

Etap 1: Recopilación de información: Se buscará la información histórica para con respecto a los productos producidos mediante el proceso 3.

Etap 2: Análisis de la información: Una vez recopilada la información, se determinará el comportamiento de la demanda de los productos, se propondrá niveles de seguridad y se redefinirá un nuevo stock mínimo que satisfaga a la demanda actual. Esta etapa concluye con la puesta en vigencia de los nuevos niveles de stock.

6. **Implantación de formato para la verificación de pedidos**

ingresados versus lo cotizado: Esta solución se implantará cumpliendo las etapas de: Diseño, revisión, aprobación y distribución. Estas etapas fueron revisadas cuando se detalló la implantación del formato para el control de la entrega de diseños (ver sección 5.7, página 164).

7. **Basar el pronóstico de producción en los pedidos**

realizados y no en las ventas realizadas: Esta solución se implantará cumpliendo las etapas de: Modificación de procedimiento actual, revisión del nuevo procedimiento, aprobación del nuevo procedimiento y difusión del nuevo procedimiento. Estas etapas fueron revisadas cuando se detalló la solución de separar el pedido durante su ingreso al sistema en la parte que necesita diseño y la que no (ver sección 5.7, página 165).

8. **Implantación del TPM:** Los pilares fundamentales del TPM

sirven de apoyo para la construcción de un sistema de producción ordenado. Se implantan siguiendo una metodología disciplinada, potente y efectiva.

Los pilares considerados como necesarios para el desarrollo del TPM en una organización son los que se indican en la figura 5.8.

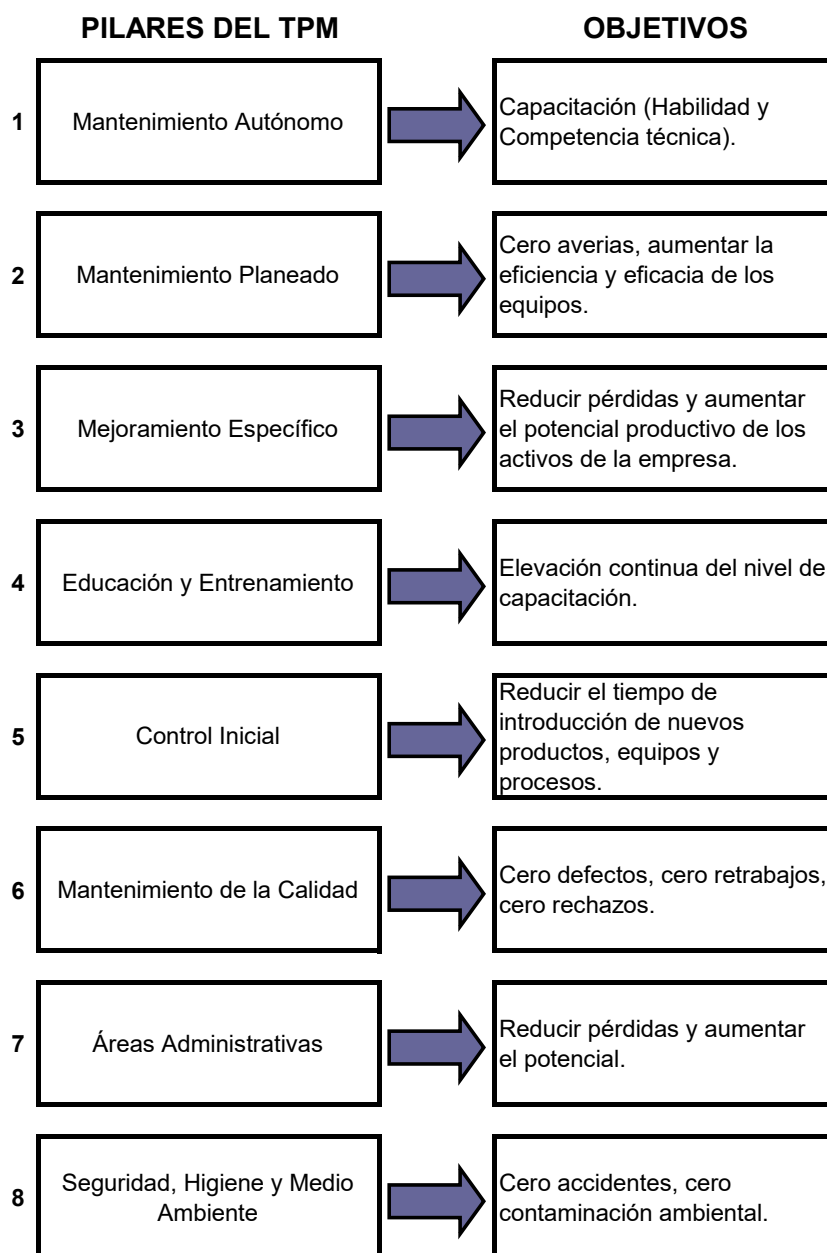


FIGURA 5.8. PILARES DEL TPM

Para el suceso de la implantación del TPM, se recomienda la aplicación de cuatro fases distintas:

- Fase 1: Preparación.
- Fase 2: Comienzo.
- Fase 3: Puesta en práctica.
- Fase 4: Aplicación continua.

La metodología de implantación del TPM, divide estas fases en 12 etapas de implantación (ver tabla 24). En el apéndice D, se muestra el diagrama de árbol a 4 niveles del plan de ejecución del TPM.

En la tabla 25, se muestra el cronograma de actividades del plan de acción diseñado, con sus respectivas fechas de inicio y finalización. En el apéndice E, se puede ver el diagrama de Gantt respectivo.

TABLA 24
ETAPAS DE IMPLANTACIÓN DEL TPM

FASE	ETAPAS	CONTENIDO
Preparación	1.- Comunicar el compromiso de la alta gerencia para implantar el sistema TPM.	El Gerente General debe hacer una declaración en la cual exprese que se tomo la resolución de implantar TPM en la empresa.
	2.- Campaña educacional introductoria para el TPM.	Para Gerentes y Jefes: Se realizarán entrenamientos a través de seminarios.
		Para Empleados en general: Se realizarán reuniones de entrenamiento utilizando diapositivas, en el auditorio de la empresa.
	3.- Formación de un modelo de organización para la estructuración del TPM.	Comité Ejecutivo: Establece las directrices del programa, la planificación estratégica y las prioridades de actividades conforme los indicadores PQCDMS.
		Subcomités de los pilares Comité administrativo (Gerencia y jefatura): Cumple con las metas establecidas por el comité ejecutivo, provee apoyo al programa en la estructuración de los pilares, hace disponible hombre/hora para la capacitación de colaboradores y parada máquina para realización del mantenimiento planeado.
		Comité operacional (Supervisores y Colaboradores): Garantiza el cumplimiento de las metas de eficiencia operacional y participa de las actividades desarrolladas por los grupos autónomos.
		Secretaría del TPM: Administra el programa del TPM para toda la empresa, estructurando lo pilares, reporta el progreso de las actividades del comité ejecutivo, apoya los pilares en el desarrollo de sus actividades, definiendo responsabilidades y uniformidad.
		Grupo autónomo: Busca el desarrollo de habilidades y capacitación técnica, compromiso con el desarrollo de las actividades, utiliza los cinco sentidos y el sentido común, realiza las actividades preestablecidas por los pilares, expone sus dificultades del trabajo y realiza mejoramientos, alcanzando las metas establecidas por el Comité Ejecutivo.
		Exámen de Pérdidas: Elaboración de Árbol de Pérdidas.
	4.- Establecimiento de políticas básicas y objetivos	Indicadores PQCDMS P: Rendimiento global del equipo (%), Productividad de mano-de-obra (\$/HH). Q: Queja de clientes (Unds.), Índice de rechazo (%). C: Costo de manufactura (\$/Prod.), Costo de mantenimiento (\$/Prod.). D: Existencias de materiales (\$), Retrazo de envíos (días). S: Accidentes de trabajo (Unds.), Accidentes ambientales (Unds.). M: Lección a punto (Unds.), Mejoramientos realizados (Unds.).
		Definición de objetivos y metas por 3-5 años.
	5.- Creación de un plan para la implantación del TPM	Elaboración de un plan maestro completo desde las fases de preparaciones para la puesta en práctica del sistema TPM.

TABLA 24

ETAPAS DE IMPLANTACIÓN DEL TPM (Continuación)

FASE	ETAPAS	CONTENIDO	
Comienzo	6.- Lanzamiento oficial del TPM	Involucra personalmente a las personas de nivel alto y medio, quienes trabajan en establecer los ajustes para el lanzamiento, ya que este día es cuando será lanzado TPM con la participación de todo el personal.	
Puesta en práctica	7.- Estructuración de los pilares	Máximizara eficiencia productiva de los pilares iniciales.	
		7.1.- Mejoramiento Específico: Promoción de actividades de equipo y de pequeños grupos de mejoramiento en el lugar de trabajo con enfoque hacia las pérdidas.	
		7.2.- Mantenimiento Autónomo: El mantenimiento autónomo está compuesto por un conjunto de actividades que se realizan diariamente por todos los trabajadores en los equipos que operan, incluyendo inspección, lubricación, limpieza, intervenciones menores, cambio de herramientas y piezas, estudiando posibles mejoras, analizando y solucionando problemas del equipo y acciones que conduzcan a mantener el equipo en las mejores condiciones de funcionamiento.	
		7.3.- Mantenimiento Planeado:	Mantenimiento después de averías.
			Mantenimiento basado en el tiempo.
			Mantenimiento basado en la condición.
			Mantenimiento por mejoramiento.
		7.4.- Educación y Entrenamiento: Entrenamiento para elevar el nivel de conocimiento de los líderes producción / mantenimiento, proveendo capacitación técnica para desarrollar habilidades de los miembros de los grupos autónomos.	
	8.- Control inicial	Desarrollo de nuevos productos, equipos y procesos (productos fáciles de operar y procesos fáciles de controlar).	
	9.- Mantenimiento de la calidad	Establecimiento de condiciones para eliminar defectos en productos y para mantener control de los procesos.	
Aplicación Continua	10.- Áreas administrativas	Apoyo a la producción, aumentando la eficiencia de equipos y procesos.	
	11.- Seguridad, Higiene y Medio Ambiente	Cero Accidentes y cero contaminación.	
	12.- Aplicación completa del TPM y elevación continua de los niveles.	Desafío de una meta superior a través de innovación constante.	Planeación y reparación de la implantación de TPM.
			Instalación piloto
			Instalación a toda la planta.

TABLA 25
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDADES		INICIO	FIN
1	Implantación de formato para el control de la entrega de diseños	2008-01-02	2008-01-10
	1.1. Diseño	2008-01-02	2008-01-03
	1.2. Revisión	2008-01-04	2008-01-07
	1.3. Aprobación	2008-01-08	2008-01-09
	1.4. Distribución	2008-01-10	2008-01-10
2	Separación del pedido en dos partes: La que necesita diseños y la que no	2008-01-02	2008-01-16
	2.1. Modificación del procedimiento actual	2008-01-02	2008-01-10
	2.2. Revisión del nuevo procedimiento	2008-01-11	2008-01-14
	2.3. Aprobación del nuevo procedimiento	2008-01-15	2008-01-15
	2.4. Difusión del nuevo procedimiento	2008-01-16	2008-01-16
3	Implantación de cronogramas de producción para los diferentes productos	2008-01-11	2008-02-07
	3.1. Elaboración de procedimiento	2008-01-11	2008-01-28
	3.2. Elaboración de formatos	2008-01-29	2008-02-04
	3.3. Elaboración de instructivos	2008-02-05	2008-02-07
4	Implantación del SMED	2008-01-07	2008-05-02
	4.1. Estudio de la operación de cambio	2008-01-07	2008-03-03
	4.2. Separación de las tareas internas y externas	2008-03-04	2008-03-21
	4.3. Conversión de las operaciones internas en externas	2008-03-24	2008-04-11
	4.4. Perfeccionamiento de las tareas internas y externas	2008-04-14	2008-05-02
5	Redefinición del stock mínimo para abastecer el proceso 3	2008-05-05	2008-05-20
	5.1. Recopilación de información	2008-05-05	2008-05-13
	5.2. Análisis de la información	2008-05-14	2008-05-20
6	Implantación de formato para la verificación de pedidos ingresados versus lo cotizado	2008-01-17	2008-01-24
	6.1. Diseño	2008-01-17	2008-01-18
	6.2. Revisión	2008-01-21	2008-01-22
	6.3. Aprobación	2008-01-23	2008-01-23
	6.4. Distribución	2008-01-24	2008-01-24
7	Basar el pronóstico de producción en los pedidos realizados y no en las ventas realizadas	2008-05-21	2008-06-03
	7.1. Modificación del procedimiento actual	2008-05-21	2008-05-28
	7.2. Revisión del nuevo procedimiento	2008-05-29	2008-05-30
	7.3. Aprobación del nuevo procedimiento	2008-06-02	2008-06-02
	7.4. Difusión del nuevo procedimiento	2008-06-03	2008-06-03
8	Implantación del TPM	2008-01-02	2008-07-09
	8.1. Preparación	2008-01-02	2008-01-17
	8.2. Comienzo	2008-01-18	2008-01-22
	8.3. Puesta en práctica	2008-01-23	2008-07-08
	8.4. Aplicación continua	2008-07-09	2008-07-09

CAPÍTULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- El objetivo principal de la presente tesis, se logró con el diseño del plan de acción que permitirá a la empresa reducir el incumplimiento de los tiempos de entrega y los despachos de pedidos incompletos, detallándose una serie de actividades necesarias para alcanzar la meta deseada.
- Se definió el problema que origina el incumplimiento de los tiempos de entrega y al despacho parcial de los pedidos, mediante el análisis de la línea de tiempo de los pedidos ingresados y en cuya resolución se centraron las actividades realizadas durante el diseño del plan de acción.

- Se revisó el diagrama de flujo del proceso de generación de pedidos, el proceso integrado de producción, los cinco procesos de producción y el proceso de despacho de pedidos, para esta manera comprender a plenitud los procesos que se encuentran detrás del problema planteado.
- La recopilación y revisión de información referente a la frecuencia de incumplimiento de las fechas de promesa de entrega y los tiempos promedios de producción, permitió orientar las actividades para la resolución del problema planteado.
- Se conformó un grupo de trabajo integrado por miembros seleccionados en base a las habilidades y experiencias, para el diseño del plan de acción.
- Con la ejecución de la técnica del Brainstorming se identificó las posibles causas del problema planteado y con aplicación del Análisis modal de fallas y efectos se logró seleccionar las causas principales de problema a solucionar.
- El grupo conformado identificó las posibles soluciones para las causas seleccionadas y mediante la evaluación de los costos de implantación, la rapidez de implantación y la efectividad de la solución, se procedió a seleccionar las alternativas que integran el plan de acción diseñado.

- El orden de implantación de las soluciones propuestas, fue determinado de manera objetiva con la aplicación de un diagrama de matriz, que permitió relacionar las soluciones seleccionadas.
- Para asegurar la efectividad de la implantación de las soluciones propuestas se asignó a las personas responsables de cada actividad del plan de acción.
- Las actividades que integran el plan de acción diseñado se centran en la resolución del problema que da origen al incumplimiento de los tiempos de entrega y el despacho parcial de los pedidos. Al final del estudio se elaboró un cronograma donde se indican las fechas de ejecución de cada actividad.

6.2. Recomendaciones

- Los diseños de los formatos propuestos en esta tesis deberán estar sujetos a mejoras, por lo cual se recomienda fijarles periodos para su revisión.
- Todo procedimiento creado o mejorado en esta tesis, deberá ser declarado en el sistema de gestión de calidad de la empresa.

- Usar el indicador: número de despachos adicionales por mes, para controlar las pérdidas generadas por esta razón.
- Se recomienda controlar el porcentaje de avance de la implantación del plan de acción diseñado, para cumplir con los plazos establecidos en el cronograma.

APÉNDICES

APÉNDICE A

PRODUCTO A

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
1	8	4	-4
2	11	3	-8
3	8	2	-6
4	3	4	1
5	3	3	0
6	1	4	3
7	6	0	-6
8	2	2	0
9	10	3	-7
10	7	3	-4
11	10	0	-10
12	7	0	-7
13	3	7	4
14	7	4	-3
15	4	5	1
16	3	6	3
17	6	4	-2
18	5	5	0
19	7	3	-4
20	9	0	-9
21	6	0	-6
22	7	4	-3
23	7	6	-1
24	8	1	-7
25	2	1	-1
26	5	4	-1
27	9	2	-7
28	6	6	0
29	3	4	1
30	10	1	-9
31	6	5	-1
32	2	4	2
33	4	0	-4
34	4	3	-1
35	9	4	-5
36	3	4	1
37	3	0	-3
38	2	2	0
39	11	7	-4
40	5	4	-1

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
41	5	3	-2
42	3	5	2
43	4	3	-1
44	4	4	0
45	9	1	-8
46	4	5	1
47	8	5	-3
48	7	3	-4
49	5	1	-4
50	3	3	0
51	5	5	0
52	8	1	-7
53	7	6	-1
54	9	1	-8
55	1	3	2
56	9	4	-5
57	1	3	2
58	8	1	-7
59	8	5	-3
60	8	0	-8
61	8	1	-7
62	4	3	-1
63	6	6	0
64	8	5	-3
65	5	3	-2
66	7	2	-5
67	5	0	-5
68	7	4	-3
69	2	6	4
70	10	4	-6
71	5	2	-3
72	4	4	0
73	10	5	-5
74	4	2	-2
75	8	3	-5
76	10	3	-7
77	9	1	-8
78	7	6	-1
79	8	1	-7
80	3	4	1

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
81	4	2	-2
82	3	1	-2
83	3	5	2
84	5	1	-4
85	1	2	1
86	0	1	1
87	12	4	-8
88	6	1	-5
89	4	2	-2
90	3	2	-1
91	5	4	-1
92	13	3	-10
93	12	5	-7
94	3	6	3
95	4	2	-2
96	10	3	-7
97	7	3	-4
98	6	9	3
99	4	2	-2
100	8	4	-4
101	4	5	1
102	7	0	-7
103	5	0	-5
104	4	3	-1
105	1	6	5
106	7	1	-6
107	3	11	8
108	1	2	1
109	10	3	-7
110	2	7	5
111	6	6	0
112	9	0	-9
113	0	0	0
114	12	3	-9
115	3	1	-2
116	11	4	-7
117	4	3	-1
118	13	3	-10
119	6	3	-3
120	7	4	-3

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
121	9	1	-8
122	3	6	3
123	0	6	6
124	7	3	-4
125	8	3	-5
126	2	2	0
127	1	3	2
128	3	2	-1
129	1	6	5
130	8	0	-8
131	9	2	-7
132	1	1	0
133	5	4	-1
134	5	0	-5
135	2	4	2
136	5	0	-5
137	3	6	3
138	10	5	-5
139	8	3	-5
140	5	5	0
141	0	3	3
142	5	3	-2
143	9	2	-7
144	3	5	2
145	7	0	-7
146	5	0	-5
147	3	5	2
148	3	1	-2
149	3	8	5
150	12	4	-8

Minimo	0	0	-10
Máximo	13	11	8
Promedio	6	3	-3

Comparación entre T ₂ vs. T ₃		
	Observaciones	Porcentaje
T ₂ > T ₃	101	67.33%
T ₂ = T ₃	15	10.00%
T ₂ < T ₃	34	22.67%

% de Retrasos

PRODUCTO A2

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
1	1	6	5
2	7	2	-5
3	12	6	-6
4	11	5	-6
5	4	11	7
6	0	5	5
7	12	6	-6
8	8	3	-5
9	9	1	-8
10	2	2	0
11	6	6	0
12	8	5	-3
13	10	0	-10
14	10	3	-7
15	10	13	3
16	9	11	2
17	6	1	-5
18	5	5	0
19	10	4	-6
20	9	4	-5
21	3	5	2
22	7	6	-1
23	15	6	-9
24	5	4	-1
25	8	8	0
26	5	0	-5
27	10	4	-6
28	14	11	-3
29	2	7	5
30	11	1	-10
31	9	5	-4
32	13	12	-1
33	5	8	3
34	17	7	-10
35	7	3	-4
36	5	2	-3
37	7	5	-2
38	2	4	2
39	5	5	0
40	9	8	-1

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
41	11	3	-8
42	4	7	3
43	7	3	-4
44	13	7	-6
45	8	4	-4
46	8	0	-8
47	8	7	-1
48	5	2	-3
49	2	2	0
50	7	10	3
51	7	6	-1
52	6	6	0
53	9	8	-1
54	5	2	-3
55	7	1	-6
56	8	2	-6
57	9	10	1
58	9	5	-4
59	9	8	-1
60	9	6	-3
61	11	7	-4
62	11	1	-10
63	2	5	3
64	7	3	-4
65	8	14	6
66	2	8	6
67	0	1	1
68	3	8	5
69	1	4	3
70	10	6	-4
71	7	0	-7
72	4	9	5
73	16	5	-11
74	12	6	-6
75	8	0	-8
76	9	0	-9
77	2	0	-2
78	5	6	1
79	6	5	-1
80	7	1	-6

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
81	2	6	4
82	5	8	3
83	10	5	-5
84	4	0	-4
85	5	4	-1
86	7	0	-7
87	8	8	0
88	9	5	-4
89	8	2	-6
90	12	3	-9
91	2	3	1
92	2	1	-1
93	14	6	-8
94	7	4	-3
95	1	3	2
96	5	7	2
97	11	4	-7
98	11	3	-8
99	7	3	-4
100	8	6	-2
101	8	8	0
102	11	4	-7
103	8	6	-2
104	12	4	-8
105	8	5	-3
106	14	7	-7
107	3	8	5
108	9	0	-9
109	7	9	2
110	9	10	1
111	9	2	-7
112	3	5	2
113	15	2	-13
114	7	4	-3
115	3	6	3
116	6	1	-5
117	11	3	-8
118	5	4	-1
119	1	0	-1
120	11	7	-4

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
121	10	5	-5
122	9	5	-4
123	8	8	0
124	6	7	1
125	3	2	-1
126	9	5	-4
127	6	9	3
128	9	0	-9
129	1	0	-1
130	6	1	-5
131	5	1	-4
132	9	1	-8
133	7	8	1
134	11	0	-11
135	10	4	-6
136	2	3	1
137	12	1	-11
138	5	8	3
139	11	2	-9
140	9	3	-6
141	12	3	-9
142	11	12	1
143	10	9	-1
144	12	2	-10
145	4	4	0
146	7	5	-2
147	14	13	-1
148	4	2	-2
149	12	7	-5
150	1	2	1

Mínimo	0	0	-13
Máximo	17	14	7
Promedio	7	5	-3

Comparación entre T ₂ vs. T ₃		
	Observaciones	Porcentaje
T ₂ > T ₃	102	68.00%
T ₂ = T ₃	11	7.33%
T ₂ < T ₃	37	24.67%

% de Retrasos

PRODUCTO B

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
1	9	2	-7
2	7	4	-3
3	4	2	-2
4	5	3	-2
5	12	6	-6
6	3	1	-2
7	4	5	1
8	4	9	5
9	7	8	1
10	10	12	2
11	5	5	0
12	5	0	-5
13	3	4	1
14	5	5	0
15	9	3	-6
16	7	4	-3
17	4	2	-2
18	0	6	6
19	3	0	-3
20	4	9	5
21	7	1	-6
22	6	5	-1
23	6	4	-2
24	4	2	-2
25	5	6	1
26	5	5	0
27	6	10	4
28	10	3	-7
29	8	6	-2
30	1	4	3
31	3	7	4
32	5	2	-3
33	10	10	0
34	6	10	4
35	9	0	-9
36	5	7	2
37	10	3	-7
38	5	4	-1
39	8	5	-3
40	2	1	-1

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
41	7	1	-6
42	2	2	0
43	7	5	-2
44	6	4	-2
45	7	0	-7
46	8	12	4
47	8	4	-4
48	5	5	0
49	5	8	3
50	2	3	1
51	6	4	-2
52	2	0	-2
53	9	2	-7
54	6	7	1
55	5	6	1
56	8	5	-3
57	2	2	0
58	4	7	3
59	9	1	-8
60	3	3	0
61	5	0	-5
62	7	5	-2
63	6	3	-3
64	1	5	4
65	8	4	-4
66	8	7	-1
67	4	7	3
68	5	5	0
69	4	9	5
70	11	2	-9
71	12	2	-10
72	7	7	0
73	5	1	-4
74	5	2	-3
75	5	0	-5
76	7	6	-1
77	3	7	4
78	7	3	-4
79	8	5	-3
80	1	3	2

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
81	1	5	4
82	4	15	11
83	9	8	-1
84	1	3	2
85	8	12	4
86	5	0	-5
87	5	6	1
88	6	6	0
89	5	2	-3
90	1	7	6
91	5	4	-1
92	9	2	-7
93	0	5	5
94	5	14	9
95	5	4	-1
96	8	6	-2
97	6	8	2
98	5	1	-4
99	7	6	-1
100	1	9	8
101	6	0	-6
102	3	6	3
103	7	3	-4
104	8	4	-4
105	3	4	1
106	0	10	10
107	6	2	-4
108	6	0	-6
109	2	1	-1
110	5	1	-4
111	2	6	4
112	5	6	1
113	5	7	2
114	6	3	-3
115	6	9	3
116	8	2	-6
117	6	5	-1
118	12	5	-7
119	4	5	1
120	6	4	-2

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
121	1	6	5
122	2	2	0
123	6	1	-5
124	6	6	0
125	3	10	7
126	7	1	-6
127	8	3	-5
128	0	11	11
129	13	6	-7
130	2	10	8
131	0	4	4
132	2	3	1
133	7	5	-2
134	6	7	1
135	3	8	5
136	5	6	1
137	4	5	1
138	3	9	6
139	6	9	3
140	9	5	-4
141	4	2	-2
142	7	1	-6
143	8	4	-4
144	0	6	6
145	5	2	-3
146	7	1	-6
147	6	9	3
148	6	1	-5
149	11	8	-3
150	5	8	3

Mínimo	0	0	-10
Máximo	13	15	11
Promedio	5	5	-1

Comparación entre T ₂ vs. T ₃			← % de Retrasos
	Observaciones	Porcentaje	
T ₂ > T ₃	80	53,33%	
T ₂ = T ₃	13	8,67%	
T ₂ < T ₃	57	38,00%	

PRODUCTO B2

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
1	1	4	3
2	5	5	0
3	5	3	-2
4	5	7	2
5	3	4	1
6	3	4	1
7	8	5	-3
8	8	6	-2
9	4	9	5
10	12	5	-7
11	6	5	-1
12	10	2	-8
13	9	3	-6
14	3	3	0
15	5	2	-3
16	8	4	-4
17	12	4	-8
18	1	4	3
19	10	6	-4
20	4	6	2
21	7	4	-3
22	1	8	7
23	11	8	-3
24	3	4	1
25	5	2	-3
26	9	5	-4
27	5	3	-2
28	9	8	-1
29	2	4	2
30	4	5	1
31	8	4	-4
32	6	7	1
33	6	8	2
34	5	7	2
35	11	5	-6
36	5	3	-2
37	9	0	-9
38	11	3	-8
39	4	4	0
40	8	1	-7

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
41	8	6	-2
42	5	4	-1
43	8	7	-1
44	8	9	1
45	7	4	-3
46	8	9	1
47	11	1	-10
48	6	4	-2
49	7	1	-6
50	1	2	1
51	14	6	-8
52	4	11	7
53	11	3	-8
54	14	4	-10
55	9	1	-8
56	10	8	-2
57	6	4	-2
58	4	3	-1
59	12	5	-7
60	7	4	-3
61	10	4	-6
62	1	8	7
63	3	4	1
64	10	7	-3
65	3	0	-3
66	5	1	-4
67	8	2	-6
68	10	4	-6
69	4	6	2
70	8	4	-4
71	5	3	-2
72	7	2	-5
73	10	2	-8
74	11	3	-8
75	13	8	-5
76	4	5	1
77	7	4	-3
78	6	6	0
79	1	3	2
80	10	2	-8

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
81	8	4	-4
82	11	4	-7
83	1	5	4
84	5	3	-2
85	10	6	-4
86	8	9	1
87	9	3	-6
88	7	0	-7
89	5	7	2
90	4	6	2
91	2	4	2
92	11	7	-4
93	4	7	3
94	3	0	-3
95	16	5	-11
96	13	3	-10
97	12	5	-7
98	8	2	-6
99	6	8	2
100	10	9	-1
101	9	5	-4
102	11	5	-6
103	12	4	-8
104	9	1	-8
105	5	3	-2
106	16	2	-14
107	4	3	-1
108	8	3	-5
109	6	2	-4
110	7	5	-2
111	5	3	-2
112	8	7	-1
113	17	8	-9
114	9	3	-6
115	10	7	-3
116	6	1	-5
117	8	6	-2
118	9	4	-5
119	7	12	5
120	2	8	6

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
121	7	1	-6
122	0	4	4
123	2	8	6
124	7	10	3
125	6	6	0
126	2	5	3
127	9	8	-1
128	9	4	-5
129	8	7	-1
130	2	5	3
131	3	11	8
132	2	7	5
133	4	6	2
134	5	5	0
135	6	8	2
136	6	3	-3
137	2	9	7
138	12	2	-10
139	3	2	-1
140	9	6	-3
141	13	4	-9
142	5	6	1
143	4	4	0
144	8	13	5
145	11	4	-7
146	10	6	-4
147	12	4	-8
148	8	5	-3
149	0	4	4
150	8	5	-3

Mínimo	0	0	-14
Máximo	17	13	8
Promedio	7	5	-2

Comparación entre T ₂ vs. T ₃			← % de Retrasos
	Observaciones	Porcentaje	
T ₂ > T ₃	98	65,33%	
T ₂ = T ₃	7	4,67%	
T ₂ < T ₃	45	30,00%	

PRODUCTO C

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
1	6	1	-5
2	6	2	-4
3	7	5	-2
4	7	0	-7
5	11	5	-6
6	1	3	2
7	4	6	2
8	9	1	-8
9	7	5	-2
10	2	4	2
11	3	8	5
12	9	3	-6
13	11	0	-11
14	8	6	-2
15	5	5	0
16	4	4	0
17	4	4	0
18	4	5	1
19	3	7	4
20	3	6	3
21	11	3	-8
22	5	3	-2
23	1	3	2
24	2	4	2
25	13	5	-8
26	9	0	-9
27	3	4	1
28	9	1	-8
29	8	6	-2
30	5	6	1
31	7	2	-5
32	5	6	1
33	3	7	4
34	13	5	-8
35	7	9	2
36	2	6	4
37	6	8	2
38	6	8	2
39	0	4	4
40	1	5	4

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
41	4	8	4
42	4	1	-3
43	2	2	0
44	10	1	-9
45	4	1	-3
46	0	1	1
47	10	1	-9
48	7	2	-5
49	0	3	3
50	6	4	-2
51	4	3	-1
52	8	2	-6
53	4	2	-2
54	5	7	2
55	8	4	-4
56	8	5	-3
57	4	3	-1
58	3	5	2
59	1	4	3
60	6	6	0
61	5	8	3
62	8	3	-5
63	6	2	-4
64	6	8	2
65	7	5	-2
66	13	1	-12
67	11	3	-8
68	3	5	2
69	0	3	3
70	4	5	1
71	4	9	5
72	12	6	-6
73	0	3	3
74	13	2	-11
75	5	2	-3
76	8	2	-6
77	6	5	-1
78	2	8	6
79	7	3	-4
80	11	3	-8

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
81	11	9	-2
82	5	5	0
83	9	5	-4
84	5	4	-1
85	4	6	2
86	9	1	-8
87	5	3	-2
88	2	2	0
89	5	1	-4
90	6	6	0
91	12	4	-8
92	7	2	-5
93	10	8	-2
94	8	7	-1
95	12	3	-9
96	6	2	-4
97	6	4	-2
98	7	1	-6
99	7	6	-1
100	12	2	-10
101	11	1	-10
102	9	8	-1
103	4	4	0
104	11	6	-5
105	7	6	-1
106	7	2	-5
107	8	3	-5
108	8	3	-5
109	10	0	-10
110	7	5	-2
111	4	3	-1
112	10	4	-6
113	5	9	4
114	9	2	-7
115	8	1	-7
116	9	8	-1
117	7	3	-4
118	0	7	7
119	2	2	0
120	5	1	-4

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
121	9	0	-9
122	9	8	-1
123	6	1	-5
124	8	0	-8
125	9	5	-4
126	9	10	1
127	9	5	-4
128	3	6	3
129	2	2	0
130	3	4	1
131	4	2	-2
132	5	6	1
133	8	1	-7
134	7	8	1
135	2	1	-1
136	1	3	2
137	5	5	0
138	9	2	-7
139	9	4	-5
140	6	8	2
141	7	4	-3
142	3	3	0
143	8	3	-5
144	6	6	0
145	7	1	-6
146	7	2	-5
147	6	7	1
148	11	2	-9
149	9	5	-4
150	4	5	1

Mínimo	0	0	-12
Máximo	13	10	7
Promedio	6	4	-2

Comparación entre T ₂ vs. T ₃			← % de Retrasos
	Observaciones	Porcentaje	
T ₂ > T ₃	91	60,67%	
T ₂ = T ₃	14	9,33%	
T ₂ < T ₃	45	30,00%	

PRODUCTO D

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
1	13	12	-1
2	10	5	-5
3	10	7	-3
4	14	4	-10
5	11	8	-3
6	10	10	0
7	4	9	5
8	12	6	-6
9	12	8	-4
10	2	8	6
11	10	9	-1
12	10	2	-8
13	13	7	-6
14	9	10	1
15	8	5	-3
16	9	3	-6
17	6	6	0
18	9	5	-4
19	11	7	-4
20	8	11	3
21	10	6	-4
22	13	6	-7
23	5	8	3
24	10	8	-2
25	8	6	-2
26	10	7	-3
27	10	6	-4
28	11	10	-1
29	10	4	-6
30	5	4	-1
31	18	6	-12
32	5	10	5
33	9	8	-1
34	6	1	-5
35	13	9	-4
36	7	6	-1
37	8	7	-1
38	9	11	2
39	10	8	-2
40	9	10	1

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
41	10	11	1
42	6	13	7
43	7	10	3
44	6	4	-2
45	10	4	-6
46	15	11	-4
47	9	3	-6
48	10	3	-7
49	9	3	-6
50	8	6	-2
51	10	6	-4
52	10	8	-2
53	11	6	-5
54	4	6	2
55	12	4	-8
56	11	6	-5
57	11	8	-3
58	8	3	-5
59	9	6	-3
60	7	3	-4
61	7	7	0
62	8	4	-4
63	7	8	1
64	11	9	-2
65	12	9	-3
66	4	6	2
67	8	10	2
68	14	8	-6
69	5	8	3
70	12	9	-3
71	6	7	1
72	7	7	0
73	6	2	-4
74	12	6	-6
75	9	7	-2
76	5	0	-5
77	8	5	-3
78	10	2	-8
79	11	3	-8
80	10	10	0

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
81	10	5	-5
82	10	2	-8
83	11	5	-6
84	13	8	-5
85	13	4	-9
86	10	5	-5
87	7	5	-2
88	8	10	2
89	4	5	1
90	9	7	-2
91	10	8	-2
92	12	6	-6
93	10	6	-4
94	9	4	-5
95	10	7	-3
96	9	2	-7
97	7	5	-2
98	8	6	-2
99	10	9	-1
100	11	8	-3
101	14	6	-8
102	13	0	-13
103	7	6	-1
104	10	10	0
105	11	11	0
106	6	7	1
107	8	8	0
108	11	9	-2
109	11	10	-1
110	7	10	3
111	10	7	-3
112	10	7	-3
113	8	9	1
114	9	10	1
115	12	9	-3
116	9	5	-4
117	10	5	-5
118	6	1	-5
119	18	7	-11
120	13	9	-4

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
121	13	6	-7
122	11	3	-8
123	7	8	1
124	9	5	-4
125	3	9	6
126	10	12	2
127	10	4	-6
128	9	1	-8
129	10	8	-2
130	16	7	-9
131	7	3	-4
132	6	10	4
133	6	9	3
134	12	9	-3
135	11	9	-2
136	8	1	-7
137	8	10	2
138	8	11	3
139	8	4	-4
140	11	4	-7
141	7	4	-3
142	14	3	-11
143	10	16	6
144	10	7	-3
145	12	3	-9
146	11	13	2
147	4	9	5
148	8	6	-2
149	13	7	-6
150	10	9	-1

Mínimo	2	0	-13
Máximo	18	16	7
Promedio	9	7	-3

Comparación entre T ₂ vs. T ₃			← % de Retrasos
	Observaciones	Porcentaje	
T ₂ > T ₃	109	72,67%	
T ₂ = T ₃	8	5,33%	
T ₂ < T ₃	33	22,00%	

PRODUCTO E

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
1	1	8	7
2	6	5	-1
3	15	7	-8
4	9	4	-5
5	11	5	-6
6	9	2	-7
7	9	7	-2
8	6	1	-5
9	4	1	-3
10	8	7	-1
11	12	2	-10
12	11	1	-10
13	8	8	0
14	3	6	3
15	9	3	-6
16	8	7	-1
17	9	6	-3
18	7	9	2
19	4	4	0
20	8	5	-3
21	3	6	3
22	1	1	0
23	13	4	-9
24	6	8	2
25	9	4	-5
26	9	5	-4
27	6	4	-2
28	5	5	0
29	9	5	-4
30	10	4	-6
31	10	6	-4
32	15	6	-9
33	10	2	-8
34	6	5	-1
35	6	2	-4
36	5	4	-1
37	12	6	-6
38	9	7	-2
39	3	3	0
40	12	2	-10

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
41	10	5	-5
42	6	2	-4
43	9	4	-5
44	5	4	-1
45	3	1	-2
46	6	6	0
47	4	5	1
48	4	2	-2
49	8	5	-3
50	6	5	-1
51	8	4	-4
52	13	8	-5
53	8	7	-1
54	3	0	-3
55	4	4	0
56	15	2	-13
57	2	5	3
58	4	9	5
59	1	3	2
60	6	6	0
61	7	2	-5
62	3	3	0
63	13	8	-5
64	10	5	-5
65	2	5	3
66	14	1	-13
67	8	7	-1
68	8	5	-3
69	10	7	-3
70	4	1	-3
71	8	6	-2
72	13	2	-11
73	10	3	-7
74	10	7	-3
75	7	4	-3
76	6	4	-2
77	12	3	-9
78	9	6	-3
79	10	6	-4
80	6	8	2

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
81	10	5	-5
82	3	1	-2
83	7	8	1
84	4	3	-1
85	7	5	-2
86	1	2	1
87	7	6	-1
88	6	7	1
89	19	4	-15
90	10	3	-7
91	8	8	0
92	9	3	-6
93	15	7	-8
94	13	4	-9
95	10	7	-3
96	3	3	0
97	8	4	-4
98	20	9	-11
99	12	4	-8
100	3	7	4
101	7	7	0
102	7	5	-2
103	6	6	0
104	11	4	-7
105	4	5	1
106	5	6	1
107	5	5	0
108	9	1	-8
109	9	4	-5
110	16	3	-13
111	4	7	3
112	8	4	-4
113	2	7	5
114	4	2	-2
115	9	8	-1
116	19	3	-16
117	4	2	-2
118	6	2	-4
119	4	5	1
120	9	3	-6

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
121	3	5	2
122	10	3	-7
123	9	7	-2
124	3	8	5
125	13	3	-10
126	5	3	-2
127	12	6	-6
128	4	5	1
129	0	0	0
130	10	5	-5
131	6	3	-3
132	7	4	-3
133	7	5	-2
134	9	3	-6
135	9	6	-3
136	2	2	0
137	10	7	-3
138	6	5	-1
139	12	4	-8
140	16	9	-7
141	12	2	-10
142	11	5	-6
143	7	5	-2
144	14	6	-8
145	6	7	1
146	6	7	1
147	10	4	-6
148	8	5	-3
149	0	3	3
150	9	4	-5

Mínimo	0	0	-16
Máximo	20	9	7
Promedio	8	5	-3

Comparación entre T ₂ vs. T ₃			← % de Retrasos
	Observaciones	Porcentaje	
T ₂ > T ₃	108	72,00%	
T ₂ = T ₃	16	10,67%	
T ₂ < T ₃	26	17,33%	

PRODUCTO F

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
1	5	7	2
2	5	10	5
3	10	9	-1
4	7	3	-4
5	6	7	1
6	7	9	2
7	0	6	6
8	8	2	-6
9	17	3	-14
10	11	3	-8
11	4	12	8
12	9	3	-6
13	0	1	1
14	11	6	-5
15	9	11	2
16	13	3	-10
17	11	6	-5
18	10	2	-8
19	9	9	0
20	8	9	1
21	15	5	-10
22	5	9	4
23	10	11	1
24	5	9	4
25	11	5	-6
26	7	8	1
27	10	13	3
28	4	3	-1
29	8	3	-5
30	6	6	0
31	4	3	-1
32	3	12	9
33	8	5	-3
34	6	9	3
35	9	3	-6
36	6	14	8
37	6	8	2
38	13	1	-12
39	4	8	4
40	7	11	4

41	6	7	1
42	7	6	-1
43	10	8	-2
44	3	9	6
45	9	9	0
46	13	3	-10
47	1	6	5
48	2	5	3
49	9	6	-3
50	10	5	-5
51	0	2	2
52	11	5	-6
53	6	8	2
54	7	2	-5
55	4	13	9
56	1	1	0
57	4	8	4
58	2	4	2
59	5	11	6
60	8	7	-1
61	12	9	-3
62	3	7	4
63	4	4	0
64	9	15	6
65	5	6	1
66	1	8	7
67	8	5	-3
68	9	2	-7
69	0	1	1
70	4	4	0
71	12	6	-6
72	4	9	5
73	4	7	3
74	3	11	8
75	3	7	4
76	4	6	2
77	8	9	1
78	6	5	-1
79	6	1	-5
80	8	11	3

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
81	11	4	-7
82	2	6	4
83	5	8	3
84	7	2	-5
85	6	4	-2
86	2	7	5
87	13	1	-12
88	2	6	4
89	6	8	2
90	7	6	-1
91	5	9	4
92	1	9	8
93	13	5	-8
94	3	5	2
95	11	5	-6
96	12	6	-6
97	5	4	-1
98	5	11	6
99	6	6	0
100	6	7	1
101	7	7	0
102	5	10	5
103	4	6	2
104	6	3	-3
105	10	1	-9
106	7	2	-5
107	10	2	-8
108	5	5	0
109	12	11	-1
110	10	2	-8
111	7	7	0
112	8	4	-4
113	10	9	-1
114	0	8	8
115	9	9	0
116	3	1	-2
117	6	5	-1
118	7	6	-1
119	6	2	-4
120	6	1	-5

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
121	10	10	0
122	4	8	4
123	5	8	3
124	7	6	-1
125	7	8	1
126	3	13	10
127	7	7	0
128	6	1	-5
129	9	6	-3
130	7	6	-1
131	7	6	-1
132	5	1	-4
133	3	4	1
134	5	11	6
135	8	15	7
136	7	5	-2
137	10	12	2
138	5	1	-4
139	11	2	-9
140	7	8	1
141	10	8	-2
142	5	13	8
143	8	10	2
144	10	14	4
145	10	14	4
146	6	2	-4
147	6	10	4
148	5	7	2
149	13	9	-4
150	7	6	-1

Mínimo	0	1	-14
Máximo	17	15	10
Promedio	7	7	0

Comparación entre T ₂ vs. T ₃			← % de Retrasos
	Observaciones	Porcentaje	
T ₂ > T ₃	67	44,67%	
T ₂ = T ₃	13	8,67%	
T ₂ < T ₃	70	46,67%	

PRODUCTO F2

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
1	14	6	-8
2	11	6	-5
3	9	5	-4
4	11	8	-3
5	8	5	-3
6	7	4	-3
7	9	5	-4
8	12	8	-4
9	8	3	-5
10	8	7	-1
11	11	7	-4
12	6	8	2
13	10	7	-3
14	9	7	-2
15	8	7	-1
16	4	6	2
17	7	6	-1
18	8	6	-2
19	6	3	-3
20	9	6	-3
21	8	7	-1
22	7	7	0
23	9	8	-1
24	7	6	-1
25	6	5	-1
26	8	8	0
27	8	6	-2
28	11	5	-6
29	5	7	2
30	7	4	-3
31	11	7	-4
32	9	8	-1
33	6	6	0
34	4	6	2
35	10	6	-4
36	7	5	-2
37	8	5	-3
38	6	6	0
39	7	4	-3
40	11	9	-2

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
41	8	8	0
42	9	7	-2
43	8	6	-2
44	7	6	-1
45	5	5	0
46	10	6	-4
47	7	8	1
48	6	6	0
49	10	7	-3
50	10	3	-7
51	6	8	2
52	7	6	-1
53	13	6	-7
54	7	7	0
55	9	8	-1
56	12	7	-5
57	5	7	2
58	6	7	1
59	6	6	0
60	11	6	-5
61	7	6	-1
62	9	6	-3
63	9	8	-1
64	9	7	-2
65	13	6	-7
66	7	7	0
67	6	5	-1
68	4	7	3
69	7	7	0
70	8	7	-1
71	10	8	-2
72	14	4	-10
73	7	8	1
74	11	7	-4
75	11	5	-6
76	13	7	-6
77	10	7	-3
78	9	8	-1
79	11	5	-6
80	11	7	-4

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
81	8	5	-3
82	7	6	-1
83	9	9	0
84	11	6	-5
85	8	10	2
86	9	8	-1
87	9	8	-1
88	5	7	2
89	6	6	0
90	8	6	-2
91	12	6	-6
92	9	7	-2
93	5	6	1
94	11	5	-6
95	4	7	3
96	14	9	-5
97	9	6	-3
98	4	5	1
99	11	5	-6
100	4	8	4
101	13	8	-5
102	6	6	0
103	6	8	2
104	10	4	-6
105	9	6	-3
106	9	6	-3
107	7	7	0
108	12	7	-5
109	7	8	1
110	6	7	1
111	11	6	-5
112	10	4	-6
113	9	5	-4
114	10	6	-4
115	8	7	-1
116	12	4	-8
117	11	7	-4
118	3	8	5
119	8	7	-1
120	11	6	-5

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
121	8	7	-1
122	3	8	5
123	6	7	1
124	8	7	-1
125	8	9	1
126	14	7	-7
127	10	5	-5
128	7	6	-1
129	10	7	-3
130	7	7	0
131	7	6	-1
132	6	8	2
133	8	7	-1
134	5	7	2
135	10	6	-4
136	6	6	0
137	11	6	-5
138	6	7	1
139	12	6	-6
140	12	5	-7
141	7	5	-2
142	10	7	-3
143	10	6	-4
144	9	5	-4
145	8	5	-3
146	7	8	1
147	10	6	-4
148	11	7	-4
149	8	5	-3
150	8	7	-1

Mínimo	3	3	-10
Máximo	14	10	5
Promedio	8	6	-2

Comparación entre T ₂ vs. T ₃			← % de Retrasos
	Observaciones	Porcentaje	
T ₂ > T ₃	106	70,67%	
T ₂ = T ₃	17	11,33%	
T ₂ < T ₃	27	18,00%	

PRODUCTO G

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
1	1	3	2
2	9	4	-5
3	1	0	-1
4	4	3	-1
5	6	0	-6
6	1	6	5
7	4	3	-1
8	4	1	-3
9	8	1	-7
10	3	5	2
11	4	5	1
12	1	1	0
13	5	3	-2
14	9	2	-7
15	5	2	-3
16	3	2	-1
17	4	6	2
18	8	1	-7
19	7	4	-3
20	11	6	-5
21	7	2	-5
22	2	7	5
23	1	6	5
24	7	3	-4
25	3	4	1
26	6	8	2
27	5	3	-2
28	0	4	4
29	3	6	3
30	6	6	0
31	0	6	6
32	3	2	-1
33	8	0	-8
34	2	6	4
35	3	1	-2
36	0	0	0
37	3	0	-3
38	1	3	2
39	8	3	-5
40	3	2	-1

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
41	4	3	-1
42	8	5	-3
43	8	5	-3
44	9	5	-4
45	4	3	-1
46	7	5	-2
47	7	0	-7
48	8	4	-4
49	1	1	0
50	8	2	-6
51	6	3	-3
52	0	1	1
53	3	1	-2
54	7	6	-1
55	3	5	2
56	5	2	-3
57	4	3	-1
58	4	5	1
59	6	6	0
60	5	4	-1
61	3	5	2
62	2	5	3
63	5	8	3
64	5	8	3
65	6	3	-3
66	2	1	-1
67	3	4	1
68	5	3	-2
69	4	4	0
70	3	5	2
71	11	2	-9
72	7	5	-2
73	5	1	-4
74	1	3	2
75	0	0	0
76	3	1	-2
77	4	2	-2
78	2	3	1
79	2	2	0
80	8	5	-3

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
81	0	1	1
82	0	3	3
83	2	2	0
84	5	10	5
85	3	5	2
86	2	7	5
87	3	1	-2
88	5	0	-5
89	4	1	-3
90	2	1	-1
91	3	5	2
92	1	1	0
93	4	7	3
94	2	9	7
95	3	5	2
96	2	3	1
97	0	0	0
98	4	4	0
99	3	4	1
100	9	1	-8
101	0	1	1
102	14	4	-10
103	6	7	1
104	6	1	-5
105	10	5	-5
106	2	4	2
107	8	5	-3
108	6	2	-4
109	6	2	-4
110	6	2	-4
111	8	4	-4
112	7	10	3
113	9	5	-4
114	7	1	-6
115	5	5	0
116	3	4	1
117	6	2	-4
118	6	3	-3
119	3	1	-2
120	4	5	1

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
121	1	0	-1
122	3	2	-1
123	6	2	-4
124	3	5	2
125	3	2	-1
126	8	8	0
127	6	2	-4
128	2	7	5
129	2	0	-2
130	6	2	-4
131	0	2	2
132	5	5	0
133	4	2	-2
134	3	1	-2
135	2	4	2
136	4	1	-3
137	3	2	-1
138	6	2	-4
139	9	2	-7
140	2	6	4
141	6	5	-1
142	6	6	0
143	6	2	-4
144	2	3	1
145	3	2	-1
146	3	2	-1
147	5	4	-1
148	11	7	-4
149	3	4	1
150	3	2	-1

Mínimo	0	0	-10
Máximo	14	10	7
Promedio	4	3	-1

Comparación entre T ₂ vs. T ₃			← % de Retrasos
	Observaciones	Porcentaje	
T ₂ > T ₃	85	56,67%	
T ₂ = T ₃	16	10,67%	
T ₂ < T ₃	49	32,67%	

PRODUCTO G2

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
1	0	3	3
2	6	8	2
3	9	5	-4
4	4	6	2
5	5	6	1
6	4	6	2
7	3	4	1
8	11	10	-1
9	4	3	-1
10	0	0	0
11	8	7	-1
12	3	4	1
13	5	3	-2
14	3	4	1
15	11	6	-5
16	7	4	-3
17	6	5	-1
18	7	6	-1
19	0	8	8
20	9	4	-5
21	4	6	2
22	4	4	0
23	4	4	0
24	5	5	0
25	7	7	0
26	4	1	-3
27	10	0	-10
28	11	7	-4
29	8	5	-3
30	6	4	-2
31	5	2	-3
32	3	4	1
33	9	7	-2
34	12	4	-8
35	5	1	-4
36	7	5	-2
37	8	3	-5
38	3	6	3
39	3	3	0
40	6	2	-4

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
41	8	3	-5
42	2	4	2
43	1	4	3
44	13	5	-8
45	4	6	2
46	14	5	-9
47	6	3	-3
48	2	3	1
49	12	9	-3
50	3	5	2
51	4	9	5
52	6	4	-2
53	8	2	-6
54	7	9	2
55	5	6	1
56	5	4	-1
57	7	7	0
58	4	3	-1
59	6	5	-1
60	10	5	-5
61	8	2	-6
62	3	4	1
63	7	6	-1
64	7	2	-5
65	5	4	-1
66	5	2	-3
67	7	5	-2
68	10	5	-5
69	10	4	-6
70	7	1	-6
71	7	3	-4
72	4	6	2
73	7	3	-4
74	7	7	0
75	6	4	-2
76	8	4	-4
77	11	3	-8
78	6	7	1
79	4	3	-1
80	5	6	1

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
81	5	1	-4
82	5	1	-4
83	5	2	-3
84	9	2	-7
85	5	7	2
86	7	4	-3
87	7	3	-4
88	8	6	-2
89	2	1	-1
90	9	7	-2
91	6	5	-1
92	4	8	4
93	3	4	1
94	4	3	-1
95	12	6	-6
96	7	3	-4
97	6	6	0
98	0	7	7
99	9	3	-6
100	8	5	-3
101	6	4	-2
102	8	1	-7
103	5	6	1
104	6	0	-6
105	6	6	0
106	11	3	-8
107	8	0	-8
108	6	3	-3
109	7	1	-6
110	5	2	-3
111	7	8	1
112	13	7	-6
113	5	5	0
114	9	6	-3
115	6	6	0
116	6	1	-5
117	6	8	2
118	7	7	0
119	5	3	-2
120	4	5	1

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
121	11	9	-2
122	4	3	-1
123	7	8	1
124	6	1	-5
125	10	4	-6
126	6	4	-2
127	8	3	-5
128	6	3	-3
129	0	7	7
130	7	6	-1
131	10	5	-5
132	5	5	0
133	4	1	-3
134	5	2	-3
135	10	5	-5
136	4	7	3
137	2	3	1
138	10	6	-4
139	8	6	-2
140	4	3	-1
141	10	4	-6
142	12	6	-6
143	5	0	-5
144	7	3	-4
145	6	5	-1
146	7	6	-1
147	7	6	-1
148	5	8	3
149	5	5	0
150	7	3	-4

Mínimo	0	0	-10
Máximo	14	10	8
Promedio	6	4	-2

Comparación entre T ₂ vs. T ₃			← % de Retrasos
	Observaciones	Porcentaje	
T ₂ > T ₃	98	65,33%	
T ₂ = T ₃	15	10,00%	
T ₂ < T ₃	37	24,67%	

PRODUCTO H

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
1	2	5	3
2	4	4	0
3	5	0	-5
4	4	2	-2
5	6	2	-4
6	6	1	-5
7	8	6	-2
8	5	6	1
9	11	5	-6
10	8	4	-4
11	6	3	-3
12	0	3	3
13	3	3	0
14	6	1	-5
15	2	3	1
16	8	5	-3
17	6	1	-5
18	4	1	-3
19	9	3	-6
20	1	6	5
21	3	2	-1
22	6	6	0
23	3	7	4
24	5	2	-3
25	2	2	0
26	5	1	-4
27	2	3	1
28	7	7	0
29	5	0	-5
30	1	4	3
31	7	5	-2
32	5	5	0
33	7	11	4
34	6	5	-1
35	7	5	-2
36	11	6	-5
37	9	8	-1
38	11	5	-6
39	4	1	-3
40	7	1	-6

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
41	4	3	-1
42	7	7	0
43	4	9	5
44	8	4	-4
45	7	2	-5
46	6	4	-2
47	7	8	1
48	3	4	1
49	5	4	-1
50	8	4	-4
51	5	3	-2
52	7	3	-4
53	8	3	-5
54	2	1	-1
55	6	7	1
56	2	4	2
57	7	5	-2
58	0	2	2
59	4	5	1
60	10	4	-6
61	9	5	-4
62	6	1	-5
63	8	3	-5
64	2	3	1
65	12	5	-7
66	9	4	-5
67	7	3	-4
68	6	6	0
69	7	5	-2
70	8	4	-4
71	4	8	4
72	7	5	-2
73	5	0	-5
74	8	1	-7
75	9	4	-5
76	7	4	-3
77	5	5	0
78	2	4	2
79	2	2	0
80	9	3	-6

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
81	6	4	-2
82	0	7	7
83	3	4	1
84	6	4	-2
85	6	5	-1
86	0	2	2
87	8	2	-6
88	2	4	2
89	8	7	-1
90	2	3	1
91	8	4	-4
92	6	1	-5
93	7	3	-4
94	6	3	-3
95	4	3	-1
96	2	6	4
97	8	2	-6
98	5	3	-2
99	9	3	-6
100	2	4	2
101	5	0	-5
102	5	2	-3
103	6	2	-4
104	6	1	-5
105	5	2	-3
106	7	3	-4
107	5	0	-5
108	2	4	2
109	5	4	-1
110	0	1	1
111	10	3	-7
112	9	6	-3
113	4	5	1
114	8	7	-1
115	7	4	-3
116	6	5	-1
117	0	6	6
118	8	3	-5
119	4	4	0
120	9	4	-5

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
121	7	5	-2
122	7	5	-2
123	6	1	-5
124	6	7	1
125	2	2	0
126	9	4	-5
127	6	6	0
128	0	4	4
129	8	5	-3
130	7	3	-4
131	1	1	0
132	5	2	-3
133	7	2	-5
134	5	3	-2
135	6	4	-2
136	5	7	2
137	5	4	-1
138	2	4	2
139	9	4	-5
140	8	4	-4
141	7	4	-3
142	6	2	-4
143	8	2	-6
144	6	4	-2
145	4	4	0
146	7	6	-1
147	7	1	-6
148	8	5	-3
149	6	5	-1
150	6	1	-5

Mínimo	0	0	-7
Máximo	12	11	7
Promedio	6	4	-2

Comparación entre T ₂ vs. T ₃			← % de Retrasos
	Observaciones	Porcentaje	
T ₂ > T ₃	101	67,33%	
T ₂ = T ₃	15	10,00%	
T ₂ < T ₃	34	22,67%	

PRODUCTO I

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
1	15	11	-4
2	13	7	-6
3	15	12	-3
4	17	13	-4
5	15	10	-5
6	11	7	-4
7	12	7	-5
8	11	8	-3
9	11	8	-3
10	10	7	-3
11	14	12	-2
12	14	10	-4
13	12	13	1
14	14	13	-1
15	13	11	-2
16	11	10	-1
17	11	10	-1
18	11	12	1
19	13	10	-3
20	13	7	-6
21	15	10	-5
22	11	10	-1
23	16	12	-4
24	12	10	-2
25	13	8	-5
26	15	16	1
27	12	7	-5
28	17	11	-6
29	12	7	-5
30	13	10	-3
31	12	7	-5
32	11	13	2
33	10	9	-1
34	14	8	-6
35	15	14	-1
36	16	12	-4
37	13	12	-1
38	14	9	-5
39	14	11	-3
40	17	11	-6

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
41	12	7	-5
42	15	11	-4
43	18	12	-6
44	15	11	-4
45	15	9	-6
46	12	11	-1
47	11	8	-3
48	14	14	0
49	11	12	1
50	10	11	1
51	16	14	-2
52	17	12	-5
53	14	10	-4
54	13	8	-5
55	14	13	-1
56	10	10	0
57	13	15	2
58	9	10	1
59	13	10	-3
60	17	11	-6
61	10	9	-1
62	14	9	-5
63	13	10	-3
64	13	9	-4
65	15	14	-1
66	13	13	0
67	10	8	-2
68	15	10	-5
69	13	8	-5
70	10	11	1
71	10	12	2
72	14	8	-6
73	12	7	-5
74	10	10	0
75	12	9	-3
76	11	8	-3
77	15	12	-3
78	13	8	-5
79	11	9	-2
80	13	7	-6

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
81	11	10	-1
82	15	9	-6
83	17	14	-3
84	10	16	6
85	17	11	-6
86	13	8	-5
87	16	10	-6
88	17	13	-4
89	10	7	-3
90	12	9	-3
91	14	11	-3
92	12	9	-3
93	16	11	-5
94	13	9	-4
95	12	11	-1
96	13	8	-5
97	10	10	0
98	12	13	1
99	13	15	2
100	12	9	-3
101	17	11	-6
102	13	11	-2
103	12	8	-4
104	12	11	-1
105	11	7	-4
106	16	11	-5
107	14	8	-6
108	14	14	0
109	13	17	4
110	13	9	-4
111	12	10	-2
112	10	11	1
113	15	14	-1
114	13	9	-4
115	12	8	-4
116	13	10	-3
117	12	15	3
118	17	11	-6
119	13	11	-2
120	14	8	-6

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
121	10	11	1
122	9	9	0
123	11	8	-3
124	15	10	-5
125	9	11	2
126	12	8	-4
127	16	12	-4
128	12	10	-2
129	13	11	-2
130	12	11	-1
131	7	13	6
132	14	9	-5
133	14	12	-2
134	13	12	-1
135	13	7	-6
136	11	8	-3
137	5	11	6
138	10	10	0
139	10	10	0
140	10	10	0
141	12	13	1
142	12	7	-5
143	10	8	-2
144	11	9	-2
145	12	9	-3
146	13	8	-5
147	12	12	0
148	15	9	-6
149	15	9	-6
150	10	11	1

Mínimo	5	7	-6
Máximo	18	17	6
Promedio	13	10	-3

Comparación entre T ₂ vs. T ₃			← % de Retrasos
	Observaciones	Porcentaje	
T ₂ > T ₃	117	78,00%	
T ₂ = T ₃	11	7,33%	
T ₂ < T ₃	22	14,67%	

PRODUCTO J

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
1	2	2	0
2	3	8	5
3	1	8	7
4	7	4	-3
5	3	1	-2
6	1	2	1
7	4	5	1
8	7	3	-4
9	1	1	0
10	0	5	5
11	5	10	5
12	9	3	-6
13	8	5	-3
14	5	1	-4
15	5	2	-3
16	3	9	6
17	6	4	-2
18	3	7	4
19	0	11	11
20	4	1	-3
21	11	5	-6
22	8	1	-7
23	3	2	-1
24	0	7	7
25	5	6	1
26	1	7	6
27	2	8	6
28	5	4	-1
29	1	2	1
30	8	1	-7
31	4	5	1
32	6	8	2
33	2	2	0
34	9	9	0
35	7	10	3
36	3	3	0
37	4	0	-4
38	10	6	-4
39	4	6	2
40	3	8	5

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
41	10	9	-1
42	5	6	1
43	3	6	3
44	6	4	-2
45	3	4	1
46	6	4	-2
47	10	5	-5
48	0	7	7
49	3	0	-3
50	2	6	4
51	5	2	-3
52	0	4	4
53	6	6	0
54	4	4	0
55	10	4	-6
56	2	11	9
57	9	7	-2
58	2	3	1
59	7	4	-3
60	10	6	-4
61	5	3	-2
62	10	7	-3
63	7	9	2
64	1	7	6
65	3	14	11
66	4	5	1
67	7	5	-2
68	1	3	2
69	10	3	-7
70	1	12	11
71	9	4	-5
72	2	4	2
73	3	0	-3
74	2	5	3
75	2	7	5
76	3	5	2
77	5	5	0
78	12	4	-8
79	4	3	-1
80	7	9	2

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
81	5	9	4
82	7	3	-4
83	2	3	1
84	4	9	5
85	8	1	-7
86	7	9	2
87	4	3	-1
88	5	2	-3
89	6	0	-6
90	5	2	-3
91	2	4	2
92	11	6	-5
93	4	1	-3
94	1	1	0
95	2	3	1
96	3	0	-3
97	7	5	-2
98	2	2	0
99	1	5	4
100	3	3	0
101	15	9	-6
102	6	4	-2
103	1	5	4
104	4	2	-2
105	5	1	-4
106	5	4	-1
107	5	0	-5
108	4	4	0
109	4	1	-3
110	3	8	5
111	4	4	0
112	0	3	3
113	2	1	-1
114	1	7	6
115	10	6	-4
116	7	4	-3
117	3	4	1
118	1	2	1
119	5	6	1
120	1	14	13

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
121	6	0	-6
122	5	4	-1
123	1	8	7
124	3	4	1
125	8	2	-6
126	1	9	8
127	4	4	0
128	8	8	0
129	0	5	5
130	0	2	2
131	6	9	3
132	7	3	-4
133	3	6	3
134	5	5	0
135	4	6	2
136	4	2	-2
137	7	10	3
138	6	2	-4
139	6	3	-3
140	4	0	-4
141	4	3	-1
142	12	2	-10
143	3	6	3
144	2	3	1
145	3	4	1
146	4	3	-1
147	0	6	6
148	0	1	1
149	0	5	5
150	5	4	-1

Mínimo	0	0	-10
Máximo	15	14	13
Promedio	4	5	0

Comparación entre T ₂ vs. T ₃			← % de Retrasos
	Observaciones	Porcentaje	
T ₂ > T ₃	66	44,00%	
T ₂ = T ₃	16	10,67%	
T ₂ < T ₃	68	45,33%	

PRODUCTO K

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
1	10	10	0
2	6	13	7
3	7	4	-3
4	13	7	-6
5	9	4	-5
6	11	6	-5
7	4	4	0
8	6	13	7
9	7	8	1
10	15	7	-8
11	10	8	-2
12	11	8	-3
13	11	7	-4
14	7	8	1
15	9	7	-2
16	7	15	8
17	7	7	0
18	7	7	0
19	6	8	2
20	5	9	4
21	6	11	5
22	12	10	-2
23	9	7	-2
24	9	5	-4
25	7	7	0
26	5	9	4
27	9	6	-3
28	4	4	0
29	5	10	5
30	4	5	1
31	0	7	7
32	7	9	2
33	7	11	4
34	7	10	3
35	6	5	-1
36	5	5	0
37	6	5	-1
38	8	10	2
39	4	7	3
40	7	8	1

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
41	11	6	-5
42	6	10	4
43	7	12	5
44	7	5	-2
45	9	8	-1
46	6	8	2
47	9	7	-2
48	7	8	1
49	8	8	0
50	8	10	2
51	6	7	1
52	4	7	3
53	10	4	-6
54	8	10	2
55	2	4	2
56	11	12	1
57	7	9	2
58	11	9	-2
59	16	11	-5
60	10	9	-1
61	7	4	-3
62	4	9	5
63	6	8	2
64	9	7	-2
65	12	5	-7
66	8	10	2
67	7	7	0
68	5	4	-1
69	6	4	-2
70	9	7	-2
71	5	12	7
72	8	7	-1
73	6	6	0
74	10	8	-2
75	5	8	3
76	9	7	-2
77	9	5	-4
78	5	12	7
79	6	8	2
80	5	6	1

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
81	9	7	-2
82	4	5	1
83	4	5	1
84	3	9	6
85	9	5	-4
86	9	8	-1
87	6	9	3
88	5	5	0
89	9	5	-4
90	12	6	-6
91	12	6	-6
92	9	6	-3
93	10	6	-4
94	2	6	4
95	5	8	3
96	4	8	4
97	6	8	2
98	4	7	3
99	8	7	-1
100	7	10	3
101	10	8	-2
102	9	5	-4
103	4	4	0
104	9	9	0
105	5	8	3
106	9	6	-3
107	7	9	2
108	10	14	4
109	7	4	-3
110	10	11	1
111	6	7	1
112	7	6	-1
113	5	6	1
114	11	6	-5
115	8	4	-4
116	7	6	-1
117	5	14	9
118	10	9	-1
119	10	9	-1
120	5	12	7

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
121	11	8	-3
122	3	9	6
123	13	5	-8
124	12	7	-5
125	9	12	3
126	9	5	-4
127	11	5	-6
128	8	10	2
129	7	8	1
130	8	6	-2
131	10	4	-6
132	11	11	0
133	6	11	5
134	10	10	0
135	7	6	-1
136	4	7	3
137	8	7	-1
138	7	5	-2
139	8	9	1
140	6	9	3
141	10	5	-5
142	8	10	2
143	9	5	-4
144	12	5	-7
145	12	10	-2
146	9	10	1
147	3	7	4
148	11	7	-4
149	10	10	0
150	10	5	-5

Mínimo	0	4	-8
Máximo	16	15	9
Promedio	8	8	0

Comparación entre T ₂ vs. T ₃			← % de Retrasos
	Observaciones	Porcentaje	
T ₂ > T ₃	68	45,33%	
T ₂ = T ₃	16	10,67%	
T ₂ < T ₃	66	44,00%	

PRODUCTO L

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
1	4	5	1
2	5	3	-2
3	8	4	-4
4	5	4	-1
5	2	3	1
6	1	5	4
7	11	1	-10
8	3	2	-1
9	2	3	1
10	6	7	1
11	1	0	-1
12	5	5	0
13	3	3	0
14	1	10	9
15	5	2	-3
16	7	4	-3
17	1	4	3
18	3	1	-2
19	7	3	-4
20	2	7	5
21	3	9	6
22	6	9	3
23	1	8	7
24	1	5	4
25	3	3	0
26	8	2	-6
27	0	5	5
28	2	1	-1
29	3	0	-3
30	4	5	1
31	2	6	4
32	6	3	-3
33	5	6	1
34	0	5	5
35	1	4	3
36	3	0	-3
37	0	4	4
38	5	0	-5
39	3	4	1
40	6	0	-6

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
41	0	3	3
42	8	4	-4
43	9	5	-4
44	6	2	-4
45	3	3	0
46	9	2	-7
47	2	3	1
48	3	0	-3
49	2	0	-2
50	1	4	3
51	5	0	-5
52	3	1	-2
53	3	4	1
54	7	0	-7
55	1	4	3
56	3	6	3
57	2	0	-2
58	5	0	-5
59	2	1	-1
60	1	7	6
61	4	7	3
62	2	2	0
63	2	3	1
64	5	1	-4
65	4	0	-4
66	4	0	-4
67	1	3	2
68	0	9	9
69	3	5	2
70	7	3	-4
71	8	2	-6
72	5	0	-5
73	1	2	1
74	5	3	-2
75	2	3	1
76	2	3	1
77	0	6	6
78	2	1	-1
79	2	0	-2
80	0	6	6

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
81	6	2	-4
82	3	3	0
83	4	2	-2
84	7	0	-7
85	3	2	-1
86	6	5	-1
87	3	4	1
88	4	4	0
89	2	6	4
90	1	2	1
91	0	7	7
92	0	3	3
93	2	7	5
94	3	9	6
95	6	5	-1
96	1	3	2
97	3	7	4
98	4	2	-2
99	1	1	0
100	3	4	1
101	9	0	-9
102	3	0	-3
103	4	2	-2
104	4	4	0
105	6	2	-4
106	1	4	3
107	6	0	-6
108	7	6	-1
109	5	0	-5
110	7	6	-1
111	4	3	-1
112	0	5	5
113	2	2	0
114	1	1	0
115	0	3	3
116	1	6	5
117	3	4	1
118	2	3	1
119	7	1	-6
120	0	0	0

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
121	0	2	2
122	9	0	-9
123	3	8	5
124	6	2	-4
125	0	8	8
126	5	3	-2
127	3	4	1
128	11	7	-4
129	3	1	-2
130	7	6	-1
131	2	1	-1
132	3	2	-1
133	5	1	-4
134	5	7	2
135	7	9	2
136	2	6	4
137	0	3	3
138	2	2	0
139	2	2	0
140	3	3	0
141	3	4	1
142	4	3	-1
143	7	5	-2
144	4	3	-1
145	5	6	1
146	3	6	3
147	4	0	-4
148	3	1	-2
149	2	2	0
150	3	7	4

Mínimo	0	0	-10
Máximo	11	10	9
Promedio	4	3	0

Comparación entre T ₂ vs. T ₃			← % de Retrasos
	Observaciones	Porcentaje	
T ₂ > T ₃	69	46,00%	
T ₂ = T ₃	16	10,67%	
T ₂ < T ₃	65	43,33%	

PRODUCTO M

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
1	8	2	-6
2	0	4	4
3	3	1	-2
4	3	3	0
5	0	3	3
6	5	0	-5
7	7	6	-1
8	0	0	0
9	2	7	5
10	4	0	-4
11	8	2	-6
12	2	6	4
13	4	1	-3
14	8	2	-6
15	4	5	1
16	4	7	3
17	4	3	-1
18	8	2	-6
19	4	5	1
20	4	3	-1
21	3	6	3
22	2	1	-1
23	1	3	2
24	6	5	-1
25	0	7	7
26	1	2	1
27	4	0	-4
28	4	4	0
29	4	3	-1
30	8	0	-8
31	5	2	-3
32	3	1	-2
33	1	2	1
34	0	1	1
35	3	1	-2
36	4	3	-1
37	0	1	1
38	3	6	3
39	1	4	3
40	0	0	0

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
41	7	2	-5
42	1	8	7
43	1	2	1
44	1	0	-1
45	7	8	1
46	1	6	5
47	8	3	-5
48	4	3	-1
49	1	1	0
50	4	7	3
51	3	7	4
52	2	2	0
53	8	4	-4
54	4	5	1
55	6	2	-4
56	3	5	2
57	5	0	-5
58	1	6	5
59	3	0	-3
60	7	2	-5
61	2	2	0
62	2	2	0
63	7	1	-6
64	2	4	2
65	11	7	-4
66	1	7	6
67	3	6	3
68	4	4	0
69	0	7	7
70	7	2	-5
71	9	0	-9
72	4	3	-1
73	4	0	-4
74	1	3	2
75	3	3	0
76	2	6	4
77	7	4	-3
78	3	4	1
79	1	5	4
80	5	1	-4

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
81	1	6	5
82	1	3	2
83	6	6	0
84	3	6	3
85	1	2	1
86	7	0	-7
87	1	3	2
88	2	0	-2
89	2	7	5
90	3	8	5
91	1	5	4
92	5	4	-1
93	0	9	9
94	5	4	-1
95	3	1	-2
96	4	3	-1
97	3	9	6
98	3	1	-2
99	5	8	3
100	1	0	-1
101	1	1	0
102	2	4	2
103	5	2	-3
104	5	1	-4
105	1	5	4
106	1	4	3
107	4	5	1
108	0	3	3
109	1	2	1
110	1	2	1
111	6	4	-2
112	0	1	1
113	2	1	-1
114	3	3	0
115	2	0	-2
116	3	0	-3
117	3	7	4
118	1	0	-1
119	0	9	9
120	3	8	5

Observación	Tiempo de Producción (T ₂)	Tiempo de Promesa de Entrega (T ₃)	T ₃ - T ₂
121	4	0	-4
122	6	9	3
123	1	9	8
124	2	4	2
125	3	0	-3
126	7	1	-6
127	1	7	6
128	1	3	2
129	1	4	3
130	3	5	2
131	3	2	-1
132	1	2	1
133	4	1	-3
134	0	4	4
135	5	5	0
136	2	3	1
137	4	5	1
138	2	1	-1
139	5	0	-5
140	3	3	0
141	1	3	2
142	1	1	0
143	2	3	1
144	1	0	-1
145	6	0	-6
146	1	0	-1
147	9	5	-4
148	0	2	2
149	1	3	2
150	4	9	5

Mínimo	0	0	-9
Máximo	11	9	9
Promedio	3	3	0

Comparación entre T ₂ vs. T ₃			← % de Retrasos
	Observaciones	Porcentaje	
T ₂ > T ₃	63	42,00%	
T ₂ = T ₃	16	10,67%	
T ₂ < T ₃	71	47,33%	

APÉNDICE B

DISTRIBUCIÓN DE HORAS PROGRAMADAS

Año	Año	Mes	Horas Programadas	Horas Productivas	Demoras
2005	2006	Junio	1820 hrs	1219 hrs	601 hrs
2005	2006	Julio	1776 hrs	1115 hrs	661 hrs
2005	2006	Agosto	1864 hrs	1484 hrs	380 hrs
2005	2006	Septiembre	1364 hrs	939 hrs	425 hrs
2006	2006	Octubre	1768 hrs	1191 hrs	577 hrs
2006	2006	Noviembre	1720 hrs	1343 hrs	377 hrs
2006	2006	Diciembre	1714 hrs	1435 hrs	279 hrs
2006	2007	Enero	1664 hrs	980 hrs	684 hrs
2006	2007	Febrero	1624 hrs	1180 hrs	444 hrs
2006	2007	Marzo	1446 hrs	1096 hrs	350 hrs
2006	2007	Abril	1088 hrs	713 hrs	375 hrs

DISTRIBUCIÓN DE DEMORAS

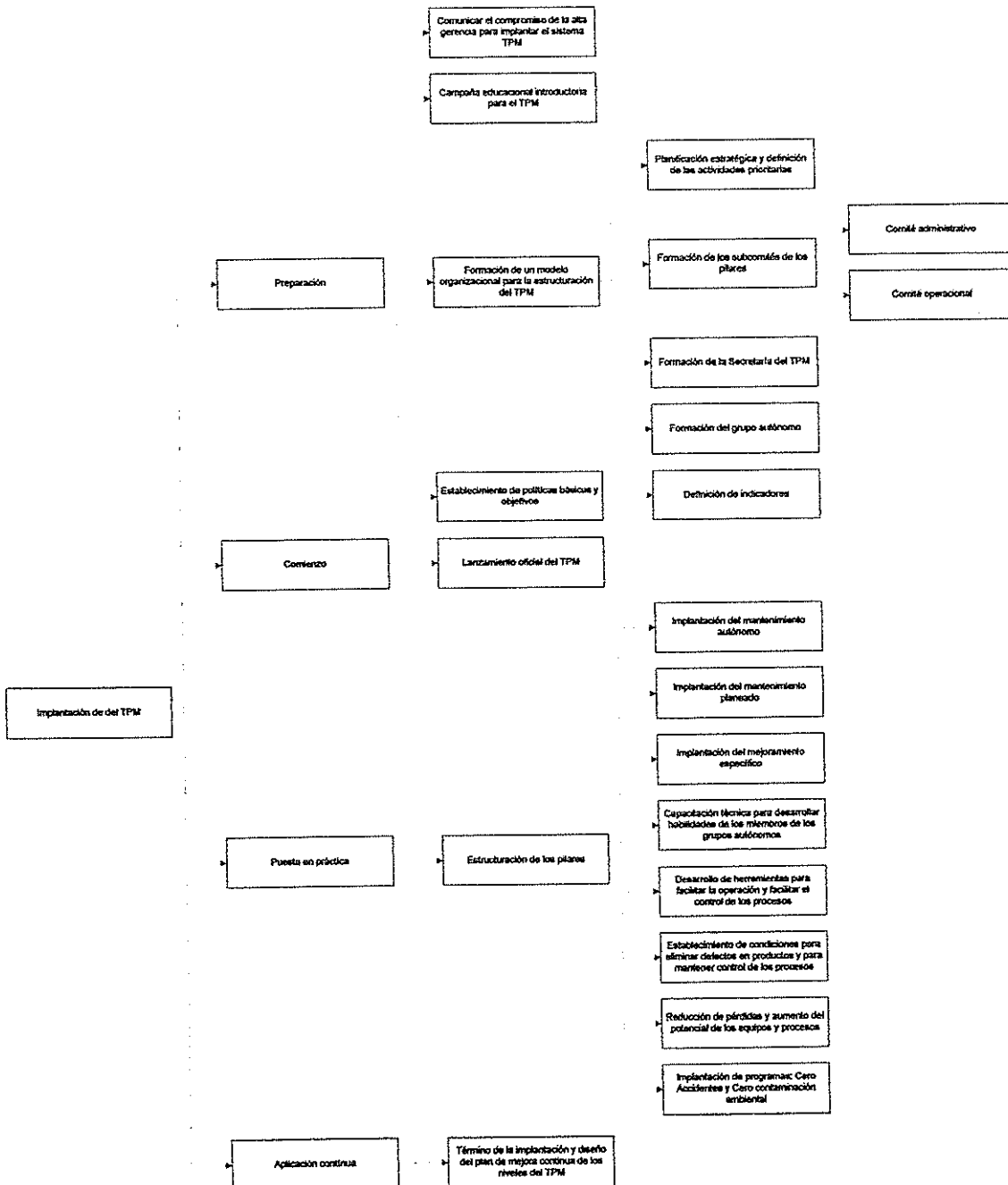
Año	Año	Mes	Paradas por cambio y calibración de máquinas	Paradas por mantenimientos	Otras demoras
2005	2006	Junio	332 hrs	199 hrs	70 hrs
2005	2006	Julio	330 hrs	246 hrs	85 hrs
2005	2006	Agosto	275 hrs	77 hrs	28 hrs
2005	2006	Septiembre	258 hrs	133 hrs	35 hrs
2006	2006	Octubre	324 hrs	188 hrs	65 hrs
2006	2006	Noviembre	267 hrs	83 hrs	28 hrs
2006	2006	Diciembre	219 hrs	45 hrs	15 hrs
2006	2007	Enero	312 hrs	281 hrs	91 hrs
2006	2007	Febrero	284 hrs	121 hrs	38 hrs
2006	2007	Marzo	241 hrs	85 hrs	24 hrs
2006	2007	Abril	218 hrs	129 hrs	27 hrs

APÉNDICE C

DIFERENCIA ENTRE LA FECHA DE PROMESA DE ENTREGA DEL PEDIDO Y LA
FECHA DE ENTREGA DEL DISEÑO

Observación	Diferencia	Observación	Diferencia
1	-13,00	74	-3,00
2	-22,00	75	3,00
3	-8,00	76	-4,00
4	0,00	77	5,00
5	0,00	78	3,00
6	-5,00	79	1,00
7	-6,00	80	1,00
8	4,00	81	1,00
9	-2,00	82	1,00
10	1,00	83	6,00
11	0,00	84	5,00
12	3,00	85	5,00
13	2,00	86	4,00
14	-2,00	87	1,00
15	1,00	88	2,00
16	1,00	89	7,00
17	1,00	90	6,00
18	1,00	91	6,00
19	3,00	92	0,00
20	2,00	93	-5,00
21	2,00	94	5,00
22	-1,00	95	2,00
23	0,00	96	2,00
24	-1,00	97	3,00
25	6,00	98	3,00
26	2,00	99	3,00
27	-3,00	100	2,00
28	-3,00	101	4,00
29	-3,00	102	1,00
30	0,00	103	0,00
31	3,00	104	2,00
32	-13,00	105	2,00
33	-11,00	106	1,00
34	-13,00	107	2,00
35	0,00	108	2,00
36	4,00	109	1,00
37	4,00	110	1,00
38	-3,00	111	1,00
39	1,00	112	3,00
40	3,00	113	2,00
41	1,00	114	3,00
42	-1,00	115	0,00
43	2,00	116	13,00
44	1,00	117	-5,00
45	0,00	118	6,00
46	1,00	119	1,00
47	1,00	120	-11,00
48	0,00	121	-2,00
49	1,00	122	2,00
50	1,00	123	2,00
51	1,00	124	4,00
52	0,00	125	-4,00
53	1,00	126	1,00
54	1,00	127	1,00
55	1,00	128	0,00
56	1,00	129	4,00
57	4,00	130	-1,00
58	4,00	131	1,00
59	-76,00	132	1,00
60	0,00	133	-1,00
61	3,00	134	-2,00
62	0,00	135	-1,00
63	0,00	136	5,00
64	1,00	137	0,00
65	1,00	138	2,00
66	1,00	139	4,00
67	1,00	140	1,00
68	1,00	141	-9,00
69	1,00	142	-4,00
70	1,00	143	0,00
71	1,00	144	2,00
72	1,00	145	7,00
73	4,00	146	-1,00

APÉNDICE D



APÉNDICE E

ID	ACTIVIDADES	INICIO	FINAL	07	04 Nov '07
1	 Implantación de formato para el control de la entrega de diseños	Wed 02/01/08	Thu 10/01/08	31	01
2	 Diseño	Wed 02/01/08	Thu 03/01/08	02	03
3	 Revisión	Fri 04/01/08	Mon 07/01/08	04	05
4	 Aprobación	Tue 08/01/08	Wed 09/01/08	06	07
5	 Distribución	Thu 10/01/08	Thu 10/01/08	08	
6	Separación del pedido en dos partes: La que necesita diseños y la que no.	Wed 02/01/08	Wed 16/01/08		
7	 Modificación del procedimiento actual	Wed 02/01/08	Thu 10/01/08		
8	 Revisión del nuevo procedimiento	Fri 11/01/08	Mon 14/01/08		
9	Aprobación del nuevo procedimiento	Tue 15/01/08	Tue 15/01/08		
10	Difusión del nuevo procedimiento	Wed 16/01/08	Wed 16/01/08		
11	Implantación de cronogramas de producción para los diferentes productos	Fri 11/01/08	Thu 07/02/08		
12	 Elaboración de procedimiento	Fri 11/01/08	Mon 28/01/08		
13	 Elaboración de formatos	Tue 29/01/08	Mon 04/02/08		
14	Elaboración de instructivos	Tue 05/02/08	Thu 07/02/08		
15	Implantación del SMED	Mon 07/01/08	Fri 02/05/08		
16	 Estudio de la operación de cambio	Mon 07/01/08	Mon 03/03/08		
17	 Separación de las tareas internas y externas	Tue 04/03/08	Fri 21/03/08		
18	 Conversión de las operaciones internas en externas	Mon 24/03/08	Fri 11/04/08		
19	Perfeccionamiento de las tareas internas y externas	Mon 14/04/08	Fri 02/05/08		

Project: cronograma de actividades
Date: Thu 08/11/07

Task

Progress

Milestone

Summary

Rolled Up Task

Rolled Up Milestone

Rolled Up Progress

Split

External Tasks

Project Summary

Group By Summary

Deadline

Page 1

APÉNDICE E

ID	ACTIVIDADES	INICIO	FINAL	07 31/01/02	03 04/05/06	07 04 Nov '07
20	Redefinición del stock mínimo para abastecer el proceso 3	Mon 05/05/08	Tue 20/05/08			
21	Recopilación de información	Mon 05/05/08	Tue 13/05/08			
22	Análisis de la información	Wed 14/05/08	Tue 20/05/08			
23	Implantación de formato para la verificación de pedidos ingresados versus lo cotizado	Thu 17/01/08	Thu 24/01/08			
24	Diseño	Thu 17/01/08	Fri 18/01/08			
25	Revisión	Mon 21/01/08	Tue 22/01/08			
26	Aprobación	Wed 23/01/08	Wed 23/01/08			
27	Distribución	Thu 24/01/08	Thu 24/01/08			
28	Basar el pronóstico de producción en los pedidos realizados y no en las ventas realizadas	Wed 21/05/08	Tue 03/06/08			
29	Modificación del procedimiento actual	Wed 21/05/08	Wed 28/05/08			
30	Revisión del nuevo procedimiento	Thu 29/05/08	Fri 30/05/08			
31	Aprobación del nuevo procedimiento	Mon 02/06/08	Mon 02/06/08			
32	Difusión del nuevo procedimiento	Tue 03/06/08	Tue 03/06/08			
33	Implantación del TPM	Wed 02/01/08	Wed 09/07/08			
34	Preparación	Wed 02/01/08	Thu 17/01/08			
35	Comienzo	Fri 18/01/08	Tue 22/01/08			
36	Puesta en práctica	Wed 23/01/08	Tue 08/07/08			
37	Aplicación continua	Wed 09/07/08	Wed 09/07/08			

Project: cronograma de actividades
Date: Thu 08/11/07

Task



Summary



Rolled Up Progress



Project Summary



Progress



Rolled Up Task



Split



Group By Summary



Milestone



Rolled Up Milestone



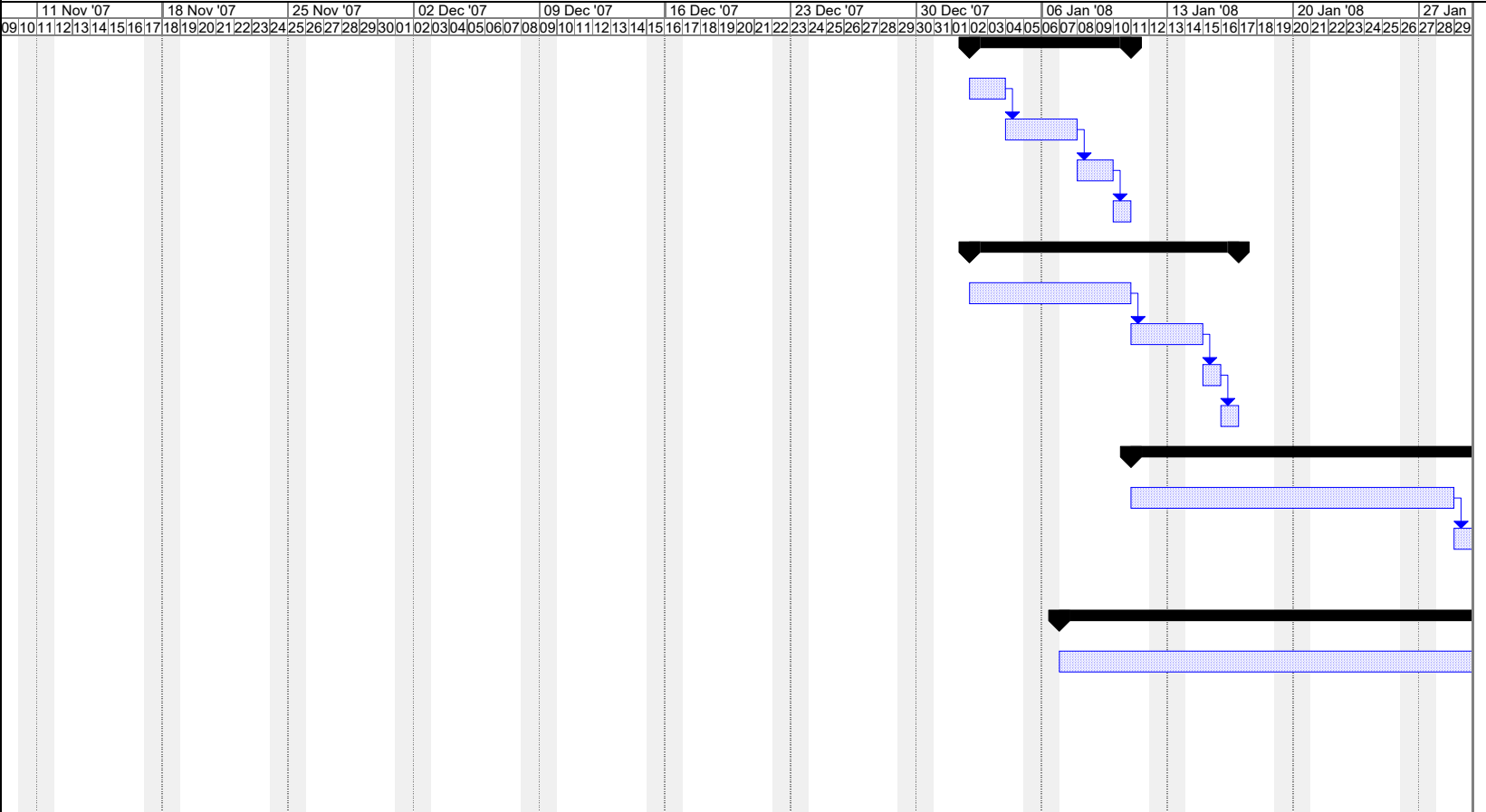
External Tasks



Deadline



APÉNDICE E



Project: cronograma de actividades
Date: Thu 08/11/07

Task

Progress

Milestone

Summary

Rolled Up Task

Rolled Up Milestone

Rolled Up Progress

Split

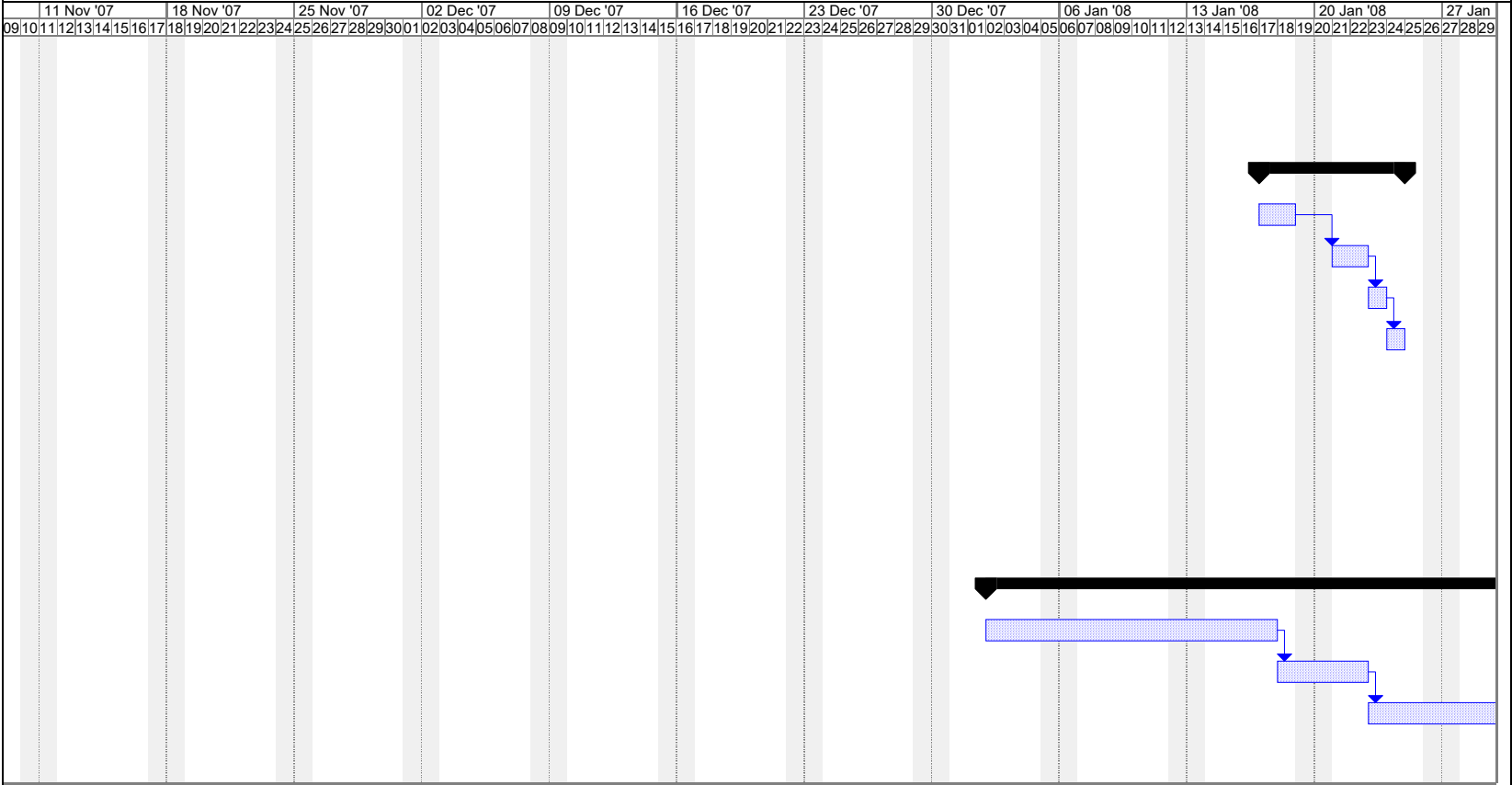
External Tasks

Project Summary

Group By Summary

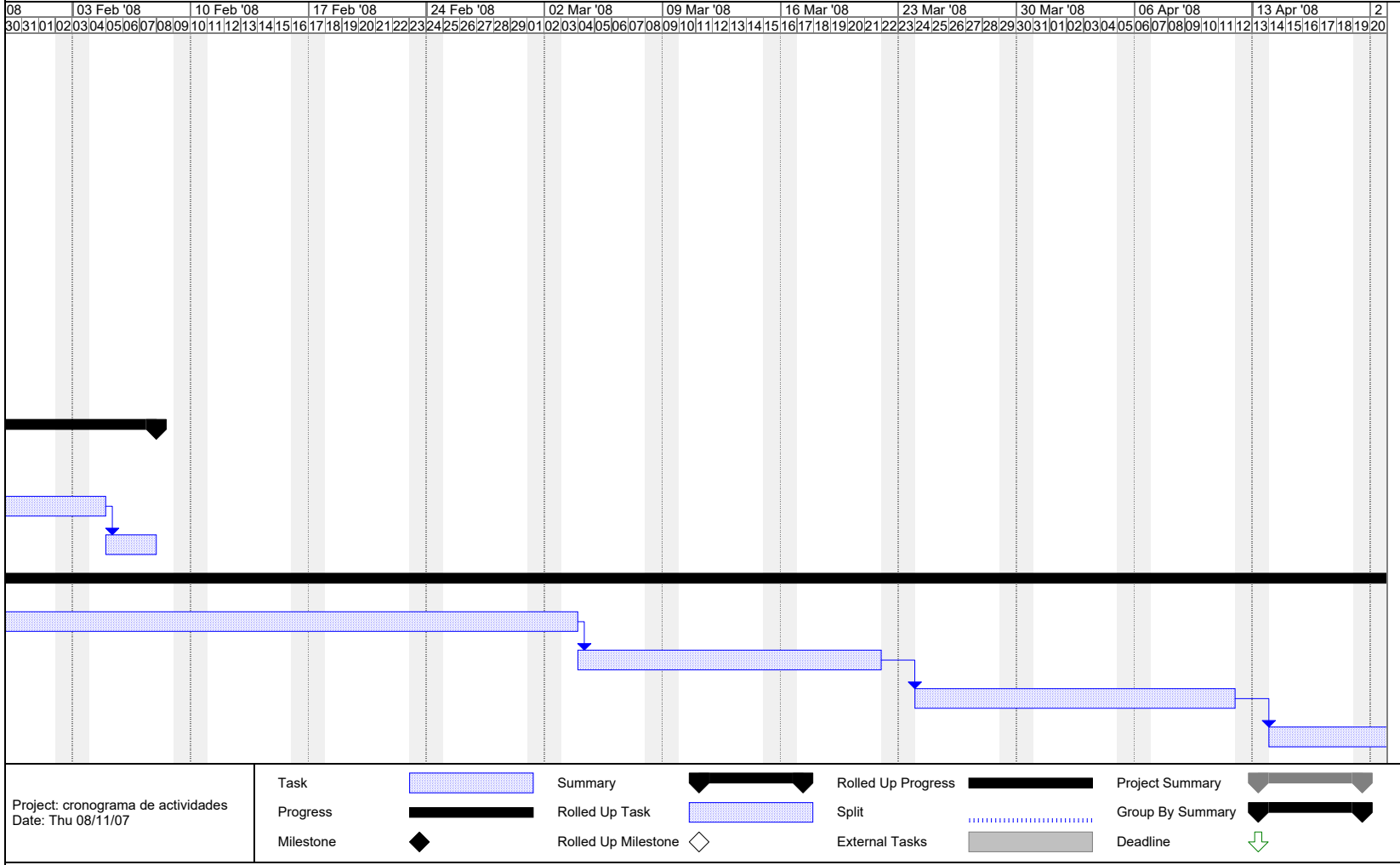
Deadline

APÉNDICE E



Project: cronograma de actividades Date: Thu 08/11/07	Task		Summary		Rolled Up Progress		Project Summary	
	Progress		Rolled Up Task		Split		Group By Summary	
	Milestone		Rolled Up Milestone		External Tasks		Deadline	

APÉNDICE E



APÉNDICE E

08		03 Feb '08				10 Feb '08				17 Feb '08				24 Feb '08				02 Mar '08				09 Mar '08				16 Mar '08				23 Mar '08				30 Mar '08				06 Apr '08				13 Apr '08				2				
30	31	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

Project: cronograma de actividades

Date: Thu 08/11/07

Task Progress Milestone	 	Summary Rolled Up Task Rolled Up Milestone	 	Rolled Up Progress Split External Tasks	 	Project Summary Group By Summary Deadline	
--	----------	---	----------	--	----------	--	----------

APÉNDICE E



Project: cronograma de actividades
Date: Thu 08/11/07

Task

Progress

Milestone

Summary

Rolled Up Task

Rolled Up Milestone

Rolled Up Progress

Split

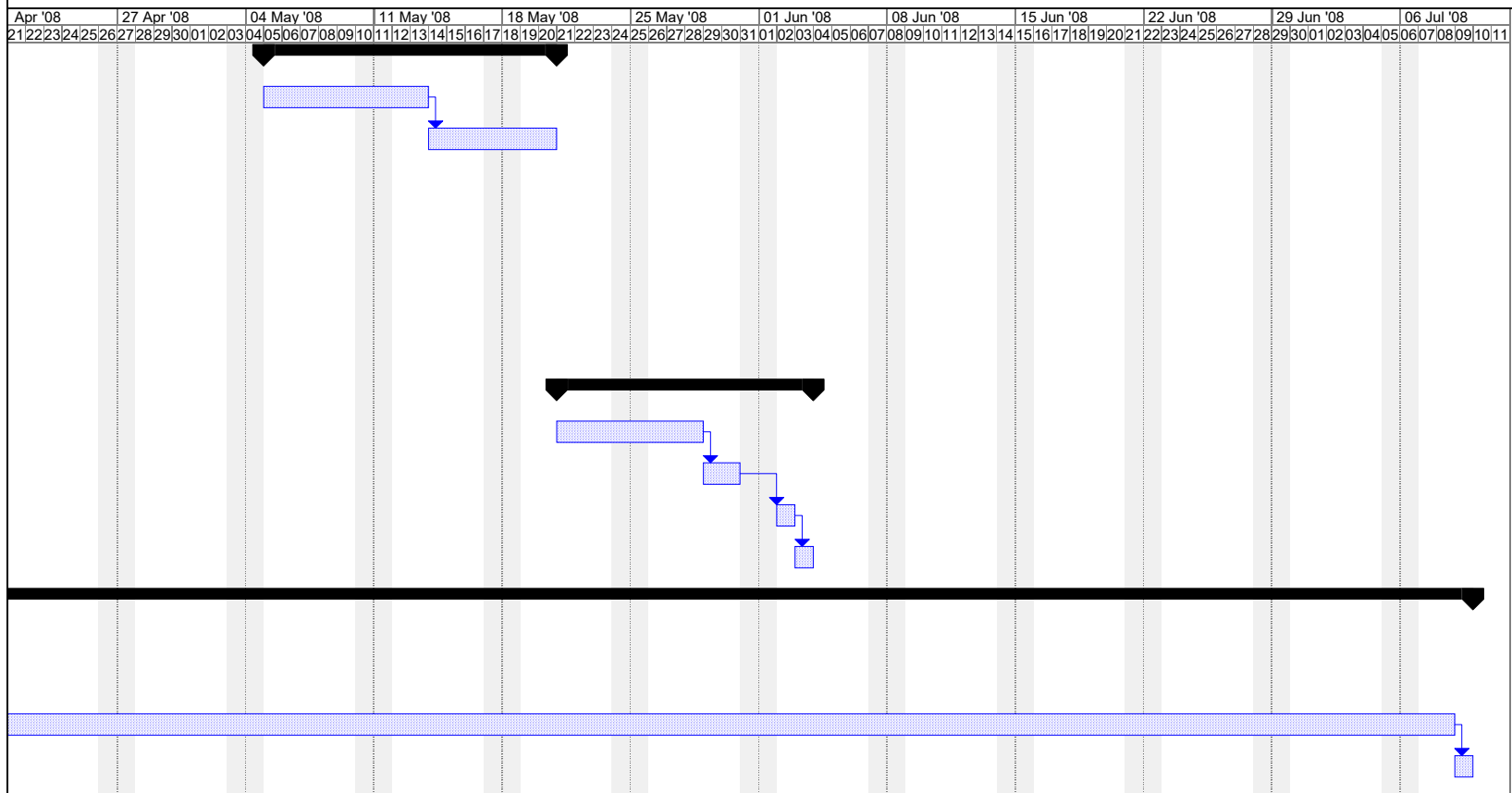
External Tasks

Project Summary

Group By Summary

Deadline

APÉNDICE E



Project: cronograma de actividades
Date: Thu 08/11/07

Task



Summary



Rolled Up Progress



Project Summary



Progress



Rolled Up Task



Split



Group By Summary



Milestone



Rolled Up Milestone



External Tasks



Deadline



BIBLIOGRAFÍA

- [1] Abad, J., *Producción II*, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción, Apuntes de Clases, 2004.
- [2] Hodson, W., *Manual del Ingeniero Industrial*, Cuarta Edición, Tomo II, Editorial Mc. Graw Hill, 2002.
- [3] Deguate.com, "El análisis FODA",
www.deguate.com/infocentros/gerencia/mercadeo/mk17.html, Octubre 2005.
- [4] Aiteco Consultores, "Métodos y Herramientas de la Calidad,"
www.aiteco.com/web/index.php/Metodos-y-Herramientas-de-la-Calidad.html, Octubre 2005.
- [5] Librería Hordago, "AMFE: Análisis Modal de Fallos y Efectos.", 1996.
- [6] Munro-Faure, L., *Calidad Total en Acción*, Primera Edición, Ediciones Folio S.A, 1994.
- [7] IM&C Internacional, "Curso para formación de facilitadores TPM.", Agosto 2003.
- [8] Instituto Tecnológico de Castilla y León, "S.M.E.D.",
www.itcl.es/ificheros/SMED.pdf, Octubre 2005.

[9] Gil Estallo, M., *Como crear y hacer funcionar una empresa: Conceptos e instrumentos*, Sexta Edición, Escuela Superior de Gestión Comercial y Marketing, 2003.