



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE CUMPLIMIENTO DE LA PRODUCCIÓN, EN
BASE A LA INTEGRACIÓN DE LOS DEPARTAMENTOS
DE PLANEACIÓN, INVOLUCRADOS EN LA
INDUSTRIA DE LA CONFECCIÓN**

Alfredo Victor Hugo Díaz Ayerdi

Asesorado por el Ing. Herman Biceldo Quezada Elías

Guatemala, marzo de 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



**DISEÑO DE UN SISTEMA DE CUMPLIMIENTO DE LA PRODUCCIÓN, EN
BASE A LA INTEGRACIÓN DE LOS DEPARTAMENTOS
DE PLANEACIÓN, INVOLUCRADOS EN LA
INDUSTRIA DE LA CONFECCIÓN**

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ALFREDO VICTOR HUGO DÍAZ AYERDI

ASESORADO POR EL ING. HERMAN BICELDO QUEZADA ELÍAS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL
GUATEMALA, MARZO DE 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

Decano	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Vocal I	
Vocal II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
Vocal III	Ing. Julio David Galicia Celada
Vocal IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
Vocal V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
Secretaria	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

Decano	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
Examinador	Ing. Juan José Peralta Dardón
Examinador	Ing. Edwin Adalberto Bracamonte Orozco
Examinador	Ing. José Vicente Guzmán Shaul
Secretario	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE CUMPLIMIENTO DE LA PRODUCCIÓN, EN
BASE A LA INTEGRACIÓN DE LOS DEPARTAMENTOS
DE PLANEACIÓN, INVOLUCRADOS EN LA
INDUSTRIA DE LA CONFECCIÓN,**

tema asignado por la dirección de la Escuela de Mecánica Industrial, el 3 noviembre de 2004.

Alfredo Victor Hugo Díaz Ayerdi

AGRADECIMIENTOS A:

- Dios Infinita gratitud por permitirme plenitud de vida.
- Mi madre Ana Ayerdi, agradecido eternamente por su sufrido esfuerzo, este triunfo es de ella, fruto de su exquisita cosecha. Este triunfo es tuyo.
- Mi abuela Paula Castillo, por su paciencia, tolerancia, amor y ejemplo de rectitud, honradez, abnegación en la vida y hacia su nieto.
- Mis tías Rosario y Haydee Ayerdi, por su ejemplo, cariño, comprensión, altruismo y ayuda en toda mi vida, parte fundamental de mi desarrollo integral.
- Mis tíos Alfredo (Q. E. P. D.), Efraín, Víctor Hugo y Roberto Ayerdi, figuras paternas importantes en mi formación profesional.
- Mi papi Juan Javier Linares, por su cariño y amistad desinteresada durante todo este tiempo, sin duda gracias papá.
- Mis hermanos Alejandro y Eduardo, los adoro, que este triunfo sea un aliciente en sus vidas.
- Mis primos Efraín, Carlos y Luis, ejemplos de cómo proceder en la vida, gracias por su cariño y ayuda en mis momentos difíciles,

son mis hermanos del alma. A mi prima Vanesa Ayerdi, por su ayuda y ejemplo en mi carrera profesional. Lucky, Sucely, Marlen, Nora, Daniel y Roberto por su cariño y amistad.

Mi esposa Marisol Reyna, por su amor, comprensión, tolerancia, ayuda en la convivencia diaria y superación personal, y sobre todo por mis tres hijos. Que Dios todopoderoso te bendiga siempre.

Mis hijos Emiliano, David y Xavier Ayerdi, mis amores del alma, los llevo siempre en mi corazón, que puedan visualizar en un futuro que con paciencia, respeto, disciplina y tolerancia llegarán a ser mejores y con más triunfos y menos desilusiones que su padre.

Familia

Muralles Especialmente a Mario y Velia, familia de un corazón y pensamiento inmenso, gracias por su paciencia y apoyo.

Mis amigos Alfredo Escobar, Pedro Pérez y Estuardo Escobar, Marvin Vargas por su gran amistad y apoyo en todos estos años. Gustavo León, Odra Mansilla, Luis Álvarez, compañeros y amigos del día a día.

A la familia

Mejía Ayerdi Shený, Manuel, Carlos, Amada, Estuardo, por su cariño, amor, amistad y ayuda.

Un agradecimiento al Ing. **HERMAN BICELDO QUEZADA ELÍAS**, por confiar en el asesoramiento de este trabajo de graduación.

INDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	I
GLOSARIO	IV
RESUMEN	VII
OBJETIVOS	VIII
INTRODUCCIÓN	IX
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1. Breve historia de la empresa	1
1.1.1. Visión	2
1.1.2. Misión	3
1.2. Departamentos que intervienen en la planificación	3
1.3. Funciones de cada departamento	5
1.4. Tipos de programas (<i>software</i>) utilizados como eje central del flujo de trabajo	6
2. SITUACIÓN ACTUAL	9
2.1. Tipos de demora por departamento	9
2.2. Qué producir y cuánto producir	13
2.3. Costeo del producto	15
2.3.1. Construcción del producto	15
2.3.2. Tallas	19
2.3.3. Maquinaria por producto	20
2.3.4. Maquinaria no disponible	21
2.3.5. Maquinaria no ajustada y no apta para coser	22
2.3.6. Disponibilidad de accesorios	26

2.3.7.	Asignación de contratos	26
2.3.8.	Material sin cortar	26
2.4.	Superintendencia de Administración Tributaria (SAT)	28
2.4.1.	Objetivo dentro de la empresa	29
2.4.2.	Disponibilidad de horario	29
3.	PROPUESTA PARA EL CUMPLIMIENTO EN PRODUCCIÓN	31
3.1.	Contratos cortados antes o después de tiempo	32
3.2.	Disponibilidad de tela	33
3.2.1	Calidad de la tela	33
3.3.	Capacidad de corte	33
3.4.	Traslado del material	34
3.4.1.	Capacidad de contenedores	39
3.4.2.	Capacidad de montacargas	40
3.5.	Cantidad de unidades pendientes por corte	40
3.5.1.	Balances	41
3.5.2.	Cortes a causa de falta de tela	41
3.5.3.	Cortes con exceso de paquetes de pocas unidades	42
3.6.	Tiempo de entrega de material a módulos	42
3.7.	Entrega de accesorios a línea	42
3.7.1.	Bodega Central	43
3.7.1.1.	Accesorio sin armar	43
3.7.1.2.	Accesorio con pendiente	46
3.7.1.3.	Excedentes	46
3.7.2.	Imprenta	47
3.7.2.1.	Etiquetas pendientes	48
3.7.2.2.	Excedentes	48

3.8. Disponibilidad de personal por producto	49
3.9. Eficiencia del personal con producto nuevo	50
3.10. Capacidad de la línea de producción	51
3.11. La calidad del producto final	51
3.12. Requisiciones de accesorios dañados, perdidos o faltantes	52
3.13. Ausencias	53
3.14. Permisos	53
3.15. Plazas vacantes	54
4. IMPLEMENTACIÓN	55
4.1. Planificación y control de la producción como un sistema a implementarse	56
4.1.1. Definición de la planificación y control de la producción (MPC manufacturing planning and control por sus siglas en inglés).	56
4.1.2. Objetivos de la implementación del MPC	57
4.1.3. Estructura del MPC	58
4.1.3.1. Programa maestro de producción	60
4.1.3.2. Planificación de requerimientos de materiales	65
4.1.3.2.1. Planificación detallada de materiales	69
4.1.3.2.1.1. Lista de materiales	70
4.1.3.2.2. Planificación detallada de capacidad	74
4.1.3.2.2.1. Técnicas de planificación de la capacidad	79
4.1.3.3. Sistema de Suministro	90
4.1.3.3.1. Control de la actividad de producción	92
4.2. Disponibilidad y capacidad de los sistemas informáticos	99

5. SEGUIMIENTO DEL SISTEMA DE CUMPLIMIENTO	107
5.1. Manejo de la información en los sistemas informáticos	108
5.1.1. Capacitación en los nuevos programas	109
5.2. Archivos comunes	110
5.3. Seguimiento	110
5.4. Procedimientos	112
CONCLUSIONES	113
RECOMENDACIONES	115
BIBLIOGRAFÍA	117
ANEXOS	119

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Diagrama de Pareto, demoras más frecuentes centro de costo corte	11
2	Diagrama de Pareto, demoras más frecuentes en el centro de costo costura	12
3	Prioridades competitivas	14
4	Diagrama de flujo de operaciones de la confección de un pantalón, módulos de partes pequeñas	16
5	Diagrama de flujo de operaciones de la confección de un pantalón, parte delantera y trasera	17
6	Diagrama de flujo de operaciones de la confección de un pantalón, ensamble	18
7	Diagrama de Pareto, causas de tiempos muertos	24
8	Diagrama de Pareto, de máquinas defectuosas	25
9	Diagrama de Pareto, causas de que el producto no se entregue a tiempo	32
10	Diagrama de flujo proceso de entrega de corte	36
11	Diagrama de recorrido	37
12	Diagrama de Pareto, problemas frecuentes con tela	41
13	Diagrama de flujo de programaciones de fechas de ensamble del producto para accesorios	44
14	Diagrama de Pareto, problemas más frecuentes en la entrega de accesorios	46
15	Diagrama de Pareto, problemas más frecuentes en la imprenta	48

16	Diagrama de Pareto, causas de plazas vacantes	54
17	Sistema de planificación y control de la fabricación	59
18	MPS (Master production schedule, plan maestro de producción)	64
19	Relación plan de producción con el plan maestro	65
20	Sistema de planificación y control de la producción	68
21	Planificación de capacidad en el sistema MPC	75
22	Diagrama de secuencia de operaciones	82
23	Control de la actividad de producción en el sistema MPC	94
24	Tiempos de preparación	99
25	Diseño propuesto de planeación para el cumplimiento de la producción	111
26	Partes del pantalón	121
27-A	Posicionamiento de maquinaria y secuencia de operaciones	122
27-B	Posicionamiento de maquinaria y secuencia de operaciones	123

TABLAS

I	Diagrama de Pareto, demoras más frecuentes en el centro de costo corte	10
II	Diagrama de Pareto, demoras más frecuentes en el centro de costo costura	11
III	Análisis de tiempos	20
IV	Requerimiento de maquinaria	22
V	Registro de tiempos muertos en costura	23
VI	Hoja de registro de producción	27
VII	Diagrama de Pareto, causas de que el producto no se entregue a tiempo	31

VIII	Modelo básico de lote económico	38
IX	Diagrama de utilización de contenedores	39
X	Diagrama de Pareto, problemas frecuentes con tela	40
XI	Diagrama de Pareto, problemas más frecuentes en la entrega de accesorios	45
XII	Diagrama de Pareto, problemas más frecuentes en la imprenta	47
XIII	Excedentes	49
XIV	Curva de Eficiencia	51
XV	Diagrama de Pareto, causas de plazas vacantes	54
XVI-A	Secuencia de operaciones	69
XVI-B	Secuencia de operaciones	70
XVII	Nivel de productos	72
XVIII	Planificación de capacidad con el método de recursos globales	81
XIX	Planificación de capacidad usando el método lista de materiales	83
XX	Método lista de materiales	84
XXI-A	Planificación de la capacidad usando CRP	87
XXI-B	Planificación de la capacidad usando CRP	88
XXI-C	Planificación de la capacidad usando CRP	89
XXII-A	Tiempos de preparación	98
XXII-B	Tiempos de preparación	98

GLOSARIO

Control de la actividad de producción	(PAC, <i>production activity control</i> , por sus siglas en inglés). Sistema de control de la producción que se refiere a la ejecución de planes de materiales, control de taller de producción.
Lista de materiales	(BOM, <i>bill of materials</i> , por sus siglas en inglés). Lista de accesorios que deberá llevar un producto.
Planificación de capacidad usando recursos globales	(CPOF, <i>capacity planning overall factors</i> , por sus siglas en inglés). Técnica de planificación que utiliza factores de planificación derivados de estándares o datos históricos para los productos finales.
Planificación de las necesidades de materiales MRP II	MRP II, método efectivo para planificar todos los recursos en una compañía de manufactura.
Planificación de las necesidades De Materiales	(MRP <i>materials requirement planning</i> , por sus siglas en inglés). Herramienta básica para efectuar la función de planificación detallada de materiales

en la fabricación de piezas componentes y su ensamble como artículos terminados.

Planificación de requerimientos de capacidad	(CRP, <i>capacity requirements planning</i> , por sus siglas en inglés). Técnica de planificación que utiliza información más detallada o de niveles más bajos para capacidades.
Planificación y control de la fabricación	(MPC, <i>manufacturing planning and control</i> , por sus siglas en inglés). Es un plan que da información para administrar y hacer más eficiente el flujo de materiales, manejar el personal, y utilizar el equipo eficazmente.
Procedimiento de planificación global	(RPC, <i>rough-cut capacity planning</i> , por sus siglas en inglés). Proceso de convertir el MPS en requerimientos para cada recurso, establece una correspondencia entre los planes de capacidad y los planes de materiales.
Programa maestro de producción	(MPS, <i>master production schedule</i> , por sus siglas en inglés). Proporciona las bases para hacer los compromisos de envío al cliente, utilizar eficazmente la capacidad de la planta, lograr los objetivos estratégicos, y resolver

las negociaciones entre fabricación y mercadeo.

Recursos globales de planificación

(ERP, *enterprise resources planning*, por sus siglas en inglés). Son sistemas de planeación de recursos que se encuentran ya en su tercera etapa, sus etapas posteriores son los MRP (Material Requirement Planning) I y II, cuyo objetivo primordial es mejorar la información y planeación en el proceso productivo.

Sistemas para el control del taller

(SFC, *shop-floor control*, por sus siglas en inglés). Controles detallados por estación de trabajo en base a sus capacidades.

Tiempo de entrega

(*Lead time*) no es más que el tiempo que transcurre en transformar un producto de una forma a otra, puede ser de una estación a otra o desde el comienzo de transformación a la entrega al cliente.

RESUMEN

La industria de la confección es amplia en su variedad, va de la mano con la moda, varía respecto del tiempo. Esta clase de industrias debe tener la capacidad de reaccionar a los cambios de la manera más rápida posible, debido a la alta competitividad existente de mercados como el de China, por dar un ejemplo. Todos los departamentos que conforman la empresa deben ir en un solo sentido para hacer más eficientes los procesos y conformar un solo bloque donde se puedan cumplir los planes establecidos.

Es la importancia de poder contar con una planificación que pueda determinar de manera global e integrar cada recurso de la empresa para conseguir entregar el producto a tiempo y la satisfacción del cliente. El estudio se enfocará en las técnicas existentes en conseguir la planificación adecuada, utilizando *software* (programas de computación) que apoyen en la consecución de los objetivos.

Se utilizarán los estudios respectivos de planificación y control de la producción, planeación de requerimiento de materiales, planeación de capacidades, lo que ayudará a emplear eficientemente los recursos de la empresa y cómo administrarlos. En conjunto, estas herramientas nos llevarán a cumplir con los planes de producción. También analizaremos todos aquellos tiempos muertos que impiden que no se pueda cumplir con los planes debido a procesos no contemplados que afectan el proceso productivo.

OBJETIVOS

GENERAL

Determinar los desfases que hacen que la entrega del producto, no se haga en el tiempo estipulado; estableciendo criterios adecuados para la integración de los departamentos.

ESPECÍFICOS

1. Crear documentos comunes para la retroalimentación necesaria.
2. Determinar la importancia de la integración de los departamentos involucrados en la planeación.
3. Retroalimentar los factores que obstruyen una producción libre de tiempos muertos innecesarios, creando soluciones para evitarlos.
4. Analizar las consecuencias de una mala planificación que no contempla tiempos de desarrollo del producto que afectan en las entregas a tiempo.
5. Construir un sistema de información adecuada para la mejora de los procesos productivos.
6. Conocer los aspectos que ocasionan pérdidas monetarias, en la realización de un producto fuera de las especificaciones del cliente.
7. Controlar los tiempos muertos ocasionados por otros departamentos para que se cumpla con la producción.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el mercado exige buena calidad, precios bajos, productos novedosos, entregas en tiempo y muchas otras condiciones y requisitos, que hacen que las empresas que los cumplen, tengan ventajas sobre aquellas que no lo hacen. Una buena planificación establece las condiciones necesarias para que un producto se entregue en tiempo, en el lugar correcto, es decir nos lleva a cumplir al 100%, en las fechas convenidas, para la satisfacción del cliente.

La determinación, creación y establecimiento de un sistema de control por departamento, hacen posible cumplir con la entrega del producto en el tiempo definido y ayuda a minimizar el tiempo improductivo. La integración de los departamentos involucrados en el proceso de producción, con un funcionamiento adecuado, con procedimientos y técnicas eficientes, con una comunicación fluida, dará como resultado el producto que el cliente solicita.

El diseño de un sistema de planeación ayuda a crear los programas de producción, fechas de manufactura, fechas de las compras según los inventarios, a establecer un sistema en el cual toda la empresa sigue los planes para cumplir las metas de producción y entregar el producto en tiempo.

1. ANTECEDENTES GENERALES

La industria de manufactura necesita de procesos de planificación que llenen los requisitos indispensables para obtener un producto. Es importante hacer un análisis profundo para formular e implementar nuevos programas, que aporten a la industria en la planificación y ejecución de los procesos productivos, que garanticen mayor eficiencia, minimicen costos, con la visión de manufactura en un flujo continuo.

Esta investigación se enfoca en el área de costura, centro de atención que aportará los parámetros a establecer en las demás áreas de producción¹. La costura es la frontera de entrega del producto, en el tiempo definido, al área siguiente.

1.1. Breve historia de la empresa KORAMSA

Empresa de Manufactura de Clase Mundial

La empresa manufacturera KORAMSA empieza su operación en 1988 y uno de sus propósitos es ayudar a desarrollar Guatemala y a su población con la visión de un grupo de empresarios, quienes comparten la idea de avanzar hacia el desarrollo con iniciativas que transformen la vocación agrícola hacia un país industrial. La oportunidad la proporcionó la industria de la maquila, que emplea gran cantidad de mano de obra. El negocio se inició con la instalación de la primera planta de costura.

¹ Al manufacturar una prenda de vestir el ciclo de transformación va desde la materia prima hasta el producto terminado, en ese proceso se involucran muchas áreas de producción: corte, costura, lavandería y exportación, nuestro estudio se enfoca en el área de costura.

Desde el inicio de su funcionamiento, KORAMSA estableció una fuerte, grande y estratégica relación con Levi's Strauss & Co. debido su la capacidad de responder a estándares de calidad y a la habilidad de adaptarse a los cambios y de ajustarse a la necesidad y demanda de los clientes. En poco tiempo, la empresa aumentó en el portafolio el número de clientes, incluyendo compañías internacionales como: Osh Kosh, Old Navy, Banana Republic, Gap, Abercrombie & Fitch, Mast Industries y Dillard's.g

Siete años después, KORAMSA llegó a ser la más grande empresa de su naturaleza en Latinoamérica, período en el que capitaliza las oportunidades que las condiciones del país le permiten y alcanza una penetración del mercado que la posiciona como la empresa líder en manufactura.

En la actualidad, es de las fábricas más grandes en la confección de pantalones que proporciona empleo a alrededor de nueve mil personas, en un lugar central, que hace posible el control logístico de la producción de manera eficiente. Su infraestructura le permite manejar grandes volúmenes de producción y mantener altos estándares de calidad. Además, es capaz de producir cantidades más pequeñas de estilos diferentes, que ofrece a los clientes la versatilidad que necesitan para presentar permanentemente un producto fresco y novedoso al consumidor.²

1.1.1. Visión de KORAMSA

La visión de KORAMSA es: “Ser la empresa líder en América proporcionando el servicio completo en la elaboración de pantalones con excelente calidad y en el menor tiempo para satisfacer las necesidades de nuestros clientes”.

² Información proporcionada por recursos humanos de KORAMSA

1.1.2. Misión de KORAMSA

La misión de KORAMSA es: “Crear un ambiente de trabajo agradable y productivo que nos permita proveer a nuestros clientes los mejores productos y servicios en donde requiera, generando una buena rentabilidad a la empresa y mejorando la calidad de vida de nuestros colaboradores”.

1.2. Departamentos que intervienen en la planificación

➤ *Marketing* y ventas

- Servicio de marca
 - Dirección de marca
 - Gerente de producto (*Product Manager*)
 - Desarrollo técnico
 - Desarrollo de muestras
 - Desarrollo de accesorios
 - Desarrollo de productos

➤ Logística interior

- Planeación central
 - Planeación de corte
 - Planeación de costura
 - Planeación de acabados especiales y lavandería
 - Planeación del *reescreen*
 - Exportaciones
- Cadena de suministros
 - Materiales
 - Planeación de materiales
 - Bodegas
 - Compras
 - Consumos
 - Imprenta

- Operaciones
 - Corte
 - *Patronaje*
 - CAD
 - Producción de corte
 - Servicio de carga a líneas
 - Costura
 - Lavandería y acabados especiales
 - *Finishing*
 - *Reescreen*
 - Centro de distribución
 - Soporte Técnico
 - Calidad
 - Ingeniería
 - Mantenimiento industrial
 - Integridad del producto

- Logística exterior
 - Logística y zona franca
 - *Impor/Export*
 - CBI
 - Miami

- Sistemas
 - Desarrollo de *software*
 - Operaciones IT
 - Sistemas de información gerencial

- Finanzas

- Facturación
- Contabilidad
- Evaluación
- Costeo

- Recursos humanos
 - Reclutamiento
 - Desarrollo personal

- Mantenimiento
 - Mantenimiento
 - Obras civiles

1.3. Funciones de cada departamento

Es tarea de los integrantes de la compañía en los diferentes departamentos desempeñar con éxito sus labores diarias, para obtener los objetivos establecidos. En una compañía de la magnitud de ésta, se requiere que la información sea transmitida de manera eficiente para que el personal forme un conjunto de trabajo. La empresa utiliza la cadena de valor para que todos los sub-sistemas dispongan de la información y recursos necesarios en el momento en que se necesitan; estos son:

- *Marketing* y ventas
 - Son los encargados de diseñar el producto, atraer y mantener a los clientes y realizar las ventas, así como de dirigir, controlar y coordinar el producto.
- Logística interior
 - Es la encargada de coordinar las entradas al sistema operacional y las capacidades de planta.
- Operaciones

Es la encargada de la elaboración de los productos, garantizando la calidad de los mismos.

- Logística exterior

Su encargo es la distribución de los productos.

- Sistemas

Tiene a cargo crear programas o *software* para administración de la producción y sus subsistemas, así como el servicio y mantenimiento del equipo de cómputo a los usuarios.

- Finanzas

Su función es encargarse de los datos contables y reflejarlos en dinero.

- Recursos humanos

Su función es responder a los requerimientos de personal en base a las capacidades de producción por tipo de producto, así como de renuncias, bajas, ausencias y suspensiones.

- Mantenimiento

Es la encargada de proveer las instalaciones necesarias que garanticen el flujo de trabajo adecuado.

1.4. Tipos de programas (*Software*) utilizados como eje central del flujo de trabajo

Actualmente, el gran avance de los sistemas informáticos aporta nueva tecnología que se convierte en una herramienta básica, para hacer más eficientes los controles de producción, finanzas, recursos humanos, y realizar un mejor proceso de manufactura. En la planificación se requiere de sistemas que proporcionen la información necesaria durante el proceso de producción, por ejemplo, en la definición de los productos a producir, de la demanda del mercado en cantidad, de los procesos en la construcción del

producto, detalles del producto, costos, mano de obra, lista de materiales, compras, el producto terminado, el inventario.

Sobre la base de los requerimientos han introducido los siguientes programas, desarrollados por el departamento de sistemas, basándose en el programa TPM³ y utilizando para ello la programación en ORACLE⁴, en los lenguajes SQL PL/SQL⁵ que se utilizan en la elaboración de reportes, controles de producción, control de costos, inventarios, compras. Los sistemas se vuelven parte fundamental para unir a todos los procesos implementados en la manufactura de un producto en fechas, cantidades y especificaciones del producto.

- Administración total de la producción (TPM)

Es el recurso informático que se utiliza para crear los programas utilizados para llevar la información tanto de producción, como de inventarios, mano de obra, costos, planificación, compras.

- Logística de planificación

Es el programa que realiza la programación de fechas, entradas y salidas del producto durante el proceso de producción, capacidades en todos sus procesos, precios, tiempos estándar, secuencias de cada producto y toda la información necesaria en el proceso de planificación.

- Logística de materiales

Es el sistema utilizado para llevar el inventario de la materia prima, de las entradas y salidas de los materiales que cada producto utiliza en el proceso de transformación.

³Control y costos de producción (total production *management II*) por sus siglas en inglés, versión 2.6.4 (31101999). http://www.artinsoft.com/pr_plsql.aspx

⁴ORACLE con programación en los lenguajes SQL. <http://www.oracle.com.ar>

- Compras

Sistema que se usa para programar las compras de materia prima.

- Inventarios

Sistema que llevar el control del producto terminado, de los materiales comprados y del material que permanece en bodega por órdenes canceladas.

- Mano de obra

Sistema que lleva todo el control de la información que se relaciona con la mano de obra, directa e indirecta.

- Gerente del producto (PM, *product manager* por sus siglas en inglés)

Sistema que se utiliza para llevar control del producto a producir, así como de asignaciones de accesorios para cada producto por rangos de tallas.

- Control y costos de producción

Es utilizado en el control de la producción en sus procesos y en las etapas de manufactura de un proceso en específico.

⁵ SQL por sus siglas en ingles Structured query Language, PL/SQL programing language structured query Language, son lenguajes de programación utilizados en la base de datos de oracle.

2.

SITUACIÓN ACTUAL

La empresa Koramsa esta introduciendo nuevos métodos y técnicas de planificación para cubrir la necesidad del flujo continuo de producción, y un flujo de caja que le permita mantenerse capitalizada. Este flujo de producción esta dado por lo variable de los productos que se traducen cada uno en, capacidades dada en horas/ por piezas de producción, lo que implica que al planificar las variantes hay que tomar en cuenta las capacidades. De la valoración de esta experiencia se plantea la creación de un sistema de planificación en el cual se tomen las capacidades para proyectar fechas de producción y que durante las mismas, que toda la organización se concentre para cumplir con el requerimiento del producto.

2.1. Tipos de demora por departamento

Los tipos de demora que se suscitan en un proceso productivo generalmente se les clasifican en dos: a) demora evitable y b) demora inevitable. Las demoras evitables son las que ocasionan los movimientos o procedimientos indebidos ajenos al proceso productivo; y las demoras inevitables son aquellas relacionadas con el proceso productivo por ejemplo, en el secado de pintura el producto permanece parado sin modificación alguna.

En el proceso de manufactura de prendas de vestir se analizó los dos tipos de demora y se clasificó en un diagrama de Pareto; para la investigación se analizó las áreas de corte y costura del proceso de costura, dando como resultado lo siguiente:

Tabla I. Diagrama de Pareto demoras más frecuentes en el centro de costo corte

No.	Centro de costo Corte	Frecuencia por día
1	Generación incompleta de ordenes de producción	16
3	Proceso de medidas en el patrón tarde	12
2	Contratos no están en el sistema	10
8	Preproducción tarde	10
9	Generación tarde de contratos	10
12	Generación en desorden de contratos	9
4	Ingreso de tela tarde	8
6	Maquinaria defectuosa	8
7	Falta de personal	7
11	Falta de información en la construcción del producto	5
5	Mal tendido	4
13	Otros	1

100

Figura 1. Diagrama de Pareto demoras más frecuentes en el centro de costo corte

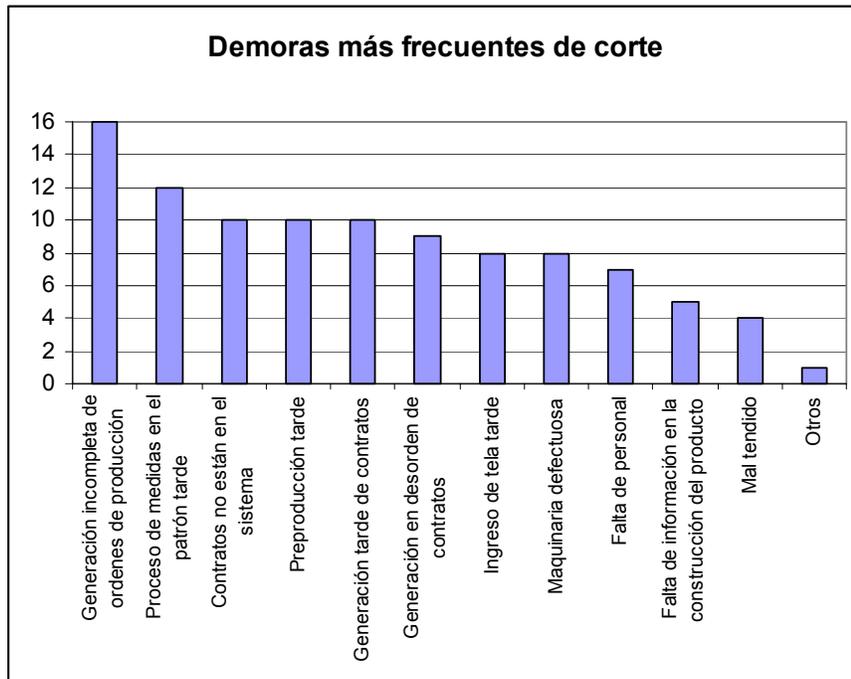
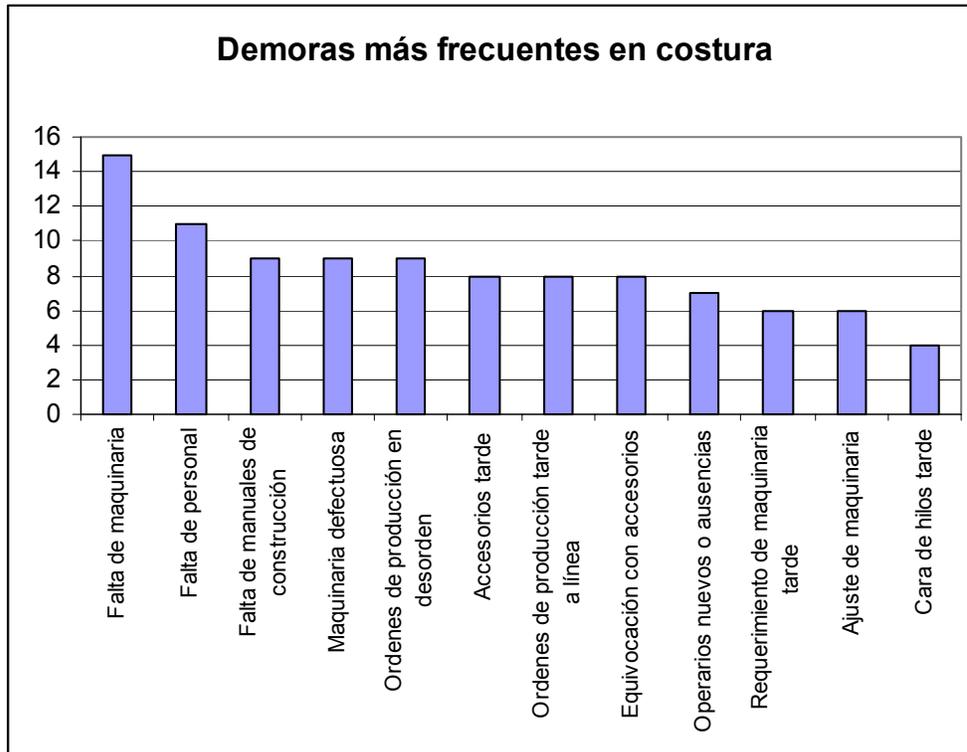


Tabla II. Diagrama de Pareto demoras más frecuentes en el centro de costo costura

No.	Centro de costo Costura	Frecuencia por día
1	Falta de maquinaria	15
5	Falta de personal	11
2	Falta de manuales de construcción	9
8	Maquinaria defectuosa	9
12	Ordenes de producción en desorden	9
3	Accesorios tarde	8
4	Ordenes de producción tarde a línea	8
11	Equivocación con accesorios	8
9	Operarios nuevos o ausencias	7
6	Requerimiento de maquinaria tarde	6
10	Ajuste de maquinaria	6
7	Carta de hilos tarde	4

100

Figura 2. Diagrama de Pareto demoras más frecuentes en el centro de costo costura



2.2. ¿Qué producir y cuánto producir?

El objetivo primordial de una organización es la rentabilidad, esto se logra a través de un aumento de la productividad, entendiendo la productividad por el aumento de la producción por hora⁶, o el índice de la producción por persona u hora de trabajo⁷ (Productividad = Producto/Insumos).

Resultado de la planeación estratégica, se hace una definición de objetivos y propuestas de los medios para alcanzarlos, se definirán las capacidades operacionales para el futuro, las decisiones que tomará la junta directiva serán en función de factores que ayuden a la empresa a subsistir y tener rentabilidad de largo plazo con el reto de responder a un mercado objetivo que cambia con la moda (en la producción de productos de vestir). Para garantizar el éxito habrá que responder algunas preguntas:

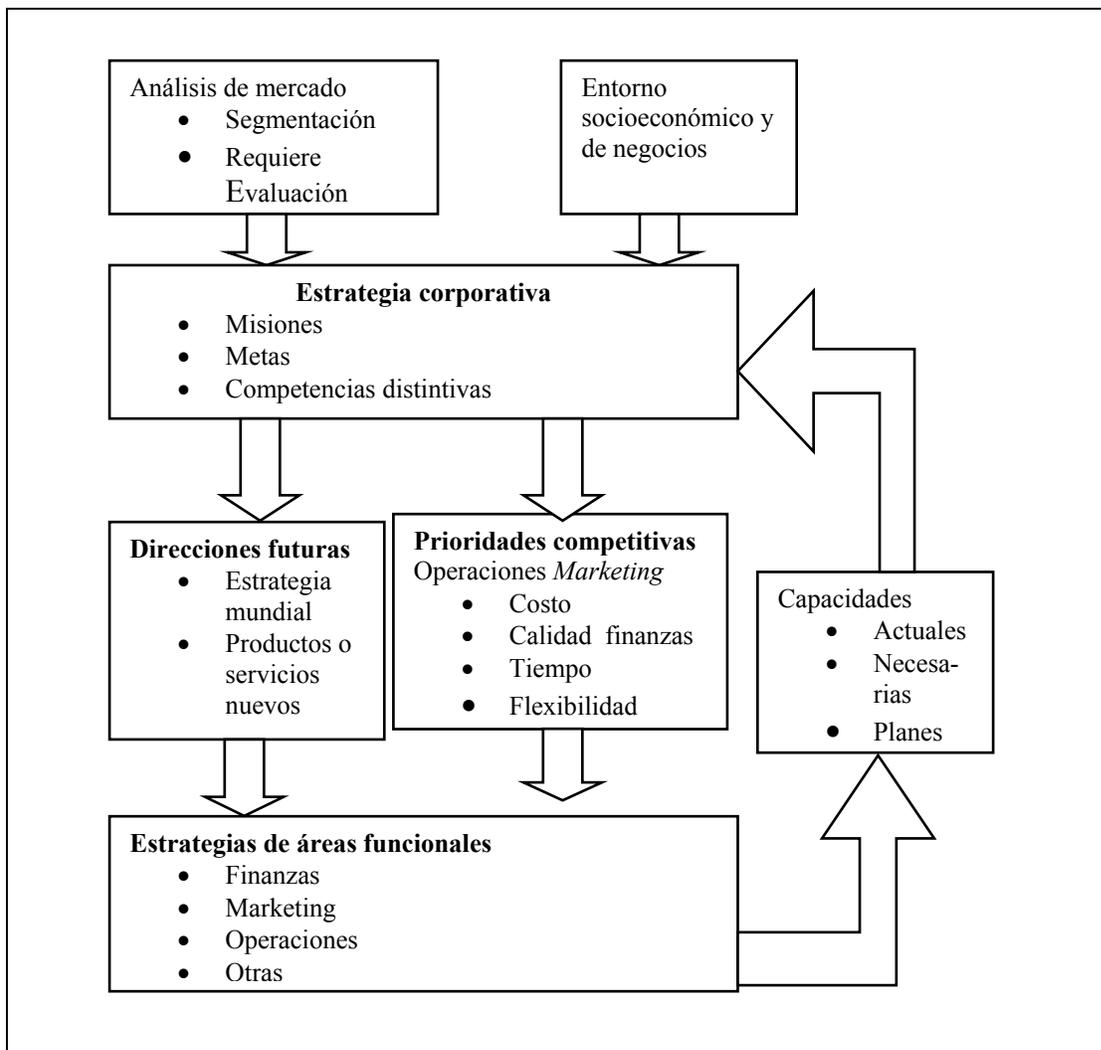
- ¿Se ofrece un producto nuevo o sustancialmente modificado?
- ¿Es necesario mejorar la calidad?
- ¿Han cambiado las prioridades competitivas?
- ¿Se está modificando la demanda de un bien o servicio?
- ¿El rendimiento actual es inadecuado?
- ¿Los competidores ganan terreno por el uso de un nuevo proceso o tecnología?
- ¿El costo o la disponibilidad de los insumos ha cambiado?

La estrategia corporativa define el o los negocios a los cuales se dedicará la compañía, las nuevas oportunidades y amenazas que surgirán en el entorno y los objetivos de crecimiento que será preciso alcanzar. La estrategia corporativa relacionada con la planeación estratégica proporciona un análisis del mercado objetivo y complementada con la información de las operaciones a realizar según los planes de corto y largo plazo; además debe existir una interacción

⁶ Niebel Benjamín. Ingeniería Industrial. (México, Editorial Alfaomega, 1990) pp. 1-4

interfuncional continua, ya que cada área debe de planificar y cuantificar sus capacidades, por ejemplo operaciones necesita ser retroalimentada por *marketing* para asignar capacidades a líneas de producción, así como, finanzas en lo referente a tiempos y fondos apropiados para la capacidad definida.

Figura 3. Prioridades competitivas



Fuente: Krajewski Lee, Ritzman Larry. Administración de operaciones. Estrategia y Análisis. (México, Pearson Educación, 2000) p.27

Prioridades competitivas: vínculos entre la estrategia corporativa y las estrategias de área funcionales.

⁷ Krajewski Lee, Ritzman Larry. Administración de operaciones. Estrategia y Análisis. (México, Pearson Educación, 2000) p. 11

Al conocer las ventajas competitivas de la empresa, basándose en el análisis definirá el objetivo e identificará las necesidades del mercado, para determinar las ventajas en el proceso productivo respecto de la competencia y en este proceso se definirá qué producir y la capacidad de producción.

2.3. Costeo del producto

Cada producto tiene su secuencia de ensamble que definirá el precio del producto a coser y como consecuencia, el proceso de costeo es bastante delicado en el sentido que esto llevará al precio del producto que estará fijando su punto de equilibrio, es decir sus unidades diarias mínimas a producir.

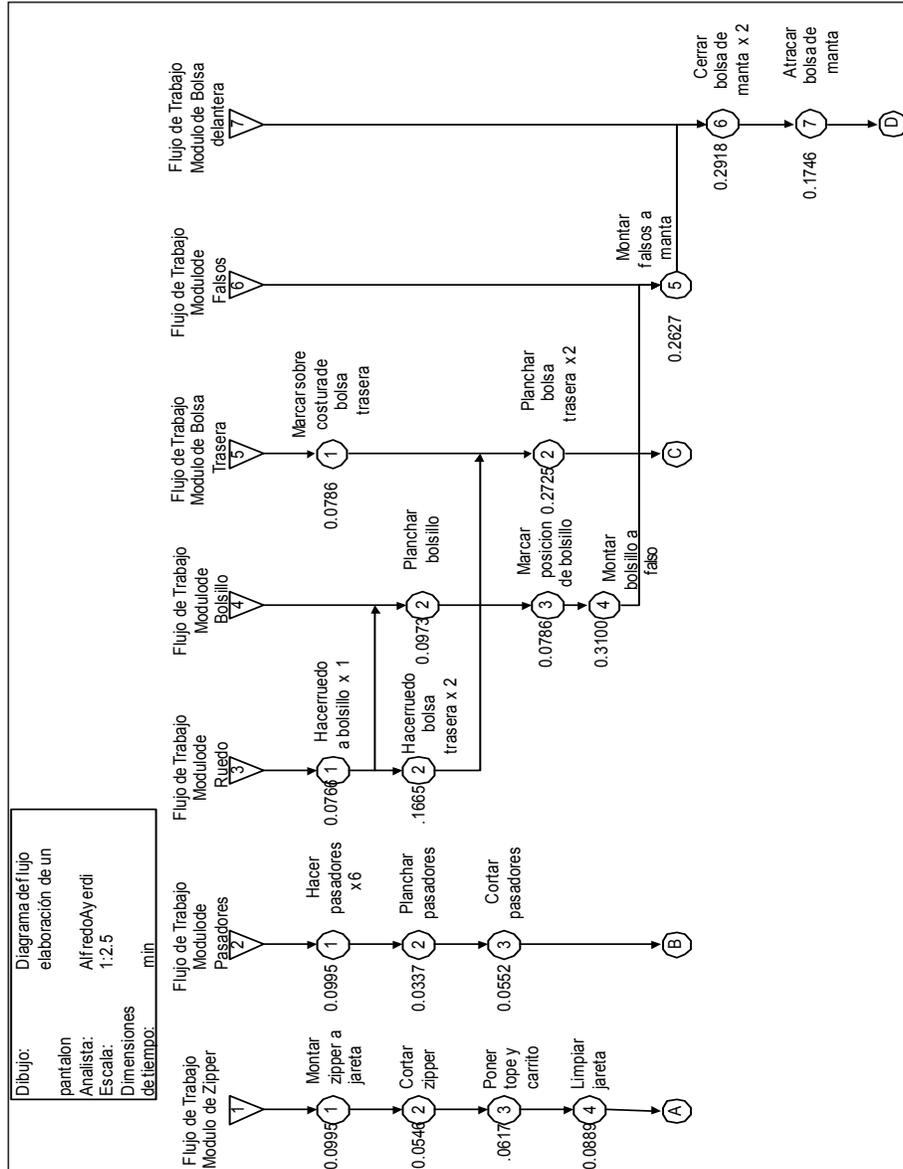
Para realizar correctamente el proceso de costeo se necesita mínimamente de lo siguiente:

- Construcción del producto
- Tallas requeridas
- Puntadas por pulgada
- Maquinaria por producto
- Maquinaria no disponible
- Maquinaria no ajustada y no apta para coser
- Disponibilidad de accesorios
- Asignación de contratos
- Materiales sin cortar
- Puntadas por pulgada

2.3.1. Construcción del producto

Las especificaciones de la construcción del producto son indispensables para desarrollar un costeo que se ajuste a las necesidades del cliente y de la empresa, para ello se desarrolla un diagrama de flujo para conocer los procesos del producto que involucran al área de costura.

Figura 4. Diagrama flujo de operaciones en la confección de un pantalón, módulos de partes pequeñas⁸



⁸ Ver anexos

Figura 5. Diagrama de flujo de operaciones de la confección de un pantalón parte delantera y trasera

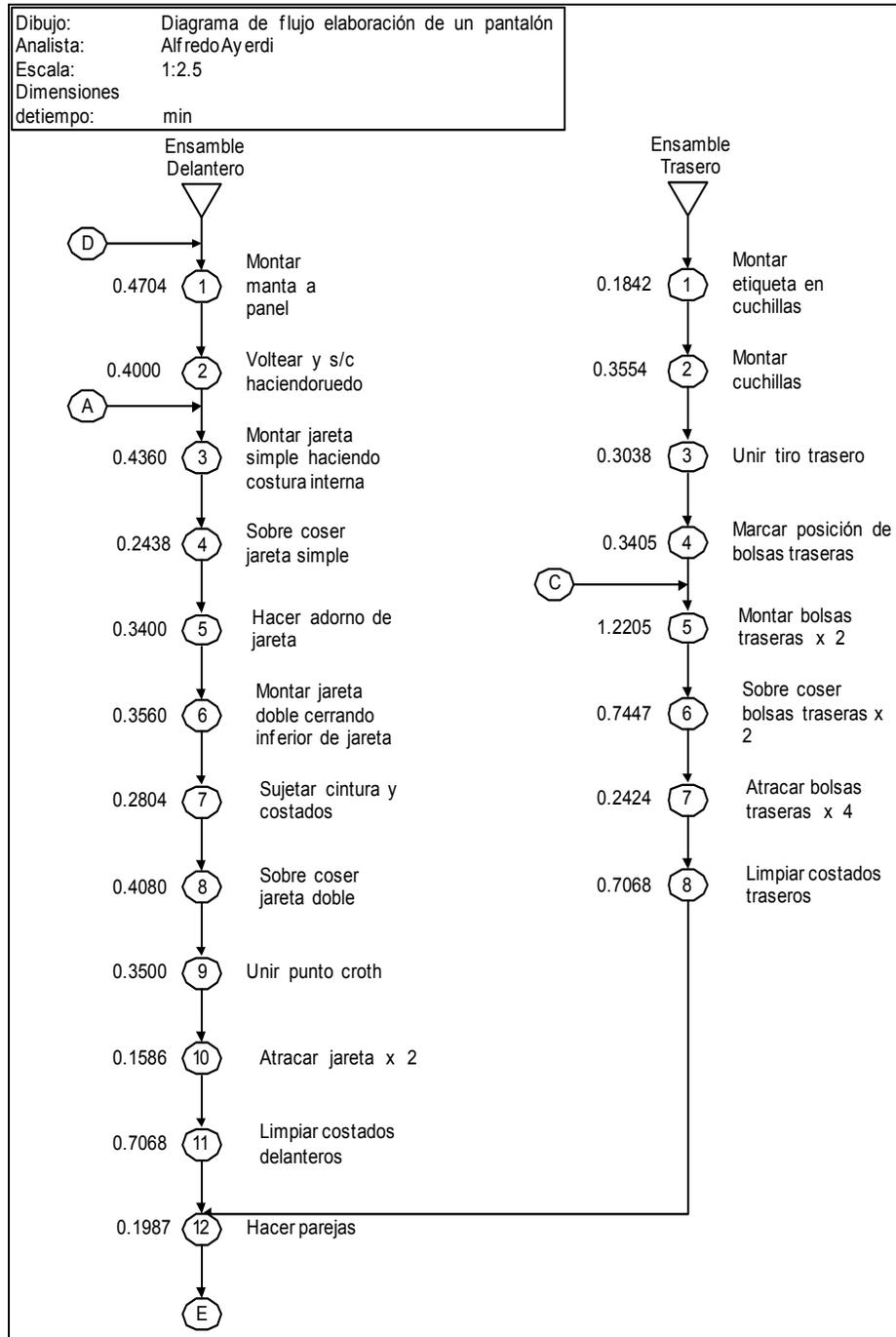
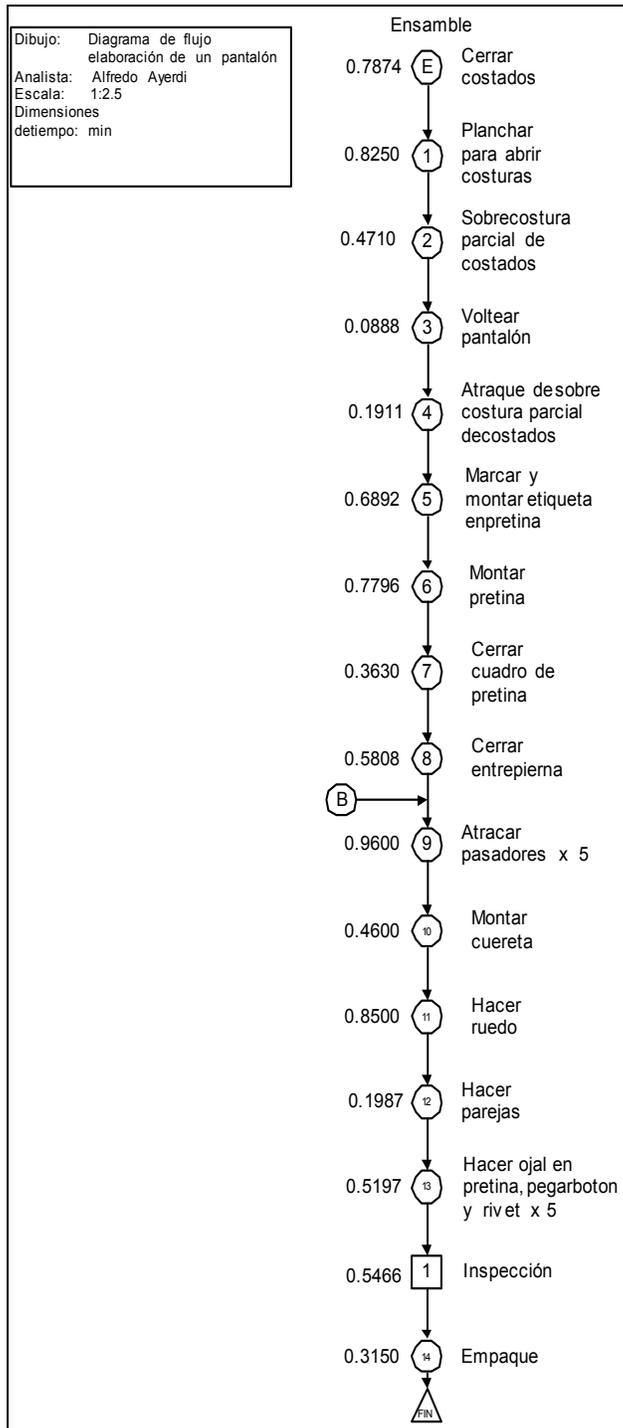


Figura 6. Diagrama de flujo de operaciones de la confección de un pantalón, ensamble



2.3.2. Tallas

Requiere demostrar que en producción el tiempo estándar se ajuste a la realidad, hacer el cálculo de tiempo estándar para cada operación sobre la base del tamaño del producto.

El tiempo estándar se calcula basándose en un estudio de tiempos y movimientos esto por cada operación, cuando no existe un tiempo estándar -ts-, de una operación se puede calcular por varios métodos, en este estudio se utilizará el método continuo que se ajusta al tipo de operaciones en la industria de la confección, para determinar un tiempo estándar correcto.

- Estudio de tiempos y movimientos

El estudio de tiempos y movimientos es la forma más común de medida de trabajo, con la medición del trabajo se define el tiempo necesario para realizar una operación o tarea, fijando métodos más efectivos de trabajo para mayor productividad. El estudio de tiempos es un procedimiento para determinar el tiempo que le toma a una persona calificada, trabajando a un paso normal, realizar una operación o tarea. El estudio de movimientos es el análisis de los movimientos que efectúa el cuerpo para ejecutar un trabajo, su objetivo es eliminar o reducir los movimientos ineficientes y facilitar y acelerar los eficientes⁹.

⁹ Niebel Benjamín. Ingeniería Industrial. (México, Editorial Alfaomega, 1990) pp. 172-198

Tabla III. Análisis de tiempos

FORMATO ANALISIS DE TIEMPOS														
LINEA		7	FECHA		11/28/2005	SUPERVISOR DE LINEA				TIPO TELA		LONA		
PLANTA		K-9	ESTILO		358070-71	INGENIERO ANALISTA								
No.	OPERACIÓN	OPERARIO	# de PAGO	TIEMPO ESTÁNDAR	CODIGO MÁQUINA	TOLERANCIA	CICLOS				PROM MIN	CAPACIDAD POTENCIAL	CAPACIDAD X ESTACION	EFICIENCIA
							1	2	3	4				
1	Montar Cuchillas	Oscar Melendez	123547	0.3554	FELLDN	22.75%	19.23	19.13	20.1	19.77	0.3260	1,350	1,350	88.82%
2	Limpiar Paneles Traseros	Luis Alvarez	118247	0.6273	3OV504	22.25%	24.3	24.03	23.34	21.1	0.3865	1,143	1,143	132.75%
3	Montar Bolsas Traseras	Gustavo León	114698	1.2205	SN301M	21.50%	48.78	49.1	50.15	49.78	0.8242	539	1,304	121.88%
4	Montar Bolsas Traseras	Odra Mansilla	114521	1.2205	SN301M	21.50%	63.89	65.1	64.9	63.51	1.0725	414		93.86%
5	Montar Bolsas Traseras	Marvin Vargas	125684	1.2205	SN301M	21.50%	68.28	73.18	83.1	79.8	1.2682	350		79.21%
6	S/Coser Bolsas Traseras	Alfredo Escobar	117452	0.7447	SN301M	21.50%	43.46	42.1	44.1	42.54	0.7175	619	1,098	85.42%
7	S/Coser Bolsas Traseras	Estuardo Escobar	119458	0.7447	SN301M	21.50%	55.16	56.14	56.5	55.25	0.9294	478		65.95%
8	Unir Tiro Trasero	Pedro Perez	124576	0.3038	FELLDN	22.75%	23.52	22.41	23.15	24	0.3878	1,134	1,134	63.81%
9	Atraques Bolsas Traseras	Alfredo Ayerdi	119587	0.2424	B30442	20.00%	20.47	20.42	20.06	21.1	0.3419	1,316	1,316	59.09%
10	Montar Etiqueta	Giovanni Hernandez	114357	0.1842	SN301M	21.50%	23.06	22.52	23.9	22.78	0.3844	1,156	1,156	39.44%

Ejemplo de tomas de tiempos y cálculos de capacidades, el análisis basado en la toma de tiempos logra mayor eficiencia, cambia los métodos de la estación de trabajo, elimina movimientos innecesarios, combina operaciones, peso del material, capacidad y velocidad de la máquina. Además se implementa la grabación de videos para el análisis detenido de la operación y la de estación de trabajo.

- Puntadas por pulgada

En esta parte de la evaluación es importante establecer que cada máquina tiene un ciclo de tiempo por puntadas y por pulgada, lo cual hace que el tiempo varíe con relación a las puntadas, al momento de hacer la planeación y determinar la capacidad de las líneas de producción no se ajuste al tiempo por costura por pulgada a la hora de confeccionar el producto.

2.3.3. Maquinaria por producto

Cuando se evalúa la construcción de un producto determinado, se realiza también el cálculo de la maquinaria requerida que se aplique al producto, cada operación necesita de una máquina y si el tiempo de ocupación es grande se necesitará más máquinas a la carga de producción.

Esta medición se realiza de la siguiente manera:

Ritmo de trabajo = Jornada matutina normal/unidades a producir

Número de máquinas = Tiempo total por máquina/ritmo de trabajo

En este caso necesitamos 1200 unidades diarias de producción y se necesita armar el ruedo de la bolsa trasera el cual tiene un tiempo estándar de 0.25 min. y el tiempo de la máquina es de 0.18 min.

$Rt = \text{ritmo de trabajo} = 540/1200=0.45$

$Nm = \text{número de máquinas} = 0.18/0.45 = 0.4 = 1 \text{ máquina}$

En este caso la máquina para utilizar el armado de la bolsa trasera es una cadeneta DNC301, una operación rápida que indica que el operario a un ritmo de producción de 0.25 minutos puede producir 2160 unidades.

2.3.4. Maquinaria no disponible

Determinar la maquinaria a utilizar, establecer qué maquinaria tenemos en inventario y cual no, verificar si es maquinaria nueva o si lleva nuevos aditamentos que encarecen el producto a la hora de la confección o que implique más tiempo en la manufactura del planificado. Este requerimiento es resultado de la secuencia de operaciones indicando el tiempo estándar por operación y la cantidad de personas que se necesitan.

Tabla IV. Requerimiento de maquinaria

Resumen de Maquinaria	Minutos	Maq.T.	Aprox.
YKKC – Cortadora de zipper	0,0480	0,09	1
YKKS – Colocadora de tope y deslizador	0,0834	0,16	1
SNL301 – Plana de una aguja	7,5263	14,40	15
DNL301 – Plana de dos agujas	2,8057	5,37	6
BTK301 – Atracadora	2,1983	4,21	5
SNC401 – Cadeneta de una aguja	0,0000	0,00	0
DNC401 – Cadeneta de doble aguja	0,0540	0,10	1
US56500 – Cerradora	0,0000	0,00	0
US56900 – Cerradora	0,3038	0,58	1
US35800 – Cerradora	0,0000	0,00	0
RTUNIV – Colocadora de rivet	0,2323	0,44	1
BTUNIV – Colocadora de bur	0,0918	0,18	1
BANDER – Pretinadora	0,0000	0,00	0
RCE101 – Ojal en pretina	0,1710	0,33	1
MANUAL – Operación de manos	2,2713	4,35	5
PRESS – Plancha	0,3698	0,71	1
3OV504 – Overlock de 3 hilos	0,6105	1,17	2
5OV504 – Overlock de 5 hilos	2,0394	3,90	4
FUSE – Plancha de pasadores	0,0630	0,12	1
EAST – Cortadora de pasadores	0,0773	0,15	1
DN602 – Coverstich	0,3912	0,75	1
SUMA	19,3371	37,00	48

Se deben de utilizar aproximadamente cuarentiocho maquinas sobre la base de los tiempos de ejecución de cada máquina por cada operación que lleva el producto.

2.3.5. Maquinaria no ajustada y no apta para coser

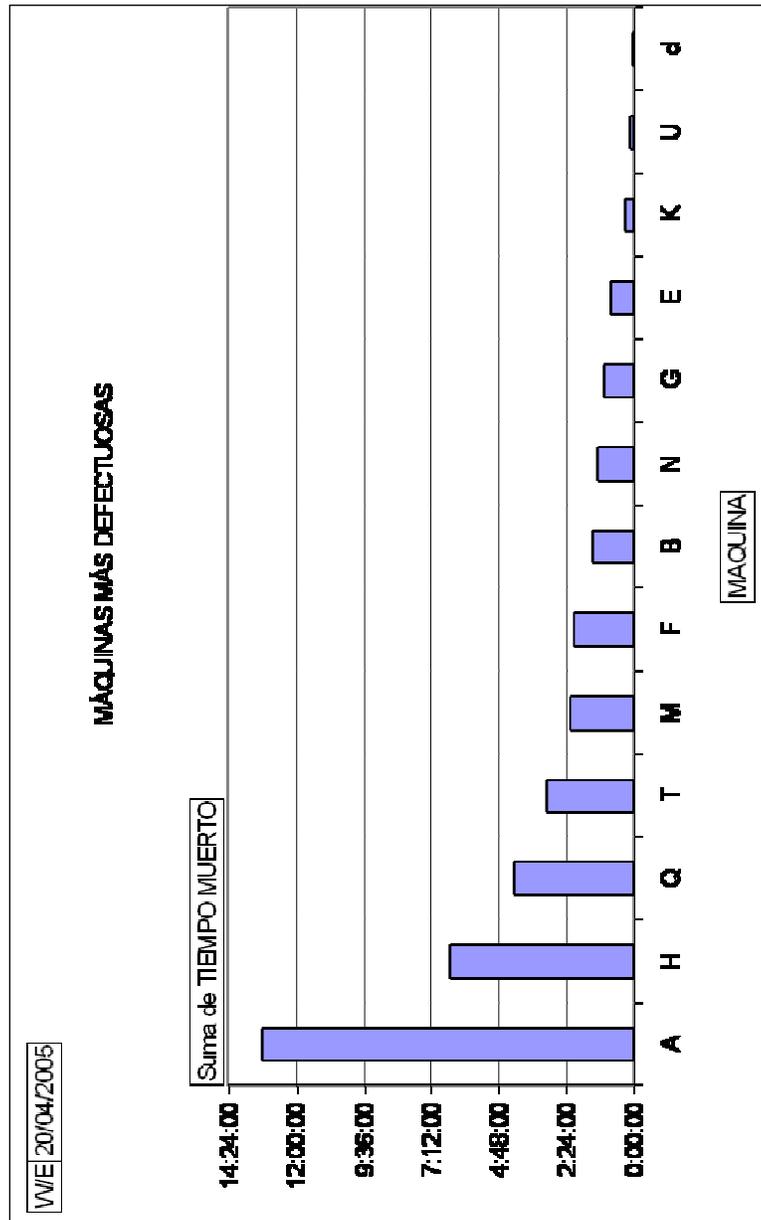
Basando en el diagrama de Pareto se realiza un análisis de los factores que alteran el tiempo de ciclo de la máquina, situación que impide el pleno funcionamiento de la máquina y en el caso del operario no puede continuar el trabajo. La siguiente medición se hizo sobre la base de los tiempos muertos obtenidos en una semana de estudio de una línea de producción.

Tabla V. Registro de tiempos muertos en costura

DIA	PLANTA	LÍNEA	MAQUINA	CÓDIGO 1	PROBLEMA	CÓDIGO 2	CAUSA	INICIO	FINAL	TIEMPO MUERTO
5-may	1	36	H	17	Salta la puntada	7	Tiempo máquina desajustada	9:40	10:38	0:58
5-may	1	36	N	22	Problema diario	1	Pieza quebrada o Desgastada	10:50	11:14	0:24
5-may	1	36	H	17	Salta la puntada	1	Pieza quebrada o Desgastada	11:45	12:40	0:55
5-may	1	36	H	14	No forma puntada	7	Tiempo máquina desajustada	2:25	3:05	0:40
5-may	1	36	B	5	Quebradura de pieza	1	Pieza quebrada o Desgastada	9:55	10:30	0:35
5-may	1	36	A	13	No c ose al principio	1	Pieza quebrada o Desgastada	10:25	10:35	0:10
6-may	1	36	B	17	Salta la puntada	1	Pieza quebrada o Desgastada	11:41	14:20	2:38
6-may	1	36	G	6	Problemas con el prensatela	17	Regular máquina por material	3:35	3:56	0:21
6-may	1	36	G	2	Despunta agujas	4	Tornillo en mal estado	8:00	8:05	0:05
6-may	1	36	H	7	Problemas con el fólter o guía	12	Se quebró la soldadura del fólter	7:40	7:55	0:15
6-may	1	36	A	17	Salta la puntada	7	Tiempo máquina desajustada	14:15	14:35	0:20
6-may	1	36	N	3	No corta hilo	7	Tiempo máquina desajustada	10:40	10:45	0:05
6-may	1	36	A	15	Duerme la puntada	1	Pieza quebrada o Desgastada	4:00	4:10	0:10
6-may	1	36	A	100	En blanco/no llenado	2	Pieza floja	1:58	2:15	0:17
6-may	1	36	H	7	Problemas con el fólter o guía	101	No verificado			
9-may	1	36	H	7	Problemas con el fólter o guía	12	Se quebró la soldadura del fólter	4:35	4:50	0:15
9-may	1	36	H	2	Despunta agujas	1	Pieza quebrada o Desgastada	8:10	8:30	0:20
9-may	1	36	N	3	No corta hilo	24	Cambio de máquina	9:00	9:00	
9-may	1	36	N	21	Error de programa	7	Tiempo máquina desajustada	7:48	8:20	0:32
9-may	1	36	A	17	Salta la puntada	7	Tiempo máquina desajustada	9:15	9:25	0:10
9-may	1	36	N	4	Deja la hebra muy larga o corta	101	No verificado			
9-may	1	36	A	1	Máquina trabada	2	Pieza floja	4:10	4:26	0:16
9-may	1	36	G	6	Problemas con el prensatela	101	No verificado			
10-may	1	36	N	4	Deja la hebra muy larga o corta	6	Tensión mal ajustada	8:00	8:18	0:18
10-may	1	36	A	4	Deja la hebra muy larga o corta	13	Aguja despuntada, mal colocada o no adecuada	9:35	9:50	0:15
10-may	1	36	A	14	No forma puntada	2	Pieza floja	10:30	10:40	0:10
10-may	1	36	B	5	Quebradura de pieza	7	Tiempo máquina desajustada	2:12	2:30	0:18
10-may	1	36	A	18	No hay alimentación de hilo	2	Pieza floja	3:07	3:20	0:13
10-may	1	36	K	3	No corta hilo	101	No verificado			
11-may	1	36	A	4	Deja la hebra muy larga o corta	101	No verificado			
11-may	1	36	A	5	Quebradura de pieza	2	Pieza floja	7:31	7:36	0:05
11-may	1	36	A	15	Duerme la puntada	1	Pieza quebrada o Desgastada	8:40	8:46	0:06
11-may	1	36	A	100	En blanco/no llenado	2	Pieza floja	8:53	9:06	0:13
11-may	1	36	A	100	En blanco/no llenado	2	Pieza floja	10:07	10:15	0:08

Fuente: Luis Fernando Donis, Koramsa

Figura 8. Diagrama de Pareto de máquinas defectuosas¹⁰



¹⁰ Cada letra es el código de cada máquina ilustrada en la tabla V

2.3.6. Disponibilidad de accesorios

Al determinar el producto que se producirá, se desplegará toda la BOM (*Bill of material* por sus siglas en inglés), que es la secuencia de los accesorios que lleva el producto en específico (este término se ampliará en el MRP). La secuencia en forma gráfica aportará que cantidad de cada uno de los accesorios y los subcomponentes que utiliza el producto.

2.3.7. Asignación de contratos

Etapa en la que está definido el producto, la forma de ensamblado, los tamaños a utilizar, los accesorios y las cantidades que se necesitan, por lo que se debe de asociar la BOM a cada contrato para saber exactamente cómo es el producto.

2.3.8. Materiales sin cortar

Los controles de producción en las plantas de confección son fundamentales para la entrega del producto en tiempo. Estos controles deben establecer con exactitud que no falte ninguna pieza de los contratos asignados, para evitar cambiar la línea de producción en la confección de otro producto.

Tabla VI. Hoja de registro de producción

HOJA DE REGISTRO DE PRODUCCIÓN						
ORDEN DE PRODUCCIÓN	CANTIDAD	FECHA DE ENTRADA A PLANTA	FECHA DE SALIDA DE PLANTA	CANTIDAD PRODUCCIDA	FECHA DE ENTREGA	PRODUCCIÓN DE MENOS
A	5000	05-may	08-may	5001	08-may	1
B	525	10-may	10-may	520	10-may	-5
C	125	10-may	10-may	125	10-may	0
D	2575	11-may	13-may	2575	13-may	0
E	25000	14-may	30-may	25000	30-may	0
F	200	30-may	30-may	199	30-may	-1
G	1500	01-jun	02-jun	1450	02-jun	-50

PRODUCTO:

Ts:

Meta de línea:

Fecha:

Minutos:

Unidades diarias:

Este formato de control de producción proporciona datos rápidamente en hoja de Excel.

2.4 Superintendencia de administración tributaria -SAT-

La empresa KORAMSA ofrece una amplia variedad de productos de vestir y debe traer todos los insumos que se destinan en la confección del producto. El lugar de ubicación de la empresa es área libre de impuestos, zona franca¹¹, es decir que todos los insumos que se utilizan en la elaboración del producto únicamente deben ser trasladados a su lugar de origen en productos terminados y para ello se realizan los tramites de ley, pólizas de entradas y salidas de los contenedores respectivamente sellados, punto de especial importancia para esta investigación, ya que por lo regular la SAT se rige por horarios laborales establecidos por el Gobierno de Guatemala, que no necesariamente coinciden con las horas en las que se necesita descargar contenedores procedentes o hacia los puertos del territorio de Guatemala.

Debido a esta situación es necesario negociar un horario con el ente fiscal, que permitan el flujo continuo de manufactura, especialmente por los retrasos que ocasiona la entrega tarde de accesorios a utilizar en la manufactura del producto, además de establecer dentro de la empresa horarios para maximizar la entrada de contenedores en el horario normal de trabajo.

¹¹ Se entenderá por Zona Franca el área de terreno física delimitada y diseñada, sujeta a un Régimen Aduanero Especial establecido en la presente Ley, en la que personas individuales o jurídicas se dediquen indistintamente a la producción o comercialización de bienes para la exportación o reexportación, así como a la prestación de servicios vinculados con el comercio internacional. La Zona Franca estará custodiada y controlada por la autoridad aduanera.

Las Zonas Francas podrían ser públicas o privadas y tendrán físicamente separadas el área donde se ubican los usuarios industriales y de servicios de aquellas donde se ubiquen los usuarios comerciales, y podrán establecerse en cualquier región del país, conforme a las disposiciones legales vigentes. Ley de zonas francas, capítulo 1, artículo 2.
http://www.vestex.com.gt/ley_de_zonas_francas.htm

2.4.1 Objetivo dentro de la empresa

El objetivo primordial de estar en las localidades de la empresa es el de proporcionar la rapidez que se necesita para ahorrar tiempo, que es un tiempo sumado al total en la producción del producto, mas conocido como LEAD TIME.¹² Los tiempos de despacho y entrega son más rápidos lo que permite tener una entrega del producto más óptima.

2.4.2 Disponibilidad de horario

Como se menciona en el numeral 2.4, la SAT se rige por horarios laborales del sector público oficial, lo cual crea inflexibilidad en el despacho a las bodegas de materia prima. Esto plantea la necesidad de crear un sistema de entregas en horarios de oficina, que maximicen las entregas de materia prima, y a la vez negociar diferentes turnos que permitan que una persona de la SAT esté presente cuando se le necesite.

¹² Lead time, es el tiempo que se transcurre en transformar un producto de una forma a otra; o el total de tiempo de transformación del producto, a producto terminado y entregado al cliente.

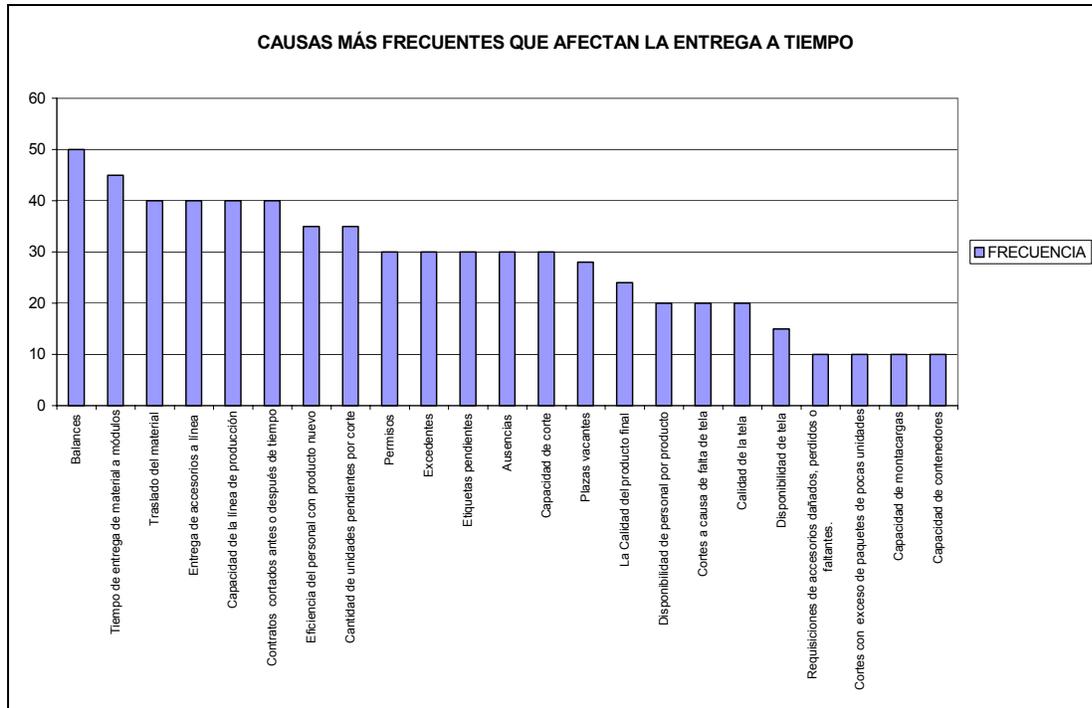
3. PROPUESTA PARA EL CUMPLIMIENTO EN PRODUCCIÓN

Este capítulo analiza los aspectos que determinan el incumplimiento de la producción en las fechas planificadas y, presenta propuestas para incrementar la entrega de producto en tiempo. Basándose en un estudio del Diagrama de Pareto se determinaron algunos factores que inciden en el incumplimiento de la entrega del producto en tiempo, con los siguientes resultados:

Tabla VII. Causas del incumplimiento de la entrega del producto a tiempo

PROBLEMA	FRECUENCIA
Balances (ordenes de producción incompleta)	50
Tiempo de entrega del material a los módulos	45
Traslado del material	40
Entrega de accesorios a línea de producción	40
Capacidad de la línea de producción	40
Contratos cortados antes o después de tiempo	40
Eficiencia del personal trabajando producto nuevo	35
Cantidad de unidades pendientes por corte	35
Permisos	30
Excedentes	30
Etiquetas pendientes	30
Ausencias	30
Capacidad de corte	30
Plazas vacantes	28
Calidad del producto final	24
Disponibilidad de personal por producto	20
Cortes a causa de falta de tela	20
Calidad de la tela	20
Disponibilidad de tela	15
Requisición de accesorios dañados, perdidos o faltantes.	10
Cortes con exceso de paquetes de pocas unidades	10
Capacidad de los montacargas	10
Capacidad de los contenedores	10

Figura 9. Diagrama de Pareto causas de que el producto no se entregue a tiempo



Cada uno de estos resultados se analizó en forma detallada, con el objetivo de presentar propuestas efectivas para la solución de los problemas que afectan la capacidad de producción y obstaculizan la entrega en tiempo del producto.

3.1 Contratos cortados antes o después de tiempo

El efecto de procesar antes un producto repercute en la capacidad de procesarlo. Se dice que la capacidad es la tasa de producción máxima en una planta. Si la capacidad es de 500 mil unidades y antes de tiempo se procesan 100 mil unidades, el abastecimiento queda en 400 mil unidades, lo que implica que en determinada fecha no se cumple con 100 mil unidades. Además, los costos de mano de obra directa se incrementan y para cumplir con los compromisos adquiridos es necesario, pagar un mayor número de horas extras,

la contratación de más personal, requerir de *outsourcing*¹³, las horas-máquina extra, electricidad, desgaste del personal, etc.

3.2 Disponibilidad de tela

La tela es un insumo que por su volumen es de alto costo; no tener un eficiente control de inventarios provoca un deficiente flujo de efectivo, los flujos planificados en cantidades son la base para hacer el orden de compra. Con la premisa *del justo a tiempo*¹⁴, se pretende reducir la ineficiencia y el tiempo improductivo de los procesos de producción, se mantiene bajos los niveles de los inventarios y el abastecimiento del material cuando se solicita.

3.2.1 Calidad de la tela

Cada tela reacciona distinto al manejarse. Cada rollo de tela debe ser inspeccionado y auditado para ser recibido en el siguiente proceso, es necesario que el proveedor de tela sea certificado, para contar con la garantía de un producto 100% de calidad. Las auditorías deben de ser estrictas y eficientemente proactivas que aporten en la solución de los problemas que se suscitan, como encogimientos, cambios de tonalidades, agujeros, deshilados en el trazo, etc., estos son problemas que se enfrenta frecuentemente.

3.3 Capacidad de corte

Entendiendo la capacidad como la tasa de producción máxima en una planta. Para los efectos se utilizó la medición de salida del producto, unidades x hora, misma que proporciona la medición necesaria para planificar la capacidad.

¹³ *Outsourcing*: la contratación de empresas ajenas a KORAMSA para manufacturar productos que por capacidad o estrategias no se realizan en ella.

¹⁴ JIT del inglés just in time, que consiste en eliminar el desperdicio mediante la reducción del inventario, innecesario y la supresión en los retrasos en las operaciones, la meta es producir bienes y servicio según se requiera, consiste en la organización de los recursos, los flujos de información, y las reglas de decisión. Sacado del libro Administración de Operaciones, Lee J. Krajewski – Larry P. Ritman, 5ta edición.

Un método sistemático sobre capacidad¹⁵ resume la ayuda para la toma de buenas decisiones sobre capacidad en los cuatro pasos siguientes:

- Estimar los requisitos de capacidad a largo plazo, mediante pronósticos de demanda, productividad, tecnología, competencia, los resultados debe compararse con la capacidad actual de la empresa.
- Identificar las brechas al comparar los requisitos de capacidad con la capacidad disponible, el resultado puede ser positivo o negativo. La expansión de la capacidad debe realizarse de forma homogénea en todas las operaciones, de lo contrario puede provocar cuellos de botella.
- Desarrollar un plan de trabajo alternativo para solucionar la brecha de capacidad, expandirse a lugares diferentes, contratar horas extras, contratar trabajadores temporales, realizar sub-contrataciones.
- Evaluar cualitativa y cuantitativamente cada alternativa, tomar las decisiones que conlleve el constante desarrollo de la empresa de en el aspecto financiero evitar afectar el proceso productivo.

3.4 Traslado del material

Establecida la capacidad, el material para elaborar el producto debe ser trasladado a la línea de producción. El proceso de traslado debe ser analizado para evitar sufrir atrasos y provocar paros a la línea de producción, lo que significa, de forma inevitable, tiempo de espera. Un aspecto importantes es el eficiente manejo del inventario para no afectar la línea de producción. Se analizó el recorrido que hacer el producto para ubicar demoras evitables.

Antes de calcular el nivel de inventario, se analizó la entrega (*lead time*) del producto a las líneas de producción por medio de un diagrama del tiempo

¹⁵ Krajewski Lee, Ritzman Larry. Administración de operaciones. Estrategia y Análisis. (México, Pearson Educación, 2000) p. 311

recorrido y con un diagrama de flujo se determinó los tiempos y distancias que afectan la entrega del material a las líneas de producción, lo anterior, permite identificar las mejores rutas para hacer más eficiente el proceso de entrega.

Figura 10. Diagrama de flujo proceso de entrega de corte

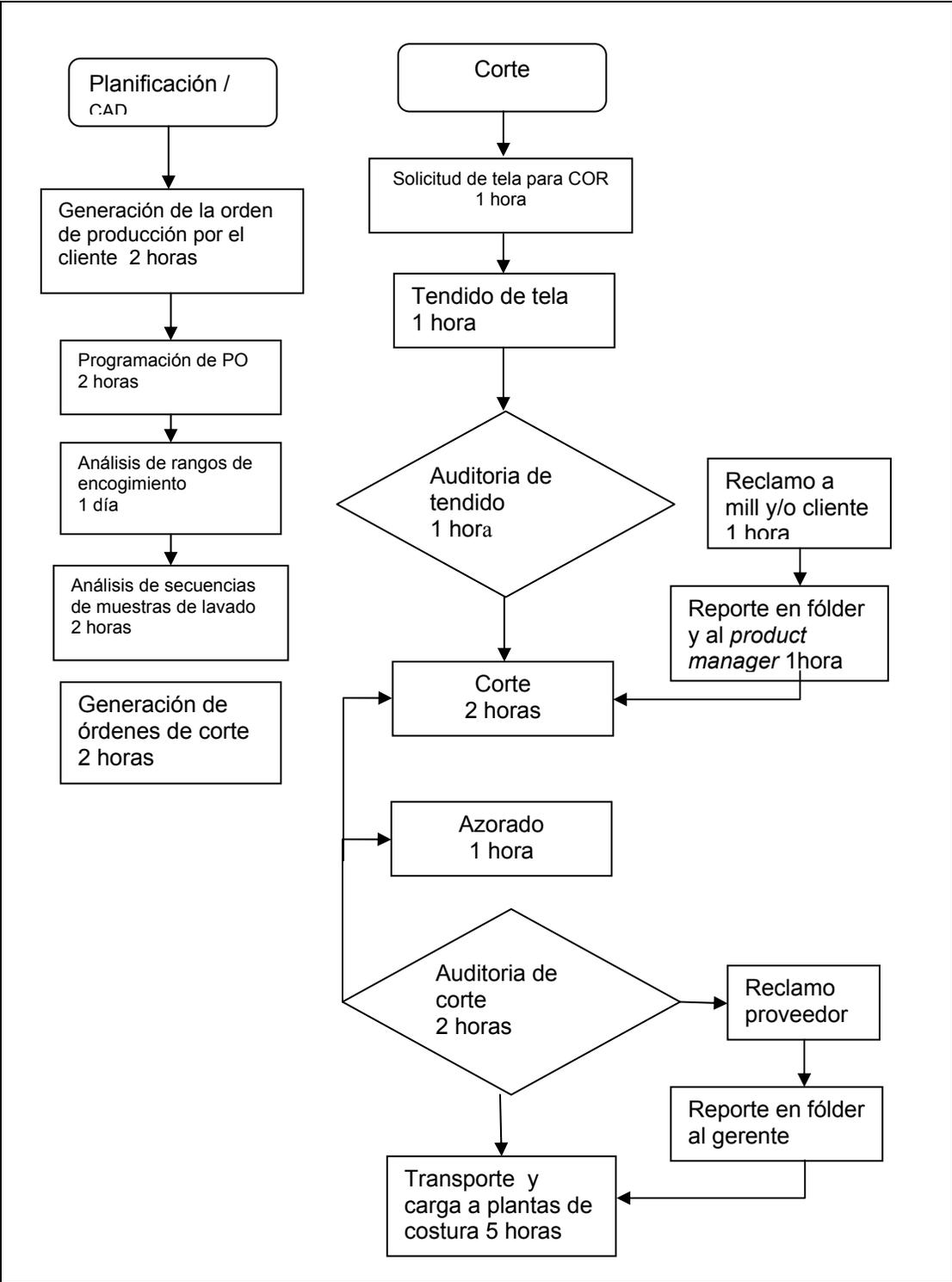
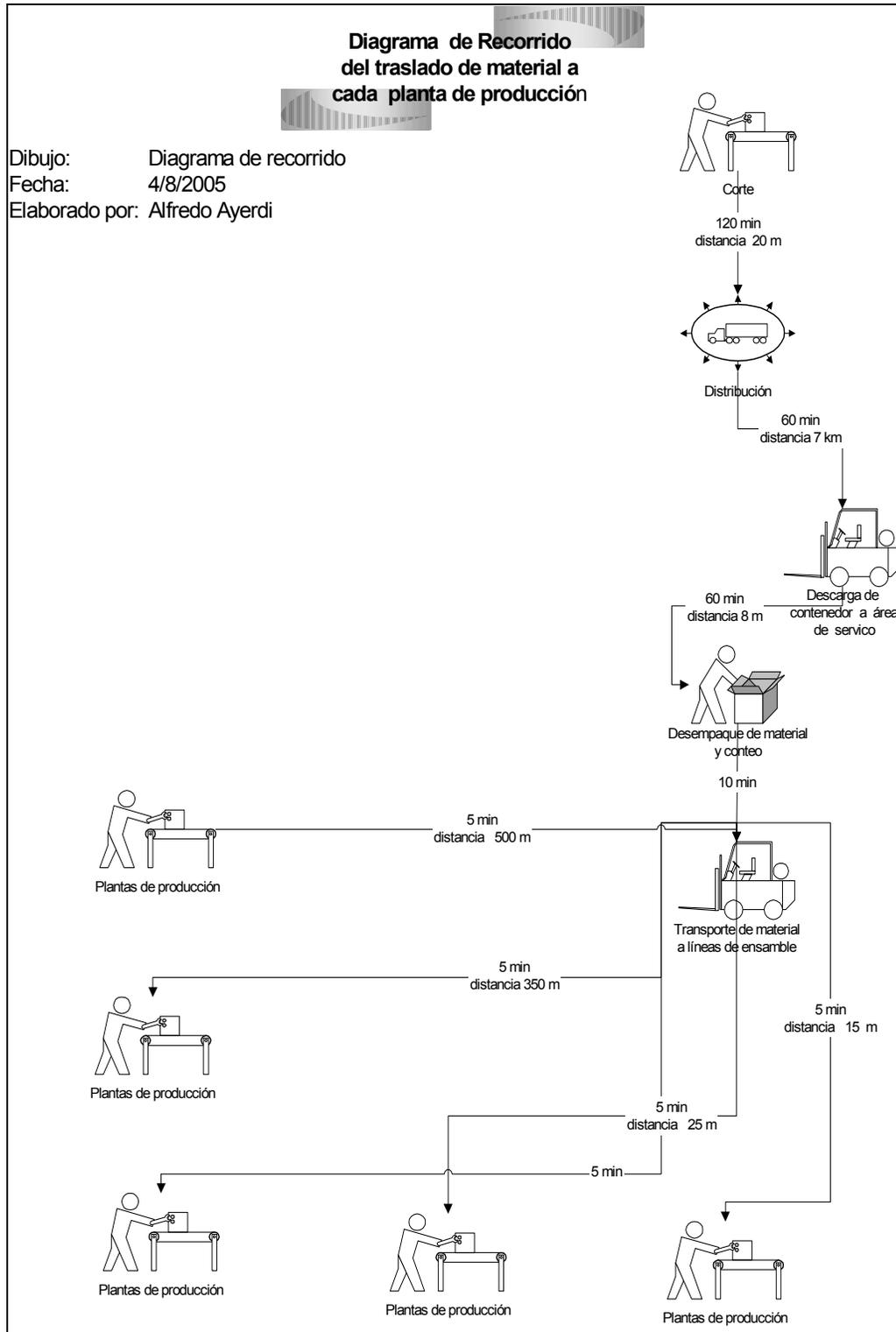


Figura 11. Diagrama de recorrido



Esta fase concluye en que es posible agilizar el proceso de entrega del producto, al evitar el re-conteo de piezas en el área de servicio y transportarlo directamente del contenedor a las líneas de ensamble ahorrando 30 minutos.

Procede calcular el nivel de inventario, por medio del modelo del lote económico o modelo EOQ¹⁶ (*Economic Order Quantity*, por sus siglas en inglés), el objetivo es determinar con qué frecuencia y en qué cantidad es necesario reabastecer el inventario, de manera que minimice la suma de costos por unidad de tiempo. Los niveles de un inventario se reducen y se reabastecen al llegar nuevas unidades.

Tabla VIII. Modelo básico de lote económico

Modelo Básico EOQ (lote económico)		
Datos		Resultados
a =	1300 (demanda/día)	Punto de reorden = 2600
K =	Q1.600 (costo)	Longitud del ciclo = 1.28
h =	Q1,50 (costo de mantener una unidad por día)	costo = Q1.249,00
L =	2 (lead time en días)	costo de mantener una unidad por día = Q1.249,00
WD =	1 (días de trabajo)	Total Costo Variable = Q2.498,00
Decisión		
Q =	1665,33 (cantidad a ordenar)	

a = demanda de unidades por unidad de tiempo

k = costo para producir un lote

h = costo para mantener el inventario por unidad, por unidad de tiempo

L = tiempo en reabastecer a la línea

WD = días de trabajo

En conclusión una tasa de producción de 1300 unidades diarias la línea se debe reabastecer cada 1.28 días con 1665 unidades, el punto de reorden es cuando la línea tenga 2600 unidades.

¹⁶ Frederick Hiller, Gerarld Lieberman. Investigación de Operaciones.(México, Editorial McGraw-Hill 2001) pp. 935-987

Las fórmulas utilizadas son las siguientes:

$$Q = \text{cantidad a ordenar} = \sqrt{(2 \cdot a \cdot k) / h}$$

$$T = \text{longitud del ciclo} = Q / a$$

$$Nr = \text{nivel de reorden} = L \cdot a / WD$$

3.4.1 Capacidad de contenedores

El producto se transporta a la línea de producción en bases metálicas de medida estándar, cada contenedor tiene capacidad para 14 bases, cada una contiene aproximadamente 1200 unidades y al día se necesitan 100, mil unidades, es decir que para responder a la demanda se necesita 6 contenedores. Además, debe haber un contenedor disponible para las emergencias. En cuanto al tiempo, cada contenedor tarda en llenarse 120 minutos, el transporte al punto 60 minutos, la descarga 60 minutos y el regreso 60 minutos, que hace un total de cinco horas y media. El uso de un diagrama para programar el servicio de los seis contenedores a horas determinadas permitirá responder al abastecimiento diario a las líneas de producción. La conclusión es que con seis contenedores, en turnos debidamente programados, es posible cumplir con abastecer las líneas por capacidad de montacargas.

Tabla IX. Diagrama de utilización de contenedores

HORAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	C1 SALIDA C2 SALIDA	C3 SALIDA C4 SALIDA			C1 REGRESO C2 REGRESO				C1 REGRESO C2 REGRESO		
		C5 SALIDA C6 SALIDA			C3 REGRESO C4 REGRESO				C3 REGRESO C4 REGRESO		
						C5 REGRESO C6 REGRESO					C5 REGRESO C6 REGRESO
CAP.	300000	300000	300000		300000	300000	300000		300000	300000	300000

3.4.2 Capacidad de montacargas

Para transportar el producto es indispensable el uso de montacargas, dos elementos uno por el extremado peso y la distancia a recorrer. Puesto el contenedor en el área de servicio tarda 4 minutos para bajar cada base metálica y 5 minutos para colocarla en su destino. Para hacer más eficiente el proceso de entrega se necesita más de un montacargas y en las horas de mayor saturación, que corresponde a la entrada de contenedores, debe disponerse de tres montacargas para cubrir el requerimiento.

3.5 Cantidad de unidades pendientes por corte

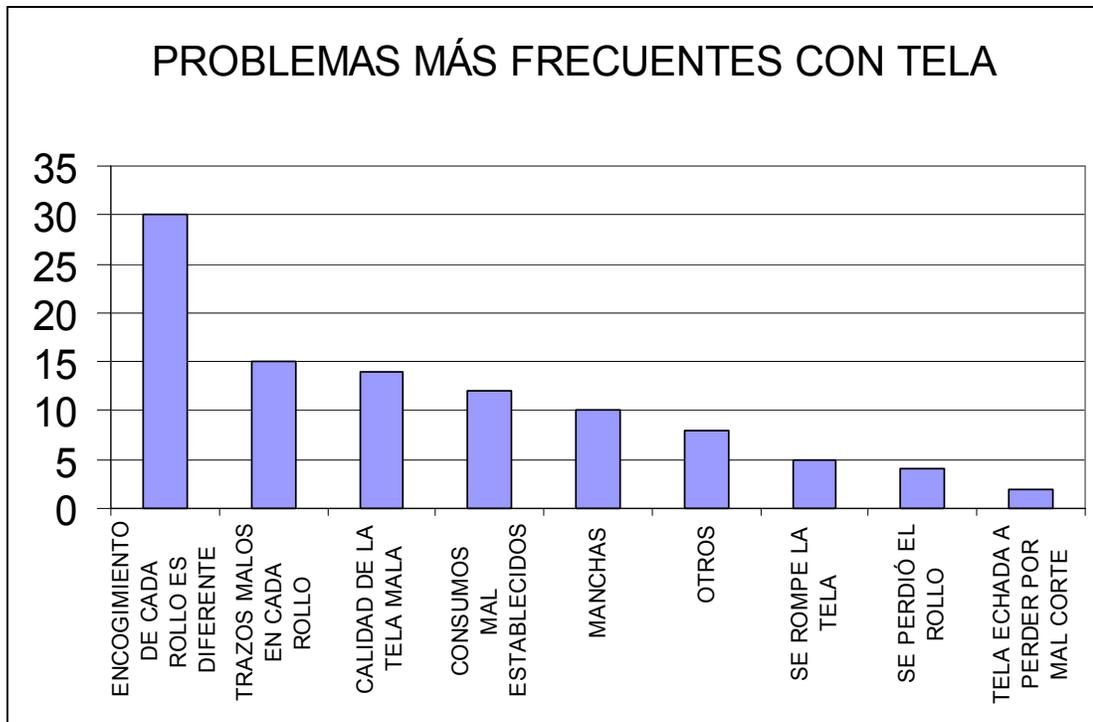
Un ejemplo, para cortar mil unidades es necesario confirmar la existencia de tela para dar las ordenes de corte, si hay faltante de tela¹⁷ quedará pendiente de generar y cortar algunas las unidades.

En la tabla X y la gráfica 6 se ilustran los problemas más frecuentes con las telas:

Tabla X. Diagrama de Pareto problemas frecuentes con tela

PROBLEMA	FRECUENCIA
Diferente encogimiento de cada rollo de tela	30
Trazos defectuosos en cada rollo	15
Mala calidad de la tela	14
Consumo mal establecido	12
Manchas en la tela	10
otros	8
Se rompe la tela	5
se pierde el rollo	4
tela se echa a perder por mal corte	2

Figura 12. Diagrama de Pareto problemas frecuentes con tela



3.5.1 Balances

El balances sirven para compensar la pérdida de las unidades durante los procesos productivos y completar el volumen de las unidades solicitadas por el cliente. El balance debe manufacturarse lo más rápido posible y procesarse incluso ante que otros productos, hay exportaciones pendientes que únicamente esperan ser completadas con las unidades de los balances.

3.5.2 Cortes a causa de falta de tela

Se debe programar con anticipación la entrada de la tela, que es la materia prima más importante en la construcción de productos que ofrece KORAMSA. Es necesario validar el consumo de tela que se utiliza al producir una prenda, otro

¹⁷ Regularmente la tela viene en rollos y se mide en yardas.

factor importante es la calidad de la tela los defectos en la misma no permiten cumplir con los estándares de calidad que debe llevar una prenda.

3.5.3 Cortes con exceso de paquetes de pocas unidades

Incide directamente en la línea de producción del ensamble del producto debido a que cada paquete contiene de 1 a 5 unidades con diferentes tallas, lo anterior implica el cambio continuo de moldes, lo que resta eficiencia y productividad a las líneas. Esto es provocado por los balances y pendientes faltantes de tela.

3.6 Tiempo de entrega de material a módulos

Para realizar eficientemente los procesos la línea de producción se divide en módulos de partes pequeñas y líneas de producción. Los módulos trabajan las partes más pequeñas del ensamble y tienen el tiempo estándar más pequeño, razón por la que una persona puede abastecer hasta tres líneas de producción. El módulo debe recibir primero las unidades que proceden del área de servicio, el tiempo de entrega deben ser lo más corto posible para evitar paros en las líneas de producción. (véase capítulo 3.4 traslado de material).

3.7 Entrega de accesorios a línea de producción

Al planificar la entrada de un producto a determinada línea de producción se debe contemplar el tiempo de entrega de los mismos y al confirmar las fechas de costura se define la compra de los accesorios que lleva el producto.

Más adelante se abordará lo que es el MRP, por ahora diré que esta filosofía enlaza el manejo de las capacidades con fechas de producción y con los accesorios del producto, no es posible ensamblar un producto sin tener disponibles los accesorios que este lleva.

La planificación define fechas de entradas y salidas por lo que debe existir comunicación en sentido bidireccional, uno que se programen unidades con el accesorio disponible, y, otro que compras comunique si el tiempo programado es el indicado, por el *lead time* que tiene cada accesorio en manufacturarse.

Anteriormente se mencionó que la empresa KORAMSA cuenta con un sistema de logística, que integra todos los procesos productivos y el manejo de materiales e inventarios, por esta razón, cada contrato esta asociado a una BOM¹⁸ y que a su vez establece fechas tentativas de corte, para programar la compra de materiales y asociar a cada contrato los materiales respectivos.

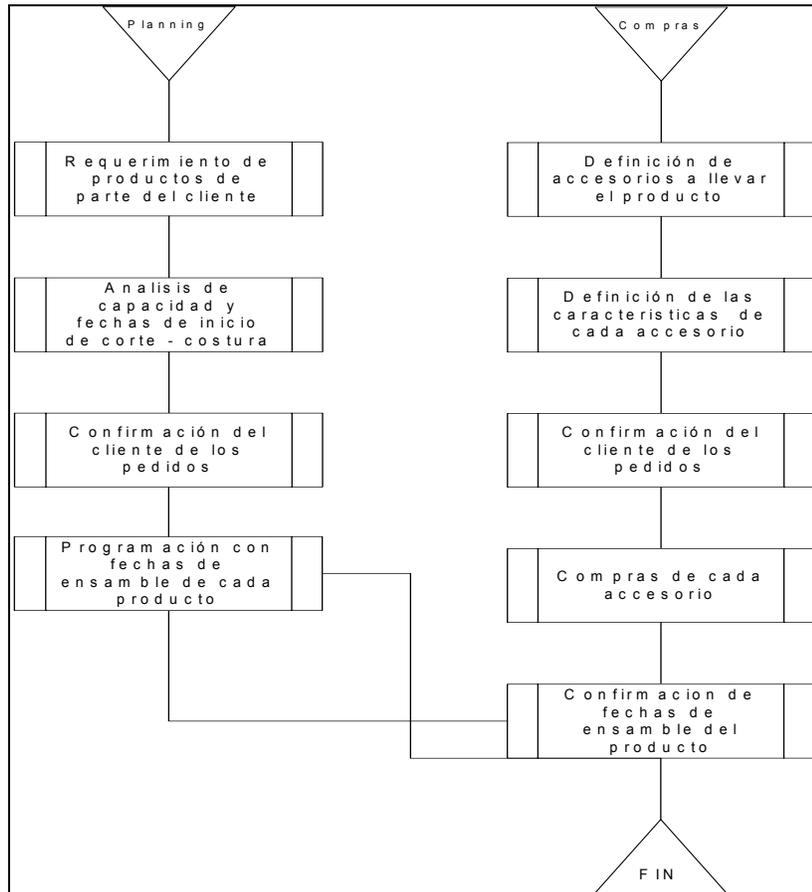
3.7.1 Bodega central

La bodega central es la principal abastecedora de todo tipo de accesorio que lleva un producto, es la encargada de mantener los mismos niveles de los stocks en los de inventarios físico y en el sistema. Esta operación se realiza con programación semanal que se bajan del sistema, para armar los accesorios que lleva un producto por ejemplo: zipper, botones, hilos, etiquetas, etc.

Aquí radica la necesidad e importancia que en la programación aparezca los contratos previamente planificados con sus respectivas fechas para la entrega el accesorio.

¹⁸ BOM, por sus siglas en inglés *bill of materials*, lista de materiales (accesorios) que lleva determinado producto.

Figura 13. Diagrama de flujo programaciones de fechas de ensamble del producto para accesorios



3.7.1.1 Accesorio sin armar

El enfoque principal es la entrega del producto en tiempo al cliente. Si el producto A esta programado para la fecha B, el accesorio debe estar disponible en esa fecha y garantizar el abastecimiento de las líneas de producción. Estos se programan sobre la base de fechas tentativas de corte, pero por factores diversos muchas veces no es posible armar en tiempo; en base al estudio se preparó un diagrama de Pareto y los resultados fueron los siguientes:

Tabla XI. Diagrama de Pareto problemas más frecuentes en la entrega de accesorios.

Problema	Frecuencia
Entrega tarde del accesorio por el proveedor	20
Adelantos o atrasos en las líneas de producción	20
Problemas de calidad en el accesorio	12
Problemas con los sistemas de computación	10
Faltante de accesorio por parte del proveedor	10
Falta de definición del accesorio que lleva el producto	10
Armado tardío de canastas	8
Pérdida de accesorio en bodega central	5
Cambio de accesorio en BOM	5

Figura 14. Diagrama de Pareto problemas más frecuentes en la entrega de accesorios



3.7.1.2 Accesorio con pendiente

Este inciso se relaciona con el anterior en el problema de completar una BOM. Los pendientes en el conjunto de accesorios que lleva un producto afectan su entrega en tiempo al siguiente proceso, hasta completar los accesorios para confeccionar los faltantes. La manufactura por pendientes de accesorios incrementa el costo de producción, la empresa invierte más recursos para cumplir con las entregas del producto.

3.7.1.3 Excedentes

Un balance por falta de tela genera automáticamente alertas, que indican que un contrato no cumple con la cantidad estipulada. Por ejemplo, al rescindir un contrato X que tenía programadas 500 unidades y debido al faltante de tela se

cortaron únicamente 480, el conjunto de los accesorios programados correspondía a las 500 unidades, la diferencia creó un excedente de 20 unidades que desaparecen durante el proceso. Bodega debe entregar 480 unidades y el balance con excedente es para cuando entre las 20 piezas pendientes. También puede pasar lo contrario, se planifican 500 unidades y se cortan 520, el tiempo de entrega es más lento, para tener el excedente a tiempo se debe revisar si cada orden de producción tiene excedentes para que al llegar el producto a la línea no tenga problemas con faltantes.

3.7.2 Imprenta

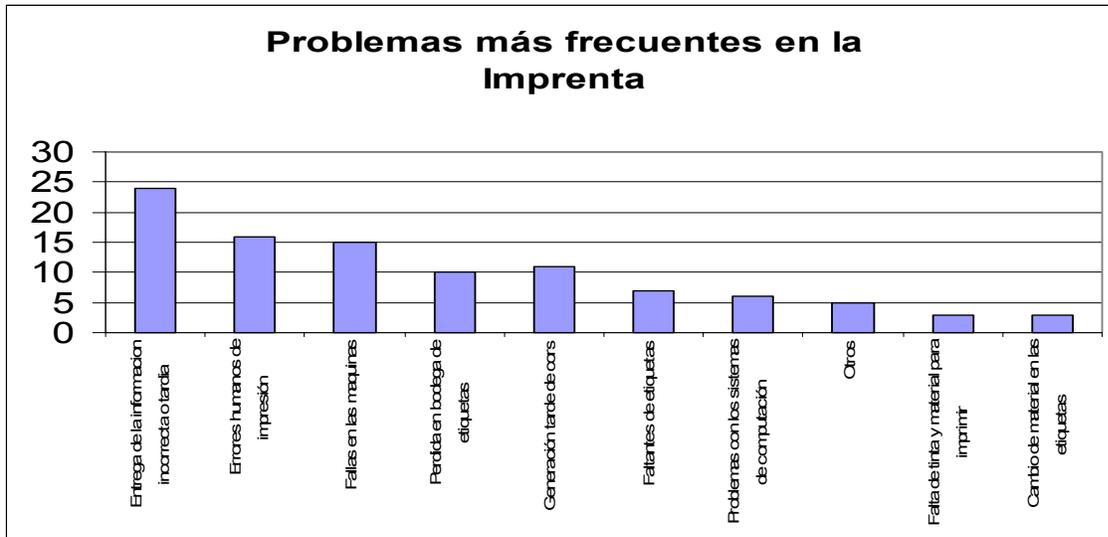
Es la encargada de proveer directamente las etiquetas que lleva un producto, para control interno de la empresa; cada orden de producción debe generar información para imprimirla en la etiqueta, ya que ésta llevará información del cuidado de la prenda, fecha de producción e información que el cliente requiere para sus controles e información para el consumidor.

En esta área se pueden dar retrasos que impidan cumplir con la entrega del producto, las cuales mencionamos a continuación:

Tabla XII. Diagrama de Pareto problemas más frecuentes en la imprenta

Problema	Frecuencia
Entrega de la información incorrecta o tardía	24
Errores humanos de impresión	16
Fallas en las máquinas	15
Pérdida en bodega de etiquetas	10
Generación tarde de órdenes de producción	11
Faltantes de etiquetas	7
Problemas con los sistemas de computación	6
Otros	5
Falta de tinta y material para imprimir	3
Cambio de material en las etiquetas	3

Figura 15. Diagrama de Pareto problemas más frecuentes en la imprenta



3.7.2.1 Etiquetas pendientes

En ocasiones, se produce el problema consistente en que se deben dejar pendientes las etiquetas, para no parar el proceso de costura, para luego colocárselas, por lo que se incurre en tiempos no planificados y mano de obra extra, con los pagos que se debe desembolsar por dicho trabajo.

Entre las razones, que no suelen ser muy frecuentes, tenemos:

- Información tardía por parte del cliente
- Información incorrecta impresa en las etiquetas

3.7.2.2 Excedentes

Debido a que las cantidades se entregan en base a lo cortado, con el fin de no parar el proceso de armado de accesorios, se dejan tallas sin completar, para lo cual se debe hacer una requisición.

Tabla XIII. Excedentes

BULTO	TALLA	CANTIDAD PLANIFICADA	REAL CORTADO	ENTREGADO	UNIDADES EXCEDENTES
1	30X32	50	46	46	0
2	32X34	50	43	43	0
3	38X32	50	48	48	0
4	38X30	50	55	49	-5
5	40X30	50	50	50	0
6	40X32	50	54	50	-4

Según el cuadro descrito arriba, se planificaron 50 unidades en el bulto 4 y se cortaron 55 unidades, por lo que quedaron pendientes 5 unidades, que se denominan como excedentes que deben ser repuestos lo más pronto posible.

3.8 Disponibilidad de personal por producto

Cada vez que ingresa un producto a línea de producción se deben evaluar ciertos criterios en relación con el nuevo producto, se aportan ideas que puedan ayudar a hacer más eficiente el proceso productivo y que puedan prever inconvenientes a la hora de entrada del producto, proceso en el que deben estar involucrados personal de ingeniería, producción y calidad.

- Ingeniería

Proporciona el requerimiento de maquinaria, tanto en cantidad como en tipos de maquinaria que lleva el estilo, así como los cálculos de personal que requiere, además de proporcionar la información necesaria sobre operaciones nuevas, para la formación de personal que se deberá entrenar con su respectiva curva de aprendizaje; todo esto en base al manual.

- Producción

Debe hacer sus observaciones del estilo en base a la experiencia, capacidades de líneas, tiempos estándar, comentarios de cómo hacer más eficiente el proceso de ciertas operaciones nuevas, aportando métodos que ingeniería deberá tomar en cuenta para hacer eficiente el proceso.

- Calidad

Es la responsable de proporcionar el manual de construcción correcto del producto a manufacturarse e indicar puntos de control de la calidad, si el proceso requiere más de lo normal, así como comentarios respecto de medidas de las diferentes operaciones que puedan entorpecer el proceso productivo.

Toda esta información deberá ser evaluada por el gerente de planta, para hacer los requerimientos de personal, maquinaria, moldes y guías que se necesitarán para poder montar la línea de producción; todo esto debe hacerse con tres semanas de anticipación para poder prever problemas con antelación y evitar problemas grandes que puedan detener la línea.

3.9 Eficiencia del personal con producto nuevo

Ingeniería es la encargada de proporcionar la información de las operaciones nuevas, para poder preparar con anticipación tanto al operario como los aditamentos nuevos que utilizará, a efecto de que a la hora de entrada del producto no requiera de demasiado tiempo en tomar eficiencia, sino que el tiempo que resta se acople a la eficiencia en que estará la línea con la curva de aprendizaje. En otras palabras, se ha demostrado que, cada vez que tenemos que cambiar de producto con similares características, la curva de eficiencia es como se muestra en la figura de abajo; lo que se debe tratar es ajustar la curva de aprendizaje de determinada operación a esta eficiencia, entrenando al

operario semanas antes, para llegar ambos en los mismos niveles de preparación de forma simultánea.

Tabla XIV. Curva de eficiencia

Semana	Eficiencia
1	65%
2	70%
3	75%
4	80%
5	85%
6	90%
7	90%

3.10 Capacidad de la línea de producción

Cada línea de producción es diferente, por lo que el área de producción debe analizar detenidamente las fortalezas y debilidades mediante un FODA (fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas) de cada una, para poder ingresar el producto nuevo; con esto, el impacto se minimizará y repercutirá en la disminución de problemas respecto de las especificaciones que tiene cada producto.

Cada línea de producción está capacitada para un producto en específico, en base a la construcción de éste y en el cliente con quien se habrá de trabajar, ya que cada producto tiene diferente especificación; de esta manera se minimiza el tiempo de cambio entre cada producto de similares condiciones.

3.11 La calidad del producto final

Se dice que la calidad en los productos se constata cuando éstos funcionan de la manera en que esperamos que lo hagan, están apto para usarse y carecen de errores y defectos, lo que los hace confiables. Se puede decir que la calidad es implícita, ya que el producto debe carecer de errores. A raíz de esto, el proceso productivo se debe medir de una manera cuantitativa, que permita

poner límites de control permisibles de estándares de calidad, para poder ofrecer esta confiabilidad del producto.

La calidad la tomamos en cuenta en nuestro estudio debido a que, si en la medición, el producto no cumple con estos estándares de calidad propuestos, se retendrá la producción hasta darle una solución, lo que implica tiempo y el posible no cumplimiento en la entrega del producto. Cada parte del proceso tiene controles por los que debe pasar para alcanzar este estándar, para poder utilizar el producto en el acabado correspondiente a cada fase del proceso y pasarlo a la siguiente; si la tela no pasa el estándar de calidad propuesto, no se puede cortar y no se puede medir la calidad del corte y así sucesivamente con las demás fases del proceso.

En la mejora de la calidad es de vital importancia involucrar al personal de operaciones, ya que éste tiene una mejor visibilidad para poder arreglar los problemas; en este sentido, es conveniente crear equipos de trabajo en los que se involucren producción, mecánicos, supervisores, instructores, supervisores e ingeniería, con el fin de poder identificar, analizar y proponer soluciones a problemas del centro de trabajo.

3.12 Requisiciones de accesorios dañados, perdidos o faltantes

Se debe establecer un porcentaje de desperdicio, ya que el error humano siempre está latente, además de crear una campaña de concientización hacia las personas involucradas en cuanto a cuidar y velar por que cada accesorio sea utilizado de la manera para la que está destinado, y que le sea entregado en la cantidad correcta; esto, para evitar tanto faltantes como unidades de más que luego se convierten en desperdicio.

Cada requisición que se hace tiene un procedimiento y, por lo tanto, un tiempo en la entrega del accesorio, si hay disponible; si no lo hay, se pueden provocar atrasos en la entrega del producto.

3.13 Ausencias

Las ausencias son una de las causas principales de que una línea de producción no tenga la eficiencia necesaria para poder cumplir con la entrega del producto, debido a que el método de producción en serie exige que cada operario se especialice en una sola operación.

Para minimizar el impacto de la ausencia de un trabajador en una línea de producción se pueden adiestrar a uno o varios trabajadores multifuncionales dentro de la línea o ajenos a ésta, que puedan funcionar como comodines, entrenándolos en las operaciones más críticas, a fin de evitar el retraso en determinada operación.

El sistema modular también utiliza el principio de multioperaciones, con el cual se pretende que una persona no haga una sola operación sino varias, con el fin de poder crear más productos dentro de la misma línea, balanceando capacidades por operación, lo que permite utilizar menos recurso humano; el nivel de inventario es bajo y, por consiguiente, el nivel de desperdicio también, y la calidad se ve mejorada, lo que posibilita un ambiente cordial de trabajo.

3.14 Permisos

A menudo, no se puede evitar que el operario tenga alguna emergencia, lo cual genera una operación vacía que se debe de cubrir, en cuyo caso podemos utilizar, dentro de la línea a comodines, personas que puedan hacer más operaciones y que sean eficientes para poder cubrir la operación para evitar atraso en la entrega del producto. Esto, además de crear balance en base a los tiempos estándar de cada operación, donde seguramente nos puede ayudar en un porcentaje esta ausencia.

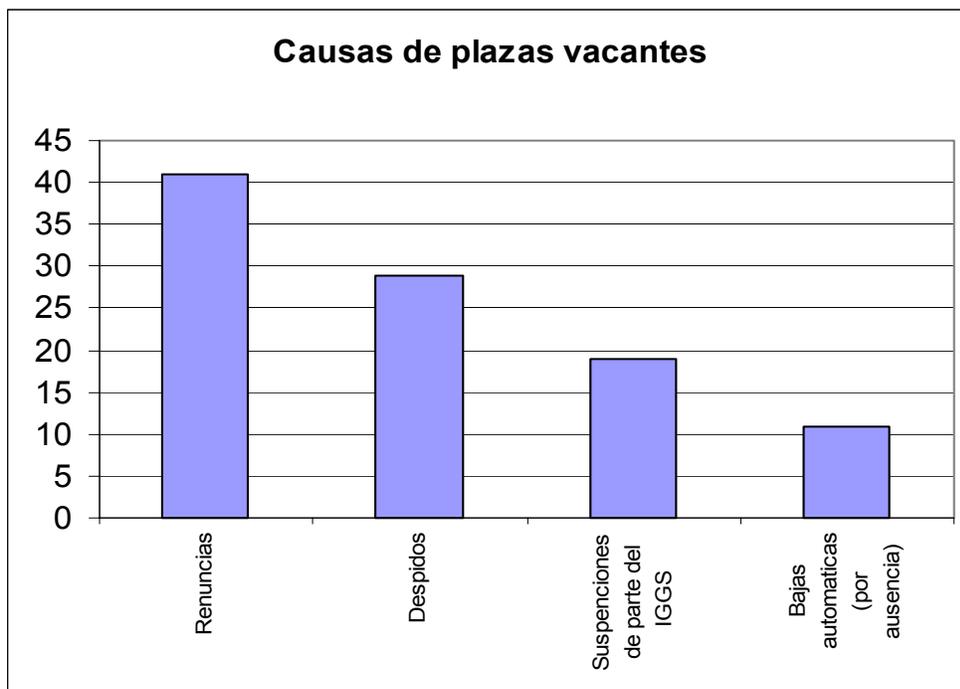
3.15 Plazas vacantes

Es responsabilidad de recursos humanos velar por que cada requisición de personal sea dada en el tiempo preciso y con la experiencia determinada, cosa que muchas veces no se logra debido a que cuesta mucho conseguir mano de obra directa calificada, por lo que se utilizará un formato para poder conocer el grado de habilidad que tiene un operario a la hora de evaluarse y así poder determinar para que operación está disponible. Las causas directas por las que se provocan bajas de operarios las describimos a continuación:

Tabla XV. Diagrama de Pareto causas de plazas vacantes

Problema	Frecuencia
Renuncias	41
Despidos	29
Suspensiones de parte del IGGS	19
Bajas automáticas (por ausencia)	11

Figura 16. Diagrama de Pareto causas de plazas vacantes



4.

IMPLEMENTACIÓN

El objetivo principal es controlar el proceso de producción de la empresa, actividad que se desarrolla en un entorno de fabricación. La producción en este entorno supone un proceso complejo, con múltiples etapas intermedias, en las que tienen lugar procesos industriales que transforman los materiales empleados; se realizan montajes de componentes para obtener unidades de nivel superior, que a su vez pueden ser componentes de otras, hasta la terminación del producto final, listo para ser entregado a los clientes externos. La complejidad de este proceso es variable, dependiendo del tipo de productos que se fabriquen.

Todos los sistemas básicos para planificar y controlar estos procesos constan de las mismas etapas, si bien su implantación en una situación concreta depende de las particularidades de la misma. Pero todos ellos abordan el problema de organizar el flujo en base al tipo de materiales, en la empresa, para obtener los objetivos de producción eficientemente: ajustar los inventarios, la capacidad, la mano de obra, los costes de producción, los plazos de fabricación y las cargas de trabajo en las distintas secciones de acuerdo con las necesidades de la producción, sin excesos innecesarios que encubran gran parte de los problemas de producción existentes, ni rigideces que impidan la adecuación a los cambios continuos en el entorno en que actúa la empresa.

Una de las técnicas que utilizaremos es la planificación de las necesidades de materiales, MRP (*Materials Requirement Planning*, por sus siglas en inglés) una solución relativamente nueva a un problema clásico en producción: el de

controlar y coordinar los materiales para que estén a punto cuando son requeridos y, al propio tiempo, sin necesidad de tener un excesivo inventario.

La gran cantidad de datos que hay que manejar y la enorme complejidad de las interrelaciones entre los distintos componentes trajeron consigo que, antes de los años sesenta, no existiera forma satisfactoria de resolver el problema mencionado, lo que propició que las empresas siguiesen, utilizando los *stocks* de seguridad y las técnicas clásicas, así como métodos informales, con el objeto de intentar evitar en lo posible problemas en el cumplimiento de la programación debido a falta de *stocks*, pero no siempre se cumplían los objetivos, aunque casi siempre se incurría en elevados costos de posesión.¹⁹

4.1 Planificación y control de la producción como un sistema a implementarse

Lo que desea toda empresa al producir es poder tener la planificación y el control de la producción adecuado en el que los niveles de inventario sean bajos, ya que esto representa dinero, cumplimiento con las fechas de entrega del producto, pues éste, al fabricarse, lleva en sí tiempo invertido en planificación y, de aquí, los subproductos que se utilizarán en el ensamble del producto final; esta parte de la ejecución, llamémosle primaria, se debe ejecutar con una organización tal, que, al programarse la fabricación de determinado producto, todas las partes del proceso deben coincidir; de aquí la importancia de un sistema que pueda integrar todos estos aspectos para poder mantener el flujo de producción continuo.

4.1.1 Definición de la planificación y control de la producción (MPC, *manufacturing planning and control*, por sus siglas en inglés).

¹⁹ Joaquín Gómez. Los Sistemas MRP: El MRP Originario.
<http://www.mityc.es/publicaciones/revista/num331/09.JOAQUIN%20DELGADO.pdf>

El sistema MPC, como le llamaremos de aquí en adelante, se refiere a la planificación y control de los procesos de fabricación, incluyendo, materiales, máquinas, personal y proveedores. El sistema MPC da información para administrar eficientemente el flujo de materiales, manejar el personal, utilizar el equipo eficazmente, coordinar las actividades internas con las de los proveedores y comunicarse con los clientes para tratar sobre las necesidades del mercado.²⁰

4.1.2 Objetivos de la implementación del MPC

- Planificar las necesidades de capacidad y la disponibilidad para seguir las necesidades del mercado.
- Planificar que los materiales se reciban a tiempo y en la cantidad correcta.
- Asegurar la utilización apropiada del equipo y las instalaciones.
- Mantener inventarios apropiados de materias primas, trabajo en proceso y producto final, en los lugares correctos.
- Programar las actividades de producción de modo que el personal y el equipo estén trabajando en lo correcto.
- Dar seguimiento al material, personal, pedidos del cliente, equipo y otros recursos de la fábrica.
- Comunicar a los clientes y proveedores para tratar sobre aspectos específicos y relaciones a largo plazo.
- Satisfacer las necesidades del cliente.
- Proporcionar información a los encargados de otras funciones sobre las implicaciones físicas y financieras de la actividad de fabricación.

²⁰ Thomas E. Vollmann, William L. Berry, D. Clay Whybark. Sistemas de planificación y control de la fabricación. (México, Editorial McGraw Hill, 2001), pp. 2-8.

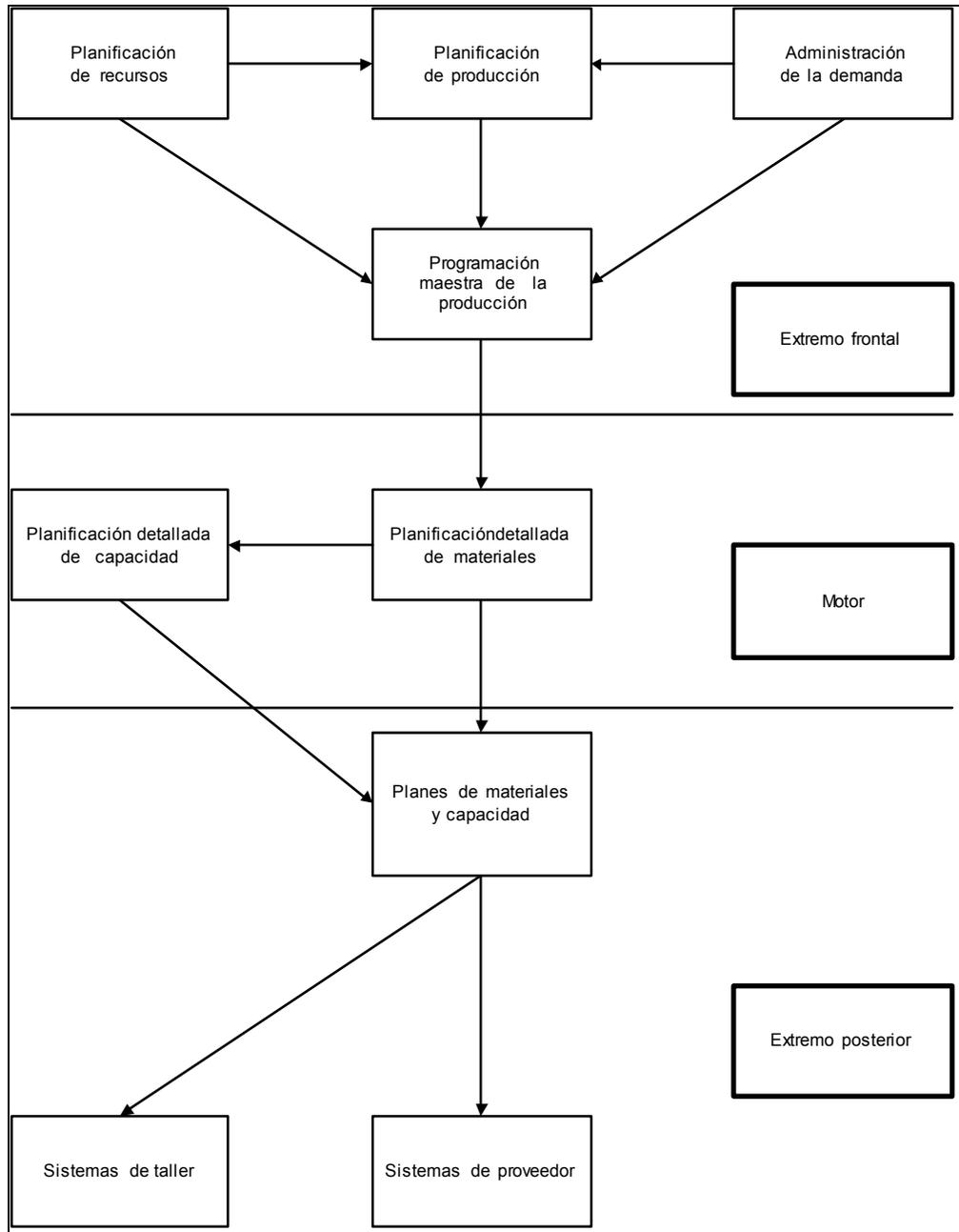
Ventajas de utilizar MPC

- ✓ Reducción de inventarios así como su renovación.
- ✓ Aumento de la tasa de producción.
- ✓ Aumento de la eficiencia en los ensambles.
- ✓ Disminución de envíos atrasados.
- ✓ Disminución de envíos extemporáneos.
- ✓ Mejora de la utilización del equipo y mano de obra.

4.1.3 Estructura del MPC

La dirección general para la planificación y control de fabricación la establece el plan de acción de la empresa, que enlaza y coordina sus distintos departamentos; el plan de acción es responsabilidad de la alta dirección y debe ser congruente con la planeación estratégica, presupuestos departamentales y las posibilidades de la empresa. La planificación y control de la fabricación abarca tres aspectos o fases. La primera fase es *crear el plan general de fabricación*, para la parte de fabricación del plan de acción de la empresa; debe establecerse en términos de producción, como artículos terminados. La segunda fase es efectuar la *planificación detallada de los requerimientos de materiales* y capacidad para apoyar los planes generales. Y la última fase es *ejecutar estos planes en el taller y en adquisiciones*.

Figura 17. Sistema de planificación y control de la fabricación



Fuente: Thomas E. Voll Mann, William L. Berry, D. Clay Whybark. Sistemas de planificación y control de la fabricación. (3ª edición McGraw Hill), p. 5.

4.1.3.1 Programa maestro de Producción

El programa maestro de producción (MPS, *Master Production Schedule* por sus siglas en inglés) es la versión desglosada del plan de producción; esto es: establece qué artículos acabados u opciones de productos de fabricación se producirán en el futuro; proporciona la capacidad de la planta para lograr los objetivos estratégicos de la empresa.

De manera cotidiana, *marketing* y producción se coordinan a través del MPS en términos de compromisos de orden; ésta es la actividad por la cual las órdenes del cliente reciben fechas de envío. La MPS proporciona la base para que se tomen estas decisiones eficazmente, siempre y cuando el departamento de fabricación ejecute el MPS de acuerdo con el plan. Cuando las órdenes del cliente se acumulan y requieren fechas de entrega inaceptables desde el punto de vista del *marketing*, se establecen condiciones de negociación para hacer los cambios.

El plan maestro detallado de producción, que nos dice -en base a los pedidos de los clientes y los pronósticos de demanda- qué productos finales hay que fabricar y en qué plazos deben tenerse terminados, contiene las cantidades y fechas en que han de estar disponibles los productos de la planta que están sometidos a demanda externa, productos finales fundamentalmente y posiblemente piezas de repuesto.

Como se ha indicado, el plan maestro de producción consiste en las cantidades y fechas en que deben estar disponibles los inventarios de distribución de la empresa. Al plan maestro sólo le conciernen los productos y componentes sujetos a demanda externa a la unidad productiva. Éstos son los llamados productos finales que se entregan a los clientes, entendiendo este último concepto en un sentido amplio.

Son considerados clientes otras empresas que emplean dichos productos como componentes en su propio proceso productivo, otras plantas de la misma empresa, en caso de que la gestión de los materiales de ambas empresas sea independiente, y los componentes de los productos que se venden como repuestos. Éste es el sentido en el que debe interpretarse el concepto de los *stocks* de distribución.

Otro aspecto básico del plan maestro de producción es el calendario de fechas, que indica cuando tienen que estar disponibles los productos finales. Para ello es necesario asumir con discreción el horizonte de tiempo que se presenta ante la empresa, con intervalos de duración reducida que se tratan como unidades de tiempo.

Habitualmente, se ha propuesto el empleo de la semana laboral como unidad de tiempo natural para el plan maestro. Pero debe tenerse en cuenta que todo el sistema de programación y control responde a dicho intervalo una vez fijado, siendo indistinguible para el sistema la secuencia en el tiempo de los sucesos que ocurran durante la semana. Debido a ello, se debe ser muy cuidadoso en la elección de este intervalo básico, debiendo existir otro subsistema que ordene y controle la producción en la empresa durante dicho intervalo.

Otra propuesta, que en principio parece más ajustada a la realidad, es seleccionar como unidad de tiempo el día laboral. Si bien la reducción del intervalo facilita la posterior adecuación de las órdenes de producción al mismo, esto requiere un sistema de programación y control más potente y sofisticado, pues será mucho más elevada la información que se habrá de mantener actualizada, así como ampliar de forma sustancial el horizonte de planificación. Cualquier circunstancia que afecte a la ejecución práctica del programa maestro modificando el mismo -averías, roturas, rechazos de calidad, etcétera- debe ser

retirada inmediatamente, en el mismo día, para evaluar sus consecuencias sobre el resto del programa de producción y adecuar el mismo.

Si esta capacidad de respuesta inmediata del sistema no existe, se presenta uno de los grandes problemas de los sistemas de control de la producción, al aparecer disparidad entre lo que el sistema propone y la realidad que se impone en la fábrica. Ante estas circunstancias, se crea desconfianza en la programación y la fábrica tiende a regirse por métodos informales de funcionamiento autónomo, que no tienen suficiente control de dirección de la empresa, con lo que el sistema de programación y control de la producción pierde su razón de ser.

Aún en el caso en que el sistema sea capaz de recoger con prontitud las modificaciones que la realidad impone, cuando éstas aparecen con mucha frecuencia nos encontramos con una programación que parece ante los ejecutores como nerviosa e incoherente, debido a las continuas contraórdenes y modificaciones.

En definitiva, la decisión del intervalo básico de programación es una decisión fundamental de la que puede depender el éxito en la implantación de un sistema de las características descritas. Parece deseable iniciar la implantación con intervalos más amplios e ir reduciendo la duración de los mismos en consonancia con la adaptación de la producción real a los programas resultantes, sin reducir el intervalo final que se empleará establemente a duraciones muy pequeñas.

La tendencia actual es intentar programas de producción muy estables, para eliminar al máximo las modificaciones y contraórdenes. Cuanto más estable sea el programa maestro, más sencillo será reducir el intervalo básico de

programación. En el caso límite se obtendría un programa de producción igual para todos los intervalos, por lo que no se presentarían grandes dificultades para descender al día laboral como intervalo de programación.

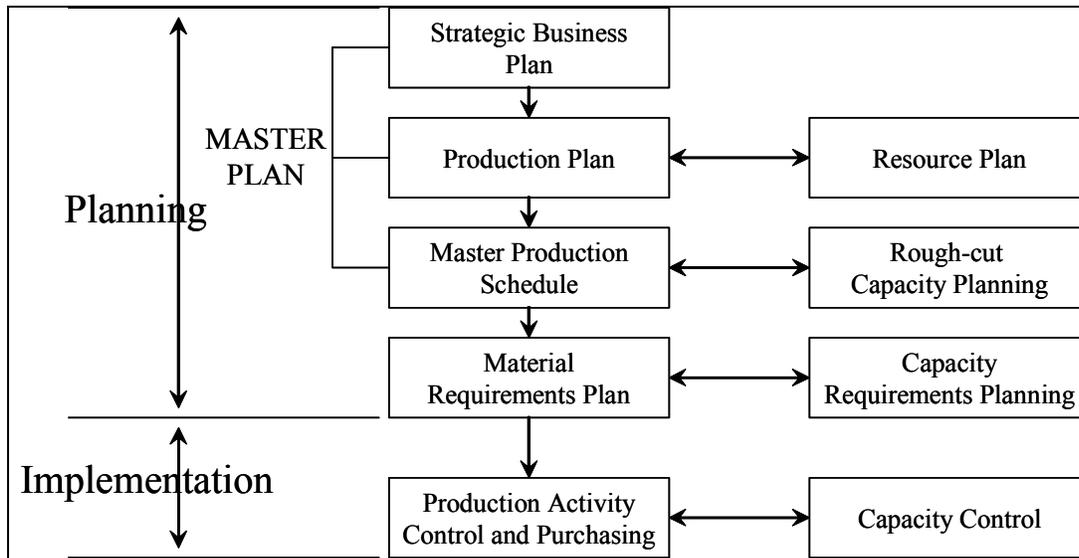
El programa maestro de producción es un programa de construcción anticipada para productos finales. Como tal, es un informe sobre la producción, no un informe sobre la demanda del mercado. La MPS tiene en cuenta las limitaciones de capacidad, así como el deseo de utilizar dicha capacidad completamente.

El programa maestro de producción forma el enlace de comunicación básica con la fabricación. Se establece en especificaciones del producto, en números de pieza, para lo cual existen listas de materiales.²¹

La empresa fabrica sobre pedidos, por lo que no tiene inventarios de bienes terminados y elabora cada pedido del cliente conforme éste lo demanda, lo que nos lleva a utilizar en el MPS la unidad de producto terminado que lleva un conjunto de ellos sujeto al pedido de cliente.

²¹ Lista de materiales, se profundizara más en el capítulo 4.1.3.2.1.1.

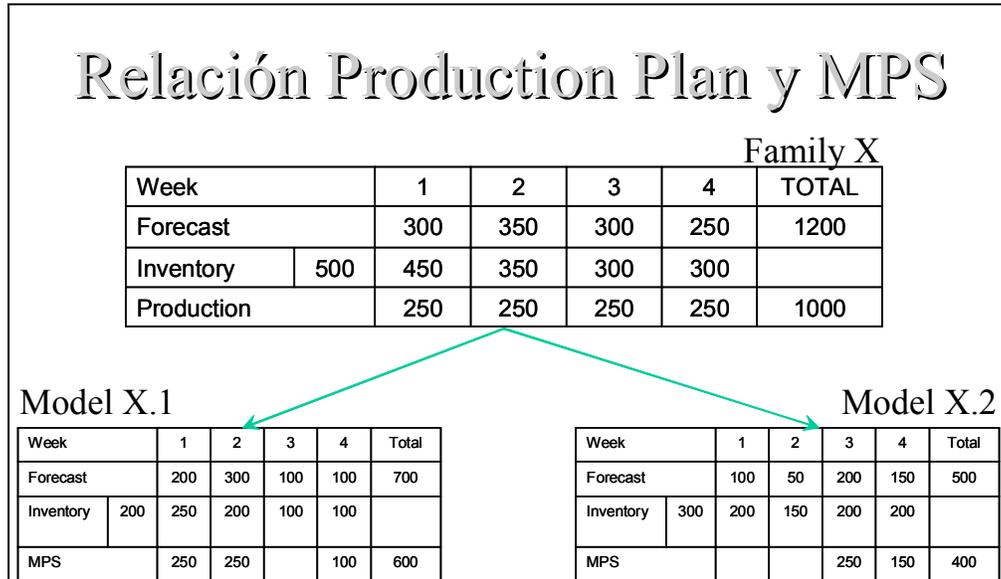
Figura 18. MPS - Master production schedule (Plan maestro de producción)



Fuente: Ingeniero José Luis Chacón Arriola, *Master Production Schedule* (Plan maestro de producción), Koramsa.

En este cuadro podemos ver la relación que tiene el plan maestro con las estrategias de la empresa y la dirección que le deben dar al plan de producción, que ya definimos en unidades de producto final que se proyectarán en un horizonte de tiempo, tomando en cuenta los recursos para realizar el plan, la planificación de los requerimientos de capacidad y el control de la capacidad que estudiaremos y analizaremos en los siguientes capítulos.

Figura 19. Relación plan de producción con el plan maestro. Gráficas master production schedule y relación production plan y MPS



Fuente: José Luis Chacón Arriola, *Master Production Schedule* (Plan maestro de producción), Koramsa.

Esta figura nos proporciona registros en fase de tiempo para mostrar las relaciones entre la salida de producción, el pronóstico de ventas y el balance esperado de inventario.

4.1.3.2 Planificación de requerimientos de materiales

El MRP es una herramienta básica para efectuar la función de planificación detallada de materiales en la fabricación de componentes y su ensamble en artículos terminados. El objetivo del MRP es proporcionar la pieza correcta en el momento correcto par satisfacer los programas de producción.

El MRP proporciona planes formales para cada número de pieza, sea materia prima, componente o producto final.

La planificación detallada de materiales se caracteriza por el uso de registros de requerimientos en fase de tiempo, lo que representa tomar un conjunto en fase de tiempo de las necesidades del programa maestro de producción y producir un conjunto en fase de tiempo de requerimientos de piezas componentes y materia prima.

El MRP requiere tres entradas básicas: entrada del programa maestro de producción, lista de materiales para cada número de pieza, qué otras piezas se requieren como componentes directos, el inventario que tenemos en existencia, cuánto de ésta se destina a producción y cuánto ha sido solicitada.

En los años sesenta, el ordenador abrió las puertas al MRP que es más que una simple técnica de gestión de inventarios. El MRP no es un método sofisticado surgido del ambiente universitario; por el contrario, es una técnica sencilla que procede de la práctica y que, gracias al ordenador, funciona y deja obsoletas las técnicas clásicas en lo que se refiere al tratamiento de artículos de demanda dependiente. Su aparición en los programas académicos es muy reciente.

La popularidad creciente de esta técnica es debida no sólo a los indiscutibles éxitos obtenidos por ella, sino también a la labor publicitaria realizada por la A.P.I.C.S (*American Production and Inventory Control Society*) que ha dedicado un considerable esfuerzo para su expansión y conocimiento, encabezado por profesionales como J. Olicky, O. Wight, G. Plossl y W. Goddard. Todo ello ha propiciado que el número de empresas que utilizan esta técnica haya crecido en forma rapidísima.

Cabe señalar que el MRP no constituye un cuerpo de conocimientos cerrados, sino que éstos han estado evolucionando en forma continua; inicialmente se usaba el MRP para programar inventarios y producción (Sistemas MRP I), luego se fue incluyendo en la planificación de capacidad de recursos y control de otros departamentos de la empresa (Sistemas MRP II).²²

Según la mecánica del MRP I, resulta obvio que es posible planificar a partir del Plan Maestro Detallado de Producción –MPS- no solamente las necesidades netas de materiales (interiores y exteriores) sino de cualquier elemento o recurso, siempre que pueda construirse algo similar a la lista de materiales que efectúe la pertinente conexión; por ejemplo: horas de mano de obra, horas máquina, contenedores, embalajes, etcétera; así se produce paulatinamente la transformación de la planificación de necesidades de materiales en una planificación de necesidades del recurso de fabricación, que es a lo que responden las siglas del MRP II.

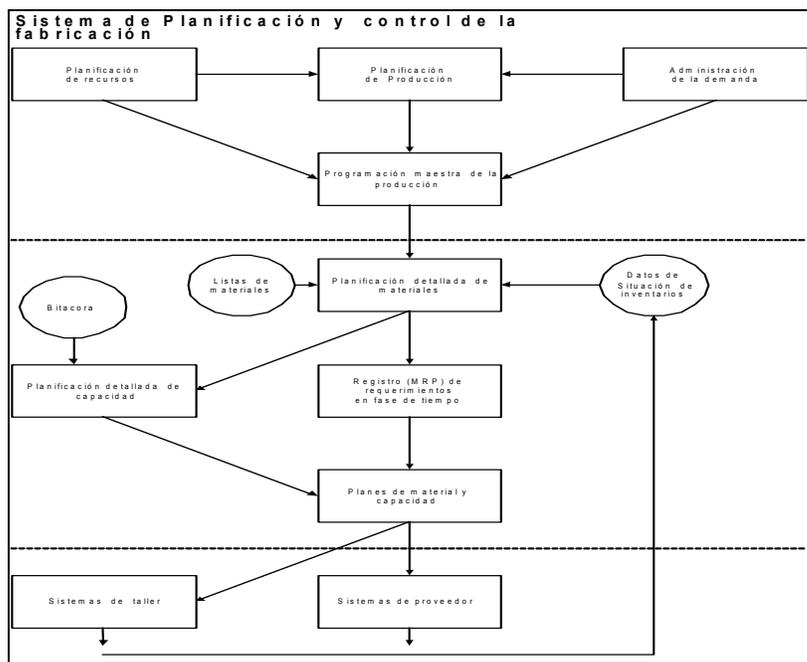
Sin embargo, hay otros aspectos que suelen asociarse al MRP II; uno de ellos es el establecimiento de procedimientos para garantizar el éxito del sistema, que incluyen las fases anteriores al cálculo de las necesidades: las de preparación y elaboración del Plan Maestro. El Plan Maestro por su parte se conecta a los sistemas financieros inferidos, como una forma de extender la guía del MRP no sólo a la producción, sino a toda la empresa. Otro aspecto incluido en el MRP II es la posibilidad de simulación para apreciar el comportamiento del sistema productivo (o de la empresa) en diferentes hipótesis sobre su constitución o sobre las solicitudes externas.

²² MRP II es la planificación de recursos de fabricación global, incluyendo mano de obra, finanzas, mantenimiento. Mientras que el MRP I es el proceso de planificación detallada para los componentes que apoyan el Plan Maestro de Producción (MPS).

Debemos convenir que cualquier sistema MRP realiza una simulación respecto de acontecimientos futuros; es la extensión de estas posibilidades lo que se solicita para el MRP II.

Finalmente, como última característica que se asocia generalmente con el MRP II es el control en bucle cerrado, lo que claramente lo hace trascender a un sistema de planificación. En esta forma se pretende que se alimente el sistema MRP II con los datos relativos a los acontecimientos que se vayan sucediendo en el sistema productivo, lo que permitirá al primero realizar las sucesivas replanificaciones con un mejor ajuste a la realidad.²³

Figura 20. Sistemas de planificación y control de la producción



Fuente: Thomas E. Voll Mann, William L. Berry, D. Clay Whybark. Sistemas de planificación y control de la fabricación. (México, Editorial McGraw Hill, 2001) p. 16

²³ Tiburcio Rodríguez Violeta Verónica. *MRP II Aplicado al Mantenimiento Productivo Total*, Tesis UNMSM. http://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtual/Tesis/Ingenie/Tiburcio_R_V/Tiburcio_R_V.htm

Como podemos ver en la figura anterior, el MPS es un plan para productos terminados mientras que el MRP es el proceso de planificación detallada de materiales que apoyan al MPS; además, podemos observar otras actividades que sirven de apoyo.²⁴

4.1.3.2.1 Planificación detallada de materiales

La planificación detallada de requerimientos de materiales se caracteriza por el uso de registros en fase de tiempo. En esta fase se utilizan técnicas de ingeniería para poder conocer detalladamente qué componentes lleva el producto y los tiempos que se tardan en procesarse; podemos utilizar diagramas de estructura del producto; en base a éstas podemos realizar la BOM.²⁵

Tabla XVI-A. Secuencia de operaciones

Nombre de la operación	Tipo de máquina	Nivel de dificultad	Tiempo estándar
ZIPPER			
MONTAR ZIPPER A JARETA	DN 401 G-3/16"	A	0,0925
CORTAR ZIPPER	YKKC	A	0,0546
PONER TOPE Y CARRITO A ZIPPER	YKKS	A	0,0617
LIMPIAR JARETA SIMPLE	3OV504 G-1/4"	A	0,0889
			0,2977
PASADORES			
HACER PASADORES X 6	DN603 G-1/4"	A	0,0995
PLANCHAR PASADORES X 6	FUSE	A	0,0337
CORTAR PASADORES X 6	EAST	A	0,0552
			0,1884

Al realizar nuestra secuencia de operaciones, podemos detallar que para un pantalón se necesitan realizar varias operaciones para lograr obtener el producto; en este caso, para la operación *zipper* se realizan cuatro operaciones adicionales y en la operación pasadores se realizan otras tres; esta secuencia lleva a realizar la planificación detallada de materiales, lo que conllevará a la

²⁴ Thomas E. Voll Mann, William L. Berry, D. Clay Whybark. *Sistemas de planificación y control de la fabricación*. (México, Editorial McGraw Hill, 2001) pp. 14-18

realización de la BOM; esta otra nos da otro nivel de detalle de planificación, en el que se toman en cuenta consumos o cantidades requeridas de un material, tamaños que se necesitan y los subcomponentes que se requieren al realizar una serie de operaciones.

Tabla XVI-B. Secuencia de operaciones

Operación ZIPPER	Tipo de máquina	Nivel de dificultad	Tiempo estándar
Montar zipper a jareta	DN 401 G-3/16"	A	0,0925
Cortar zipper	YKKC	A	0,0546
Poner tope y carrito a zipper	YKKS	A	0,0617
Limpiar jareta simple	3OV504 G-1/4"	A	0,0889
			0,2977

Pieza	Tamaño	Cantidad	Material
Zipper	5" X 2"	1 unidad	cobre
Jareta	5" X 2"	0,12 yarda	tela
Tope	1/8"	1 unidad	cobre
Carrito	estándar	1 unidad	cobre
Hilo 1	calibre 120	15 yardas	hilo
Hilo 2	calibre 60	15 yardas	hilo

Operación HACER PASADORES	Tipo de máquina	Nivel de dificultad	Tiempo estándar
HACER PASADORES X 6	DN603 G-1/4"	A	0,0995
PLANCHAR PASADORES X 6	FUSE	A	0,0337
CORTAR PASADORES X 6	EAST	A	0,0552

Pieza	Tamaño	Cantidad	Material
Pasador	4 " 1/2 "	0,15 yardas	tela
Fusible	4 " 1/2"	27 "	fibra
Hilo 1	Calibre 120	25 yardas	hilo
Hilo 2	Calibre 105	25 yardas	hilo

4.1.3.2.1.1 Lista de materiales

El despiece de cualquier conjunto complejo que se produzca es un instrumento básico de los departamentos de ingeniería de diseño para la realización de su cometido, tanto para la especificación de las características de los elementos que componen el conjunto, como para los estudios de mejora de diseños y de métodos en producción.

Desde el punto de vista del control de la producción, interesa la especificación detallada de los componentes que intervienen en el conjunto final, mostrando

²⁵ BOM: Bill of materials por sus siglas en inglés que es la lista de materiales que lleva cada producto.

las sucesivas etapas de la fabricación. La estructura de fabricación es la lista precisa y completa de todos los materiales y componentes que se requieren para la fabricación o montaje del producto final, reflejando el modo en que la misma se realiza. Varios son los requisitos para definir esta estructura:

1. Cada componente o material que interviene debe tener asignado un código que lo identifique de forma biunívoca: un único código para cada elemento y a cada elemento se le asigna un código distinto.
2. Debe realizarse un proceso de racionalización por niveles. A cada elemento le corresponde un nivel en la estructura de fabricación de un producto, asignado en sentido descendente. Así, al producto final le corresponde el nivel cero. Los componentes y materiales que intervienen en la última operación de montaje son de nivel uno.

El nivel asignado a un elemento es el más bajo que le corresponde, según el árbol de fabricación de todos los productos a los que pertenece. En este ejemplo, sólo hemos considerado un producto final, pero esta codificación de nivel inferior ha de realizarse estando descritas las listas de materiales de todos los productos que intervienen en la fabricación bajo la supervisión del sistema de programación y control de la producción.

La presentación de las listas de materiales suele realizarse mediante listas de un solo nivel. En el caso del producto de la figura, tendríamos tres listas de un solo nivel: las de los productos A, B y C, serían las que se reflejan a continuación.

Tabla XVII. Nivel de productos

Parte N° A			
N° de Parte	Descripción	Cantidad	Unidades
B		2	1
C		3	1
Parte N° B			
N° de Parte	Descripción	Cantidad	Unidades
D		1	2
E		4	2
Parte N° C			
N° de Parte	Descripción	Cantidad	Unidades
F		2	3
G		5	3
H		4	3

La lista de materiales indica de qué partes o componentes está formada cada unidad y permite, por tanto, calcular las cantidades de cada componente que son necesarios para fabricarlo, así como los cambios de ingeniería, que reflejan las modificaciones en el diseño de producto, cambiando la lista de materiales. La lista de materiales representa la estructura de fabricación en la empresa. En concreto, ha de conocerse el árbol de fabricación de cada una de las referencias que aparecen en el Plan Maestro de Producción.

Situación o estado de *stocks*, que permite conocer las cantidades disponibles de cada artículo en los diferentes intervalos de tiempo y, por diferencia, las cantidades que deben comprarse o aprovisionarse.

Las listas inversas aportan la información necesaria para modificar el programa de fabricación cuando cualquier contingencia de la producción impida disponer de todas las cantidades programadas de los componentes en las fechas previstas, o cuando se introduzcan modificaciones en el diseño de

los productos o en el proceso de fabricación de éstos. Por medio de las listas inversas, se tendrá información inmediata que señala los productos de nivel superior que han sido afectados por estos cambios.

Reseñamos finalmente un conjunto de recomendaciones sobre las características de la base de datos a que da lugar el conjunto de las listas de materiales. Estas recomendaciones tienen por objeto que las listas de materiales faciliten que el sistema de programación y control satisfaga sus objetivos.

a) Las listas deben estructurarse para facilitar las previsiones que se realicen sobre la introducción de nuevas opciones en los productos finales que intervienen en el programa maestro. El catálogo de productos de una empresa suele variar continuamente, por la sustitución de unos productos por otros, eliminación de productos, incorporación de otros nuevos y, lo que es más frecuente, ampliación de la gama de productos mediante la introducción de nuevas opciones a los existentes. En cualquier caso, deben mantenerse listas de los productos finales, pero con el fin de facilitar la programación indicada por el plan final de montaje, tanto cuando la producción se realiza en un entorno de fabricación sobre pedido, como cuando existe una gran gama de opciones.

b) La lista de materiales debe mantenerse actualizada, incluyendo información sobre los plazos de producción para cada operación de fabricación y sobre los de aprovisionamiento en el caso de materiales o componentes que se adquieren a proveedores externos. Asimismo, debe permitir la realización de estudios para la estimación de costos de

producción (de materiales, mano de obra directa e indirecta y de imputación de costos generales).

En resumen, las listas de materiales deben constituir el núcleo fundamental del sistema de información en el que se sustenta el sistema de programación y control de la producción. Han de organizarse para satisfacer de forma inmediata todas las necesidades del mismo, incluyendo entre éstas la de facilitar el conocimiento permanente y exacto de todos los materiales que se emplean en la fabricación, los plazos de producción, su costo y el control de las existencias. En definitiva, todos los aspectos que intervienen en las decisiones cotidianas en las que se concreta el programa de producción.

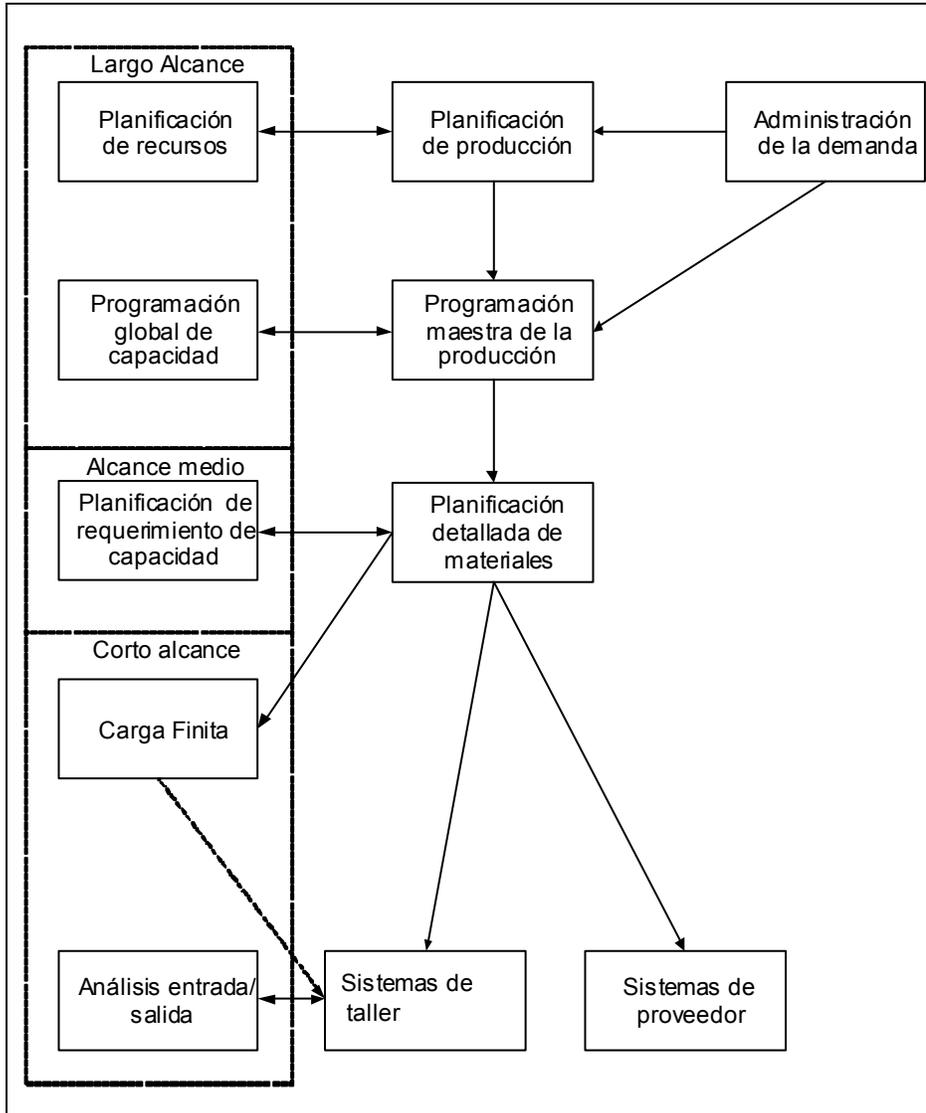
4.1.3.2.2 Planificación detallada de capacidad

Como recordaremos, hemos definido capacidad como la tasa de producción máxima de una empresa; ésta puede ser una estación de trabajo o una organización entera. La planificación de la capacidad es fundamental para el éxito a largo plazo de una organización. La capacidad excesiva puede ser tan fatal como la capacidad insuficiente; al escoger una estrategia de capacidad, debemos tomar en cuenta preguntas como ¿cuánta reserva se necesita para manejar la demanda incierta y variable? ¿debemos expandir la capacidad antes de que la demanda se manifieste claramente o es mejor esperar hasta que esta última se profile con mayor certeza?²⁶

El objetivo administrativo de planificar la capacidad es asegurar la compatibilidad entre la capacidad disponible en un centro de trabajo específico y la capacidad necesaria para lograr la producción planificada. La planificación de la capacidad va paralela al desarrollo de planes de materiales.

²⁶ Krajewski Lee, Ritzman Larry. *Administración de operaciones. Estrategia y Análisis*. (México, Pearson Educación, 2000) pp. 301-315.

Figura 21. Planificación de capacidad en el sistema MPC



Fuente: Thomas E. Voll Mann, William L. Berry, D. Clay Whybark. *Sistemas de planificación y control de la fabricación*. (México, Editorial McGraw Hill, 2001) p. 124

La figura anterior²⁷ relaciona las decisiones de la planificación de capacidad con los otros módulos del sistema MPC; muestra el alcance de la planificación de capacidad, comenzando con un plan general de recursos, posteriormente

²⁷ Thomas E. Voll Mann, William L. Berry, D. Clay Whybark. *Sistemas de planificación y control de la fabricación*. (México, Editorial McGraw Hill, 2001) p. 124

una evaluación global de las implicaciones de capacidad en un programa maestro de producción en particular, pasando a una evaluación detallada de los requerimientos de capacidad basada en los planes detallados de materiales, continuando con procedimientos de carga finita y terminando con técnicas de entrada/salida para ayudar a dar seguimiento a los planes.

Estos cinco niveles de actividades de planificación de capacidad van desde grandes cantidades de capacidad para largos periodos de tiempo hasta la muy detallada programación de máquina para intervalos de una hora o menos.

Los procedimientos de planificación global (*rough-cut*) de capacidad son el centro para establecer una correspondencia entre los planes de capacidad y los planes de materiales. Muchos expertos distinguen entre la planificación de capacidad y los horizontes de control a largo, mediano y corto alcance, las decisiones de planificación de capacidad que abarcan; un horizonte de planificación que va de una semana a un año o más en el futuro depende de las necesidades específicas de la empresa.²⁸

Enlace con otros módulos del sistema MPC

El enlace de los módulos de planificación de capacidad sigue la jerarquía básica mostrada en la figura anterior. La planificación de recursos está enlazada directamente con el módulo de planificación de producción. La planificación de recursos requiere normalmente la conversión de datos mensuales, trimestrales o aún anuales del plan de producción en recursos agregados, como las horas de trabajo, el espacio de taller y las horas de máquina. Este nivel de planificación incluye expansión del nuevo capital, ladrillos y cemento, máquinas y herramientas, espacio de almacén, etcétera, lo

²⁸ Thomas E. Vollmann, William L. Berry, D. Clay Whybark. *Sistemas de planificación y control de la fabricación*. (México, Editorial McGraw Hill, 2001) pp. 122-127.

cual requiere un horizonte de tiempo de meses o años. El programa maestro de producción es la principal fuente de información para la planificación global de capacidad.

Los requerimientos de capacidad global de un programa maestro en particular pueden estimarse por medio de varias técnicas: la planificación de capacidad usando recursos globales de planificación (*Capacity Planning Overall Factors*, CPOF, por sus siglas en inglés) listas de capacidad o perfiles de recurso. Estas técnicas proporcionan información para modificar los niveles de recurso o planes de materiales para asegurar la ejecución del programa maestro de producción.

La planificación de requerimientos de materiales preparará los planes detallados de materiales; es posible tener un plan de capacidad mucho más detallado, usando las técnicas de planificación de requerimientos de capacidad (*Capacity Requirements Planning*, CRP, por sus siglas en inglés). Para proporcionar este detalle, los planes de materiales en fase de tiempo producidos por el sistema MRP forman la base para calcular los requerimientos de capacidad en fase de tiempo. Los archivos de datos usados por la técnica CRP incluyen el trabajo en proceso, la secuencia, las recepciones programadas y las órdenes planificadas.

La información proporcionada por la técnica CRP puede usarse para determinar los requerimientos de capacidad, tanto de los centros clave de máquinas, como de las habilidades de trabajo, abarcando generalmente un horizonte de planificación de varias semanas a un año.

La planificación de recursos, la planificación global de capacidad y la planificación de requerimientos de capacidad se enlazan con el plan de

producción, el programa maestro de producción y el sistema MRP, respectivamente.

Los enlaces se muestran como flechas de doble punta por una razón específica; debe haber una correspondencia entre la capacidad requerida para ejecutar un plan de materiales dado y la capacidad disponible para ejecutar el plan. Los sistemas de planificación de capacidad proporcionan información básica para hacer un juicio racional de la producción que se está programando.

La técnica de carga finita también se relaciona con las empresas que usan planes detallados de materiales en fase de tiempo, pero puede ser mejor verla como una técnica de programación de taller; más que cualquier otra técnica de planificación de capacidad, hace clara la relación entre la programación y la capacidad disponible.

La carga finita comienza con un nivel de capacidad especificado para cada centro de trabajo o grupo de recursos; esta capacidad es entonces asignada a las órdenes de trabajo. Por lo tanto, la carga finita es un método para programar órdenes de trabajo. El proceso de carga finita requiere enlaces con los mismos archivos que la técnica CRP, así como con los archivos que especifican las posibilidades de los centros de trabajo.

El análisis entrada/salida proporciona un método para dar seguimiento al consumo real de la capacidad durante la ejecución de los planes detallados de materiales que produce el sistema MRP en fase de tiempo; está enlazada necesariamente con los sistemas de taller y con la base de datos del control de taller. El análisis de entrada/salida puede indicar la necesidad de actualizar los planes de capacidad conforme el rendimiento real del taller se va

desviando de los planes actuales, así como la necesidad de modificar los factores de planificación usados en las técnicas de planificación de capacidad.²⁹

4.1.3.2.2.1 Técnicas de planificación de la capacidad

Anteriormente hablamos de técnicas de planificación de capacidad que son usadas dependiendo del tipo de empresa; ahora trataremos de explicar cada una de estas técnicas y de seleccionar la que más se adecue a la empresa.

➤ Planificación de capacidad usando recursos globales (*capacity planning using overhall factors*, CPOF, por sus siglas en inglés).

Generalmente se hace en forma manual; los datos de entrada provienen del programa maestro de producción (MPS), este procedimiento usualmente se basa en factores de planificación derivados de estándares o datos históricos para los productos finales. Cuando estos factores de planificación se aplican a los datos MPS, pueden estimarse los requerimientos de capacidad de la mano de obra general o del tiempo de máquina.

Esta estimación general se asigna posteriormente a los centros de trabajo individuales con base en los datos históricos sobre las cargas de trabajo en el taller. Los planes CPOF se establecen usualmente en términos de periodos semanales o mensuales y se revisan cuando la empresa cambia el MPS.

El primer paso de esta técnica abarca el cálculo de los requerimientos de capacidad de este programa para la planta general. El segundo

²⁹ Thomas E. Voll Mann, William L. Berry, D. Clay Whybark. *Sistemas de planificación y control de la fabricación* (México, Editorial McGraw Hill, 2001) pp. 123-130.

paso requiere el uso de proporciones históricas para asignar la capacidad total requerida en cada periodo a los centros de trabajo individuales; esto lo podemos ver claramente en la figura siguiente.

Tabla XVIII. Planificación de capacidades con el método de recursos globales

Planificación de capacidad usando recursos globales									
Programa maestro de producción (en unidades)									
	Período (semanas)								
Producto Final	1	2	3	4	5	6	7	8	TOTAL
Perifoneo	20	20	20	20	30	30	30	0	170
Perifoneo	35	35	35	35	40	45	45	45	315

Tiempo de mano de obra directa por unidad de producto final

Producto Final	Horas
Perifoneo	22.35
Perifoneo	20.65

Mano de obra directa total en horas estándar/unidad

Centro de trabajo	Porcentaje histórico	Período (semanas)								HORAS TOTALES
		1	2	3	4	5	6	7	8	
Corte	35%	409,4125	409,4125	409,4125	409,4125	523,775	559,9125	559,9125	325,2375	3606,49
Costura	65%	760,3375	760,3375	760,3375	760,3375	972,725	1089,8375	1089,8375	604,0125	6697,76
Capacidad total requerida*		1169,75	1169,75	1169,75	1169,75	1496,5	1599,75	1599,75	929,25	10304,25

*1169,75 = (20/22,35) * (35 * 20,65)

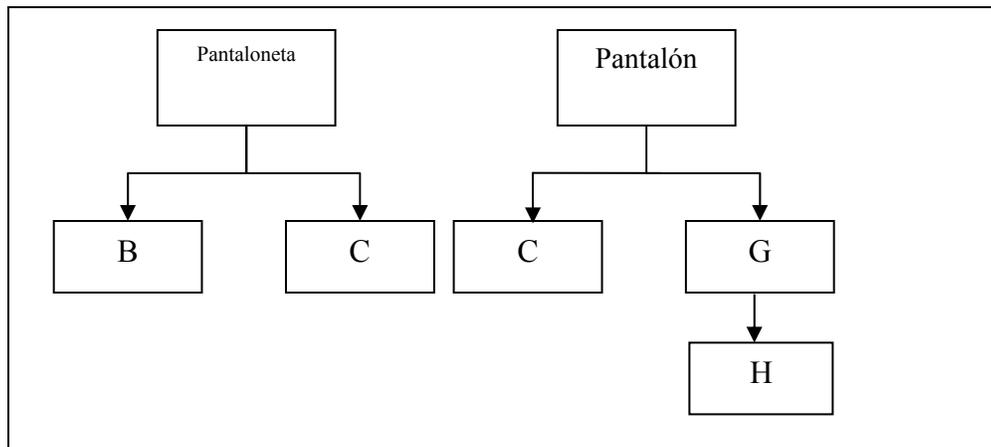
** 409,413 = 0,35 * 1169,75

En la tabla anterior en base a nuestro programa de producción se calculó el requerimiento de horas de mano de obra directa total para el primer periodo (1169.75), y luego se procedió a calcular la proporción de horas de mano de obra por centro de trabajo en base a los datos de porcentajes históricos.

➤ Listas de capacidad

El procedimiento de lista de capacidades es un método global que proporciona una relación más directa entre los productos terminados individuales en el MPS y la capacidad requerida para un centro de trabajo en particular. Tiene en cuenta cualquier cambio en la combinación de productos; en consecuencia, requiere más datos que el procedimiento CPOF. Se requieren los datos de la lista de materiales y de secuencia, y deben disponerse los datos de hora de mano de obra directa y hora de máquina para cada operación. En la lista de materiales se puede realizar el análisis sólo para aquellos centros de trabajo considerados como fundamentales.³⁰

Figura 22. Diagrama de secuencia de operaciones



En la secuencia descrita en el dibujo de arriba podemos observar que la pantaloneta tiene una secuencia B-C, mientras el pantalón tiene una secuencia C-G-H, de aquí realizaremos el cálculo de capacidad en base a la lista de materiales.

³⁰ Thomas E. Voll Mann, William L. Berry, D. Clay Whybark. *Sistemas de planificación y control de la fabricación*. (México, Editorial McGraw Hill, 2001) pp. 130-134.

Tabla XIX. Planificación de capacidad usando el método lista de materiales

Datos de secuencia y gráfica de operación inversa							
Producto Final	Centro de Trabajo	Tiempo de espera antes que la operación empiece	Tiempo de preparación	Tiempo de ejecución	Tiempo de espera	Tiempo de movimiento	Tiempo total
Pantaloneta	corfe	1.59	3.50	1.00	0.35	4.00	10
Componentes							
B	costura	2.75	1.50	0.0160	4.00	0.08	8
C	costura	2.85	1.80	0.0120	0.06	0.09	5
24							
Secuencia pantaloneta = B-C							
Producto Final	Centro de Trabajo	Tiempo de espera antes que la operación empiece	Tiempo de preparación	Tiempo de ejecución	Tiempo de espera	Tiempo de movimiento	Tiempo total
Pantalón	corfe	3.00	4.00	2.00	0.35	4.00	13
Componentes							
C	costura	2.15	1.80	0.0100	3.00	0.09	7
G	costura	1.25	1.95	0.0150	0.02	0.10	3
H	costura	0.75	1.05	0.0890	0.01	0.08	10
34							
Secuencia pantalón = C-G-H							

Este método nos permite irnos a un nivel de detalle más profundo, por lo que podemos analizar más las capacidades por puesto de trabajo y en base a esto hacer los balances necesarios para evitar los cuellos de botella o para poder ajustar la producción a éstos.

Tabla XX. Método lista de materiales

Producto	Hdca
Partido	235
Partida	205

Requisitos de capacidad de los recursos materiales		Requisitos (semanas)							
Producto	Partido	1	2	3	4	5	6	7	8
Partido	20	20	20	20	20	30	30	30	0
Partida	35	35	35	35	40	45	45	45	45

	Requisitos (semanas)								HORAS TOTALES
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Centro de trabajo	14120	14120	14120	14120	18339	19776	19776	19776	13301
Corte	10347	10347	10347	10347	13305	14092	14092	14092	91052
Capacidad de los recursos	11338	11338	11338	11338	14645	15957	15957	15957	9304

En el ejemplo, podemos ver que las capacidades son iguales al del cálculo de capacidad por el método CPOF; la diferencia radica en las estimaciones de centro de trabajo para cada período.

➤ Planificación de requerimientos de capacidad (CRP)

La planificación de requerimientos de capacidad (*Capacity Requirements Planning*, CRP, por sus siglas en inglés) difiere de los procedimientos de planificación global en cuatro aspectos

a) La CRP utiliza la información del plan de materiales en fase de tiempo producida por un sistema MRP. Esto incluye consideraciones de todos los tamaños reales de lote, así como tiempos de preparación tanto para las órdenes abiertas de taller (recepciones programadas) como para las órdenes planificadas para liberación futura (órdenes planificadas).

b) La característica de bruto a neto del sistema MRP tiene en cuenta la capacidad de producción ya almacenada en forma de inventarios para componentes y para productos ensamblados.

c) El sistema de control de taller contabiliza el estado actual de todo el trabajo en proceso del taller; sólo se considera la capacidad necesaria para complementar el trabajo restante de las órdenes abiertas de taller al calcular la capacidad requerida en los centros de trabajo.

d) La CRP tiene en cuenta la demanda de piezas de servicio, otras demandas que pueden no estar consideradas en el MPS y cualquier capacidad adicional que pudieran requerir los planificadores MRP en respuesta al desperdicio, errores de registro y otros. Para llevar a cabo esto, el procedimiento CRP requiere la misma información de entrada que el procedimiento de perfil de recurso (listas de materiales, secuencias, tiempos estándar, tiempos de preparación)

más la información de las órdenes planificadas MRP y el estado actual de las órdenes abiertas al taller (recepciones programadas MRP) en los centros de trabajo individuales.³¹

Como un procedimiento de planificación de capacidad de alcance medio, la CRP explota la información MRP de modo que sólo calcula la capacidad necesaria para completar el MPS.

Al calcular los requerimientos de capacidad para las órdenes abiertas al taller y las órdenes planificadas en la base de datos MRP, la CRP tiene en cuenta la capacidad ya almacenada en forma de inventarios finales y de trabajo en proceso; puesto que los datos MRP incluyen las fechas tanto de las órdenes abiertas como de las planificadas, se adquiere un potencial para mejorar la exactitud en el tiempo de los requerimientos de capacidad; dicha exactitud es más importante en los periodos más inmediatos. Las técnicas globales pueden sobreestimar la capacidad requerida por la capacidad que representan los inventarios.

Los resultados CRP diferirán de los de otras técnicas, principalmente en los periodos iniciales, pero se trata de una proyección más exacta de los requerimientos de capacidad en los centros de trabajo. Puesto que los cálculos están basados en todas las piezas componentes y productos finales desde el periodo presente hasta todos los periodos incluidos en el registro MRP (el horizonte de planificación) podemos ver la enormidad de las necesidades de cálculo CRP.

³¹ Thomas E. Voll Mann, William L. Berry, D. Clay Whybark. *Sistemas de planificación y control de la fabricación*. (México, Editorial McGraw Hill, 2001) pp. 134-138.

Tabla XXI-A. Planificación de la capacidad usando CRP

Planificación de capacidad de uso de CRP		Planificación de capacidad de uso de CRP																																																																																									
<p>COSTURA</p> <p>MSPANIALONEA</p> <p>Componente B</p> <p>Tamaño del lote=40</p> <p>Tiempo de preparación=1</p> <p>Requisito de inicio</p> <p>Requisitos programados</p> <p>Balance proyectado</p> <p>Libraciones de ordenes planificadas</p> <p>Volumen horas</p> <p>Requisito de capacidad del centro de trabajo costura usando CRP</p>		<p>MSPANIALONEA</p> <p>Componente C</p> <p>Tamaño del lote=110</p> <p>Tiempo de preparación=1</p> <p>Requisito de inicio</p> <p>Requisitos programados</p> <p>Balance proyectado</p> <p>Libraciones de ordenes planificadas</p> <p>Volumen horas</p> <p>Requisito de capacidad del centro de trabajo costura usando CRP</p>																																																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Requisito de capacidad de uso de CRP</th> <th colspan="2">Requisito de capacidad de uso de CRP</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Requisito de capacidad de uso de CRP</th> <th></th> <th>Requisito de capacidad de uso de CRP</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>35</td> <td>1</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>35</td> <td>2</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>35</td> <td>3</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>40</td> <td>4</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>40</td> <td>5</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>45</td> <td>6</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>45</td> <td>7</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>45</td> <td>8</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td colspan="2">-416</td> <td colspan="2">-312</td> </tr> </tbody> </table>		Requisito de capacidad de uso de CRP		Requisito de capacidad de uso de CRP			Requisito de capacidad de uso de CRP		Requisito de capacidad de uso de CRP	1	35	1	35	2	35	2	35	3	35	3	35	4	40	4	40	5	40	5	40	6	45	6	45	7	45	7	45	8	45	8	45	-416		-312		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Requisito de capacidad de uso de CRP</th> <th colspan="2">Requisito de capacidad de uso de CRP</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Requisito de capacidad de uso de CRP</th> <th></th> <th>Requisito de capacidad de uso de CRP</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>55</td> <td>1</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>55</td> <td>2</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>55</td> <td>3</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>55</td> <td>4</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>55</td> <td>5</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>55</td> <td>6</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>55</td> <td>7</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>55</td> <td>8</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td colspan="2">-110</td> <td colspan="2">-110</td> </tr> </tbody> </table>		Requisito de capacidad de uso de CRP		Requisito de capacidad de uso de CRP			Requisito de capacidad de uso de CRP		Requisito de capacidad de uso de CRP	1	55	1	55	2	55	2	55	3	55	3	55	4	55	4	55	5	55	5	55	6	55	6	55	7	55	7	55	8	55	8	55	-110		-110	
Requisito de capacidad de uso de CRP		Requisito de capacidad de uso de CRP																																																																																									
	Requisito de capacidad de uso de CRP		Requisito de capacidad de uso de CRP																																																																																								
1	35	1	35																																																																																								
2	35	2	35																																																																																								
3	35	3	35																																																																																								
4	40	4	40																																																																																								
5	40	5	40																																																																																								
6	45	6	45																																																																																								
7	45	7	45																																																																																								
8	45	8	45																																																																																								
-416		-312																																																																																									
Requisito de capacidad de uso de CRP		Requisito de capacidad de uso de CRP																																																																																									
	Requisito de capacidad de uso de CRP		Requisito de capacidad de uso de CRP																																																																																								
1	55	1	55																																																																																								
2	55	2	55																																																																																								
3	55	3	55																																																																																								
4	55	4	55																																																																																								
5	55	5	55																																																																																								
6	55	6	55																																																																																								
7	55	7	55																																																																																								
8	55	8	55																																																																																								
-110		-110																																																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Requisito de capacidad de uso de CRP</th> <th colspan="2">Requisito de capacidad de uso de CRP</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Requisito de capacidad de uso de CRP</th> <th></th> <th>Requisito de capacidad de uso de CRP</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>474</td> <td>1</td> <td>782</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>474</td> <td>2</td> <td>782</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>474</td> <td>3</td> <td>782</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>474</td> <td>4</td> <td>782</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>474</td> <td>5</td> <td>782</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>474</td> <td>6</td> <td>782</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>474</td> <td>7</td> <td>782</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>474</td> <td>8</td> <td>782</td> </tr> <tr> <td colspan="2">331680</td> <td colspan="2">304800</td> </tr> </tbody> </table>		Requisito de capacidad de uso de CRP		Requisito de capacidad de uso de CRP			Requisito de capacidad de uso de CRP		Requisito de capacidad de uso de CRP	1	474	1	782	2	474	2	782	3	474	3	782	4	474	4	782	5	474	5	782	6	474	6	782	7	474	7	782	8	474	8	782	331680		304800		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Requisito de capacidad de uso de CRP</th> <th colspan="2">Requisito de capacidad de uso de CRP</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Requisito de capacidad de uso de CRP</th> <th></th> <th>Requisito de capacidad de uso de CRP</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>782</td> <td>1</td> <td>782</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>782</td> <td>2</td> <td>782</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>782</td> <td>3</td> <td>782</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>782</td> <td>4</td> <td>782</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>782</td> <td>5</td> <td>782</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>782</td> <td>6</td> <td>782</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>782</td> <td>7</td> <td>782</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>782</td> <td>8</td> <td>782</td> </tr> <tr> <td colspan="2">304800</td> <td colspan="2">304800</td> </tr> </tbody> </table>		Requisito de capacidad de uso de CRP		Requisito de capacidad de uso de CRP			Requisito de capacidad de uso de CRP		Requisito de capacidad de uso de CRP	1	782	1	782	2	782	2	782	3	782	3	782	4	782	4	782	5	782	5	782	6	782	6	782	7	782	7	782	8	782	8	782	304800		304800	
Requisito de capacidad de uso de CRP		Requisito de capacidad de uso de CRP																																																																																									
	Requisito de capacidad de uso de CRP		Requisito de capacidad de uso de CRP																																																																																								
1	474	1	782																																																																																								
2	474	2	782																																																																																								
3	474	3	782																																																																																								
4	474	4	782																																																																																								
5	474	5	782																																																																																								
6	474	6	782																																																																																								
7	474	7	782																																																																																								
8	474	8	782																																																																																								
331680		304800																																																																																									
Requisito de capacidad de uso de CRP		Requisito de capacidad de uso de CRP																																																																																									
	Requisito de capacidad de uso de CRP		Requisito de capacidad de uso de CRP																																																																																								
1	782	1	782																																																																																								
2	782	2	782																																																																																								
3	782	3	782																																																																																								
4	782	4	782																																																																																								
5	782	5	782																																																																																								
6	782	6	782																																																																																								
7	782	7	782																																																																																								
8	782	8	782																																																																																								
304800		304800																																																																																									

4.1.3.3 Sistema de Suministro

La intención principal de cada técnica de planificación de capacidad es proyectar los requerimientos de capacidad implicados por el plan de producción, el MPS o el plan detallado de materiales, de modo que puedan tomarse decisiones oportunas para balancear los requerimientos con la capacidad disponible.

Una vez que se han tomado decisiones respecto de aumentar o restar capacidad, o ajustes al plan de materiales, puede crearse un plan de capacidad factible; a continuación, se da seguimiento a este plan para ver si las decisiones fueron correctas y suficientes. Además, el seguimiento proporciona la base para correcciones sobre la marcha de los datos de planificación de capacidad.

La base para dar seguimiento al plan de capacidad es el control de entrada/salida, que significa que el trabajo que se planifica que entre y salga de un centro de trabajo se comparará con el trabajo real que entra y sale. La técnica de planificación de capacidad usada delinea la entrada planificada.

La salida planificada resulta de la decisión administrativa que se hace para especificar el nivel de capacidad; es decir, la salida planificada está basada en niveles de personal, horas de trabajo, etcétera. En los centros de trabajo de capacidad restringida, la salida planificada está basada en la tasa de capacidad establecida por la gerencia; en los centros de capacidad no restringida, la salida planificada es igual a la entrada planificada (permitiendo alguna asignación de tiempo de preparación).

Los datos de capacidad en el control de entrada/salida se expresan usualmente en horas. Los datos de entrada se basan en las llegadas esperadas de trabajo a un centro. Por ejemplo, un procedimiento CRP examinaría el estado de todas

las órdenes abiertas al taller (recepciones programadas), estimaría cuánto tardarían los centros de trabajo (ajuste, arranque, espera y traslado) y con eso calcularía cuándo llegarían a los centros de trabajo siguientes; esto se repetiría para todas las órdenes planificadas de la base de datos MRP.

El conjunto resultante de llegadas esperadas de cantidades exactas se multiplicaría por el tiempo de ejecución por unidad del archivo de secuencia; este resultado se sumaría al tiempo de ajuste, también del archivo de secuencia. La suma es una entrada planificada expresada en horas estándar.

Los únicos datos de tiempo que no están basados en el archivo de secuencia son los de la salida planificada; en este caso, la administración ha especificado las horas de trabajo que se esperan en cada centro. Por ejemplo, si dos personas trabajan nueve horas diarias durante cinco días, el resultado es noventa horas de trabajo por semana. Este valor ha de reducirse o inflarse por una estimación de la relación de horas reales a horas estándar.

La salida real de un centro de trabajo se alejará de la salida planificada. Generalmente, las desviaciones pueden atribuirse a condiciones del centro de trabajo mismo, como una productividad menor a la esperada, averías, ausentismo, variaciones aleatorias o calidad deficiente del producto. Pero, una salida menor a lo esperado puede producirse por causas que escapan al control del centro de trabajo, como una salida insuficiente de un centro de trabajo precedente o una liberación inapropiada de las órdenes planificadas. Otra razón para que haya variaciones entre la entrada real y la planificada fue la observada en nuestra comparación de modelos de planificación de capacidad: algunos modelos no producen planes realistas.

El análisis entrada/salida también da seguimiento a las acumulaciones; éstas representan un amortiguamiento entre la entrada y la salida. La acumulación desacopla la entrada de la salida, permitiendo a los centros de trabajo verse menos afectado por las variaciones de las necesidades.

En forma aritmética, es igual a la acumulación anterior más o menos la diferencia entre la entrada y la salida planificadas; la acumulación real usa la entrada y la salida reales. La diferencia entre la acumulación planificada y la real representa una medida de la desviación entrada/salida total o neta. El seguimiento de la entrada, la salida y la acumulación, incluye mantenerse al tanto de las desviaciones acumuladas y compararlas con los límites preestablecidos.

Hay otro aspecto importante del seguimiento de la acumulación. En general, no es recomendable liberar órdenes a un centro de trabajo que ya tiene una excesiva acumulación, excepto cuando la orden por liberar tiene prioridad sobre cualquier otra en acumulación.

En general, la idea no es liberar trabajo que no se puede hacer, sino esperar y liberar lo que realmente se necesita. Oliver Wight resume esto como uno de los principios del control entrada/salida: *Nunca encargue a una fábrica o a un proveedor más de lo que cree que pueda producir. Evite las acumulaciones en la producción y el control de inventarios.*³²

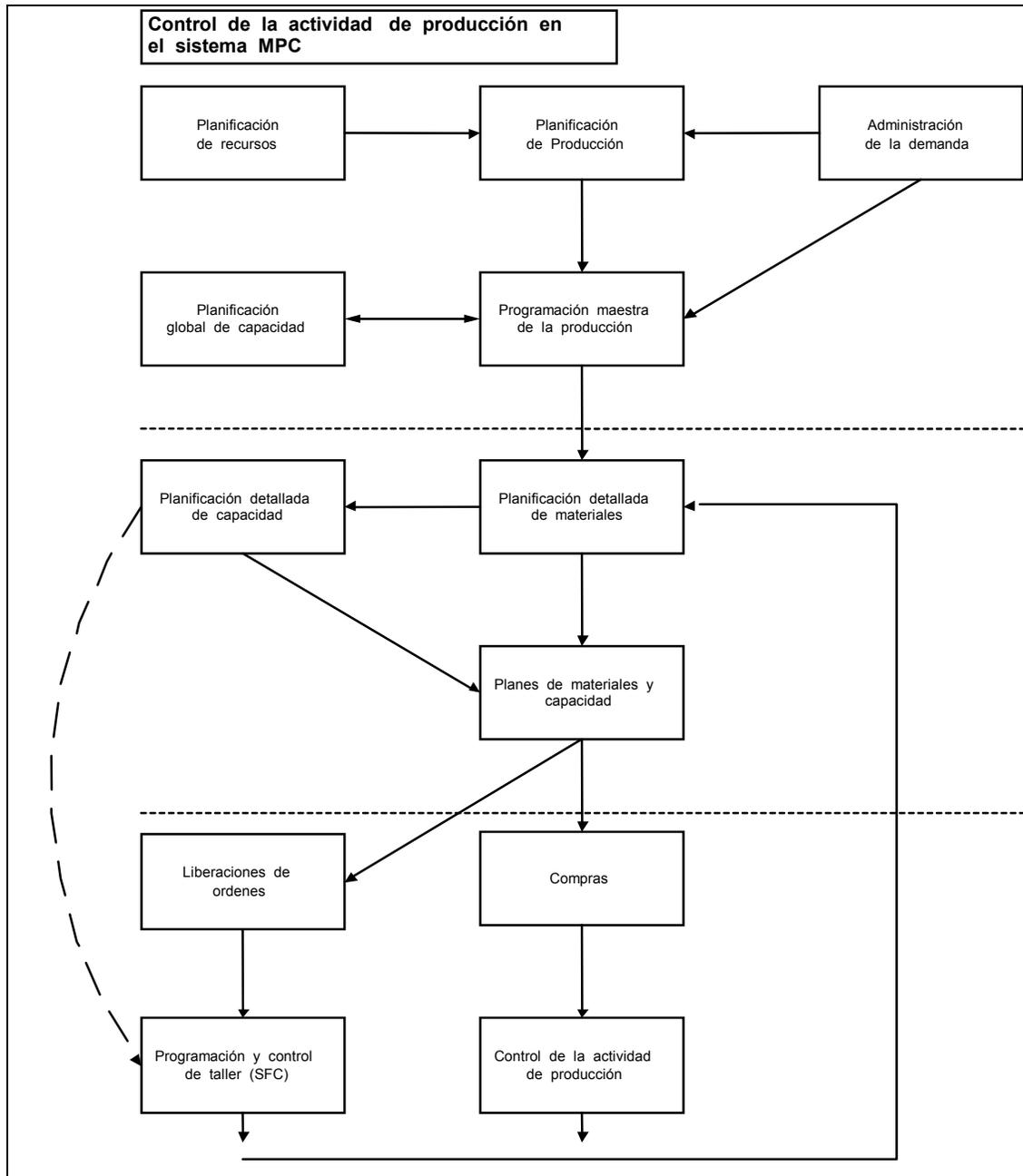
4.1.3.3.1 Control de la actividad de producción

Se refiere a la ejecución de planes de materiales, control de taller de la producción, se muestra la programación del proveedor y su seguimiento como

³² Thomas E. Voll Mann, William L. Berry, D. Clay Whybark. *Sistemas de planificación y control de la fabricación*. (México, Editorial McGraw Hill, 2001) pp. 140-142.

parte, casi en su totalidad, del control de la actividad de producción. También atañe al control de las labores individuales de los centros de trabajo del taller así como a la programación del proveedor. Un control de la actividad de producción (*production activity control*, PAC, por sus siglas en inglés) puede reducir los inventarios de trabajo en proceso y los tiempos de preparación, además de mejorar el rendimiento del proveedor. Un elemento clave para un sistema PAC efectivo es la retroalimentación respecto del rendimiento tanto de la planta como de los proveedores.

Figura 23. Control de la actividad de producción en el sistema MPC



Fuente: Thomas E. Voll Mann, William L. Berry, D. Clay Whybark. *Sistemas de planificación y control de la fabricación*. (México, Editorial McGraw Hill, 2001) p. 173.

La conexión principal entre el PAC y el resto del sistema MPC está en los planes de materiales y capacidad; el plan de capacidad es especialmente

decisivo para administrar el flujo detallado de materiales en taller. En esencia, la capacidad instalada representa la disponibilidad de recursos para lograr los planes de materiales.

La importancia de la capacidad para el control de taller (*shop-floor control*, SFC, por sus siglas en inglés) consiste en que si es suficiente, ningún sistema SFC es capaz de disminuir las acumulaciones, mejorar el rendimiento de las entregas o aumentar las salidas. Por otra parte, si existe más capacidad de la necesaria para alcanzar los picos de demanda, casi cualquier sistema SFC logrará los objetivos de flujo de materiales.

Un aspecto relacionado con lo anterior es la profundidad con que se hace una buena planificación de capacidad. Si la actividad de planificación detallada de capacidad proporciona suficiente capacidad con una carga relativamente nivelada, el control proporciona suficiente capacidad; con una carga relativamente nivelada, el control de taller es directo. Por otra lado, si se trasladan al extremo posterior picos y valles de los requerimientos de capacidad, la ejecución se vuelve más compleja y difícil.

Los mismos aspectos generales se aplican a los sistemas de seguimiento de proveedores: la capacidad del proveedor debe planificarse cuidadosamente para asegurar una ejecución efectiva.

El plan de materiales proporciona información para la programación y control del taller y a los sistemas de seguimiento de proveedores, y establece sus objetivos de rendimiento. El objetivo esencial de ambos sistemas de ejecución es lograr el plan de materiales (proporcionar la pieza correcta en el momento correcto) lo que redundará en la capacidad de cumplir el programa maestro de producción y satisfacer los objetivos de servicio al cliente.

Los enlaces entre MRP y PAC

Las actividades de programación de taller y del proveedor comienzan cuando se libera una orden. Un servicio de información fundamental proporcionado por la MRP es la valoración en el sistema SFC de todos los cambios en el plan de materiales.

Esto significa revisar las fechas de entrega y las cantidades de recepciones programadas, de modo que puedan mantenerse las prioridades correctas. Los sistemas de control y seguimiento deben mantener cada orden alineada con sus fechas de entrega, las cuales son móviles, de manera que se apoye a la MPC. Hay una importante retroalimentación de los sistemas de control de taller y seguimiento de proveedores para la planificación de materiales y capacidad.

La retroalimentación es de dos tipos: información de estado y señales de aviso. La información de estado incluye la notificación final de operaciones, las verificaciones de conteo (registro), el cierre y las disposiciones de órdenes y los datos de contabilidad. Las señales de aviso ayudan a marcar inadecuaciones en los planes de materiales y de capacidad.³³

Conceptos básicos del control de taller

Una entrada esencial para los sistemas de control de taller (*shop-floor control*, SFC, por sus siglas en inglés) son los datos de secuencia y tiempo de preparación. Los tiempos de preparación se componen generalmente de los siguientes cuatro elementos:

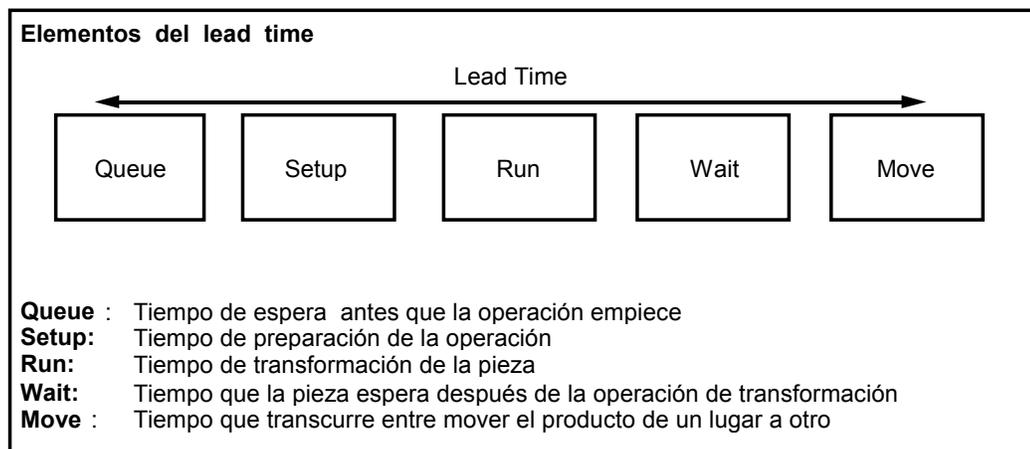
- El tiempo de ejecución, el tiempo que dura la operación o funcionamiento de la máquina por pieza, por tamaño de lote.

³³ Thomas E. Voll Mann, William L. Berry, D. Clay Whybark. *Sistemas de planificación y control de la fabricación*. (México, Editorial McGraw Hill, 2001) pp. 171-184.

- El tiempo de ajuste para preparar el centro de trabajo, independiente del tamaño de lote.
- El tiempo de movimiento, de un centro de trabajo a otro.
- El tiempo de espera (el tiempo que espera para ser procesado en un centro de trabajo y que depende de la carga de trabajo y del programa).³⁴

Estos conceptos nos ayudaran para calcular el lead time entre cada operación en la secuencia de cada producto y lo visualizaremos por medio de un diagrama de gantt.

34

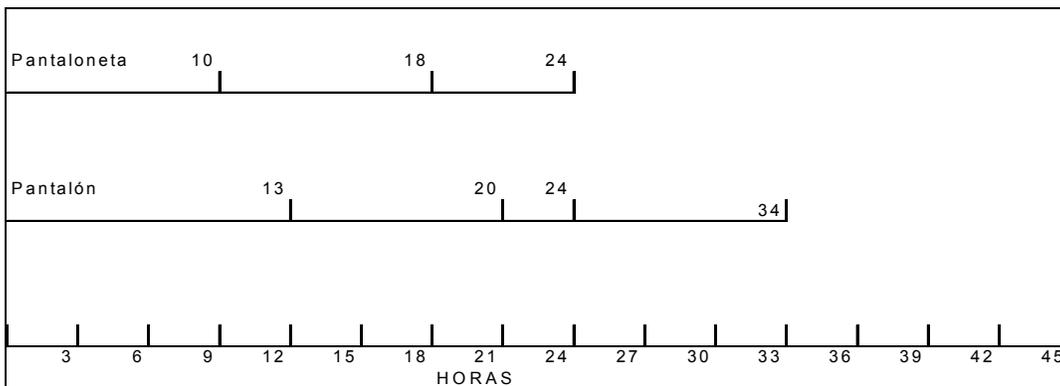


Fuente: *Elementos del lead time*, Apics, Capacity Mechanics, Versión 2.0 2001, p 40

Tabla XXII-A. Tiempos de preparación

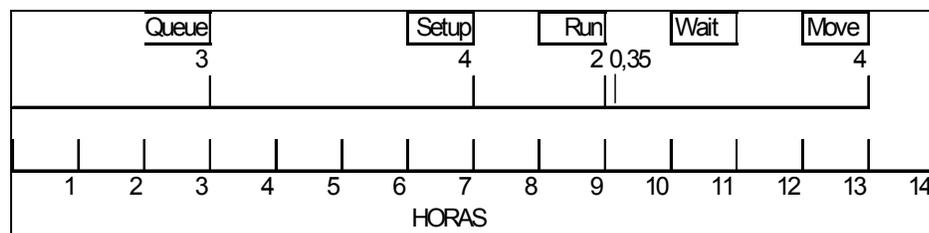
Datos de secuencia y gráfica de operación inversa							
Producto Final	Centro de Trabajo	Tiempo de espera antes que la operación empiece	Tiempo de preparación	Tiempo de ejecución	Tiempo de espera	Tiempo de movimiento	Tiempo total
Pantaloneta	corte	1,59	3,50	1,00	0,35	4,00	10
Componentes							
B	costura	2,75	1,50	0,0160	4,00	0,08	8
C	costura	2,85	1,80	0,0120	0,06	0,09	5
							24
Secuencia pantaloneta = B-C							
Producto Final	Centro de Trabajo	Tiempo de espera antes que la operación empiece	Tiempo de preparación	Tiempo de ejecución	Tiempo de espera	Tiempo de movimiento	Tiempo total
Pantalón	corte	3,00	4,00	2,00	0,35	4,00	13
Componentes							
C	costura	2,15	1,80	0,0100	3,00	0,09	7
G	costura	1,25	1,95	0,0150	0,02	0,10	3
H	costura	0,75	1,05	0,0890	0,01	0,08	10
							34
Secuencia pantalón = C-G-H							

Tabla XXII-B. Tiempos de preparación



Por medio de la tabla anterior podemos conocer detalladamente cuánto tiempo estamos utilizando en el proceso del producto y la programación detallada en cada centro de trabajo; además, podemos analizar cuánto de tiempo estamos utilizando en tiempos de preparación y dónde podemos reorientar nuestros recursos evitando pérdidas de tiempo.

Figura 24. Tiempos de preparación



En este otro análisis solamente estamos utilizando los tiempos de preparación o *lead times*, lo que indica que los tiempos que realmente estamos utilizando para la transformación del producto son dos horas de las trece totales, lo que lleva a poder programar más unidades inmediatamente después de la ejecución, pudiendo mejorar los tiempos entre ésta, si la capacidad de los procesos posteriores lo permiten.

4.2 Disponibilidad y capacidad de los sistemas informáticos

A lo largo de las dos últimas décadas, la planificación de recursos de fabricación ha contribuido al desarrollo de las prácticas de gestión empresarial más allá de las mejoras introducidas en la planificación de los materiales y de la producción. Esta contribución está relacionada con dos fenómenos característicos del final de siglo anterior, como son: el uso de sistemas informáticos y la adopción de sistemas integrados de gestión. Proceso de implantación y uso de sistemas informáticos. Los sistemas MRP han estado vinculados desde su concepción al desarrollo de la informática. De igual forma,

un aspecto clave en la difusión de los sistemas MRP ha sido la identificación de problemas a los que podrían enfrentarse y de oportunidades que podrían encontrar las organizaciones con la introducción de este tipo de sistemas.

El tránsito de la realización “manual” a la “informatizada”, en determinadas funciones, va más allá del cambio de medios a utilizar: debe servir para cuestionar las funciones a desempeñar en sí mismas o, al menos, la manera en que se llevan a cabo. La implantación de sistemas MRP no se concibió como la mera instalación de los correspondientes medios, sino como un proceso de cambio.

Dos ejemplos ilustran este fenómeno: el primero, observable especialmente durante la década de los años 80, cuando se sostuvo una controversia respecto del tipo de *software* a utilizar en los sistemas MRP: *software* “hecho en casa”, a medida de las necesidades de la empresa, frente a *software* estándar o “comercial”, realizado por empresas especializadas. Mientras que al *software* “hecho en casa” se le achacaba la inercia de reproducir el funcionamiento de las empresas, sin cuestionar su idoneidad, al *software* estándar se le objetaba la falta de adecuación a las necesidades específicas de la empresa.

Con el paso del tiempo, se han impuesto las soluciones estándar, siendo significativo que uno de los principales argumentos comerciales es la capacidad de adaptación a las necesidades específicas de cada cliente. El segundo ejemplo es que las empresas especializadas en *software* de sistemas MRP han dejado de ser fabricantes de *software*.

En un lugar destacado de las prestaciones que se le ofrecen a una empresa que piensa utilizar un sistema MRP, se puede encontrar la metodología o el soporte para la implantación. De esta forma, el fabricante de *software*

desempeña también funciones de consultoría. En esta línea, algunas empresas que desarrollan este tipo de aplicaciones llegan a subcontratar, no sólo la implantación, sino incluso la propia venta de sus productos a consultores reconocidos, de manera que el principal interlocutor de una empresa que quiere instalar un nuevo sistema de información es una consultoría de organización.

Si bien durante los años 80 hubo intentos de integración de la gestión de la empresa (iniciativas como la denominada: *Bussiness Resources Planning*, BRP, por sus siglas en inglés) este proceso puede considerarse característico de la década de los años 90, en que termina por imponerse la denominación ERP (por las siglas en inglés de *Enterprise Resources Planning*).³⁵

En gran parte, estos sistemas integrados de gestión empresarial pueden ser considerados como la extensión de los sistemas MRP, a partir de su uso en compras, producción, ingeniería y almacenes, a otras áreas de la empresa. Tal proceso de expansión puede interpretarse mediante diferentes claves, como:

Afinidad. Actividades como la distribución física siguen la secuencia natural del proceso compras-producción (otro tanto puede entenderse de la instalación y

³⁵ ERP, (Enterprise Resources Planning por sus siglas en inglés), son sistemas de planeación de recursos que se encuentran en su tercera etapa; sus etapas posteriores son los MRP (*Material Requeriment Planning*) I y II, cuya objetivo primordial era mejorar la información y planeación en el proceso productivo. Las suite ERP son *software* que proveen aplicaciones de control y contables, administración de producción y materiales, administración de calidad y mantenimiento de fábricas, distribución de ventas, administración de recursos humanos y administración de proyectos, dejando a un lado la heterogeneidad de los sistemas MRP y vinculando todos los sectores de la organización. La característica más significativa es que todas las aplicaciones están integradas, por lo que comparten un mismo conjunto de datos que es almacenado en una base de datos común. Las empresas se benefician de esta información debido a que el sistema ERP relaciona los procesos de negocios y los maneja como un todo en forma integrada. Al igual que la mayoría de tecnologías de información los ERP proveen herramientas para mejorar el control y la planeación y principalmente la toma de decisiones. <http://www.gestiopolis.com/lidera/revistas/edic7/ERP.htm>

puesta en marcha de productos industriales o, en sentido contrario, del diseño de productos y componentes). Así, uno de los primeros módulos añadidos en los sistemas MRP II es el relativo a la función de distribución de requerimientos de planeación (*Distribution Requirements Planning*, DRP, por sus siglas en inglés).

Repercusión. Debido a la interrelación de funciones en la empresa, el uso de nuevas prácticas en compras-producción repercute en los vínculos existentes entre áreas de la empresa:

- La determinación de costos mediante un sistema MRP implica inmediatamente a la contabilidad de la empresa y, por lo tanto, al área financiera.
- El tratamiento del tiempo en los procesos de planificación permite la estimación de tiempos de respuesta o plazos de entrega de los productos, información que puede ser clave en la elaboración de ofertas por parte del área comercial.
- La definición de categorías de mano de obra a considerar en la definición de centros de trabajo y en la planificación de necesidades de capacidad, así como el uso de bonos de trabajo asociados a las órdenes de producción gestionadas en el sistema MRP, involucran a la gestión de recursos humanos.

Difusión. Con carácter general, un elemento integrador es la difusión a otras áreas funcionales de la empresa de los principios conceptuales en los que se basa el MRP. En efecto, la filosofía de la planificación de necesidades (establecer qué se pretende hacer en el futuro y determinar la secuencia de acciones necesarias para lograrlo) y de la planificación de recursos (contrastar

el consumo estimado de recursos de un plan de acción con la capacidad disponible) puede aplicarse para la planificación de necesidades y recursos financieros, la planificación de necesidades y recursos de información o necesidades y recursos de promoción.

De esta forma, se emprenden iniciativas RP en distintas áreas funcionales de la empresa, bajo un sistema de información común. En los actuales sistemas integrados de gestión empresarial se observa la consolidación de este proceso de “expansión” de los sistemas MRP.

Cierto es que algunos de los sistemas ERP comerciales más usados en la actualidad tienen su origen en aplicaciones inicialmente destinadas a áreas funcionales de la empresa, como recursos humanos o finanzas, pero, en cualquier caso, su éxito puede asociarse a su carácter integral, la integración de sistemas de gestión empresarial. El proceso de “expansión por afinidad”, anteriormente descrito para los sistemas MRP respecto de las actividades de compras-producción-distribución, ha dado soporte a la gestión del sistema logístico de la empresa.

La conexión entre sistemas ERP de distintas organizaciones es hoy en día un elemento fundamental en lo que se conoce como gestión de la cadena de suministros (*Supply Chain Management*³⁶): intercambio de información y

³⁶ Cadena de suministros, a través del tiempo los expertos logísticos han estado preocupados por generar valor añadido a todas las actividades involucradas con el flujo de información y productos existente entre proveedores y clientes, es así que a inicios de los 90's el concepto de Cadena de Suministro (SCM: Supply Chain Management) adquiere gran importancia dada su visión global de estos flujos. Una Cadena de Suministro tradicional se compone de proveedores, fabricantes, mayoristas o distribuidores, detallistas y clientes y se puede describir como el "flujo de productos e información entre proveedores y clientes.

<http://www.gestiopolis.com/canales5/emp/pymecommx/2.htm>

contenidos, por todos los agentes implicados en un canal logístico, desde las materias primas hasta los productos terminados. En este sentido, la evolución de los sistemas telemáticos, también conocidos como sistemas de intercambios de datos electrónicos (*Electronic Data Interchange*, EDI, por sus siglas en inglés) ha proporcionado distintas posibilidades para conectar los sistemas de gestión entre empresas:

- Mediante un protocolo de comunicaciones específico con conexiones por cable entre las dos empresas implicadas (líneas punto a punto).
- Mediante un protocolo de comunicaciones específico, con conexiones por módem, utilizando la red telefónica convencional.
- Mediante un protocolo de comunicaciones sectorial y combinando conexiones punto a punto con la red telefónica convencional (por ejemplo EDIFACT en la industria de automoción).
- Mediante protocolos abiertos como los utilizados en Internet (TCP/IP, WWW, etcétera).

Los sistemas ERP adscritos a esta última modalidad utilizan lo que se conoce como soluciones empresa a empresa (*Bussiness to Bussiness*, B2B) y empresa a consumidor (*Bussiness to Consumer*, B2C). Los sistemas B2B inciden sobre la mejora de la relación entre empresas mediante la utilización de sistemas de información compartidos. Las soluciones B2C están orientadas a la interacción con los clientes finales mediante el uso de las nuevas tecnologías de comunicación. En lo referente a B2B y B2C, se están realizando muchos esfuerzos en la definición de contenidos de la información y en la forma en que ésta va a ser complementada y transmitida.

En este sentido, son aspectos críticos: la utilización de los medios (líneas, protocolos, *software*) y del formato de la información adecuados para la comunicación entre agentes, y la interacción entre los sistemas de información y de comunicación de una empresa. Otro reto actual para los sistemas integrados de gestión consiste en la transformación de las relaciones basadas en el intercambio de datos entre empresas en otras basadas en la utilización de información y conocimientos compartidos.

Sirvan como ejemplo las relaciones entre un fabricante y un gran distribuidor local de productos de consumo. Las previsiones de ventas locales de un producto concreto efectuadas de forma aislada proporcionan una precisión mucho menor que las realizadas de forma compartida, en las que se incorporan conocimientos específicos, del fabricante respecto al producto y del distribuidor respecto al mercado en cuestión.

En su día, los sistemas MRP transformaron el funcionamiento interno de las empresas, que evolucionó desde la mera transmisión de datos entre partes aisladas hacia la integración, mediante el uso de información compartida. Es de esperar que el desarrollo de los sistemas ERP siga una evolución similar, ofreciendo el soporte necesario para compartir información y conocimientos, y modificando la naturaleza de las relaciones entre empresas.

De esta forma, las comunicaciones, que hoy se dedican básicamente a la realización de transacciones comerciales, serán utilizadas en actividades tales como el diseño de productos, la elaboración de previsiones de ventas, la confección de planes, la coordinación de campañas, etcétera.³⁷

³⁷ J. Delgado/f. Marín. *Evolución en los Sistemas de Gestión Empresarial del MRP al ERP*. pp.53-58, <http://www.mityc.es/publicaciones/revista/num331/09.JOAQUIN%20DELGADO.pdf>

5. SEGUIMIENTO DEL SISTEMA DE CUMPLIMIENTO

Los sistemas de MPC deben apoyar la estrategia y tácticas que se están llevando a cabo en la empresa, y deben de ser capaces de responder a las diferentes necesidades del mercado que está en constante evolución, tanto en tecnología, como en lo que se refiere a productos y procesos de fabricación. Mencionamos estos puntos debido a que el seguimiento que se debe dar a cada proyecto es definitivo para el éxito de este; la empresa busca cada día ser competitivamente mejor tanto en procesos de fabricación y tecnología, como en ofrecer nuevos y más llamativos productos que sean factor de innovación en el mercado textil, por lo que es menester cumplir con los pedidos de los clientes.

El sistema de seguimiento se deberá enfocar en los planes de producción de los diferentes procesos en que pasa el producto, midiendo el cumplimiento de éste por área y producto, para poder rehacer planes de recuperación en pro de la entrega del producto a tiempo y no tener pérdidas por amonestaciones en dinero de parte de los clientes.

En el sistema de suministro, podemos controlar la capacidad, si los sistemas de planificación están adecuados a la realidad productiva de la empresa, ajustándolos al desempeño real, pero esto no sólo llevará a realizar un producto a tiempo, sino también en cada nivel de la preproducción que se lleva a cabo; antes de transformar el producto, debe cumplir con los tiempos establecidos de entrega para no atrasar los pedidos. Los departamentos que comprenden estas actividades son:

➤ Desarrollo del producto

La función de este departamento es indicar los diferentes procesos que llevará cada producto, así como la aprobación de la muestra por parte del cliente.

➤ Desarrollo de accesorios

Este departamento desarrolla la BOM de cada producto en base a cada producto.

➤ Telas.

Antes de la generación de órdenes de producción se debe analizar la tela, su comportamiento en elongaciones o encogimientos, y estándares de lavado proporcionados por *pilot lot*,³⁸ que debe estar claro antes de empezar el primer proceso de producción y los datos disponibles para proseguir con la generación de órdenes de producción.

5.1. Manejo de la información en los sistemas informáticos

La información que se maneja está incluida en una base de datos, donde agrupa los diferentes componentes que lleva un producto, para poder dar plazos de entrega a los diferentes pedidos que el cliente formula; se debe contar con la siguiente información que es necesaria para cálculos de *lead time* en la manufactura del producto:

- Secuencia de operaciones del producto
- Tiempo estándar del producto en cada secuencia de operaciones
- Cantidad del pedido
- BOM de producto
- Precios del producto en cada secuencia de operaciones

³⁸ *Pilot lot*: es una corrida de producción donde se coloca un grupo de tallas del producto a confeccionar, lo que es una muestra representativa de la futura producción, que se corre tanto para corrección de medidas como para aprobar el estándar de lavado.

➤ Manual de construcción del producto

Toda esta información será de utilidad para todos los departamentos, pero especialmente para el de planificación, ya que de aquí se partirá con una fecha en la que deberán trabajar todos los demás departamentos para cumplir con sus *lead time* establecidos para que el producto pueda confeccionarse sin ningún tipo de problemas. Esta información se maneja en el sistema de logística de planificación y es la única información válida.

5.1.1. Capacitación en los nuevos programas

Se debe capacitar a todo el personal involucrado en las diferentes áreas que comprende la empresa respecto del manejo del sistema de logística de planificación, con el objetivo de poder en un solo sentido y con una sola información los diferentes productos que se procesarán.

En el sistema de logística de planificación se detallará el plan maestro de producción, que nos indicará cuándo y dónde ensamblar el producto, lo que a su vez dará el plan de materiales que deberá ejecutarse para cumplir con los compromisos adquiridos con el cliente.

También se tendrá que capacitar en conceptos nuevos como la planificación y control de la fabricación, MPC. El MPC tiene herramientas que ayudarán a programar detalladamente, programa maestro de producción, MPS, planificación de necesidades de materiales, MRP, planificación de requerimientos de capacidad, CPR, sistemas de control de taller, SFC, control de la actividad de producción, PAC, en los que están integradas las diferentes áreas de planificación. Apreciamos detalladamente cada proceso evolutivo de cada producto y no se escapa ningún tiempo de ejecución, para las diferentes áreas.

5.2. Archivos comunes

En el proceso que se está llevando a cabo en la empresa, toda la información es procesada en programas de computación; actualmente se tienen archivos en hojas electrónicas que pronto serán procesadas a partir de los programas computacionales que sea seleccionado para esta tarea.

Los archivos que actualmente se comparten son:

➤ *Placement.*

Este archivo muestra la cantidad por producto, diferentes productos y las fechas de entrega de cada producto. Cómo se deberá acomodar el producto.

➤ *Master production schedule.*

No es más que el programa de producción a nivel de producto y cantidad con fechas de entrega e información necesaria para la manufactura.

➤ *Análisis o flujos de producción*

Se muestra detalladamente la orden de producción en cantidades y con sus fechas de entrega, tanto de corte como de costura.

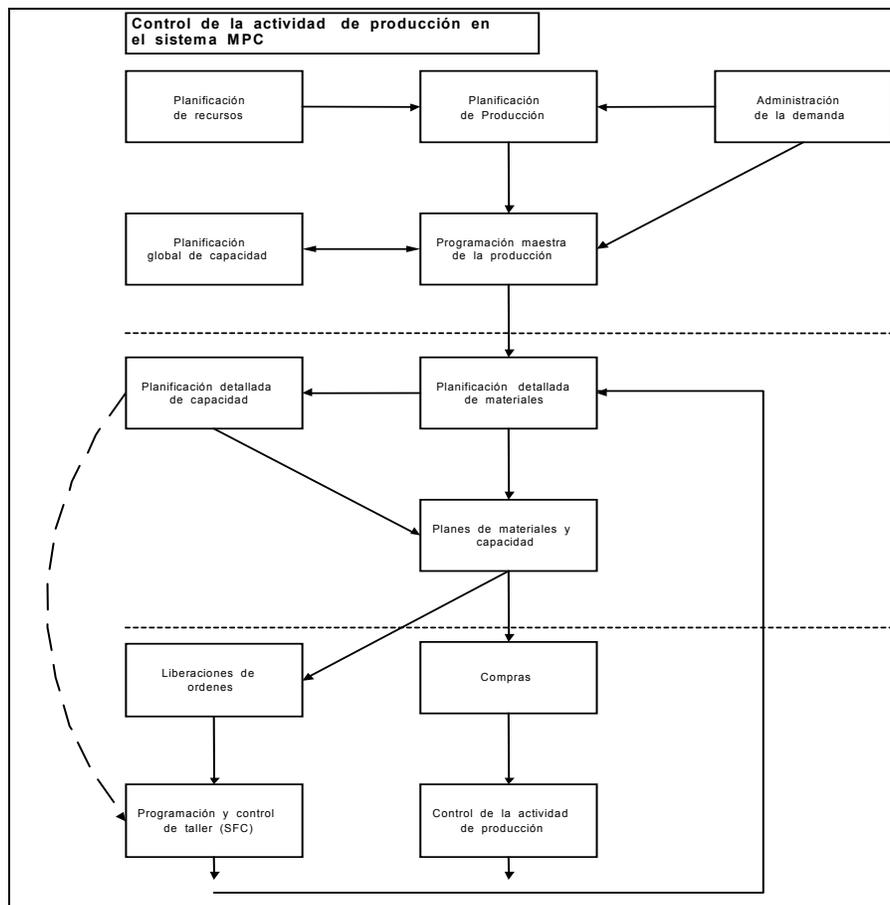
5.3. Seguimiento

Cada área debe de llevar su propio seguimiento, pero está a cargo de la de planificación controlar y dar seguimiento a las diferentes áreas de manufactura del producto, para que sea dado en el tiempo planificado y estipulado.

Los controles de producción deben retroalimentarse con todos los departamentos involucrados; los sistemas de medición de capacidad detallada por estación de trabajo, SFC, deben ser medidos y trasladar la información que contengan al área de planificación, con el objetivo de ajustar las capacidades reales de cada estación de trabajo. Esto, debido a que si no tenemos la suficiente capacidad, la estación de trabajo no será capaz de reducir las

acumulaciones y. por lo tanto. no podrá cumplir con fechas de entrega. Por otro lado, si existe la capacidad necesaria, se logrará el flujo de materiales deseado.

Figura 25. Diseño propuesto de planeación para el cumplimiento de la producción



Fuente: Thomas E. Voll Mann, William L. Berry, D. Clay Whybark. *Sistemas de planificación y control de la fabricación*. (México, Editorial McGraw Hill, 2001) p. 173.

En el diagrama anterior podemos ver cómo la programación y control de taller SFC y control de la actividad de producción, retroalimentan para poder replanificar en base a las capacidades detalladas que manda el área de operaciones; esta comunicación también sirve para que se puedan adecuar los planes de materiales y que puedan estar en tiempo cuando se les

necesite. Este es un monitoreo que se hace diariamente en base a las capacidades de producción y planes de entregas de proveedores que definirán los planes de materiales. Este seguimiento lo harán los departamentos de planificación, materiales y operaciones.

5.4. Procedimientos

Los procedimientos que se deberán ejecutar para que los productos sean entregados a tiempo deben ser realizados con técnicas y métodos de ingeniería, para hacerlos más eficientes; deben llevarse a cabo en cada área de la empresa, debe quedar constancia de las diferentes actividades que se realizan, por medio de diagramas que indiquen claramente cada actividad. Diagramas sobre las siguientes fases del proceso de producción ayudarán a profundizar más en cada área, para poder hacerla más eficientes:

- Planificación del producto para las áreas de corte y costura.
- Preproducción del producto.
- Compras de los insumos del producto.
- Toma de tiempos y métodos en cada estación de trabajo, incluyendo la realización de nuevos tiempos estándar para operaciones nuevas.
- Sistema de costeo del producto.
- Requerimientos de maquinaria.
- Secuencias de operaciones.
- Plan maestro de producción.
- Control de la actividad de producción.
- Planificación detallada de capacidad.

CONCLUSIONES

1. Las causas de no contemplar capacidades, materiales, mano de obra, etc. conlleva a tiempos ociosos, repercute en el paro de líneas de producción a lo cual se le suma la pérdida monetaria en la no realización de producto en la línea de producción. El plan maestro de producción integrará a todas las áreas involucradas, su objetivo esencial es proporcionar la pieza correcta en el momento correcto.
2. Los documentos o archivos a utilizar en toda la organización son: cuadros de pedido de producto (placement), planes maestros de producción, flujos de producción, estos aún manejados en hojas de Excel, que se deberán llevar al sistema de logística de planificación en donde se encuentra toda la información restante para la planificación.
3. La comunicación e información que se maneja en cada departamento debe ser en los dos sentidos a manera que todos manejen la misma información, esto se logra con los reportes de programas de producción en donde los puntos a resaltar son: producto, fechas, cantidades, tiempos estándar, especificaciones del producto, lista de materiales, todos tienen que estar bien definidos para que se pueda contemplar todos los tiempos de ejecución, ya que el perder alguno de estos conlleva a fechas de entrega incorrectos, (lead times no tomados en cuenta).
4. La empresa tiene contemplados procedimientos en cada área algunos no son respetados ni tomados en cuenta, muchas veces debido a pedidos

urgentes en donde no se contemplan detenidamente los tiempos de ejecución de cada departamento, por lo que se deberá analizar y reorganizar estos procedimientos, haciéndolos más eficientes, de manera que se puedan ajustar a órdenes de producción más rápidos, en donde todos los departamentos, puedan tener la información y el producto en la fecha deseada.

5. La confección de prendas de vestir cambia constantemente, esto es un factor determinante en ser competitivos y poder evolucionar conforme la demanda lo pida, haciendo procesos más eficientes. Esto conlleva a la realización de nuevos productos en donde cambian las especificaciones, los tiempos de ejecución, nueva tecnología a tomar en cuenta; al no contemplar en la planificación estos cambios, llevará a entregas desfasadas.
6. Se deberá desarrollar programas de capacitación orientados al manejo de la planificación y control de la fabricación, MPC, además de desarrollar capacitaciones en los nuevos sistemas informáticos a utilizar, en donde se estará creando la información necesaria, para realizar los planes de producción.
7. El plan maestro de producción tiene toda la información necesaria para que cada departamento pueda empezar con sus atributos, para que el producto pueda ser entregado en el tiempo preciso, por lo que el control de tiempos muertos, deberá llevarse y medirlo detenidamente para poder tomar medidas correctivas y en un futuro preventivas.

RECOMENDACIONES

1. Desarrollo de programas de capacitación, en conceptos de planificación y control de la fabricación, MPC; es una herramienta fundamental en la integración y el cumplimiento, que llevará a la minimización de tiempos ociosos, por fallo en el manejo de la información necesaria a la hora de la manufactura del producto. Así también se necesita capacitación en sistemas modernos, que ayuden a hacer más eficientes los procesos.
2. Para poder ser competitivos se deben desarrollar mejores métodos, se requiere de nueva tecnología, innovaciones constantes que lleven a procesos más adecuados y que tengan una respuesta de entrega más rápida. La integración por medio del plan maestro de producción, flujos de producción y placement aportará visibilidad a las demás áreas involucradas.
3. Revisar los procedimientos actuales, adecuarlos al mundo cambiante de la confección. Ver nueva tecnología que aporte a integrar los nuevos procesos y se puedan definir capacidades más detalladas.
4. La determinación de las especificaciones de cada producto, debe ser la más fiel y clara información, en el sentido de poder calcular los tiempos y materiales adecuados, reorganizar los procesos actuales a pedidos de respuesta más rápida, que lleven a la consecución de la entrega del producto a tiempo.

5. Las capacidades deben calcularse en base a tiempos estándar de cada producto, la moda cambia muy rápidamente; mencionamos esto debido a que se deberán fabricar nuevos productos con grados de complejidad altos y con entregas lo más pronto posible, teniendo la empresa que reorganizar sus procesos y aportar nuevas tecnologías para estar a la vanguardia.

6. Crear programas de información y divulgación acerca de los requerimientos y normas que el cliente pide, al manejar su producto, el compromiso de la empresa es de entregar el producto con las especificaciones correctas, así como de velar porque todo el personal las conozca, las utilice y ponga en práctica.

7. Determinar los niveles agregados de producción. El objetivo administrativo es desarrollar un plan de juego integrado, cuya parte de la fabricación es el plan de producción, por lo tanto, dicho plan enlaza las metas estratégicas con la producción, y se coordina con los objetivos de ventas, disponibilidades de recursos y presupuestos financieros.

BIBLIOGRAFÍA

1. Delgado J. y Marín F. **Evolución en los sistemas de gestión empresarial del MRP al ERP.**
<http://www.mityc.es/publicaciones/revista/num331/09.JOAQUIN%20DELGADO.pdf>
2. Hiller, Frederick y Lieberman, Gerarld. **Investigación de operaciones.** 7^a ed. México, Editorial McGraw-Hill, 2001.
3. Krajewski, Lee y Ritzman, Larry. **Administración de operaciones. Estrategia y análisis.** 5^a ed. **Estrategia y análisis.** México, Pearson Educación, 2000.
4. Niebel, Benjamín. **Ingeniería industrial. Métodos, tiempos y movimientos.** 3^a ed. México, Editorial Alfaomega, 1990.
5. Thomas E. Voll Mann, William L. Berry, D. Clay Whybark. **Sistemas de planificación y control de la fabricación.** 3^o ed. México, Editorial McGraw Hill, 2001.
6. Tiburcio Rodríguez, Violeta Verónica. **MRP II Aplicado al Mantenimiento Productivo Total.** Tesis Ing. UNMSM.

BIBLIOGRÍA ELECTRÓNICA

1. <http://www.mityc.es/publicaciones/revista/num331/09.JOAQUIN%20DELGADO.pdf>
2. http://www.artinsoft.com/pr_plsql.aspx
3. <http://www.oracle.com.ar>
4. http://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtual/Tesis/Ingenie/Tiburcio_R_V/Tiburcio_R_V.htm
5. <http://www.apics.org>
6. <http://www.gestiopolis.com/lidera/revistas/edic7/ERP.htm>
7. <http://www.gestiopolis.com/canales5/emp/pymecommx/2.htm>

ANEXOS

Figura 26. Partes del pantalón

