

Capítulo 1.- Introducción

1.1 . - Planteamiento del Problema

El gran problema de una empresa manufacturera es el de coordinar todas las actividades que se realizan para elaborar los artículos que fabrican, hacerlos llegar a los clientes, tener existencias para reservas, controlar y contabilizar para resumir resultados de operaciones, etc. Si nos centramos en el aspecto netamente operativo, para no extendernos mucho, podemos listar la gran cantidad de decisiones que se tienen que tomar una y mil veces a través de una serie de períodos de tiempo. Tales decisiones, por dar algunos ejemplos, serían:

- 1.- La cantidad de producto que deberá fabricarse en los siguientes períodos.
- 2.- La cantidad de producción que deberemos hacer en el largo plazo.
- 3.- Qué componentes fabricar, cuáles comprar, y el tamaño de sus lotes.
- 4.- Qué niveles de inventario debemos tener, de cada elemento, en cada período.
- 5.- Los niveles adecuados de mano de obra: número y tipo de empleados, número de turnos, cuántas horas extras y la necesidad de subcontratos.
- 6.- Cuándo entregar materiales, herramientas e instrucciones a la planta.
- 7.- Cómo manejar pedidos de urgencia y otros eventos inesperados.
- 8.- Cómo reprogramar el trabajo sobre una base dinámica para compensar demoras y otros factores internos. Además de éstas decisiones operativas, existen otras de planeación sobre bases no muy regulares, como:
 - 9.- Los estándares de tiempo y de costo para cada actividad y material.
 - 10.- Cómo y cuándo programar operaciones de mantenimiento.
 - 11.- Cómo conocer el estado general de carga de operaciones para planear nuevas capacidades, nuevos productos, etc.

Para ayudar a la gerencia a tomar las decisiones pertinentes para éstas y otras situaciones, es necesario desarrollar un mecanismo de control que de alguna manera facilite

el análisis de la información tan extensa que hay que digerir, porque muchas veces se hace erróneamente. En seguida se muestra un diagrama de un sistema idealizado de control:

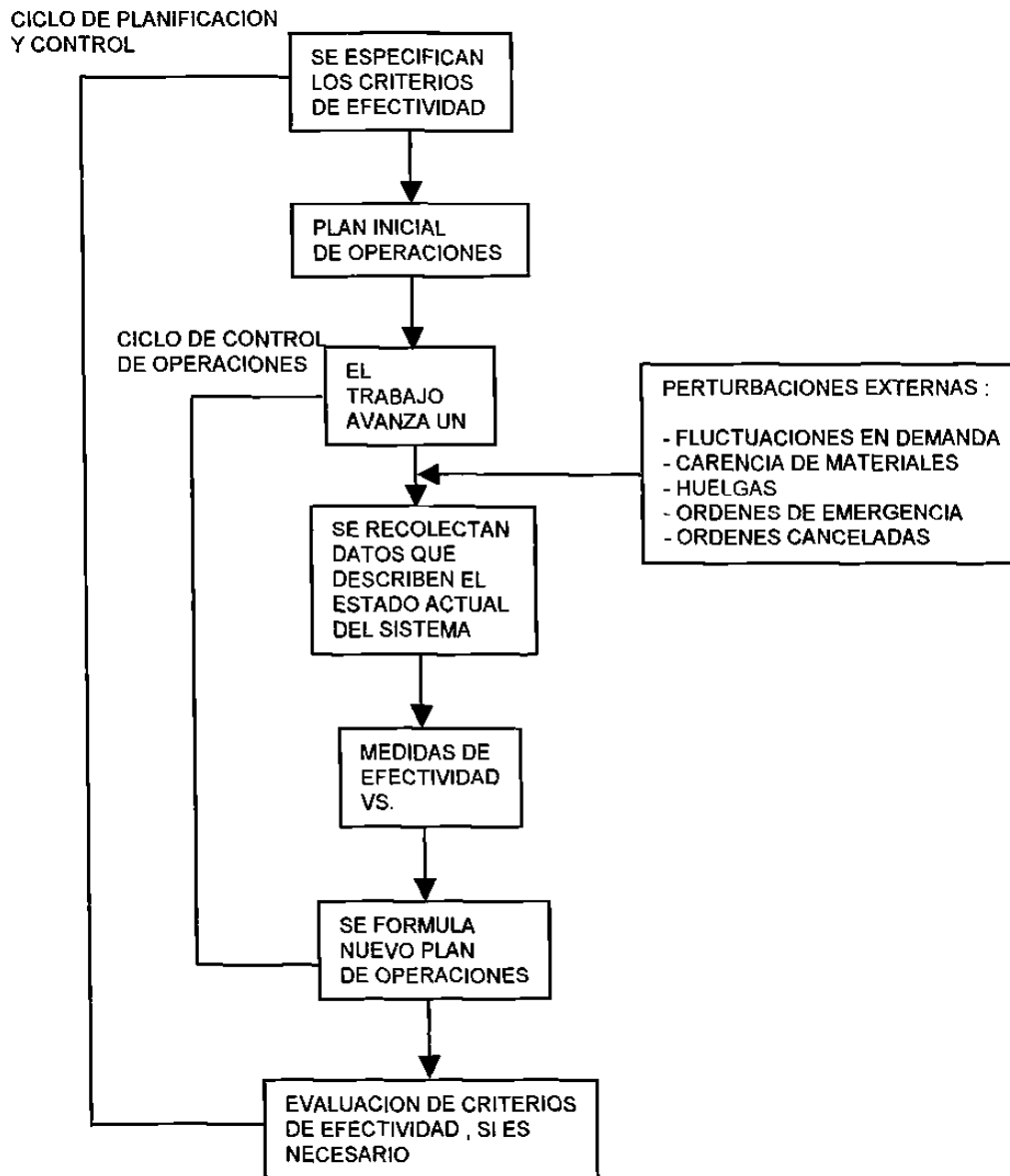


Figura 1.1.- Un sistema de control de manufactura idealizado

En el diagrama anterior, vemos que los diferentes procesos de decisión se pueden

agrupar en bloques, ordenados en forma secuencial adecuada para controlar el flujo de la información a medida que se van desarrollando las diferentes actividades en la organización. Pues bien, cada bloque representa un conjunto de procesos de decisión que, al ser realizados, sirven de base para la realización de otros. O bien, antes de realizarse, necesitan de los resultados que ofrecen los bloques anteriores. Algunos procesos de información requieren los resultados de muchos bloques al mismo tiempo, por lo cual se necesita tener un sistema de información que consolide lo que se obtiene de los diferentes bloques en cada paso. El gran problema que se trata de resolver en la presente Tesis es, precisamente, la obtención de un sistema de recopilación, que nos permita tomar la información relevante de cada etapa de la producción y nos ayude a conocer de antemano, el uso que se le va a dar a los recursos en los periodos que van desde corto, hasta mediano y largo plazos.

El enfoque que se quiere tomar para la obtención de la información es el que se usa ampliamente en la ingeniería de sistemas, el de las Funciones de Transferencia.

Como los ingenieros sabemos, en una función de transferencia tenemos una entrada a un proceso, una función que se realiza sobre lo que llegó en la entrada, y una salida que, en nuestro caso, se trata de información convertida a una forma que deseamos según la función que se efectuó sobre ella. Un diagrama adecuado como ejemplo sería el siguiente:

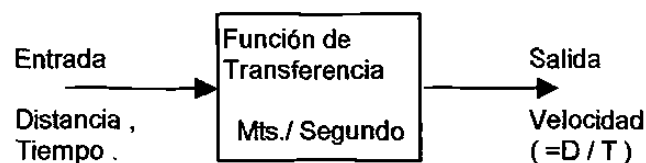


Figura 1.2 .- Concepto de Función de Transferencia

El desafío es encontrar la manera de poner todos los datos que entran en cada etapa de los procesos y modelar la operación adecuada sobre ellos (ó función de transferencia), de manera que nos den los datos relevantes en una forma adecuada para tomar las decisiones de las siguientes etapas del proceso de decisión , es todo.

1.2 .- Objetivo Del Trabajo

El objetivo que se persigue con el Trabajo de Tesis propuesto es que sirva como guía de referencia para la implantación de un Sistema de Cálculo de Requerimientos de Producción que ofrezca respuestas inmediatas a las interrogantes de la Administración como las siguientes:

- ¿Tenemos capacidad disponible para aceptar una nueva orden?
- ¿Para cuando saldría?
- Si reducimos el tamaño de lote; ¿Cuánto tiempo ahorramos?
- ¿Cuanto nos afecta una descompostura repentina en alguna máquina?
- ¿Podemos adaptar inmediatamente nuestro Plan de Producción a los cambios propuestos?, etc.

Por la importancia del tema en la actualidad, se hace necesario asegurar que las empresas dispongan de información detallada y exacta para que se puedan tomar decisiones acertadas.

El trabajo pretende también ser un vehículo de familiarización con los conceptos que se manejan en los sistemas MRP, con el fin de que se comprendan los alcances y limitaciones para evitar fallas en su implantación. Estoy convencido de que, si no se dispone de un sistema de trabajo de éste tipo, es imperante desarrollarlo e implantarlo, aunque no sea a nivel de software, sino sólo como procedimiento operativo para garantizar un mínimo de eficiencia en las funciones de control.

La necesidad anterior se acentúa en la pequeña empresa y algunas medianas porque no disponen de los recursos económicos para tener acceso a las mejores herramientas de control que existen, ya que son muy caras.

Con éste trabajo espero estar contribuyendo al desarrollo y fortalecimiento de las empresas menos favorecidas y, como consecuencia, aportar algo al desarrollo económico verdadero y sano de la sociedad y de nuestro País, que lo necesitan desde hace muchos años.

1.3.- Justificación Del Trabajo

La razón principal del tema seleccionado es la falta de accesibilidad a los paquetes de software que incluyen el manejo de toda la información necesaria para calcular todos los requerimientos de fabricación de uno ó varios productos. Estos paquetes completos son muy caros y sólo las empresas grandes los pueden obtener. Si se llega a encontrar un software económico de MRP, éste maneja sólo algunos procedimientos de cálculo pero carecen de muchos otros igualmente necesarios.

Otra razón consiste en que la capacitación al personal que va a usar el paquete se vuelve muy elitista, y se hace necesario disponer del programa para aprovechar la capacitación. Y cuando la gente entra en capacitación es porque se necesita que el programa dé los frutos esperados en el menor tiempo posible. Todo ésto provoca que las personas se vean obligadas a manejar un sistema de trabajo con el que no están familiarizados con todos los conceptos que involucra, y mucho menos con la forma como interactúan los diferentes datos entre sí para dar el resultado deseado. Lo anterior ha sido causa que se tomen decisiones poco acertadas en el sistema y que han provocado una buena cantidad de fracasos en la implantación de un programa de información o, al menos, causa de que se use sin sacarle todo el provecho que se puede. Esto es particularmente cierto para las empresas medianas y pequeñas que tienen necesidad de crecer en cuanto a producción y capacidad de control pero no disponen de los recursos económicos necesarios para hacerse de un buen software.

Mi intención es que los conceptos de un buen sistema de cálculo de requerimientos estén al alcance de las personas y ofrecer una guía para el manejo de las diferentes situaciones que se presentan en la vida real con éstos sistemas y para que, a su vez, las personas puedan ayudar a sus empresas a tener un mayor control de sus recursos para poder ser más eficientes. Esta sería una de las muchas formas de ayudar a nuestra querida Nación a lograr una economía fuerte que, aunque no es la única manera, sí es un grano de arena que formará el bloque que nos va a dar fuerza como sociedad.

1.4.- Metodología Del Trabajo

El presente trabajo no es una descripción del funcionamiento de algún paquete de software existente. Es más bien una metodología propuesta para desarrollar sistemas de trabajo basados en los conceptos de la Planeación de Requerimientos de Materiales (MRP). Se busca reunir en una base de datos las cantidades y las operaciones entre sí que se tienen que hacer para obtener las respuestas a las interrogantes que surgen en el desarrollo de las operaciones de fabricación.

La manera de lograr el desarrollo del tema es por medio de las siguientes fases:

- Descripción del Ambiente Industrial actual y las necesidades que surgen.
- Presentación de los Archivos de Datos propuestos para manejo de la información.
- Introducción al Procedimiento Matricial para la realización de las diferentes operaciones matemáticas entre archivos de datos
- Presentación del Caso de Estudio y las necesidades de Información.
- Realización de Operaciones Básicas.
- Listado y Procedimientos de Solución de las diferentes Situaciones que se presentan en el ambiente de trabajo.
- Interpretaciones y Comentarios de Conclusión.

Hay dos grandes bloques de decisión que interactúan entre sí para el chequeo de las capacidades de producción y son: La Planeación Agregada de la Producción y La Planeación de Requerimientos de Recursos para Producción. Una y otra se complementan, y durante el desarrollo del tema se van a usar interacciones entre ellas. Este será el procedimiento medular que nos va a dar planes factibles de uso de recursos, para poder obtener posteriormente los programas cronológicos de consumo de recursos.

No se van a abarcar funciones financieras. La razón es que los verdaderos sistemas completos de MRP II abarcan muchos módulos operativos de una empresa, y aquí nos vamos a enfocar a lo que concierne a la producción.

1.5 . - Límites Del Estudio

Uno de los asuntos más difíciles es el de decidir lo que se va a incluir en una Tesis. Por un lado, sabiendo que se trata de un trabajo para obtener un Grado, deseamos demostrar la gama de conocimientos que tenemos respecto de muchos temas relacionados con la materia principal del trabajo. Por otro, nos damos cuenta de que debemos hacer la lectura del presente libro ágil y práctica, buscando respetar las áreas de cada porción del conocimiento y darles su lugar aparte para que sean analizadas de manera formal en otro trabajo aparte. Todo esto evita que un libro resulte excesivamente extenso y que se pierda el centro de lo que se quiere tratar. Aunque es cierto que hay temas que se pueden separar más fácilmente que otros, es mi opinión que el cálculo de Requerimiento de Recursos para Producción involucra muchos procedimientos, algoritmos, herramientas matemáticas y técnicas de optimización, que hacen que el tema resulte difícil de separar. Por tanto, con cierta pena, tendremos que evitar profundizar en lo que no signifique la materia central del trabajo, aunque sí se va a tratar de mostrar, en lo posible, la manera como encajan los diferentes temas laterales en el 'todo central' que nos permitan obtener los resultados de cálculo que deseamos para la toma de las decisiones en el trabajo real.

Algunos de los temas que no se van a tratar a fondo, pero que se van a comentar son:

- Pronósticos Administrativos de Demanda. Se va a suponer que ya se conoce el tema y se va a mostrar ligeramente una forma de calcularlos.
- Procedimientos de Secuenciación en Trabajos de Taller, no se tocarán, porque no corresponden directamente al cálculo de requerimientos, aunque sí son muy importantes sus resultados en la obtención de los tiempos de producción de una orden y la definición de las cargas de trabajo de las máquinas. Este tema nos dá datos que vamos a usar en algunos archivos, pero, aunque sí se obtienen en la realidad, los vamos a manejar sin mostrar las técnicas que se usan en su determinación.
- El Flujo de Efectivo y Presupuestos. Claro que son importantes, pero nos

extenderíamos mucho si vemos maneras de calcularlos. Sólo se mencionarán algunas formas de chequeo de flujos de efectivo y su forma de vigilancia.

Hablando ahora de lo que sí se va a tocar, tenemos:

- Listas de Materiales , fundamentales en el MRP.
- Tiempos de Fabricación para cada pieza y subensamble.
- Lista de Máquinas usadas en la fabricación / ensamble de cada componente.
- Obtención del tiempo de fabricación de un lote de cierto artículo, con base en los datos de listas de materiales, de los tiempos de fabricación de cada parte en cada máquina y de la carga actual de trabajo en las diferentes estaciones.
- La influencia de los tiempos de mantenimiento en los tiempos de operación.
- La forma como afecta una descompostura repentina en el tiempo de labores, y como se podría compensar o, al menos, minimizar.
- Cómo se maneja la fabricación de varios artículos con los mismos recursos, se verán métodos de optimización de recursos con restricciones de tiempo, de disponibilidad de dinero, etc.

Se trata de desarrollar una forma de conocer al momento las necesidades de fabricación de una empresa para que sirva en la planeación a corto y largo plazos de lo que se requiere para operar, procurando tener siempre disponibles los implementos y materiales al comienzo de cada tarea de manufactura.

Realmente se siente una desventaja al tratar de hacer una tesis luchando contra el tiempo, ya que se nos obliga a decidir la forma de realizar un trabajo tan importante como un libro, en el cual exponemos nuestra propuesta para realizar alguna función pero sin tener la tranquilidad necesaria de tomarnos suficiente tiempo en la meditación de la mejor forma de organizar el trabajo. Lo que reconozco es que si no fuera así, tal vez nos la pasaríamos pensando sin llegar nunca a la terminación. Pero por ésta razón de apremio, deseo pedir disculpas al lector por si llegara a encontrar fallas en redacción, organización, o en las formas de exponer la materia, espero que aún así, el libro sea de muy buena utilidad. Gracias.

1.6 . - Revisión Bibliográfica

Hay un sinfín de autores que han tratado el tema del cálculo de requerimientos. Desafortunadamente, pocos trabajos se han traducido al español. Estos tratados han ayudado a promover la Integración del Control y la Planeación de la Producción, incorporando diferentes operaciones en módulos para simplificar la tarea de administrar los recursos de la empresa. El problema que aún prevalece es que los métodos integrados de estimación de requerimientos no están todavía al alcance de las mayorías, porque los sistemas comerciales más avanzados de planeación de requerimientos son excesivamente caros y sólo los pueden comprar las grandes empresas. Por otra parte, en los textos sobre la materia se tratan todavía en forma separada las diferentes etapas de cálculos y la integración se menciona sólo en los capítulos finales de los libros pero sin entrar en una revisión a fondo. Una razón de lo anterior es que no se puede dar un método que abarque los diferentes tipos de entornos de producción y, por lo tanto se deja a los encargados de la producción en cada fábrica la tarea de desarrollar e integrar lo necesario para las estimaciones propias de cada caso. Al haber tantos métodos, se llega a perder la perspectiva y se dificulta la selección de los datos y procedimientos más adecuados para la integración de un sistema de información. Es mi opinión que es mejor presentar un sistema genérico que sirva como punto de partida, y que al entenderlo, se vaya adaptando a las necesidades particulares de la empresa.

Pero ahora, ¿qué es lo muestran otros autores?; se van a mostrar algunos resúmenes de la forma en que exponen la materia otros autores:

Daniel Sipper, Robert L. Bulfin Jr., en su libro "Planeación y Control de la Producción", 1998, editorial Mc Graw Hill, dividen el tema en varios capítulos: Planeación Agregada, Planeación de Producción Capacidad y Materiales y Planeación y Control de la Producción Integrados.

En la Planeación Agregada, mencionan que los planes a largo plazo de llaman **planes de capacidad**, y los planes a corto plazo son los **planes agregados**.

Un producto agregado es un artículo o recurso que se transforma o expresa en términos de tiempo o dinero. Por ejemplo: varios artículos que se fabrican se agrupan en forma de horas de producción necesarias globales, con el fin de saber si se tiene la capacidad de horas de producción requeridas, si no se tiene, se analizan planes alternos: como las horas extras, la subcontratación, la contratación, etc.. De esa manera, se va buscando satisfacer los requerimientos para cada período y, al mismo tiempo, cuidando respetar las restricciones de costos, de espacio, las políticas, etc..

Se mencionan varias estrategias para lograr el cumplimiento, que son:

- Plan de Inventario Cero: se produce sólo lo de cada período, sin pasar la capacidad
- Plan de Nivel Variable de Producción: que puede ser variando o no la fuerza laboral, cambiando o no el nivel de inventarios, y con o sin órdenes atrasadas.
- Planes Mixtos: en los que se prueban distintas combinaciones de recursos y se toma la óptima, según el criterio aplicado.

Para los planes anteriores, se toma el que haya resultado el más favorable, pero no estamos seguros de que sea el más idóneo para algún criterio que apliquemos, generalmente los costos. Además, se mencionan otros métodos que son exactos, basados en la programación lineal. A éstos modelos se les incorporan todos los criterios, políticas y restricciones que se deseen para obtener los resultados más favorables. El único problema es que, al incorporar muchas restricciones, el problema crece rápidamente y se hace muy tardado en resolver aún con equipo de cómputo. Estos modelos tienen la siguiente forma general:

Min. Sumatoria (Costos de: Producción, Preparación y Almacenam. de c/Art)

sujeto a:

- Restricciones de Cambios en Mano de Obra
- Restricciones de Disponibilidad de Máquinas
- Restricciones de Espacio y Capacidad
- Restricciones de Costos

También se mencionan los Modelos de Transporte que son adaptaciones de la programación lineal a una cierta estructura de problemas, y algunos otros modelos avanzados de programación lineal para el cálculo de requerimientos sin sobrepasar las restricciones. Esto es lo más parecido a lo que se pretende en la presente tesis; calcular necesidades de recursos como, tamaño de lotes, de mano de obra, de inventarios, de dinero, etc. en los menores pasos posibles.

La desventaja de usar la Planeación agregada es que obliga a un proceso de **desagregación**, que significa traducir los productos agrupados a unidades para poder realizar el plan maestro de producción, también con métodos de optimización. Todo esto obliga a entrar en un ciclo de chequeo para ver si el plan maestro es factible y si no, corregir el plan agregado, etc., hasta conseguir un plan maestro que sea realmente factible. Precisamente esto es lo que quiero evitar, desarrollando un sistema que tome en cuenta todos los datos y restricciones para que de una vez se obtengan los requerimientos de la producción, lo que viene siendo un **Sistema de Planeación y Control de los Requerimientos Integrado**.

En lo relativo a la integración, mencionan los autores que la integración de la producción ocurre al basar la organización en los procesos en lugar de basarla en las funciones, porque éstas crean barreras operativas que dificultan el flujo de la información, y sabemos que la producción tiene mucha interacción con las otras funciones de la organización, como se ve en la figura 1.3:

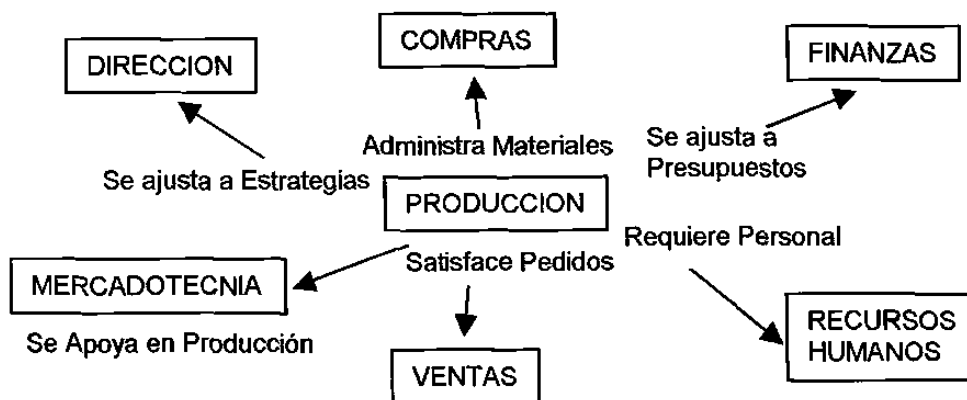


Figura 1.3 .- Producción interactúa con otras funciones

Mencionan los autores que la integración tiene tres niveles que son:

Nivel 1: Se refiere a los procesos operacionales, que son los que agregan valor para el cliente directamente sobre el producto.

Nivel 2: Relativo a la Planeación Estratégica y al Control de Procesos. Resulta en una mejora de las operaciones y en tomar mejores decisiones a mediano y corto plazo sobre las actividades del nivel 1.

Nivel 3: Donde se establecen los objetivos, políticas y se administra el cambio organizacional.

Los temas y su forma de presentación en éste libro de Sipper están muy completos, pero lo que no muestra es cómo se integra toda la información para construir un sistema de planeación y control de los recursos necesarios de la producción. Puesto que se centra en exponer los temas en forma separada. Convengo en que no es el objetivo del libro mostrar cómo integrar un sistema, pero creo que debería incluirse algún modelo de Bases de Datos que sirviera como punto de partida sobre todo para las personas ó empresas que no han tenido herramientas de ése tipo.

Sim Narasimham, Dennis W. McLeavey y Peter Willington, en su Libro "Planeación de la Producción y Control de Inventarios" 2ª Edición, 1996, de Prentice Hall, abordan el tema de la siguiente manera:

Entre otras partes que tiene el libro (Fundamentos, Administración de Materiales, Estrategia y Tecnología de Fabricación), hay dos que se relacionan con el tema que tratamos en el presente trabajo y son : Actividades de Planeación y Actividades de Control.

En las actividades de planeación se tocan los temas de Planeación Agregada, El Programa Maestro de Producción y La Planeación de los Requerimientos de Materiales. Se menciona que, a fin de asegurar que estén disponibles los recursos para completar una misión, la organización debe planear las operaciones con anticipación para asegurar que se pueden llevar a cabo. Los procesos de planeación determinan el plan de producción y

determinan las necesidades que ayudan a los proveedores a prepararse para proporcionar los insumos en el momento y lugar adecuados. El proceso de planeación normal dentro de las organizaciones consiste en desarrollar planes agregados a nivel de planta, con objeto de balancear la demanda con la capacidad. Después, éstos planes se descomponen en partidas específicas (desagregación), y resulta el plan maestro de fabricación, que a su vez se utiliza como insumo para el sistema de planeación de requerimientos de materiales.

Se mencionan los conocidos métodos de optimización relativos a la programación lineal, ó los tabulares de ensayo y error y hasta los subjetivos que son bien conocidos.

En cuanto a la Planeación y Control de la Capacidad, dice que es el "*proceso de determinar los recursos humanos, la maquinaria y los recursos físicos necesarios para cumplir con los objetivos de producción de una empresa*". La capacidad es la velocidad máxima a la que un sistema puede realizar un trabajo. En la siguiente figura (1.4), se muestra el lugar relativo de las actividades que hemos mencionado de éste libro:

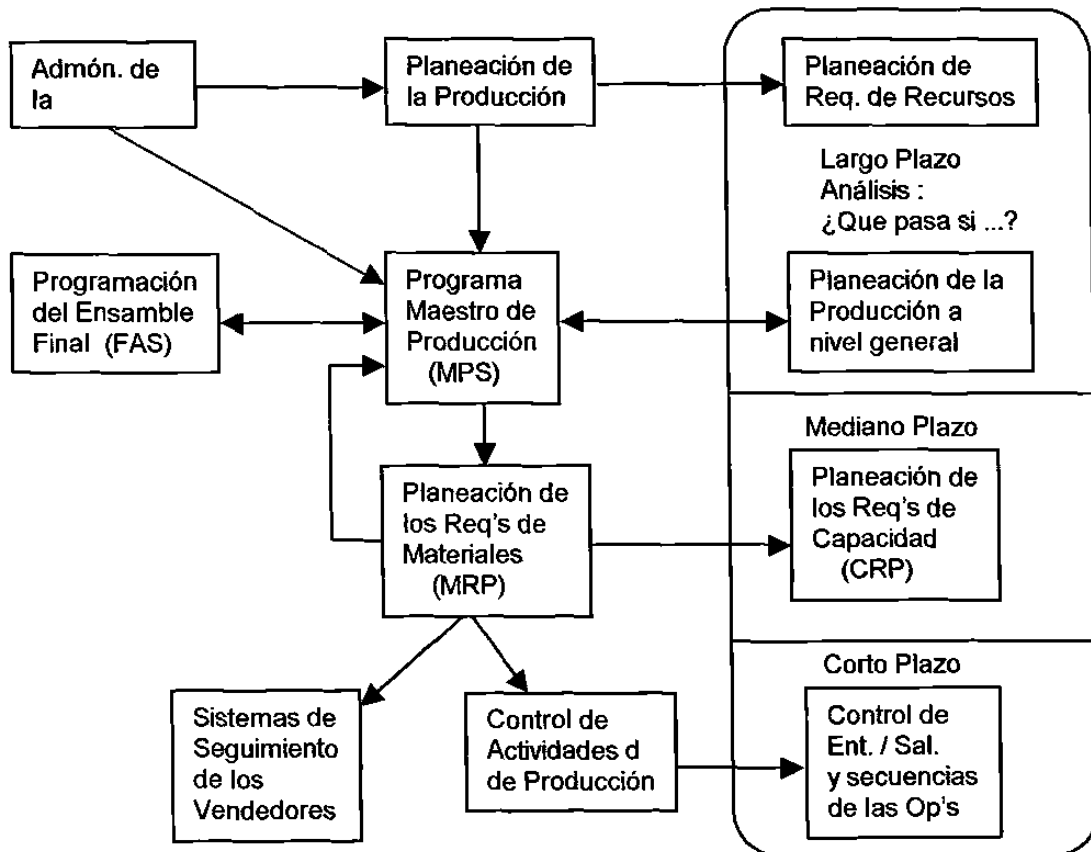


Figura 1.4 .- Técnicas de administración de la capacidad

en las actividades encerradas en el cuadro, a la derecha de la figura, se muestra el plazo que involucra cada nivel de acciones, por ejemplo; para planeación de la producción, parte superior de la figura, se muestra cómo interactúan los pronósticos, la planeación de producción y la de los recursos, revisando diversos escenarios para saber que pasa si ocurre uno u otro y así, decidir cómo quedará el MPS. Lo anterior se va analizando con miras a largo plazo. Después se pasa al plazo medio para determinar las necesidades de materiales y de recursos. Por último, para el corto plazo, se detallan las operaciones. Para cada fase de análisis, se dan las herramientas cuantitativas relevantes, como en el libro de Sipper, pero sucede lo mismo: se muestran sueltas las piezas del rompecabezas y el lector debe idear un sistema para aplicarlo a su empresa. No se le muestra un sistema genérico construido que sirva de punto de partida para alguna aplicación particular.

Hay un tercer libro, antiguo, pero con un punto de vista interesante, porque muestra éstos temas desde el punto de vista de Sistemas. El libro es de Joe H. Mize, Charles R. White y George H. Brooks, título: "Planificación y Control de las Operaciones", editorial Prentice/Hall International, 1973. La orientación del libro es hacia sistemas de control para el tipo de producción para inventario y montaje estándar, aunque sus principios se pueden aplicar a servicios, distribución, etc..

En el libro se menciona que hay cinco tipos básicos de actividades, que son:

- Predicción de la Demanda
- Planificación de Operaciones .- Determina el nivel de operaciones para el período
- Planeación y Control de Inventarios
- Programación de Operaciones
- Despacho y Control de Progreso; se divide en:
 - 1.- Despacho
 - 2.- Recolección de Datos
 - 3.- Acción Correctiva
 - 4.- Medidas de Efectividad

Las actividades anteriores, mencionan los autores, tienen relaciones con otras

funciones de la Empresa , como se ve en la figura 1.5, adelante.

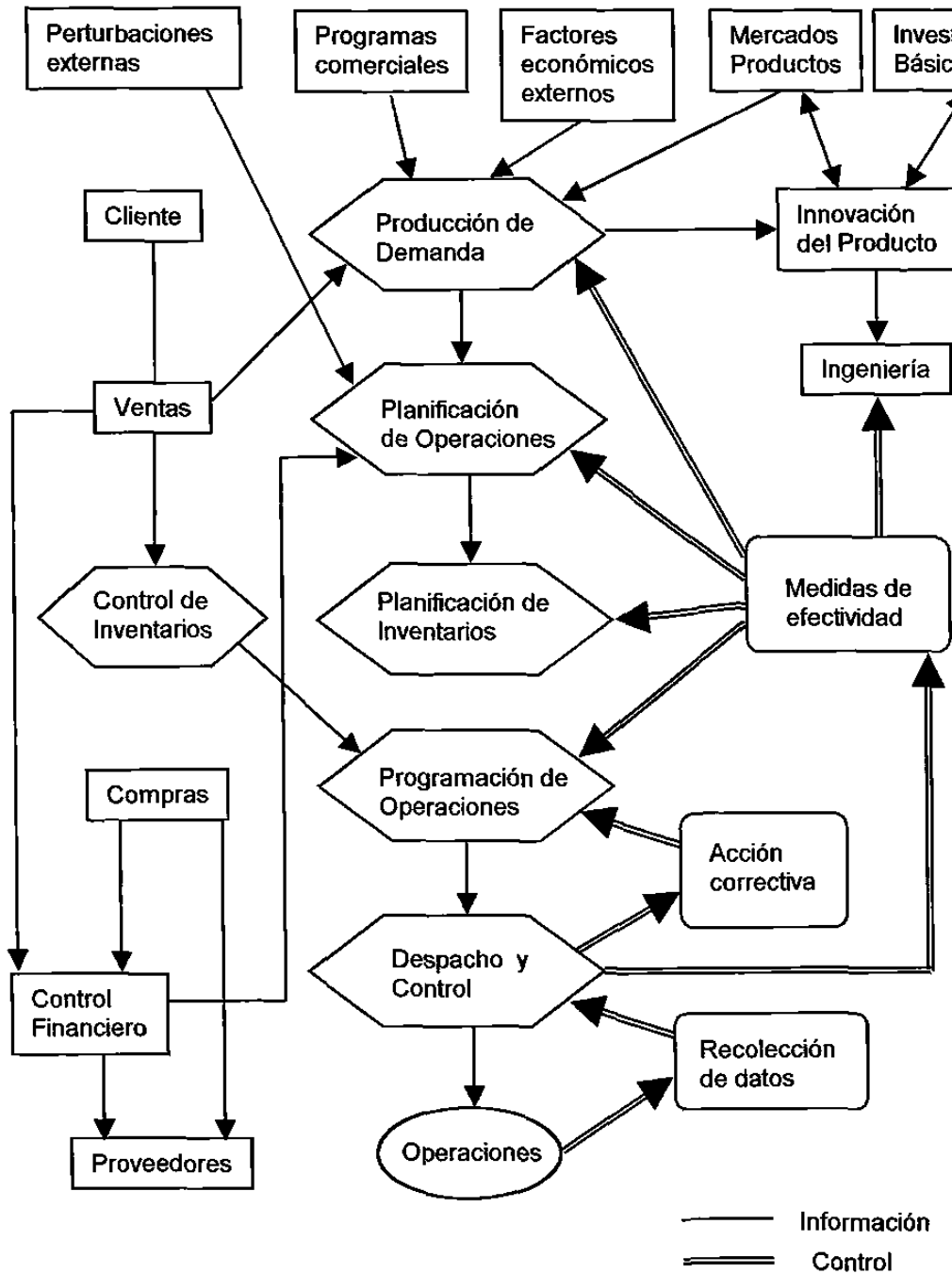


Figura 1.5 .- Diagrama patrón de flujo : Sistema de Planificación y Control de Operaciones

La forma de procesar la información que llega a cada función es a través de **funciones de transferencia**, para tomar las decisiones pertinentes y para enviarla más adelante a las demás funciones. Para ésto, proponen los autores, la creación de dos archivos "globales" de datos: Un archivo **parámetro**, donde están los valores de referencia o planeados, y un archivo llamado **de estado variable**, donde la información nos dice el estado actual de las cosas (nivel de inventarios, cargas de máquinas, cantidades por recibir, etc.). Las decisiones se toman al comparar el estado actual de las cosas contra el estado planeado y ejecutando la función de transferencia. un ejemplo de éste tipo de función es el siguiente:

<i>Decisión requerida:</i>	¿Se debe ordenar un lote de producto?
<i>Función de Transferencia:</i>	Si Nivel de Inv. < Punto de Reorden; Sí se ordena.
<i>Entrada de datos:</i>	Nivel de inventario y su punto de reorden.
<i>Salida de datos:</i>	Ordenar producción ó No Ordenar, según estado.

El enfoque de éste último libro es el que parece más unificador y marca la pauta, aunque no profundamente, para diseñar e implantar un Sistema de Información para la administración de los recursos.

1.7.- Resumen

Aquí termina la revisión bibliográfica. Si se toman los conceptos y herramientas cuantitativas de los primeros dos libros y unificamos las partes para construir un sistema de información para la producción como lo mencionan Mize y White (tercer revisión), entonces habremos dado un gran paso para la disposición de una herramienta que nos dé un punto de partida para el diseño de otro sistema más adecuado a las necesidades particulares de nuestra empresa. Esta es la intención de la presente tesis, a veces parece fácil y a veces no, pero el resultado bien vale la pena el intento.

Capítulo 2.- El Ambiente Industrial Actual

2.1.- Introducción

Sabemos que ha cambiado el trabajo del programador maestro en la actualidad con las presiones competitivas y la presión para reducir los inventarios y los tiempos guía. El cambio en las expectativas de los clientes obliga a la implantación de técnicas de programación maestra oportuna. Lo que sigue se basa en un documento de las conferencias de Procedimientos de la American Production and Inventory Control Society, en 1990.

2.1.1.- El Trabajo Antiguo

Anteriormente se pedía al programador maestro que tuviera una orientación hacia la fabricación, los clientes, la ingeniería y las finanzas, y además que tuviera la capacidad para manejar las prioridades a medida que se fueran presentando. Se le pedía que programara los eventos para que alcanzaran las metas de todos. ¡Se encontraba entre la espada y la pared!

Un programador maestro tiene que ser pensativo, analítico, confiable, con amplio conocimiento del producto y los clientes, y con un sentido de los negocios en general. Además es capaz de presentarse de manera correcta, preparar la información con rapidez y verificar su precisión, así como realizar presentaciones adecuadas a la gerencia cuando se lo piden de modo improvisado. Tiene la capacidad de 'vender' ideas y negociar compromisos en base el conocimiento de gran variedad de alternativas desconocidas para los demás. Se trata de un seguidor de sistemas formales y prefiere planear que improvisar; sin embargo, cuando surgen ciertas situaciones, no puede más que 'hacer tratos' para tratar de sacar el producto.

2.1.2.- Cambios en el Entorno de Trabajo

A finales de los 80's, el paso se aceleró. En muchas industrias, la competencia por

parte de otros productores nacionales, y sobre todo extranjeros, se ha incrementado extraordinariamente. Lo que define quién gana, cuando la calidad y los precios son iguales, es el menor tiempo de entrega. Esto representa gran presión para el programador maestro que deberá manejar las peticiones poco comunes de los clientes en el menor tiempo posible. Ya no es posible tomarse unos días para analizar todas las alternativas posibles.

Otra área de gran presión es la del ciclo de desarrollo de nuevos productos. Se recurre cada vez con mayor frecuencia a los programadores maestros para que contribuyan con su experiencia a la reducción del tiempo de entrega de un nuevo producto. Es un problema adaptar las corridas de prueba a la producción normal que debe alcanzar los niveles propuestos. Se debe realizar un esfuerzo de coordinación masiva para manejar:

- Mano de Obra
- Materiales
- Capacidad de Fabricación
- Flujo de efectivo
- Administración de la Logística

2.1.3.- Cambios en las Expectativas de los Clientes

Debido a la gran proliferación de la competencia y a la transición de un mercado cautivo a uno global, muchas compañías han tenido que cambiar sus estrategias para complacer y mantener a sus clientes. Ahora el mercado es de los compradores, quienes se encuentran en la posición de exigir cada vez más concesiones en los precios, entregas, empaques especiales, etc.. Las compañías que no se ajusten a éstas peticiones, se verán afectadas por las que sí lo hagan.

Los que tienen éxito en ésto, señalan que sus clientes participan en el desarrollo de los planes a largo plazo para beneficio de las dos partes. Con frecuencia lo anterior provoca que se forme una relación de camaradería entre los programadores maestros del cliente y del

proveedor. De esta forma, el programador maestro de la empresa se convierte en un miembro del equipo de ventas, lo que no había ocurrido antes.

2.1.4.- Cambios en la Tecnología de Programación

Contrario a lo que se piensa por la mayoría, en un sistema de producción oportuna, se enfatiza en la PLANEACIÓN y no en la ejecución, ni siquiera a través de sistemas como el Kanban. Con un sistema de producción oportuno se reducen los programas de meses hasta a horas. Lo importante es lograr una Planeación de Alta Precisión y sin Contingencias. Esto requiere algunas técnicas nuevas para la planeación, ejecución y retroalimentación. El énfasis de la planeación se refiere a las acciones para mejorar el RENDIMIENTO, y la mejor medida del rendimiento son los dólares de 'ventas enviadas a los clientes' por empleado. Las ventas que no se han fabricado ó enviado no sirven de nada; no se pueden cobrar.

La clave para lograr el éxito en la programación hacia las metas (Indices, Combinaciones, etc.), es con el concepto de **carga de planta uniforme**, que significa "hacer algo de cada cosa, todos los días", es decir, implantar un programa de producción con muchos ciclos repetidos de los productos más populares, las proporciones se determinan por las proyecciones de ventas y se expresan en índices semanales, diarios y por hora. En esto ayudan las herramientas del MRP y de la Sincronización de las funciones, además de la participación de todos los empleados. De esto hablaremos más adelante.

2.1.5.- El Nuevo Trabajo

El hecho más importante en el nuevo trabajo de los programadores maestros es que actualmente son una parte central en la toma de decisiones. Ya no es el receptor de las órdenes de venta que se le hacen llegar y con las que tiene que cumplir sin importar cómo lo haga. Ahora es un socio del departamento de ventas. Debe diseñar instrumentos de información para respuesta rápida a las oportunidades fugaces de ventas a los clientes, si no

puede dar razón rápida, la venta se pierde.

Existe una tendencia a convertir al programador maestro en un miembro del equipo de la alta gerencia, para que informe al subdirector ó directamente al director. Participa en la planeación a largo plazo de las estrategias y en el análisis de las alternativas. Se ocupa así mismo de las medidas del desempeño de toda la planta pero, hay un punto a cuidar celosamente; el programador maestro debe ofrecer las pruebas de que el sistema funciona mejor que antes y poder refutar las críticas de los departamentos que piensen que no se les está sirviendo como debe ser.

¿Porqué ha adquirido tanta importancia el trabajo del programador maestro?; porque cuando se trata de la persona adecuada, ocasiona que las compañías respondan mucho mejor ante los clientes y ante los cambios en las condiciones del mercado. y combina:

- Sistemas de cómputo integrados
- Instrumentos y gráficas para el análisis por computadora
- Gerencia circulante (administración visual , visitar el centro de operaciones)
- Capacidades claras de buena comunicación , escritura y lenguaje .
- Uso adecuado de juntas y discusiones para combinar la inteligencia de las personas
- Técnicas de negociación para proteger la integridad del programa de producción.
- Dedicación al concepto de mejoramiento continuo.

2.1.6.- ¿Hacia Dónde se Dirige el Programador Maestro?

Las presiones del mercado obligarán a la creación continua de artículos nuevos, y a un ritmo acelerado. Las fábricas ineficientes se verán obligadas a modernizarse o a cerrar sus puertas. Esta necesidad de modernización es un campo propicio para el programador maestro. Tendrá que ser capaz de:

- Introducir técnicas nuevas como la carga uniforme y la programación de modelos combinados.
- Instruir a todos sobre los beneficios de comunicar los programas de montaje final a los proveedores y a los centros de realimentación interna.

- Ser el gerente de proyectos en la implantación de las nuevas técnicas.
- Poner especial cuidado en las medidas del desempeño y mantendrá la objetividad en los resultados , para hacer las correcciones necesarias cuando bajen de los niveles esperados.
- Ser un educador en jefe, desde la alta gerencia hasta los niveles operativos.
- Hacer ver el valor de los programas adecuados que no cambian con el tiempo
- No tolerar cambios ó interrupciones a menos que sean por una muy buena razón.
- Ser un continuo aprendiz de las nuevas técnicas, así como de otras disciplinas.
- Hablar el lenguaje de todos y cada uno de titulares de las diferentes funciones de la empresa para poder coordinar las capacidades.

Un vehículo excelente para la continua mejora profesional , el aprendizaje de nuevos métodos y para ayudarnos a lograr lo anterior es el certificado APICS (American Production and Inventory Control Society), el cual consiste de seis exámenes. Conviene conocer el proceso de certificación. En la dirección de internet "<http://www.apics.org>" se puede consultar cómo pertenecer a ésta organización y saber qué servicios y qué literatura ofrece.

2.2 .- Las Exigencias de Hoy

Hoy más que nunca, el tiempo es dinero. Las premuras del tiempo en el pasado eran para los mercados relativos a la moda, el estilo, la novedad, el chisme. Pero, en el ambiente industrial, las empresas japonesas comenzaron a desarrollar métodos de fabricación que les dieran flexibilidad y rapidez de respuesta para conceder cada vez más deseos a los clientes, y comenzaron a robar mercado internacional y doméstico a las grandes compañías. Estas empresas tuvieron que reaccionar y modificar sus métodos de trabajo. Se empezaron a romper paradigmas y se descubrió que lo que antes el cliente aceptaba sin protestar, ahora lo rechazaba enérgicamente y exigía que se cumplieran sus condiciones. Tal vez, para desgracia de unos y fortuna de otros, el cliente llegó a saber que el poder residía en él, no se había visto en el espejo, no sabía quién era, ahora sí lo sabe. Aunque todavía falta que cierta clase

de clientes conozca lo que puede exigir, para evitar que se abuse de él; por ejemplo con los impuestos, los costos de los servicios básicos, devaluaciones, etc. Este cliente que no sabe exigir sus derechos, por lo general es el usuario final; el pueblo.

Pero ahora, ¿cómo podemos mencionar lo que cuenta ahora en la industria en general?. Pues bien; vamos a mencionar las capacidades estratégicas que son más valoradas actualmente, véase la tabla siguiente:

Tabla 2.1.- Las capacidades estratégicas más valoradas actualmente

	Capacidades estratégicas en orden de importancia
1.-	Compromiso con la calidad
2.-	Entregas a tiempo
3.-	Calidad en el desempeño
4.-	Velocidad de entrega
5.-	Flexibilidad de los productos
6.-	Servicio posventa
7.-	Precio
8.-	Línea de productos extensa
9.-	Distribución amplia
10.-	Flexibilidad de volumen
11.-	Promoción

La anterior tabla, la muestra Chase y Aquilano [2] en el capítulo de Productividad y Competitividad, donde hace una buena discusión de los temas. Así mismo, expresa que las capacidades basadas en el tiempo son cada vez más importantes, ¿qué tanto?, veamos la siguiente figura 2.1:

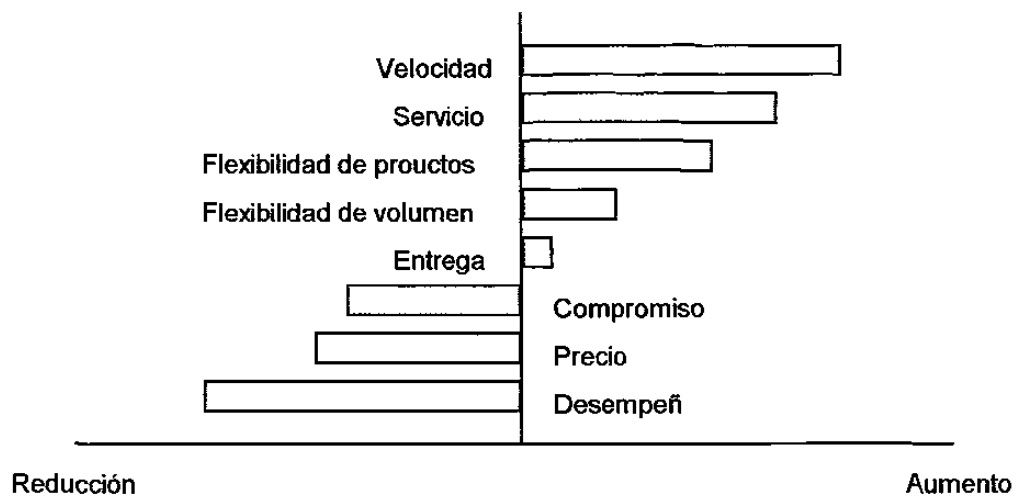


Figura 2.1.- Cambio en importancia de las capacidades desde 1984

De la figuras anterior, podemos ver que la principal característica que se valora actualmente es la **velocidad de respuesta**, obviamente, sin menoscabo de la calidad.

Las acciones que las empresas han tomado para disminuir sus tiempos de respuesta han derivado en verdaderas filosofías de trabajo, algunas de ellas son:

- La Comparación Competitiva
- La Ingeniería Simultánea
- Ingeniería de Reversa
- Auditorías de Tecnología
- Alianzas Estratégicas

repasemos brevemente cada una de ellas:

2.2.1.- La Comparación Competitiva (Benchmarking)

En la referencia [13], Narasimham nos menciona que ésta actividad consta de 10 pasos que ayudan a las empresas a disminuir la distancia entre los niveles de desempeño de los competidores y los propios. El proceso se ha ido aplicando a cada vez más áreas como:

ingeniería, compras, manufactura, ventas, investigación y desarrollo, contabilidad, mercadotecnia, etc., y se hace con el fin de aprender los enfoques que usan otras empresas que tienen un desempeño superior reconocido en alguna ó varias áreas para aplicarlo en las empresas propias con la idea de mejorar el desempeño y eficientizar el uso del tiempo y mejorar la respuesta, ya que se mejoran las operaciones en general. Los pasos se muestran en la tabla 2.2:

Tabla 2.2 .- Diez pasos en la comparación competitiva.

Etapa	Los 10 Pasos
Planeación	1.- Identifique lo que va a comparar 2.- Identifique las compañías para compararse 3.- Determine el método de recopilación de datos y obténgalos
Análisis	4.- Determine la "distancia" en el desempeño 5.- Proyecte niveles futuros de desempeño
Integración	6.- Comunique resultados de la comparación y obtenga la aprobación de los niveles proyectados 7.- Establezca metas funcionales
Acción	8.- Desarrolle planes de acción 9.- Implante acciones específicas y vigile su avance 10.-Vuelva a calibrar las comparaciones competitivas
Madurez	- Posición de liderazgo alcanzada - Las prácticas están totalmente integradas en los procesos

2.2.2.- Ingeniería Simultánea

Como se necesita desarrollar e introducir productos de más calidad y en tiempos récord, y sabiendo que un diseño pobre ocasiona problemas de manufactura y calidad, lo que

produce desperdicio de tiempo y recursos, se ha popularizado el concepto de diseño en equipo, simultáneo, concurrente, Narasimham [13]. El concepto de ingeniería simultánea consiste en hacer que las distintas etapas del desarrollo del producto se traslapen en la medida de lo posible. Lo que significa que dejan de ser secuenciales y los equipos interdisciplinarios comparten información entre sí en etapas y tiempos más tempranos que permitan avanzar a las siguientes etapas mientras aún no se terminan las anteriores. Ver las figuras 2.2 y 2.3:

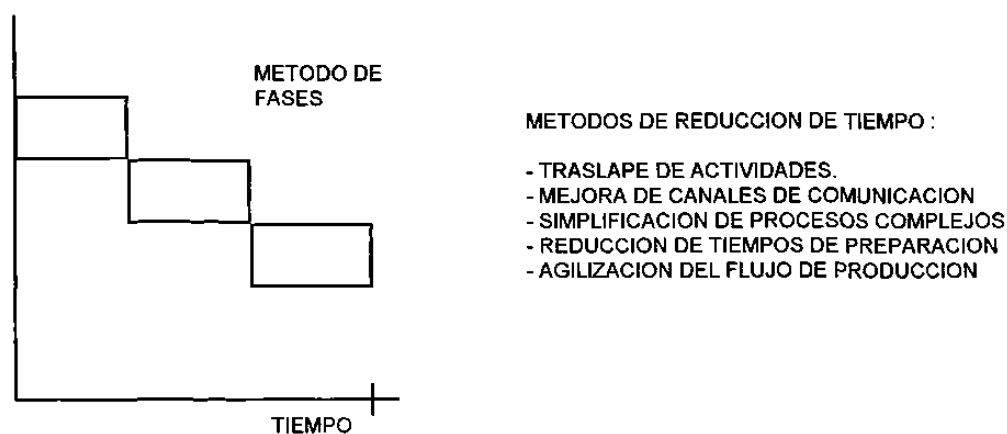


Figura 2.2 .- Ingeniería Convencional

En la figura anterior se ven las etapas de desarrollo de producto en forma secuencial, las etapas anteriores tienen que terminar para comenzar las siguientes, resultado: mayor tiempo de liberación de producto. Ahora veamos la figura siguiente:

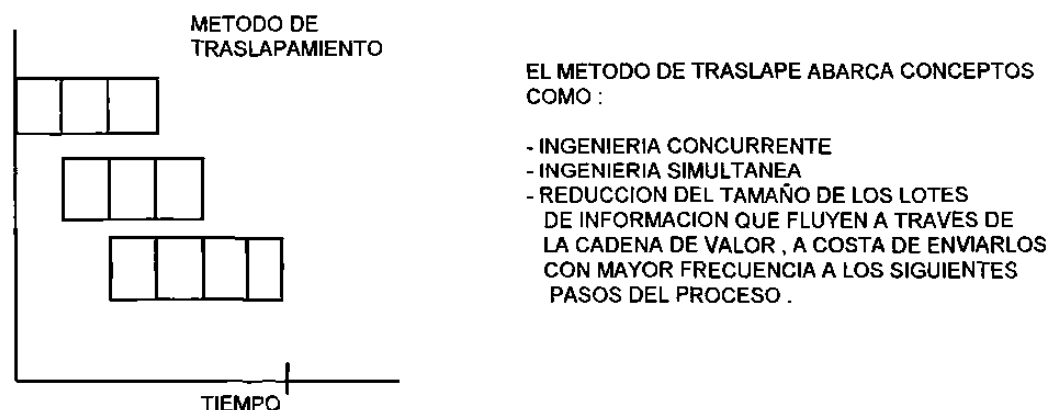


Figura 2.3 .- Competencia basada en el tiempo : Ingeniería Concurrente

Las etapas de la figura anterior se traslapan a base de compartir información y mucha cooperación entre equipos para lograr reducir el tiempo de liberación de producto.

2.2.3.- Ingeniería de Reversa

Consiste en analizar un producto ó sistema de la competencia, para comprender sus funciones y forma en que se fabricó, para decidir en qué se puede mejorar el diseño y fabricarlo con las mejoras incorporadas. Otra manera de llamarlo podría ser el clásico "fusil". Sirve también como comparación tecnológica y competitiva. El proceso se muestra en la figura 2.5:

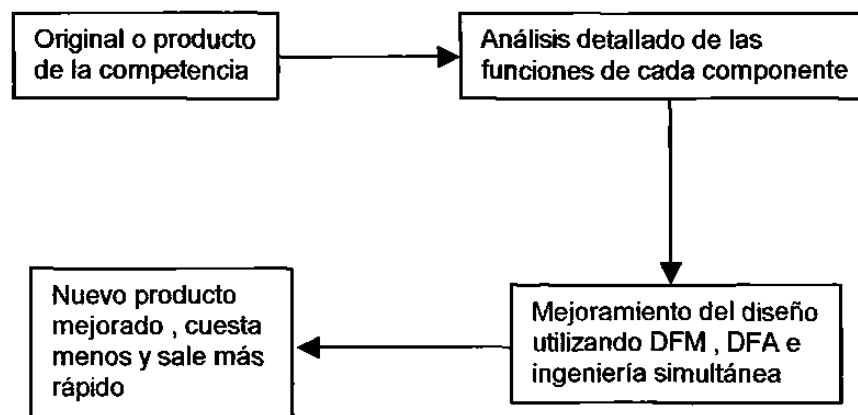


Figura 2.4 .- Ingeniería de Reversa

2.2.4.- Auditorías de Tecnología

Es el proceso de organizar y utilizar conocimientos y habilidades tecnológicas, adquiridos de fuentes internas y externas. Forma parte de la administración de la tecnología, (MOT, management of technology).

Los objetivos que se persiguen son:

- Determinar la capacidad de innovación de una compañía

- Conocer los méritos de la estrategia de tecnología de una empresa
- Determinar la capacidad de una compañía para transferir tecnología con eficiencia

Las auditorías de tecnología pueden ser:

- a).- Auditorías a los competidores
- b).- Auditorías propias

2.2.5.- Alianzas Estratégicas

Son acuerdos formales entre empresas para beneficio mutuo al aprovechar cada una las habilidades de la otra y así, no perder tiempo y dinero tratando de desarrollarlas. Estas uniones crean la sinergia necesaria para enfrentar los grandes proyectos que se requieren para mantenerse en los mercados.

Las alianzas pueden ser muy variadas según sus objetivos, ejemplos son:

- Consorcios formados para estimular la investigación
- Adquisiciones, fusiones, licenciamiento
- Negocios conjuntos (Join ventures), etc.

2.2.6.- Una opinión personal

Lo que se requiere hoy es rapidez en el desarrollo de productos, con las características incorporadas de lo que el cliente necesita y quiere en lo que compra, además de la seguridad en el tiempo de entrega que se le propuso, porque ésto, de no cumplirse, trastorna los planes del cliente y lo obliga a actuar en situación de contingencia, y ésto es lo que ocasiona muchas pérdidas de ventas.

Ahora, es bueno utilizar las anteriores herramientas mencionadas atrás, pero debemos tener cuidado de no caer en el hecho de andarnos siempre comparando con los demás y de no perder de vista la **gran ventaja de ser siempre originales** en el desarrollo de nuestros métodos y productos, porque ésto es lo que dá la frescura de nuestros productos y puede

darnos una ventaja competitiva que nos ayude a ser reconocidos como empresa de respeto en alguna área de nuestro trabajo.

2.2.7.- Reenfocando lo anterior al Tema de los Sistemas de Información para Requerimientos

Lo inevitable de todo lo comentado es que se necesita tener sistemas de información que sirvan a todos en la empresa para el ejercicio de las funciones de cada persona. La documentación de los procesos ayuda a asegurar la calidad y los resultados de la compañía. En lo relativo a la producción, una de las formas de asegurar la entrega a tiempo de los pedidos de los clientes es con la integración de las bases de datos que usan los departamentos de ventas, compras, almacén, manufactura, producción, costos, etc.. La solución actual a la integración de los datos es el concepto del MRP I y II, la cual si se usa adecuadamente, puede lograr ésa integración tan necesaria para que todos los departamentos funcionen coordinadamente. En el siguiente punto discutiremos la manera como el MRP puede ayudar a la consecución de la unión de varias funciones de tal manera que nos dá flexibilidad y seguridad para prometer tiempos y cantidades.

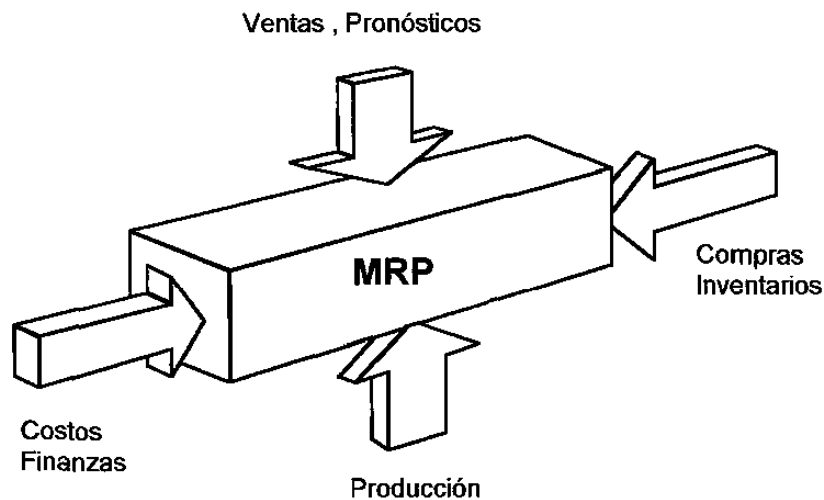


Figura 2.5 .- Unión de la Información

2.3.- Cómo Ayuda El MRP

A través del tiempo, las siglas MRP cambiaron su significado, por la evolución que fueron teniendo las funciones que se realizaban sobre los datos. En su empleo inicial MRP significaba **planeación de requerimientos de materiales** (Material Requirements Planning) y evolucionó hasta convertirse en **planeación de recursos de manufactura** (Manufacturing Resource Planning). La diferencia entre los dos es que en la segunda acepción se incluye una revisión de los recursos disponibles para la manufactura, si se sobrepasa su capacidad, se realimenta por medio de un ciclo cerrado para modificar el plan maestro de producción y garantizar que los planes resultantes de fabricación fueran factibles, cosa que el uso primario de MRP no hacía.

La forma como ayuda el MRP a las empresas a mejorar sus tiempos de entrega y la seguridad de éstos es porque proporciona un medio para conocer las cantidades de recursos que se van a necesitar a través del tiempo, facilitando ó elaborando por sí mismo los planes de producción, especificando las cantidades que se requieren en cada periodo para que las operaciones de producción fluyan de manera sincronizada. Dicho sea de paso, el MRP y el JIT (justo a tiempo, Just In Time) se llevan bien y de hecho en la mayoría de las empresas de manufactura de volúmenes medios y altos se han implantado juntos.

El MRP es un desglose de los materiales y partes compradas y fabricadas que se requieren en cada periodo de fabricación, ayudando a visualizar las cantidades que se necesitan al comienzo de cada periodo. La figura 2.7 muestra el reparto en el tiempo de una porción de un plan agregado de fabricación de un producto "X":

Plan agregado para producción del producto

Mes	1	2
Producción de " X "unid.	900	950

que se reparte en semanas, en los diferentes modelos (programa maestro)

Semanas:	1	2	3	4	5	6	7	8
Modelo A	200			400		200	100	
Modelo B		100	100		150		100	
Modelo C			100			200		200

Figura 2.6 .- Plan agregado y plan maestro para producción de "X"

y suponiendo que el producto "X" tiene la estructura que se muestra en la figura 2.7

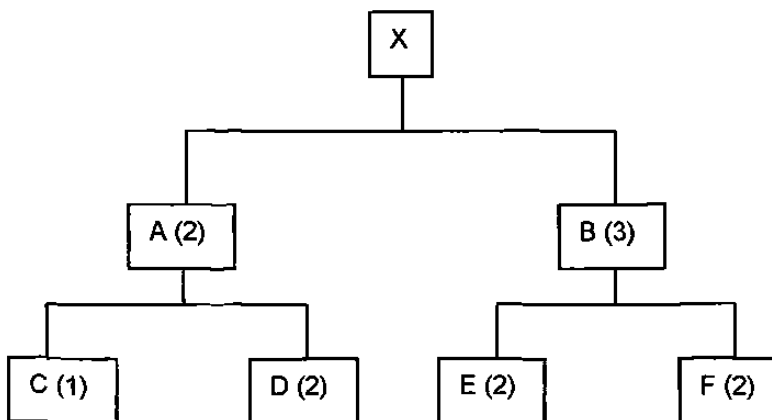


Figura 2. 7 .- Estructura del producto ' X '

Los números entre paréntesis significan la cantidad de cada pieza determinada que se necesita para producir cada parte superior en la estructura, ésta es la costumbre. Pero podría

ser que alguien visualizara mejor el desglose de piezas si los números indicaran el número de partes que se requieren para **cada producto terminado** (no mostrado).

Aparte de la estructura, hay otro diagrama que ayuda a la determinación de los requerimientos en el tiempo; la estructura de árbol de producto expresada en fases de tiempo que se muestra en seguida, figura 2.8:

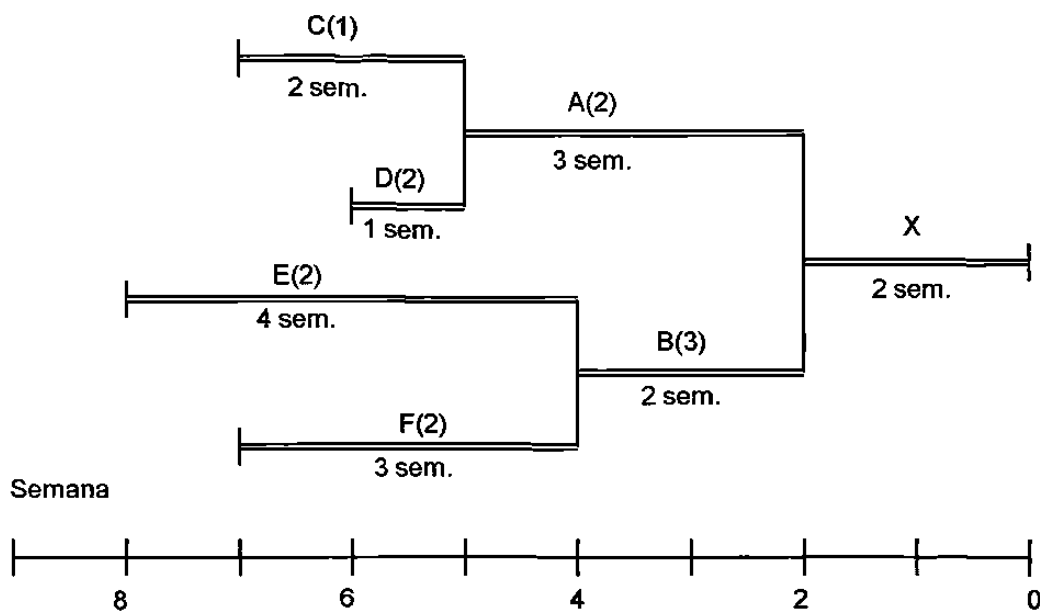


Figura 2.8 .- Diagrama de fases de tiempo de fabricación del producto "X"

Con base en lo anterior, podemos obtener un plan de necesidades de materiales para completar las unidades de producto "X" que nos pide el plan maestro. La tabla 2.3 muestra el plan de requerimientos para la demanda de "X", para el modelo "C" que tenemos para el período 8 solamente, con el fin de simplificar la visualización: (según figura 2.6)

Tabla 2.3 .- Plan de necesidades de mat's para 200 unidades de " X ", modelo "C", sem.8.

		Semana									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	Tiempos
X c	Fecha uso									200	Tarda X
	Fecha orden							200			2 semanas
A	Fecha uso							400			Tarda A
	Fecha orden				400						3 semanas
B	Fecha uso							600			Tarda B
	Fecha orden					600					2 semanas
C	Fecha uso				400						Tarda C
	Fecha orden		400								2 semanas
D	Fecha uso				800						Tarda D
	Fecha orden			800							1 semanas
E	Fecha uso					1200					Tarda E
	Fecha orden	1200									4 semanas
F	Fecha uso					1200					Tarda F
	Fecha orden		1200								3 semanas

En la tabla anterior no se muestran cantidades por recibirse, o niveles de inventario inicial, etc., con objeto de mostrar sólo la repartición de las cantidades necesarias en las distintas etapas del proceso de fabricación. Lo anterior sirve para visualizar que se puede hacer un **plan de necesidades de cada recurso** con la ayuda de los conceptos del MRP. Así como se tabuló para los materiales, se puede tabular para las horas de funcionamiento de las máquinas, la cantidad de mano de obra, los costos y unir todo en una **base de datos** que nos permita tener todos los datos operativos de la empresa consolidados en un sistema para, posteriormente, diseñar las **relaciones matemáticas entre ellos** y al mismo tiempo, tomar en cuenta las restricciones que tenemos para obtener los reportes necesarios para la toma de decisiones con oportunidad, lo que nos ayuda a lograr la velocidad de respuesta y la seguridad

de las entregas; parte de las necesidades actuales.

Cuando las bases de datos están bien integradas y los procedimientos matemáticos cumplen la función de leer unos datos para obtener otros de forma sistemática, y cuidando de que no se sobrepasen las capacidades de la planta, podemos decir que tenemos un sistema de planeación de recursos de manufactura, MRP II (MRP de ciclo cerrado), que se distingue del anterior MRP en que existe un ciclo de realimentación que es el que verifica la factibilidad de los planes, si se viola alguna restricción, se re-planean las cantidades hasta que resulta un programa factible. Además, se puede llegar a contar, si la integración de los datos es buena, con mecanismos para manipular las cantidades de fabricación resultantes en respuesta a las situaciones imprevistas que ocurren en la realidad.

La American Production and Inventory Control Society define a la MRP de ciclo cerrado como:

"Un sistema elaborado alrededor de la planificación de necesidades de materiales que también incluye las funciones adicionales de planificación de la producción, de programación maestra de la producción y de planificación de necesidades de capacidad. Además, una vez que concluye la fase de planeación y se tienen planes realistas, entran en juego las funciones de ejecución. Estas incluyen funciones de control de taller, como medición de entradas - salidas, programación y envíos detallados, informes de anticipación de demoras del taller y los proveedores, seguimiento y control de compras, etc. El término 'ciclo cerrado' indica que no sólo se incluye cada uno de éstos elementos en el sistema global, sino que hay retroalimentación de las funciones de ejecución, de manera que la planificación sea válida todo el tiempo."

2.3.1.- Propósito , Objetivos y Filosofía del MRP

Los objetivos principales de la MRP son controlar niveles de inventario, asignar prioridades operativas y planificar la capacidad de carga de los sistemas de producción. La lista siguiente detalla lo anterior:

- Inventario

Pedir la pieza correcta

Pedir la cantidad correcta

Pedir en el momento correcto

- Prioridades

Pedir con fecha límite correcta

Respetar las fechas límite

- Capacidad

Planificar una carga completa

Planificar una carga precisa

Planificar el tiempo para contemplar la carga futura

El tema de la MRP es: *"conseguir los recursos correctos, en el lugar correcto, en el momento correcto"*.

Los resultados de la administración de inventarios con un sistema MRP son: mejorar el servicio a los clientes, minimizar la inversión en inventario y maximizar la eficiencia operativa de la producción.

La filosofía de la planificación de necesidades es que *"hay que apresurar el flujo de materiales cuando su carencia retrasaría el programa global de producción, y demorarlo cuando hay adelantos en el programa de trabajo y se pospone su necesidad"*.

Con base en lo anterior, es preferible no tener materias primas ni trabajo en proceso antes de que realmente sea necesario, ya que los inventarios enredan las finanzas, llenan los almacenes, evitan cambios en el diseño y no permiten la cancelación o el atraso de pedidos.

Si nos ponemos a pensar en lo que busca el MRP, podemos estar de acuerdo en que forzosamente hay relación con otras filosofías de fabricación, concretamente: con **La Producción Sincronizada y el Justo a Tiempo (JIT)**, porque sus argumentos respectivos no se contraponen con los del MRP, al contrario, lo refuerzan, están de acuerdo con él. Al mencionar en la filosofía el control del flujo de trabajo, estamos hablando de sincronización de producción y al decir que sólo las cantidades correctas en el momento correcto, estamos

hablando de justo a tiempo. De ésto hablaremos en la interacción de MRP con otras filosofías, tres apartados más adelante.

El enriquecimiento de MRP para que incluyera otras funciones de la empresa se ha dado como una consecuencia natural de unificar en un sólo sistema las diversas operaciones que lleva a cabo una empresa. Es como cuando se crea una nueva máquina, por decir algo, el automóvil, que resultó sumamente atractivo y útil en su tiempo; se crea, se fabrica, se perfecciona y se enriquece con adelantos tecnológicos. De la misma manera el MRP, después de su desarrollo y aparición, se dominan sus funciones, se perfecciona su estructura de archivos de datos y se crean e incorporan otras actividades que van integrando el sistema hasta abarcar toda la empresa. Por eso se ahora se llama sistema de planificación de recursos para la manufactura (Manufacture Resources Planning) y se identifica como MRP II.

Las preguntas fundamentales de la manufactura son:

- ¿Qué vamos a fabricar?
- ¿Qué se requiere para fabricarlo?
- ¿Qué tenemos?
- ¿Qué nos hace falta?

El propósito inicial de MRP II era planificar y supervisar todos los recursos de una empresa de fabricación: manufactura, mercadotecnia, finanzas, ingeniería, etc. por medio de un ciclo cerrado que generara cifras financieras. Pero de ahí surgió un segundo propósito al abrirse el alcance del sistema con las computadoras; la simulación del sistema de manufactura. Actualmente se considera como un sistema total, que abarca a toda la compañía, y en donde todos (compras, mercadotecnia, producción, contabilidad, etc.) trabajan con el mismo plan de juego, utilizan las mismas cifras y son capaces de realizar simulaciones para planificar y probar distintas estrategias.

2.3.2.- Dónde dá más Beneficios el MRP (I ó II)

El MRP funciona mejor en compañías que realizan operaciones de ensamble en volúmenes medios o altos, no se aprovecha bien en donde se producen pocas unidades al año

ó en donde se fabrican equipos complejos y costosos que requieren diseño e investigación de alto nivel. En tal caso sería mejor emplear técnicas de redes. La tabla 2.4 hace un resumen del aprovechamiento del MRP en varios tipos de compañías:

Tabla 2.4 .- Aplicaciones de MRP en la Industria y Beneficios Esperados

Tipo de Industria	Descripción y ejemplos	Beneficios
Montaje para existencias	Se combinan varios componentes para formar un producto terminado, que se lleva a inventario para satisfacción de futuras demandas. (Relojes, herramientas, aparatos eléctricos)	Altos
Fabricación para existencias	Los artículos se fabrican con una máquina en vez de montarse a partir de varias piezas. Son lo que se almacena en espera de demandas de clientes. (Anillos de pistones, interruptores eléctricos)	Bajos
Montaje sobre pedido	Se lleva a cabo el montaje final con base en las opciones que elige el cliente. (Camiones, Motores)	Altos
Fabricación sobre pedido	Los artículos se fabrican en una máquina de acuerdo con el pedido del cliente. Por lo general son pedidos industriales. (Rodamientos, engranes, sujeciones)	Bajos
Manufactura sobre pedido	Los artículos se fabrican o montan totalmente según las especificaciones del cliente. (Turbinas generadoras, máquinas-herramienta)	Altos
Procesos	Son industrias con base en procesos sobre un flujo de materia de algún tipo, de donde se derivan las diferentes sustancias que vienen siendo los productos. (Industrias como fundiciones, alimentos, papeles especiales, etc.)	Regulares

Como se ve en la tabla anterior, no en todas partes se obtiene provecho del MRP. Como regla para saber dónde es más útil podemos decir: *"Cuando varios componentes que sufren sus operaciones en diversas máquinas se tienen que unir en puntos posteriores, y la cantidad a producir es significativa, entonces el MRP es útil"*. La tabla anterior viene de lo que explican Chase y Aquilano [2] en su libro. Ver referencia en la bibliografía.

Como resumen de la ayuda que ofrece el uso de la planeación de requerimientos, se presenta la siguiente lista de ventajas realmente observadas en empresas que implantaron éste tipo de sistema, según Chase - Aquilano [2]:

- Capacidad para establecer precios más competitivos
- Reducción en el precio de venta
- Reducción en inventarios
- Mejor servicio al cliente
- Mejor respuesta a las demandas del mercado
- Capacidad para cambiar el programa maestro de Producción
- Reducción en los tiempos de preparación y desmontaje
- Reducción en el tiempo de inactividad

Además, el sistema MRP también efectúan lo siguiente:

- Emiten avisos, de manera que los gerentes pueden ver el programa de actividades planificado antes de que se emitan los pedidos
- Indican cuándo hay que demorar o apresurar
- Atrasan o cancelas pedidos
- Cambian cantidades de pedidos
- Adelantan o atrasan las fechas de entrega de pedidos
- Ayudan a planificar la capacidad

Muchas empresas afirman que obtuvieron una reducción hasta de 40 % en su inversión

en inventarios al hacer la conversión a sistemas MRP.

El hecho de saber que sí podemos obtener un buen beneficio de los conceptos del MRP no garantiza que los obtendremos por sí solos. El MRP nos obliga a modificar nuestros hábitos y nuestra concepción de la forma de trabajar. Hay ejemplos de empresas que han fracasado en la implantación del MRP y las razones de los porqué están bien documentadas con el fin de prevenir a las gentes de no cometer los mismos errores. En la siguiente sección analizamos las causas de tales fracasos.

2.4 .- Porqué Falla su Implementación

Antes de entrar en materia, voy a mencionar una clasificación que se creó para determinar qué tan bien se ha implementado un sistema de planeación de requerimientos en una compañía. La presenta Narasimham [13], Capítulo 11. Se trata de cuatro clases que se nombran como A, B, C y D, y se describen así:

- Clase D .- El sistema MRP sólo opera en el departamento de cálculo. Los registros de inventario generalmente son deficientes al igual que muchas salidas del sistema que se utilizan para manejar la fabricación.
- Clase C .- Una compañía clase C utiliza la MRP para realizar los pedidos del inventario, pero no para programarlos. La programación se realiza a través de listas de déficit. El ciclo no se ha cerrado, pero quizá se reducen inventarios.
- Clase B .- En éste tipo de compañía por lo general trabajan con MRP, planeación de capacidad y controles de almacén. Aún consideran que MRP es un sistema de planeación de inventarios y control de la producción, pero todavía no cierran completamente el ciclo, en el sentido de que se puede reprogramar para satisfacer ciertas condiciones restrictivas y situaciones que se presentan, además de que debe enlazar todas las funciones de la compañía para lograr una buena integración.

- Clase A .- Se utiliza el MRP en su totalidad. Se opera el sistema en ciclo cerrado para operar el negocio completamente. Los departamentos de finanzas, mercadotecnia, ingeniería, compras, contabilidad, etc., reciben información de las bases de datos del MRP para que las decisiones respectivas sean congruentes con la dirección que sigue el negocio. Es fácil que una compañía de éste tipo logre reducciones de inventario de un tercio, incrementos en la productividad del 5% al 10% y un mejor servicio al cliente que tendría como consecuencia un aumento en las ventas.

Una parte de la respuesta de las razones de los fracasos con el MRP se encuentra en los factores del comportamiento y de la organización. Por lo general las organizaciones más maduras, que tienen sus procesos bien definidos, bien documentados y con las responsabilidades establecidas son los que batallan menos. Una empresa que está muy lejos de lo anterior tiene que hacer mucho más esfuerzo para decidir cómo organizar al personal para que cumplan las exigencias del MRP.

La figura 2.9 muestra las tres principales razones que se ha observado que provocan fallos en el uso del sistema MRP

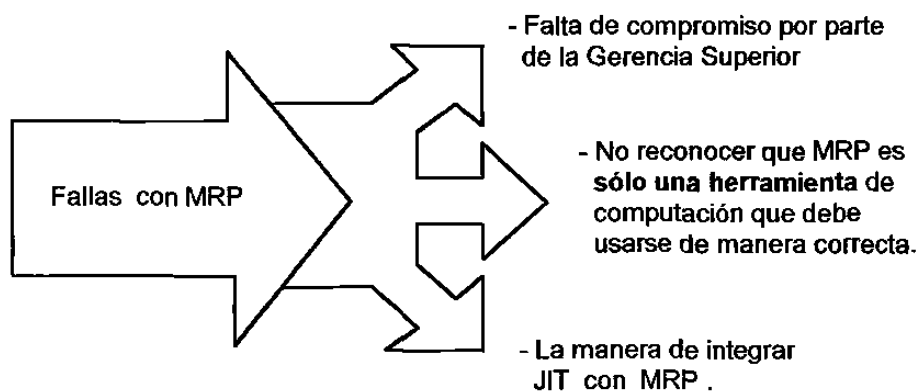


Figura 2.9 .- Causas principales de fallas con el MRP

La falta de compromiso de la gerencia superior se refiere a que piensan que es un sistema de manufactura solamente, y no lo ven como un **sistema de planificación** que puede hacer más eficiente el uso de los activos de la empresa y por lo tanto sirve para planeación estratégica integrada y de circuito cerrado. Cuando está perfectamente bien integrado el MRP con las funciones de la empresa se le puede llamar sistema de Planificación de Recursos Empresariales (ERP, Enterprise Requirement Planning). Así es como lo deben ver los ejecutivos.

Sobre la segunda causa principal, hay empresas que no manejan adecuadamente el sistema. Porque, o se hacen depender exageradamente de él, y no pueden hacer por sí mismos el más mínimo cambio en los programas de producción, como sería por ejemplo; un cambio en los tamaños de lote de varios períodos o alguna reprogramación de emergencia, ó no siguen los programas que dicta el MRP porque parecen poco realistas y no se les tiene confianza, ocasionando que a nivel de taller exista un sistema informal de producción que no se guía por lo que pide el MRP y, por tanto, no se cumplen los programas con la eficiencia que debería ser.

La tercera causa es que no se tienen controles para seguir adecuadamente los programas del MRP. El Justo a Tiempo (JIT) entra por lo general como sistema de control de flujo para cumplir con la producción, pero no se ha sabido implementar. JIT y MRP se complementan, pero se deben crear procedimientos y reglas para que se logren los resultados esperados.

Otros problemas que ocurren al usar MRP son:

- 1.- *Tiempo de entrega no constante.* MRP lo trata como si lo fuera, pero sabemos que hay demoras, fallas inesperadas. Además, las cantidades de pedido también influyen en tiempo de entrega, etc..
- 2.- *Listas de materiales incorrectas.* Las listas no están actualizadas.
- 3.- *Control de modificaciones a materiales.* Muchos sistemas MRP no permiten cambios fáciles a los números de pieza o a la forma en que se fabrica un producto.
- 4.- *Tiempos de entrega vs. rutas.* Algunos programas de MRP usan la estructura de la lista de materiales para programar las actividades de taller, pero como en un mismo nivel

pueden existir varios pasos de ruta, no se toma en cuenta el tiempo de tránsito por estar en el mismo nivel.

5.- *Falta de integración con la planeación de la capacidad finita.* Cuando no existe ésta integración, se obliga al programador a realizar varios ciclos de ensayo hasta que resulta un programa adecuado a la capacidad. Como ésto consume mucho tiempo, sobre todo si se fabrican muchas clases de productos, se puede dejar el programa de producción en un punto en que viola algunas restricciones y después no se puede cumplir con la carga.

6.- *Lógica MRP confusa para el usuario.* La lógica varía de un sistema a otro. El usuario no entiende porqué reacciona de determinada manera el sistema a los cambios.

El MRP exige mucha precisión y exactitud en los registros y se pensaba que la inexactitud de los registros por parte del usuario ocasionaba los errores, pero se descubrió que también la técnica de programación usada al hacer el sistema puede provocar errores. Un hecho indiscutible es que el MRP intenta hacer demasiado al tratar de operar en un ambiente muy dinámico y en ocasiones inestable, eso ya es mucho logro, pero se requiere cuidado.

Pasemos ahora a ver lo que se puede hacer para lograr que se use eficientemente un sistema de planeación de requerimientos de producción.

2.5 .- Cómo Solucionarlo

La implementación efectiva de un sistema MRP no es un proceso rápido. No es posible sacar un programa de computación del cajón y tenerlo en operación eficiente al día siguiente un tiempo promedio parece ser de 18 a 24 meses, pero por la organización y capacitación que requiere.

El curso hacia una verdadera compañía clase A comienza con la implantación de un sistema MRP básico, para ir acostumbrando a la gente a tomar en cuenta las soluciones del sistema. Posteriormente, se deben idear mecanismos para **capacitar a todo el personal involucrado**, gerentes superiores, compras, supervisores, trabajadores, etc.. Deben conocer cómo usar el sistema de la manera más eficiente, cómo leer sus informes, qué márgenes son tolerables en las variaciones de cantidad y cuáles son los resultados que pueden esperarse.

Es muy importante diseñar **procedimientos de registro** de datos e implantarlos para mantener la información siempre actualizada. Así mismo, hay que decidir cuáles serán las formas de manejar los cambios a las listas de materiales, las rutas ó a los tiempos de procesamiento.

La **exactitud de los registros en los inventarios** es muy importante, porque el sistema se basa en ésta información para calcular las cantidades de pedidos y de producción. Si hay errores en las existencias es porque las personas no quieren dedicar el tiempo al registro metódico de cada transacción. Las compañías de clase 'A' tienen un error de aproximadamente 1% en sus existencias.

Las **hojas de ruta y tiempos de procesamiento** deben estar siempre actualizados y se debe buscar la estandarización para que la gente realmente tenga tales tiempos de proceso. Siempre se debe buscar la reducción de tiempos de proceso y sobre todo de los tiempos de preparación, porque ésto dá flexibilidad a los tamaños de lotes y a las secuencias de fabricación de productos.

Las **listas de materiales** no deben tener errores. Es muy útil la revisión de las listas de materiales de todos los productos y asegurarse que todas estén correctas antes de instalar el sistema.

Se deberán diseñar **mecanismos de compensación por desempeño** basados en el uso de MRP para obligar al personal a tomar en cuenta y usar el MRP de manera correcta. Lo más importante a recordar es que debe haber **apoyo total de la alta administración**.

2.6 .- Interacción de MRP con otras filosofías

La planeación de requerimientos de materiales es una consecuencia natural de la forma en que los trabajos se efectúan en las fábricas; varias partes ó procesos se unen para formar un producto final, no hay más. Esto es como las antiguas recetas de la abuela, en las que, para hacer un pastel, se necesitaban dos tazas de leche, tres huevos, una cucharada de vainilla, etc., y para hacer diez pasteles, se multiplicaban las cantidades anteriores por diez para obtener lo que se iba a comprar. Posteriormente, en la receta decía cuándo se iba agregando cada

ingrediente. El MRP es en realidad un plan de entregas en las diferentes estaciones de trabajo, tomando o no en cuenta las restricciones, según el nivel de integración que se tenga. Pero luego entra otro problema; ¿Cómo controlar las operaciones para que se cumplan los planes?. Aquí es donde entran dos filosofías de trabajo que complementan el sistema de trabajo adoptado para la manufactura: El **Justo A Tiempo (JIT)**, con su correspondiente sistema *Kanban*, y la **Producción Sincronizada**. Aún más, ¡se pueden unir los tres!, para tomar ventajas de lo que ofrece cada uno.

Vamos a poner una premisa para hablar de las filosofías con referencia a tal premisa:

"La necesidad de rapidez de respuesta y de producir para nichos de clientes que exigen sus propias condiciones ha generado la tendencia hacia la integración de planeación y el control de la producción ."

Espero que con lo que se ha mencionado en la sección de las necesidades de hoy, estemos todos de acuerdo. Ahora, ¿qué enfoques hay para integrar la producción y la planeación?; son tres básicos, ver Sipper [14], capítulo 2:

- Manufactura Celular (GT: Tecnología de Grupos): Que consiste en agrupar las partes en familias con el fin de aprovechar sus similitudes de diseño, proceso, programación y planeación de instalaciones. Al lograrse la agrupación se forma un grupo ó célula de trabajo. Las células pueden ser con personal o sin personal.

- Manufactura Flexible (FMS): Es la integración de los procesos de manufactura o ensamble y flujo de materiales con la comunicación y control por computadora. El resultado es una instalación que responde rápida y económicamente a los cambios en el ambiente operativo.

- Manufactura Integrada por Computadora (CIM): Tiene alcances más amplios que las dos anteriores. Es una filosofía de administración que usa computadoras, comunicación y tecnología de la información para coordinar las funciones de negocios con las de desarrollo del producto, diseño y manufactura. El objetivo es tener un alto grado de coordinación de la información y las operaciones para lograr la competitividad por Calidad, Tiempo y Costo.

Pero la competitividad no se logra con equipos ni programas, se logra cuando la gente se *compromete realmente* a lograr los niveles de competitividad que se necesitan. Y ¿cómo

lograr que la gente se comprometa?: con la adopción de otra filosofía de administración; La Administración de la Calidad Total (TQM, en inglés). La TQM es una cultura enfocada a la calidad para toda la organización. Es un esfuerzo para lograr la excelencia en todas las actividades. Involucra a todos los miembros de la organización en todos los niveles de operación. Todos participan cuidando su equipo, cumpliendo y sugiriendo.

Pues bien, se ve todo perfecto pero, ¿qué tienen que ver la producción sincronizada y el JIT con todas éstas filosofías y con el MRP?. La relación que existe es que debe haber alguna manera de controlar eficientemente las operaciones, aún con integración o sin ella, y esa manera es con el empleo de la producción sincronizada y el JIT. ¿Cómo?:

- Producción Sincronizada : Si tomamos en cuenta, desde las primeras fases de la planeación, las restricciones y los cuellos de botella que tenemos, nos vamos a ahorrar muchos ciclos de re-planeo de la producción y más pronto tendremos planes factibles de producción que utilizan eficientemente los recursos de la instalación. Ya que a base de la producción sincronizada es que por más capacidad que tengamos en otras áreas, la capacidad total de producción esta determinada por la capacidad del recurso más lento de que disponemos. La figura 2.10 muestra el flujo de producto:

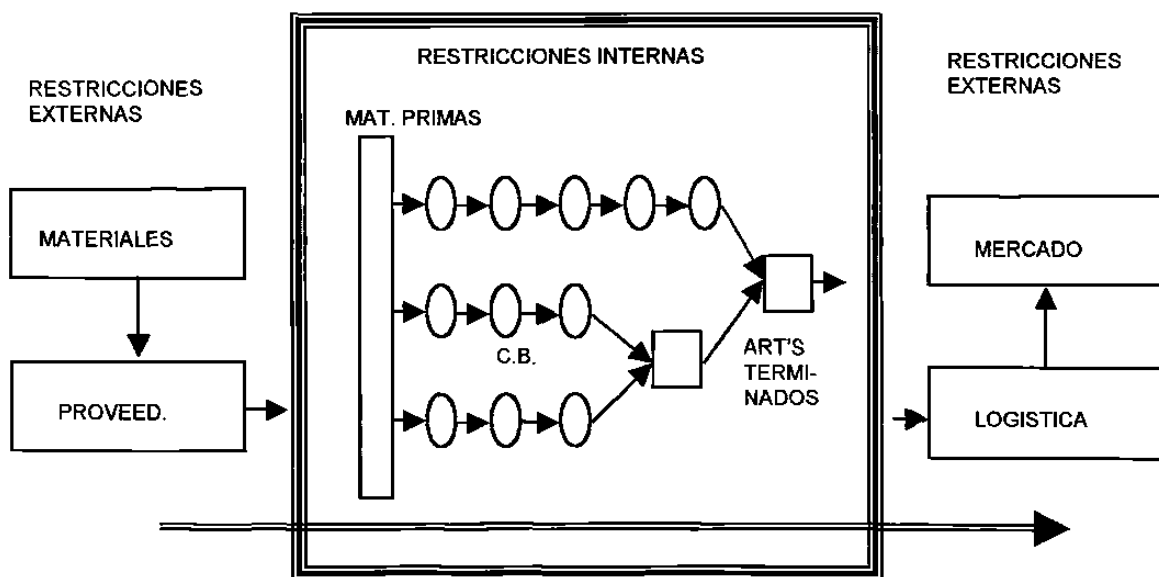


Figura 2.10 .- Restricciones de una instalación productiva .

si el recurso cuello de botella (C.B.), al centro del cuadro de la figura, sólo produce 100 pz/Hr., ésa será la capacidad de la planta aunque los demás recursos tengan más capacidad. Los cuellos de botella también pueden ser externos a la planta. La administración debe buscar la manera de mejorar cada cuello de botella del momento en un movimiento de mejora continua, o al menos de administrarlo adecuadamente para obtener planes de operaciones que se cumplan con facilidad.

Cuando el MRP está bien integrado con las funciones de la empresa, toma en cuenta las restricciones al planear la producción y se convierte en MRP II.

- Justo a Tiempo JIT (Just In Time): El JIT es toda una filosofía de control de producción que busca que no se haga más que lo necesario en cada momento, porque lo que se hace de más, se considera desperdicio, y su objetivo es eliminar el desperdicio; ya sea de tiempo, de material, de mano de obra, de retrabajo, etc..

El Justo a tiempo lleva integrada en sus operaciones la herramienta de control de flujo **Kanban**, palabra japonesa que significa "registro visible". La Toyota desarrolló el sistema Kanban para eliminar el desperdicio, y le permitía mover los materiales en un ambiente controlado, regido únicamente por la utilización de las partes. El sistema de la Toyota es el resultado de un proceso evolutivo que tardó muchos años. Consiste, a grandes rasgos, en que los materiales o partes se mueven de un proceso a otro en recipientes de cierta cantidad cada uno. Un cierto proceso debe efectuar las operaciones en las partes si y sólo si el recipiente que lleva las partes al siguiente proceso está desocupado y esperando con su tarjeta kanban correspondiente. Si está ocupado porque no se ha retirado el material a la siguiente estación, entonces debe esperar. La figura 2.11 (en la página siguiente) muestra el flujo del sistema kanban.

No se va a profundizar en el estudio del sistema kanban, por estar fuera del alcance del presente trabajo, pero se puede consultar a Hernández Arnaldo [7] para un estudio del Justo a Tiempo y el Kanban. Solo comentaremos lo siguiente:

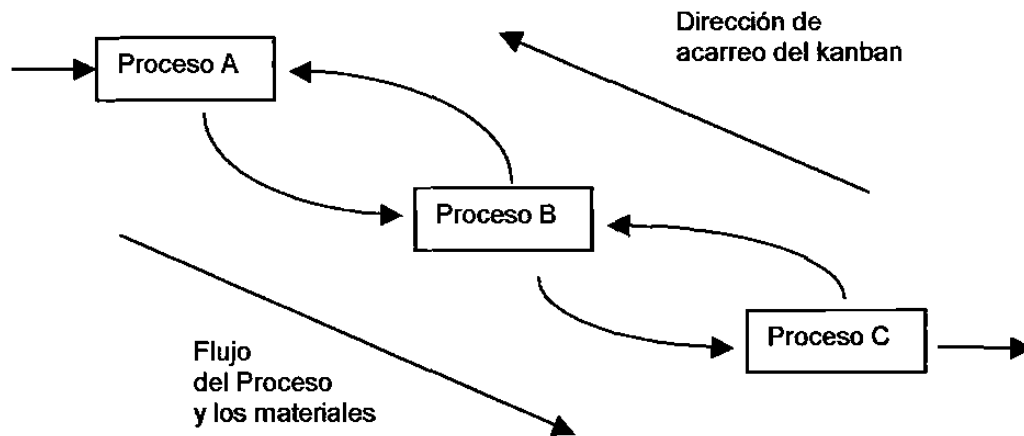


Figura 2.11 .- Flujo de procesos de producción y kanban

El Kanban se rige por siete reglas, Hernández [7], que rigen sus operaciones:

- 1.- El kanban debe moverse sólo cuando el lote que él describe se haya consumido.
- 2.- No se permite el retiro de partes sin un kanban.
- 3.- El número de partes enviadas al proceso subsecuente debe ser exactamente el especificado por el kanban.
- 4.- Un kanban debe siempre acompañar a los productos físicos.
- 5.- El proceso precedente debe siempre producir sus partes en las cantidades retiradas por el proceso subsecuente.
- 6.- Las partes defectuosas nunca deben ser enviadas al proceso subsecuente.
- 7.- El kanban debe ser procesado, en todos los procesos y de manera estricta, en el orden en que llega a éstos.

Un sistema MRP II y un sistema kanban pueden trabajar conjuntamente. El MRP II es un proceso que da a las áreas de manufactura, ventas y finanzas un panorama global de la capacidad, de los materiales y del dinero necesario para cumplir con el pronóstico de ventas de la empresa. Pero el kanban es un proceso que plantea la necesidad de materiales **entre los procesos**, con base en el consumo **real**. Es como una cadena que se estira desde el último

eslabón cuando se necesitan productos terminados, y ésto, a su vez, estira los materiales de los procesos anteriores hacia los posteriores. Se mueve con la demanda o el consumo reales.

Hay aún otra forma de clasificar las filosofías de producción:

- a).- Sistemas de Empuje: Se llaman así porque empujan las partes a través de los procesos desde el punto inicial de la cadena de producción. Se considera que el MRP es un sistema de empuje.
- b).- Sistema de Tracción: El Justo a Tiempo es el sistema de tracción por excelencia, porque sólo va estirando lo necesario para obtener lo que se necesita en el momento, y no más. Se empieza a mover desde el punto final de la cadena de producción de la empresa.
- c).- Producción Sincronizada: Ni estira ni empuja, todo va fluyendo sincronizadamente al paso que marca la operación cuello de botella. Es un sistema que provoca un cambio en la forma de considerar los tiempos de ocio, tan temidos por muchos gerentes. El punto central es la forma como se programan los recursos restringidos en capacidad para tener plena conciencia de la contribución que cada recurso hace a la generación de la "meta" de toda empresa: ganar dinero.

2.7.- Comentarios Finales del Capítulo

En el presente capítulo se trató de mostrar un panorama del ambiente que se vive en el mundo actual. Un mundo que conjunta avances en tecnología, en sistemas de información, globalización, aumento de rapidez en la mayoría de las transacciones comerciales, etc.. Todo ésto ha generado cambios en las necesidades de los clientes y la forma como están dispuestos a comprar. Las empresas no pueden darse el lujo de producir más de lo que los clientes compran, porque corren el riesgo de quedarse con los productos en exceso o malbaratarlos para echarlos fuera. Los tipos de clientes se han diversificado y han formado nichos en los mercados; unos piden una cosa, otros algo parecido pero con sus especificaciones. En fin, si las empresas no se preparan para producir con la flexibilidad suficiente para hacer los cambios

necesarios en sus productos de una manera rápida, serán arrasadas por las que sí lo puedan hacer.

Una de las acciones que se pueden tomar, entre muchas otras, es establecer un sistema de información que les dé datos relevantes en el momento de las decisiones de planeación y estrategia. Además, deben implantar procedimientos de control para garantizar que se siguen los planes y que las situaciones inesperadas se manejan de acuerdo a ciertos criterios que también deben estar establecidos.

Las empresas grandes tienen más recursos para resolver éstos retos. Pero las empresas pequeñas no disponen de los medios suficientes para lograr el consejo profesional que se necesita. Es éste tipo de empresas al que hay que ayudar por ser las más débiles y vulnerables.

En el siguiente capítulo se entra más en materia en cuanto a la forma de tratar los datos de las operaciones de una empresa para ir definiendo las manipulaciones matemáticas entre ellos y comenzar a obtener algunos informes de los requerimientos de la producción.

Capítulo 3.- Base Matemática: El Origen de MRP; El Método Gozinto

3.1.- Introducción

Sabemos que la demanda se genera básicamente de dos maneras; Pronósticos de Venta y Pedidos de los Clientes. Esta demanda genera requerimiento de subensambles, que a su vez, ocupan partes fabricadas y compradas, y en principio; materias primas.

Las herramientas de donde partimos para el método son las Listas de Materiales, Las Gráficas de Explosión de Partes (en fases de tiempo o sólo como estructura), y posteriormente, la demanda.

Como ejemplo para el cálculo de los insumos se presentan dos tipos de estantes; el primero, de tres anaqueles, y el segundo, de seis. Ver Mize, White [12]. La figura 3.1 lo muestra:

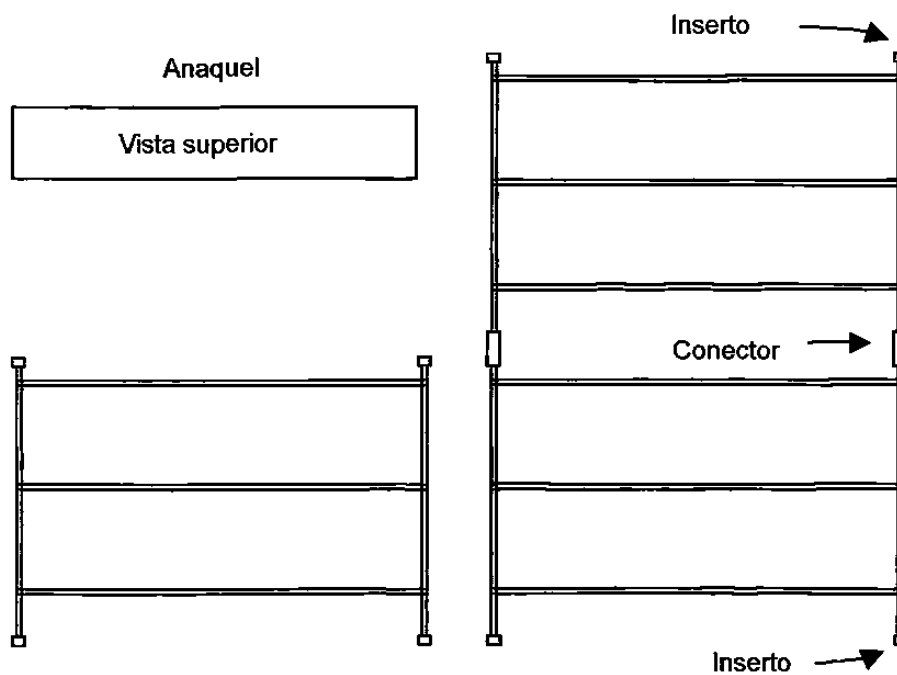


Figura 3.1.- Estantes de tres y de seis anaqueles

Los dos estantes tienen partes en común. El estante de tres anaqueles consta de cuatro postes o patas, los tres anaqueles, ocho insertos o tapas (cuatro arriba y cuatro abajo) y doce tornillos para sujetar los anaqueles a los postes (cuatro tornillos por anaquel). El estante de seis anaqueles tiene lo mismo que el anterior pero en cantidad doble más cuatro conectores que aseguran las patas de arriba a las de abajo. Lo que sigue es relacionar las partes en una lista que indique las cantidades de cada una por artículo terminado. la lista se expresa de la siguiente manera (Tabla 3.1):

Tabla 3.1 .- Lista inicial de partes para los dos estantes:

No.	Descripción	Estante 1	Estante 2	Total	Fuente
		Cantidad	Cantidad		
1	Estante 1 (tres anaq.)	1	0	1	Manuf
2	Estante 2 (seis anaq.)	0	1	1	Manuf
3	Anaqueles	3	6	9	Manuf
4	Postes o patas	4	8	12	Manuf
5	Insertos o tapas	8	8	16	Comp.
6	Tornillos	12	24	36	Comp.
7	Conectores	0	4	4	Comp.
8	Lámina metálica (pies ²)	17	34	51	Comp.

La cantidad de lámina metálica se obtiene al multiplicar (*núm. de anaqueles X pies² anaquel*) + (*núm. de patas X pies²/patas*) que para el estante 1 se convierte en: $(3 \times 3) + (4 \times 2) = 17$; y para el estante 2 queda $= (6 \times 3) + (8 \times 2) = 34$. El dato que debemos considerar es que se usan *3 pies² / anaquel* y *2 pies² poste o pata*, en el presente ejemplo.

La estructura de los estantes se ve en la figura 3.2:

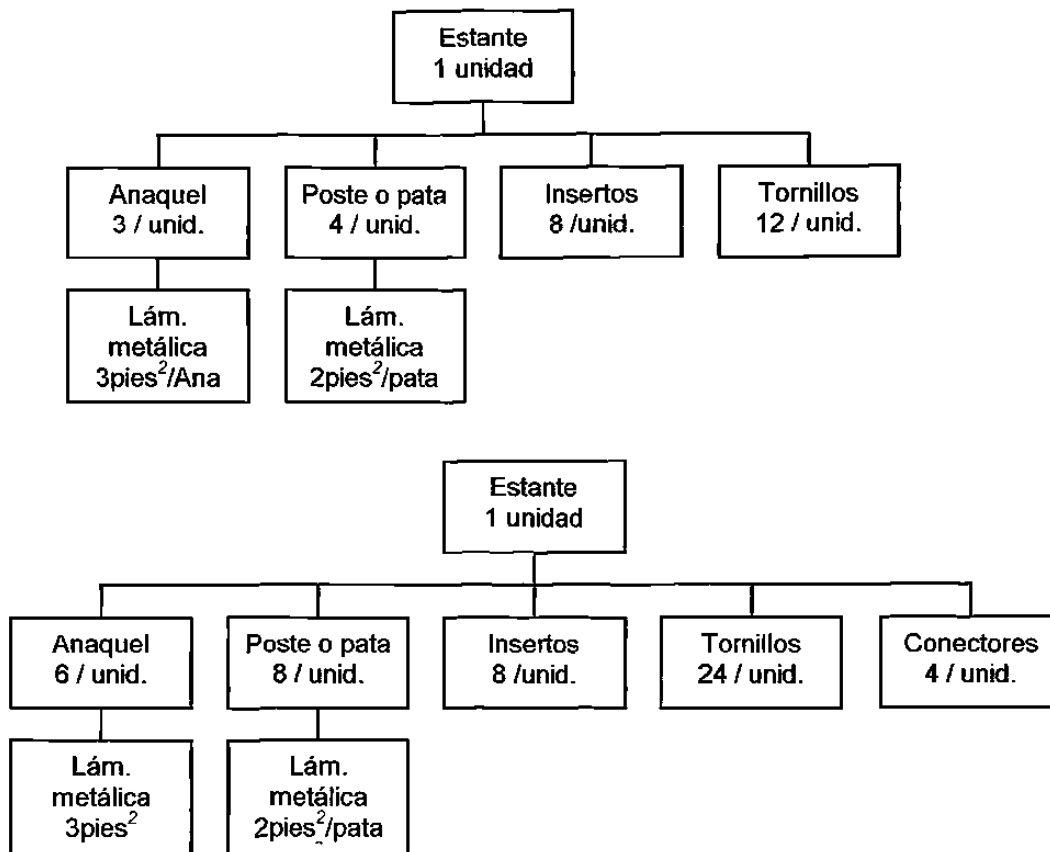


Figura 3.2 .- Estructura de Ensamble de los Estantes de 3 y 6 anaqueles.

en la figura anterior se muestran las cantidades por unidad de cada parte y para cada estante. Todo lo anterior nos sirve de base para la realización de una matriz muy importante que se llama, en el método Gozinto: **matriz LM (Lista de Materiales)**; se verá más adelante. En tal matriz se ponen las relaciones, en cantidades, de cada parte del producto con cada una de las otras partes, o sea, cuánto de cada parte restante necesitamos para obtener una cierta parte.

Hay otra herramienta que es útil para el método Gozinto; La Hoja de Operaciones. La hoja de operaciones es una relación de las actividades que ejecutan sobre el producto, los materiales que se necesitan, sus cantidades, herramientas a usar y los tiempos de proceso y de preparación, que son datos útiles en la determinación de los tiempos de fabricación de los lotes. Una muestra de la hoja de operaciones se muestra en la tabla 3.2.

La hoja de operaciones para los estantes de seis anaqueles es similar a la de la tabla 3.2. La información para la realización de ésta tabla se obtiene de Ingeniería Industrial y de Procesos. Lo más importante de ésta tabla son los tiempos de proceso y de preparación de cada una de las operaciones, porque ayudan en la determinación de los tiempos totales de trabajo de las diferentes cantidades de productos y permiten estimar los tiempos de entrega.

Tabla 3.2 .- Hoja de Operaciones

Hoja de Operaciones							
<i>Descripción del Producto</i> : Estante , metálico , 3 anaqueles .							
<i>Número de almacenamiento (Lista)</i> : 1							
No. Op'n	Dpto.	Descripción de Operaciones	Materiales	Cantidad	Herram. número	Tpo. Proc.	Tpo. Prep.
1	1	Estampar pata	Lámina met	2 p2	A36	0.50min.	60 min
2	1	Estampar anaquel	Lámina met	3 p2	A40	0.67min.	60 min
3	2	Doblar pata	Pata estamp	1	C17	1.00min.	120min.
4	2	Doblar anaquel	Ana. estamp	1	C19	0.75min.	120min.
5	3	Montaje :				1.00min.	60min
		Alm No. 1	Pata	4			
			Anaquel	3			
			Tornillos	12			
			Insertos	8			

Las Gráficas de Operaciones en Fase de Tiempo unitario (por producto unitario) son otra herramienta que ayuda a determinar el tiempo de fabricación **según las diferentes cantidades de cada lote de producción**. Considero ésto muy importante porque nos ayuda a hacer estudios de análisis de sensibilidad al tiempo con diferentes tamaños de lote y además, **permite hacer estudios de ahorro de tiempo al variar los tamaños de lotes de transferencia entre operaciones**, algo no muy explotado, ya que la mayoría de las empresas

terminan los lotes de cada parte y sólo entonces lo pasan a la siguiente operación. El diagrama de operaciones en fase de tiempo se muestra en la figura 3.3:

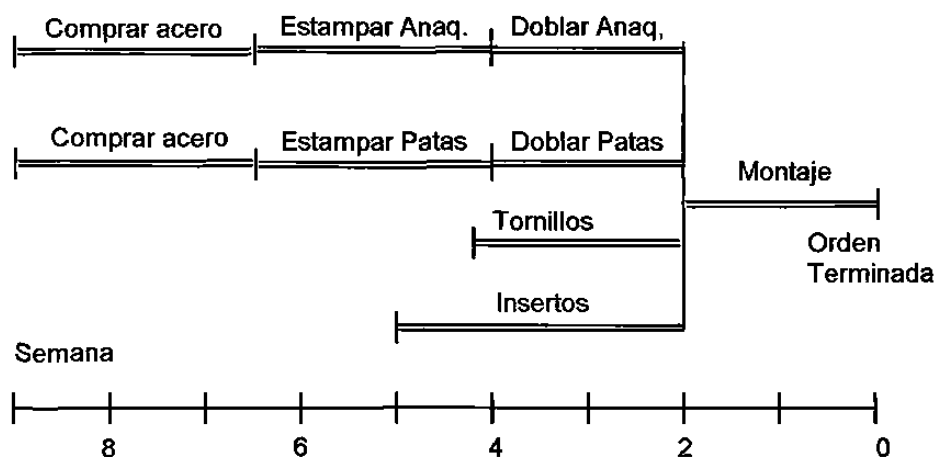


Figura 3.3 .- Diagrama de operaciones en fase de tiempo del Estante 1

en ésta figura los tiempos de las operaciones representan semanas.

Una última herramienta que sirve de insumo de datos para el método Gozinto es el pronóstico de demanda mensual y acumulada para el año completo (u otro tiempo). Con ésta tabla podemos establecer las necesidades de partes repartidas en el tiempo y nos permite planear las actividades a corto plazo. Una tabla típica sería la siguiente:

Tabla 3.3 .- Pronósticos de demanda mensual y acumulada de los estantes

Mes	1	2	3	4	5	6
Demanda	103	117	115	121	123	109
Acumulativo	103	220	335	456	579	688

Mes	7	8	9	10	11	12
Demanda	89	74	71	73	81	98
Acumulativo	777	851	922	995	1076	1174

y las gráficas correspondientes se muestran en las figuras 3.3 y 3.4:

Figura 3.4.- Pronóstico Acumulado
Estantes

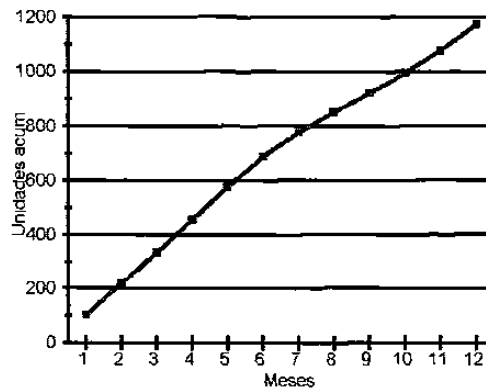
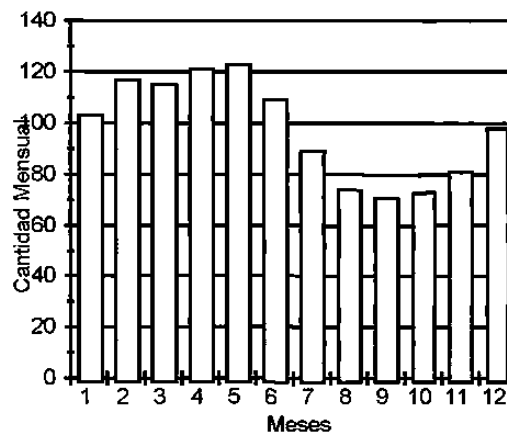


Figura 3.5.- Pronóstico Mensual
Estantes



El pronóstico mensual nos ayuda a conocer los cambios que tendremos que hacer en las cantidades de producción a través del tiempo. Nos permite determinar si la demanda es estable o irregular, para decidir si empleamos métodos de demanda fija como el EOQ (Cantidad Económica de Pedido) o métodos de demanda dinámica.

El conocimiento de la demanda acumulada nos permite ir manejando combinaciones de inventario y producción para suavizar las operaciones por medio de estrategias de planeación agregada, tratando de asegurar el cumplimiento de las cantidades de entrega en el tiempo y disponiendo de los recursos de la manera más económica posible. Este tipo de datos de

demanda son insumos básicos en el método Gozinto y son de los primeros que usaremos.

3.2 .- En Qué Consiste el Método Gozinto

El método Gozinto consiste en poner todos los archivos de datos relevantes para los cálculos de requerimientos en forma tal, que se puedan realizar operaciones matriciales entre ellos para obtener las cantidades de cada parte que se necesita para producir los artículos terminados , más los inventarios deseados, más las cantidades de partes demandadas por sí mismas, menos las cantidades disponibles, menos lo que está próximo a recibirse.

La ventaja de éste método o algoritmo es que las operaciones se manejan como cantidades "en conjunto", como si se tratara de una sola cantidad, aunque en realidad se manejan todas las partes. La sencillez del concepto la podemos ver si realizamos una suma matricial de dos grupos de cantidades: sean la matrices **A** y **B** siguientes

$$\text{Matriz A} = \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline 2 & 0 & 1 & 0 \\ \hline 4 & 1 & 5 & 2 \\ \hline 5 & 6 & 1 & 3 \\ \hline 0 & 3 & 2 & 4 \\ \hline \end{array}$$

$$\text{Matriz B} = \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline 3 & 1 & 8 & 6 \\ \hline 4 & 5 & 0 & 1 \\ \hline 0 & 3 & 0 & 2 \\ \hline 6 & 6 & 6 & 5 \\ \hline \end{array}$$

al sumar las dos matrices, obtenemos la matriz **C**:

$$\text{Matriz C} = \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline 5 & 1 & 9 & 6 \\ \hline 8 & 6 & 5 & 3 \\ \hline 5 & 9 & 1 & 5 \\ \hline 6 & 9 & 8 & 9 \\ \hline \end{array}$$

(A + B)

Esto no es nada nuevo, es simple álgebra matricial. No es nada del otro mundo. Pero para todos nosotros, con preparación en matemáticas o nó, es más fácil visualizar las operaciones "globales": $C = A + B$, sin tomar en cuenta las cantidades individuales. Supongamos que deseamos saber las cantidades **C** que tenemos que producir, en cuatro períodos (columnas), de cada uno de cuatro artículos diferentes (filas), cuando a los pedidos que ya teníamos (**A**) le agregamos otros que van a llegar en la última semana (**B**). Obviamente, a los que teníamos, le sumamos los nuevos que llegarán, pero nosotros, como administradores, visualizamos el total de las cantidades como: *Pedidos totales = Pedidos anteriores + pedidos nuevos*. La realización de la suma matricial se la dejamos a la computadora, no tenemos que realizar cada suma correspondiente de cada artículo para cada período, aunque, claro, tenemos que disponer de formas de verificar que disponemos de capacidad suficiente según las diferentes restricciones de nuestra planta.

Vuelvo a aclarar, no se está descubriendo el hilo negro en la producción, ésta aplicación fué brillante en su tiempo, cuando no se disponían de medios de cálculo electrónicos como los que tenemos ahora. Pero la aplicación del método fué tan fundamental, que se quedó como piedra angular de los sistemas MRP. El objetivo de la presente tesis es el de hacer que el lector visualice las operaciones entre archivos de datos de la manera más elemental posible, sin las complejidades de los programas de software existentes en la actualidad, porque todos se basan en éste principio Gozinto.

Una vez que se tiene asimilado el concepto y se desarrolla la destreza para preparar archivos de datos para las operaciones matriciales, se tiene la capacidad para desarrollar e implementar un sistema de cálculo de requerimientos adecuado a las necesidades propias de la empresa, agregando o complementando rutinas en la medida en la que nuestro ingenio nos permita para ir buscando soluciones a nuestras necesidades. El sistema resultante no tiene que ser un programa de software, puede ser una colección de procesos en diferentes hojas de cálculo. Incluso, en el peor de los casos, se puede hacer a mano, pero ya disponemos de un sistema de trabajo para el cálculo de los requerimientos, ya no estamos a la deriva, ya podemos controlar nuestros planes de producción. Ahora, si podemos comprar un buen sistema, pues, para qué estamos batallando, comprémoslo. Pero aún queda la necesidad de

comprensión de la forma de funcionar de tales programas, por parte del personal que lo va a usar, ya que ésta falta de comprensión es una de las mayores causas de los fracasos en la implementación de éstos sistemas. Porque se toman decisiones que no consideran los límites de los sistemas, no se entiende qué es lo que sí pueden hacer, y qué es lo que no pueden hacer. La presente tesis también tiene el propósito de contribuir al entendimiento pleno de éstos sistemas, para que se lleguen a dominar los conceptos que se involucran en los sistemas MRP ó ERP (Planeación de Recursos de la Empresa, éste último) y se pueda obtener el máximo provecho de éstos sistemas cuando ya se disponga de algún buen programa comercial.

El método Gozinto sólo ayuda a estimar las diferentes cantidades de mano de obra, de partes, etc. repartidas en el tiempo de planeación, pero **hay dos cosas que no hace por sí sólo**. Por ejemplo:

- No proporciona planes de producción detallados. Sólo nos da las cantidades que vamos a necesitar para producción, pero el orden de los trabajos tendremos que determinarlo de alguna otra forma.
- No toma en cuenta las diversas restricciones que tenemos en la planta.

Para manejar los problemas anteriores, tendremos que complementar el método con algunas técnicas de Planeación Agregada de la Producción, para asegurarnos que las cantidades que se manejan en los diferentes archivos que usa el algoritmo Gozinto, están supervisadas en cuanto a cumplimiento con las restricciones y en cuanto a compensación en el tiempo, para dar a cada proceso y parte su duración y cronología normal sin que lleguen a entorpecerse unos con otros y lograr un flujo del trabajo realista y eficiente. Se dice muy fácil, ¿verdad?, ya veremos.

No está en el alcance del presente trabajo la realización de programas detallados de la producción, pero nos aseguraremos que podemos establecer cantidades de fabricación que toman en cuenta las diversas restricciones de la empresa y que permiten planes factibles.

En el siguiente apartado vemos los diferentes archivos que se usan y las operaciones que se hacen con ellos para las diferentes decisiones de la producción. Se mostrarán sólo

algunas de ellas, pero éstas se pueden extender a otras situaciones que se vayan presentando para enriquecer nuestro sistema de cálculo de requerimientos, el caso es entenderlo para aplicarlo a lo que se nos ocurra.

3.3.- Archivos de Datos a Usar

Los archivos de datos que se van a mostrar, son los principales por ser los que contienen los datos primarios para el cálculo de los requerimientos. Pero se pueden formar otros archivos para realizar otras funciones de estimación de recursos, como se comentó al final de la sección anterior.

El primer archivo es el de las 'partes'. Hacemos una lista de todas las partes que manejamos para fabricar los productos terminados, en nuestro ejemplo; los estantes, y después ponemos tantas columnas como renglones o filas tengamos en nuestra lista. Esto formará una cuadrícula o matriz. Cada lugar de la matriz representa la cantidad del elemento de cada renglón que se necesita para formar el elemento de cada columna. La matriz de la lista de materiales (matriz **LM**), se obtiene de la tabla 3.1, que es el listado de todas las piezas que usamos en la fabricación de los estantes, pero con las columnas agregadas; una para cada elemento de la lista. La matriz **LM** quedaría así (Recordemos que son ocho elementos en la lista de partes de los estantes. Ver tabla 3.1, pág. 52):

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1							
2	0	1						
3	3	6	1					
4	4	8	0	1				
5	8	8	0	0	1			
6	12	24	0	0	0	1		
7	0	4	0	0	0	0	1	
8	17	34	3	2	0	0	0	1

La matriz **LM** tiene una estructura triangular por su misma naturaleza. Ya que representa lo que necesitamos de cada fila o renglón para obtener la pieza que representa cada columna, y como los elementos están ordenados del nivel superior al inferior, está claro que no necesitamos elementos de nivel superior para obtener elementos de nivel inferior (ejemplo: no necesitamos un estante completo (1) para fabricar un tornillo (6). Los unos en la diagonal principal son obvios porque se necesita una parte de sí misma para 'producir' ésa misma parte (se necesita una pata [4] para 'obtener' una pata [4]; obvio, ¿no?). Los números fuera del cuadro de la matriz se incluyeron para ayudar a identificar los elementos.

La forma de obtener la matriz **LM** viene de un proceso de razonamiento un poco más elaborado. Aquí se presenta ya la matriz con su forma resultante con el fin de ahorrar análisis innecesario. El entendimiento de la matriz no se ve afectado por lo anterior. Para ver todo el proceso se puede consultar a Mize, White [12].

Otro archivo es la Demanda Sincronizada (**matriz D_s**). En el cual se ponen las demandas estimadas de cada elemento de la lista de materiales (renglones), para cada uno de los periodos (columnas). Como ejemplo usaremos las demandas de tres periodos (meses) y la matriz de demanda sincronizada, **D_s**, resulta:

	Ene	Feb	Mar
D_s =	500	500	500
	400	450	500
	0	0	0
	0	0	0
	0	0	0
	0	0	0
	0	0	0
	0	0	0

como se ve, tenemos demanda (pronosticada) para los estantes (1 y 2) solamente. No hay

demanda para elementos de nivel inferior. Si la hubiera, sería demanda de refacciones. Se incluyen los nombres de los meses como información, pero no forman parte de la matriz .

Otro archivo es el del inventario final deseado (**matriz Ifd**). Que es el inventario que deseamos tener al final de los periodos de planeación, en el presente ejemplo; al final de los tres meses; final de Marzo. La manera de interpretar el archivo de inventario final deseado es viéndolo como una cantidad adicional que hay que producir, aparte de la de los periodos, para completar el nivel de piezas deseado en inventario al final de los meses que entran en la planeación. El nivel que determinemos se fijará sobre la base de algún criterio de análisis de riesgos de inventarios en los patrones de demanda, para garantizar algún nivel de servicio.

La matriz **Ifd** se expresa como

Ifd=	300
	300
	1000
	1500
	2000
	10000
	1200
	3000

Un archivo más a usar es el de las existencias disponibles en el momento del inicio de la planeación (**matriz Exd**). Significa el nivel de existencias disponibles de cada elemento o parte al inicio de los periodos. Suponiendo un nivel de existencias inicial, la matriz **Exd** es la siguiente :

Exd=	250
	100
	8000
	1200
	2500
	20000
	1000
	42000

La siguiente matriz es la correspondiente al archivo de Producción y Ordenes de Compra pendientes, programadas para los diferentes periodos. Significan las cantidades que están programadas para producirse (o ya en proceso de producción) o también significan las cantidades que se espera que lleguen en los diferentes periodos por compras hechas con anterioridad. La matriz se llama **matriz Opd**, de Ordenes pendientes. Se pone en cada renglón (parte o elemento) las cantidades que se tienen programadas para recibirse en cada período (columnas) del horizonte de la planeación. La matriz **Opd** es

	Ene	Feb	Mar
Opd=	250	100	0
	100	0	0
	0	0	0
	400	0	0
	1000	500	0
	10000	10000	0
	2000	0	0
	8000	4000	0

Si sumamos las existencias disponibles (**Exd**) y las Ordenes Pendientes (**Opd**), obtendremos la matriz del inventario programado (**Matriz Ipr**), que son las cantidades disponibles de cada elemento para cada uno de los periodos del horizonte de planeación. O

sea, son las cantidades que van a estar disponibles en los períodos para hacer uso de ellos. La matriz **Ipr** es

	Ene	Feb	Mar	Total	
Ipr=	500	100	0	600	ITpr
	200	0	0	200	
	8000	0	0	8000	
	1600	0	0	1600	
	3500	500	0	4000	
	30000	10000	0	40000	
	3000	0	0	3000	
	50000	4000	0	54000	

la matriz **ITpr** es el Inventario Total Programado, que no es más que la suma de cada fila o renglón. Sirve para comparar los requerimientos totales que obtengamos y restarles la presente matriz de inventario programado para obtener los requerimientos netos de fabricación. En la siguiente sección realizaremos ésta y otras operaciones que se efectúan con los archivos de datos.

El siguiente archivo a usar es el correspondiente al punto de reposición para cada artículo comprado. La matriz la llamamos **matriz Reo** (de Punto de Reorden).

La matriz **Reo** es

Reo=	-
	-
	-
	-
	8000
	20000
	2000
	20000

el punto de reorden se debe tomar de la política de inventarios que sea adecuada para la

empresa. En éste caso, los valores son supuestos. Se puede consultar el uso del punto de reorden en Sipper [14].

La tasa de Producción de cada centro de trabajo, en términos de tiempo (minutos) por cada unidad (elemento) que se trabaje, es otro archivo más para usar. La matriz se llamará **matriz Tpr** (de Tasa de Producción). Significa el tiempo que se toma cada departamento máquina o actividad para procesar cada pieza o elemento. Este archivo se puede expresar en muchas formas diferentes, según nuestras necesidades. En éste caso se ponen en las filas los diferentes departamentos que tenemos y en cada columna los diferentes elementos del producto. De tal manera que tenemos el tiempo que cada departamento toma en procesar cada elemento o parte. Claro está que no todos los departamentos procesan todos los elementos, se ponen solo las cantidades que atañen a cada combinación departamento-parte.

La matriz **Tpr** es

	1	2	3	4	5	6	7	8
Dpto.1	0	0	0.67	0.5	0	0	0	0
Dpto.2	0	0	0.75	1.0	0	0	0	0
Dpto.3	1.0	1.5	0	0	0	0	0	0

Un último archivo de datos por utilizar es el que tiene los datos relativos a las cargas de trabajo actuales de los departamentos, en horas por período. La matriz será llamada **Matriz Ctr** (de Carga de Trabajo). En los renglones se ponen los departamentos que existen y en las columnas se ponen las cargas en horas de cada departamento para cada período. La matriz **Ctr** de (Carga de Trabajo) es

	Ene	Feb	Mar	Total	
Dpto.1	100	140	80	320	CTtr
Dpto.2	160	120	100	380	
Dpto.3	80	80	80	240	

la matriz o vector de la derecha se refiere a la carga total de horas de trabajo de los

departamentos en los tres periodos.

Hasta aquí, se han presentado algunos archivos que se pueden usar en el método matricial Gozinto. Pero se pueden inventar otros más, para complementar el sistema de información de nuestra empresa. Por lo general los agregados se van perfeccionando con el tiempo y a medida que nos vamos enfrentando a las diferentes situaciones de cálculo de requerimientos. Puesto que se trata de un Sistema, tiene las fases de diseño de cualquier sistema de trabajo ó de cómputo. Se comienza por las funciones más elementales y se va progresando hasta tener un sistema completo funcionando, no sin haber superado diferentes crisis que ocurren normalmente en el desarrollo de cualquier sistema. En realidad ésta ha sido la historia de los sistemas MRP I y II (o los ERP; Planeación de Recursos Empresariales, en inglés)

En la siguiente sección, realizamos las diferentes operaciones elementales para la obtención de estimaciones de requerimientos. Quiero recalcar, y perdonen la insistencia, que las operaciones que se tratan son las elementales, y se muestran con el objeto de asimilar el manejo 'en paquete' de los datos (manejo matricial). No es todavía un sistema de información, es sólo una muestra de cómo se podría formar uno.

Es difícil poner un sistema completo porque sería diferente para cada caso , cada quién lo adaptaría a sus necesidades , por eso se muestra el camino solamente.

En los capítulos 5 al 8 se ofrece una propuesta de un sistema, pero no será el mejor, ni el único, porque las soluciones son muchas y el perfeccionamiento es continuo.

3.4.- Operaciones Básicas entre Archivos

Las operaciones matriciales entre archivos se pueden diseñar para obtener diferentes tipos de datos, según nuestra forma de analizar los requerimientos de la producción. De todas las operaciones posibles, las que se van a mostrar aquí, por ser las básicas, son las siguientes:

- 1.- Requerimientos brutos de partes, sincronizados (repartidos) en el tiempo.
- 2.- Requerimientos netos sincronizados de partes (considerando existencias, órdenes de compra pendientes y la producción).
- 3.- Cuánto pedir de materias primas.
- 4.- Requerimientos de tiempo-máquina (o de departamento) en la fabricación.
- 5.- Chequeo de capacidad en horas / período necesarias en la producción.
- 6.- Factores de calidad, desperdicio, etc. en el cálculo de requerimientos.

- Operación 1: *Requerimientos de partes en bruto, sincronizada. La matriz que resulte le llamaremos **Matriz RB** (de requerimientos brutos).*

Para calcular las cantidades requeridas multiplicamos lo que se necesita para un producto X el número de productos que se van a fabricar. Esto es; si necesito un tapón por cada botella de 'x' sustancia, y quiero fabricar 100 botellas, entonces necesito $1 \times 100 = 100$ tapones para las 100 botellas. El mismo razonamiento lo aplicamos a los requerimientos de partes en bruto, multiplicando **LM** (lista de materiales) por **Ds** (demanda, sincronizada o repartida en el tiempo) y obtenemos: $\mathbf{LM \times Ds = RB}$;

								Ene	Feb	Mar	Inv.Final
RB =	1							500	500	500	300
	0	1						400	450	500	300
	3	6	1					0	0	0	1000
	4	8	0	1				0	0	0	1500
	8	8	0	0	1			0	0	0	2000
	12	24	0	0	0	1		0	0	0	10000
	0	4	0	0	0	0	1	0	0	0	1200
	17	34	3	2	0	0	0	1	0	0	3000

la matriz de requerimientos brutos, **RB**, resulta:

	Ene	Feb	Mar	Inv.Final	Total
RB =	500	500	500	300	1800
	400	450	500	300	1650
	3900	4200	4500	3700	16300
	5200	5600	6000	5100	21900
	7200	7600	8000	6800	29600
	15600	16800	18000	20800	71200
	1600	1800	2000	2400	7800
	22100	23800	25500	24300	95700

RBt

los cuales son las cantidades que se necesitan de cada elemento de la lista de materiales para satisfacer las necesidades de producción, en cada período. A éstas habría que restarles las cantidades en existencias y las que están por recibirse. Las siglas **RBt**, significan el total de elementos para los tres períodos, es una matriz de una columna (vector). Observe que agregamos el inventario final deseado. Los resultados se corroboraron con el paquete matemático Matlab.

- Operación 2 .- *Matriz de Requerimientos Netos (RN), tomando en cuenta las existencias y los pedidos pendientes.*

Para calcular los requerimientos netos, vamos a volver a replantear el cálculo de requerimientos brutos anterior, pero, tomando en cuenta las existencias y los inventarios programados desde el principio. El procedimiento puede parecer complicado, pero siguiendo las fórmulas y las notas que vienen a continuación se puede visualizar fácilmente.

A las órdenes pendientes **Opd**, que vamos a recibir, le vamos a sumar de una vez las existencias actuales, o sea; **Exd + Opd**. La suma se reflejará sólo en el mes de Enero, porque las existencias disponibles se empezarán a usar en éste mes y por lógica, se suman a lo que se recibirá en tal mes. Ahora; la matriz resultante, que significa lo que se va a tener disponible en el tiempo, se llama inventario programado (**lpr**) y ya existe, la obtuvimos en la sección

anterior. **Ipr** se resta a la matriz de demanda (**Ds**), así: **Ds - Ipr**, dando como resultado la matriz demanda neta (**Dneta**). Esta matriz es la que vamos a multiplicar por la de la lista de materiales (**LM**), para obtener los requerimientos netos de los tres períodos. Veamos las operaciones:

la resta de **Ds - Ipr** es:

Ds			-	Ipr		
500	500	500		500	100	0
400	450	500		200	0	0
0	0	0		8000	0	0
0	0	0	-	1600	0	0
0	0	0		3500	500	0
0	0	0		30000	10000	0
0	0	0		3000	0	0
0	0	0		50000	4000	0
				Ene	Feb	Mar
			Dneta=	0	400	500
				200	450	500
				-8000	0	0
				-1600	0	0
				-3500	-500	0
				-30000	-10000	0
				-3000	0	0
				-50000	-4000	0

los números negativos en la matriz de demanda neta (**Dneta**) significan que ya se tienen existencias o están programados para recibirse, por tanto; **no tendrán qué fabricarse**. Como paso siguiente, multiplicamos la lista de materiales por la demanda neta (**LM x Dneta**), con todo e inventario final deseado:

								Ene	Feb	Mar	Inv.Final
1								0	400	500	300
0	1							200	450	500	300
3	6	1						-8000	0	0	1000
4	8	0	1					-1600	0	0	1500
8	8	0	0	1				-3500	-500	0	2000
12	24	0	0	0	1			-30000	-10000	0	10000
0	4	0	0	0	0	1		-3000	0	0	1200
17	34	3	2	0	0	0	1	-50000	-4000	0	3000

nos da que la matriz de requerimientos netos (RN) es:

	Ene	Feb	Mar	Inv.Fin.
RN =	0	400	500	300
	200	450	500	300
	-6800	3900	4500	3700
	0	5200	6000	5100
	-1900	6300	8000	6800
	-25200	5600	18000	20800
	-2200	1800	2000	2400
	-70400	18100	25500	24300

Resta por hacer un proceso de reparto en el tiempo, porque las cantidades negativas en el mes de enero significan que todavía quedan disponibles partes para seguir usando en los meses de Febrero y Marzo, y posiblemente queden algunas en inventario final. La manera de repartir es: de las que sean negativas en Enero, se pasan al siguiente mes para satisfacer la cantidad de ése siguiente mes, y las que vayan sobrando se van pasando al otro siguiente mes, y así sucesivamente. Por ejemplo: en Enero hay sobrantes del elemento número 8 (lámina metálica) por 70,400 pies cuadrados. De ésa cantidad pasamos a Febrero para satisfacer los 18,100 y sobran todavía $70,400 - 18100 = 52,300$ (en Febrero se pone un cero porque ya se le asignó), de los 52,300 que sobran, se pasan 25,500 a Marzo y también se satisface

completamente (o sea, no hay que comprar porque ya tenemos) sobrando 26,800 pies cuadrados de lámina. Estos 26,800 llegan hasta el inventario final deseado y también lo llenan, quedando en exceso 2,500 pies para posteriores usos.

El proceso de repartición puede dar la idea de que es laborioso y difícil de entender, pero es cuestión de razonar que las matrices no pueden saber de dónde vamos a sacar las cantidades que se requieren para un trabajo. Y si nosotros tenemos en existencias para varios periodos, pues tenemos que reflejar en los datos de las matrices el uso que vamos a ir haciendo de las cantidades en existencias. Este procedimiento de repartición se puede programar en algún paquete computacional de uso común (ó alguna hoja electrónica), no necesariamente tenemos que hacerlo nosotros. Recordemos que éstas explicaciones tienen el fin de ilustrar el funcionamiento fundamental de los sistemas MRP y que nos marcan el camino para ayudarnos a establecer un sistema de cálculo de requerimientos, si es que no lo tenemos ya. Si ya lo tenemos, nos ayuda a la comprensión y a la implementación y uso más eficiente. Repito; no se está descubriendo el hilo negro.

La matriz de requerimientos netos queda finalmente como sigue:

	Ene	Feb	Mar	Inv.Fin.	Total
RN =	0	400	500	300	1200
	200	450	500	300	1450
	0	0	1600	3700	5300
	0	5200	6000	5100	16300
	0	4400	8000	6800	19200
	0	0	0	19200	19200
	0	0	1600	2400	4000
	0	0	0	0	-2500

Esta es la matriz final de requerimientos netos (RN) con el uso de las existencias y entregas programadas ya considerado. Esto es lo que hay que fabricar o comprar, según el elemento o parte de que se trate.

La columna final es un recuento de las cantidades totales que se van a necesitar en los tres periodos más el inventario final deseado. Puede ayudar a realizar un presupuesto de costos.

La decisión de cómo proveer los requerimientos de cada periodo depende de las políticas de inventarios para determinar el tamaño de lote a comprar, o si se usa un entorno de justo a tiempo, con convenios pactados con proveedores o, tal vez, con técnicas de programación por etapas (programación dinámica), o pudiera ser que se use un sistema de punto de pedido para cada parte, entonces se compararía periódicamente el vector de existencias (**Ex**) con el de punto de pedido (**Reo**). En fin, esto pertenece a otro campo fuera del alcance de ésta tesis.

- Operación 3 .- *Cuánto Pedir de Materias Primas*. La última matriz (**RN**), nos dice lo que no tenemos al momento. Incluye lo que tenemos que fabricar y lo que tenemos que comprar. Por tanto; el plan de compras se hace a partir de ésta última parte de la matriz, tomando, claro está, sólo las cantidades de los elementos o partes (renglones) que son comprados. Ya debemos de saberlo.

- Operación 4 .- *Requerimientos de Tiempos de Máquina, (o por Departamentos), matriz Tmq*. En ésta operación determinamos el tiempo que cada estación (máquina o departamento) se va a tomar para realizar el plan de fabricación. ¿Con qué fin?, pues con el fin de compararlo con los tiempos disponibles y decidir si tenemos la capacidad o si debemos buscar caminos alternos para nuestra producción. El procedimiento a seguir es: determinar las horas necesarias, y compararlas con la carga ya programada anteriormente para las máquinas para checar si no se sobrepasa la capacidad máxima que tenemos. Si se pasa, se deciden otras alternativas.

Este es como un proceso de planeación agregada, la cual se usa para evaluar varias alternativas para tomar la más conveniente a nuestras necesidades.

Para obtener los tiempos de máquina, **Tmq** (en minutos), necesarios por periodo (y totales) tomamos la matriz de la tasa de producción (**Tpr**) y la multiplicamos por la de

requerimientos netos (RN), o sea; $Tmq = Tpr * RN$, que es lo siguiente:

	1	2	3	4	5	6	7	8	Ene	Feb	Mar	Inv. Fin.
Dpto.1	0	0	0.67	0.5	0	0	0	0	0	400	500	300
Dpto.2	0	0	0.75	1	0	0	0	0	200	450	500	300
Dpto.3	1	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	1600	3700
									0	5200	6000	5100
									0	4400	8000	6800
									0	0	0	19200
									0	0	1600	2400
									0	0	0	0

	Ene	Feb	Mar	Inv. Fin.		Ene	Feb	Mar	Inv. Fin.
$Tmq=$	0	2600	4072	5029	=	0	43	68	84
(min.)	0	5200	7200	7875		0	87	120	131
	300	1075	1250	750	(Hrs.)	5	18	21	12

Hay que observar que la producción del inventario final **debe asignarse de alguna forma** a las máquinas en los períodos. Esto lo hacemos de acuerdo con algún criterio que tomemos. En nuestro ejemplo, simplemente lo cargamos al mes de Marzo.

Tenemos, hasta el momento, los tiempos requeridos. Para saber si disponemos de tiempo de máquina comparamos el tiempo máximo disponible, menos el tiempo ya comprometido, con nuestra matriz de tiempos requeridos. Podemos obtener la diferencia para saber los requerimientos extras de tiempo (o si todavía nos sobra, si resultan positivos). La operación se expresa de la siguiente manera: *Tiempo disponible - Tiempo comprometido anterior - Tiempo requerido actual = Sobrante o faltante de tiempo*. Vamos a suponer que tenemos 30 días laborables en cada mes del período, multiplicados por 8 hrs. dan 240 hrs / mes / departamento. la operación con matrices quedaría así: (se suponen las cargas en tiempo anteriores)

Tiempo Máx.	-	Tpo. Ocup. Anter.	=	Tpo. Disp. Actual
240 240 240		100 140 80		0 43 152
240 240 240		160 120 100		0 87 251
240 240 240		80 80 80		5 18 33

no olvide que se le cargó al mes de Marzo la producción del inventario final deseado en la matriz de tiempo requerido actual.

Resulta una matriz de tiempos sobrantes o faltantes (negativos):

	Ene	Feb	Mar
Tpo. Res.=	140	57	8
	80	33	-111
	155	142	127

Vemos que en el mes de Marzo, para el departamento 2, se van a necesitar 111 horas más de las normales disponibles. Tendremos qué buscar otras fuentes de maquila o repartir ése faltante de tiempo entre los dos meses anteriores, aunque paguemos inventario, (80 + 33 = 113 hrs. disponibles en Enero y Febrero). Estas ya son decisiones aparte del cálculo de requerimientos.

- Operación 4 .- *Uso de Factores de Calidad, Mermas, etc. (Matriz Fcal)*. Las cantidades netas que se calculan para producir o comprar, se tienen qué compensar con porcentajes de los defectos que presentan estadísticamente, por ejemplo si necesito 100 piezas para producir, pero normalmente se malogran 2 de cada 100, entonces tengo un porcentaje de defectos de 2%, y en lugar de comprar 100, compro $100 * 0.2 = 102$, para compensar los defectos. Es cierto que se deben tomar medidas para minimizar ésto, pero no siempre se elimina completamente, por eso hay qué considerarlo.

La forma de hacerlo con las matrices es multiplicando la matriz de requerimientos netos por una matriz que contenga los factores de calidad de cada elemento o parte, como se muestra en seguida: $RN = Fcal * RN(\text{anteriores})$. Se supone $Fcal$ y queda:

	Ene	Feb	Mar	Inv.Final
1.04	0	400	500	300
1.04	200	450	500	300
1.05	0	0	1600	3700
1.05	0	5200	6000	5100
1.11	0	4400	8000	6800
1.02	0	0	0	19200
1.11	0	0	1600	2400
1.03	0	0	0	0

La matriz de factores de calidad es diagonal porque cada factor se aplica solamente a su correspondiente elemento o parte, no a los demás.

Los nuevos requerimientos netos quedan:

Ene	Feb	Mar	Inv.Final
0	416	520	312
208	468	520	312
0	0	1680	3885
0	5460	6300	5355
0	4884	8880	7548
0	0	0	19584
0	0	1776	2664
0	0	0	0

En la matriz resultante se ven las cantidades requeridas netas aumentadas en su

respectivo factor con respecto a las cantidades requeridas anteriores.

Estos ejemplos pretenden mostrar la flexibilidad del método para aplicarlo a diferentes procedimientos para la toma de decisiones con respecto al cálculo y planeación de los requerimientos de producción.

3.5 .- Resumen

En el capítulo que estamos terminando, se trató de mostrar los fundamentos del método matricial aplicado a la producción. El método Gozinto es éso, un método matricial del que se halló la manera de aplicarlo a los cálculos de la producción. El método es sólo una herramienta de planeación y no genera por sí sólo programas de producción detallados. Debe ser complementado con procedimientos para checar la factibilidad de los planes de producción. Las consideraciones económicas también deben ser eficientadas con procedimientos aparte. Las técnicas de optimización y de planeación agregada complementan muy bien el método Gozinto, y se van a mencionar en el siguiente capítulo. El algoritmo Gozinto puede extenderse a otras posibles funciones, según la aplicabilidad que vayamos encontrando.

No se pretende mostrar como nueva una técnica que tiene decenas de años de haber aparecido, pero como es el proceso pilar de los sistemas actuales, consideré que era necesario repasarlo, porque nos ayuda a mejorar el sistema que tengamos o de perdido, a comprenderlo mejor para sacarle el máximo provecho, de la misma manera que para usar mejor una computadora es necesario saber sumar, restar, multiplicar y dividir.

La información detallada de éstos sistemas no está disponible para la mayoría de la gente y si lo está, es muy cara.

Ya con la idea de los tipos de archivos que se necesitan y cómo se manejan las operaciones entre ellos, pasemos, en el siguiente capítulo a mencionar las técnicas que tenemos para optimizar las cantidades Gozinto y la manera como sería el proceso de interacción.

Capítulo 4.- Cómo Se Usa La Planeación Agregada y El MRP II En El Plan Maestro De Producción Y Calidad: -Complemento Al Método Gozinto-

4.1 .- Introducción

La Planeación Agregada de la Producción se hace para revisar que los planes de trabajo a mediano y corto plazo resulten posibles. Pero la correspondencia entre los planes agregados de producción y los programas de producción que resulta difícil de mantener, y los programas comienzan a separarse de los planes agregados. Esto es, en cierta forma, normal, porque lo que se estimó en los planes no siempre resulta en la realidad. Ocurren muchas variaciones por causas muy diversas tanto internas como externas. Estas fuentes de cambios pueden ser las descomposturas repentinas de equipo, inasistencias de personal, demanda muy irregular, desabastos, etc .

Es cierto que las empresas deben hacer lo posible por minimizar tales problemas, pero no se pueden eliminar totalmente. Por tal motivo las compañías deben tener bien detallados planes de contingencias o 'jugadas de pizarrón' para que todos sepan cómo reaccionar y disminuir el caos al suceder algún contratiempo. Pero tales temas no están en el alcance de la presente tesis.

La pregunta es:

¿Cómo podemos evitar la separación entre lo que se contempla en los planes y lo que deja de tomarse en cuenta por ocurrir sobre el tiempo en forma no regular?

, la respuesta es:

Encontrando la manera de introducir todo lo que ocurre, en los datos de los archivos que sirven de base para el cálculo de las cantidades agregadas. De tal manera que tengamos medios de re-considerar (re-planear) y adaptar los planes a las nuevas condiciones, temporales o permanentes.

La ventaja es que vamos a tener siempre los problemas **cuantificados** y podremos evaluar el impacto de las situaciones sobre nuestro sistema, y, por consecuencia: podemos mantener el control sobre el trabajo. Por ejemplo: si se descompone una máquina, podemos estimar el tiempo que se llevará la reparación, la introducimos al sistema disminuyendo el tiempo disponible de tal máquina, y por tanto nuestra capacidad de producción en esos días se verá disminuida según la importancia de la máquina en el proceso. Pero podemos re-programar y el sistema nos dirá cuántas horas extras necesitaremos, o qué clase de subcontratación debemos hacer (claro, guardando el debido respeto al margen de tiempo comprometido que no se puede ya alterar por trabajos actuales). Nos dirá también cuándo recuperaremos el tiempo perdido, o simplemente permite saber hasta dónde se pospondrá una posible entrega, para comunicárselo al cliente con una buena seguridad.

Esto es como disponer, guardando la debida proporción, de un sistema de simulación en tiempo real, en el cual simulamos las situaciones y medimos las consecuencias. Mientras más cerca esté nuestro sistema de información de tales habilidades, más control tendremos. No estoy diciendo que sea fácil, sino que hacia allá debemos dirigirnos.

Lo principal, para mí, es no divorciar planeación y programación. Es más, planeación y programación, desde mi punto de vista, es matemáticamente **lo mismo**, sólo que planeación es a mayor plazo que la programación. Pero las dos operaciones toman en cuenta las restricciones del sistema, las capacidades, los recursos, etc., sólo debemos darles la debida precisión a ambos. En la siguiente figura (4.1) se muestra la forma en que se hace una planeación a distintos niveles, que es la forma normal de hacerlo:

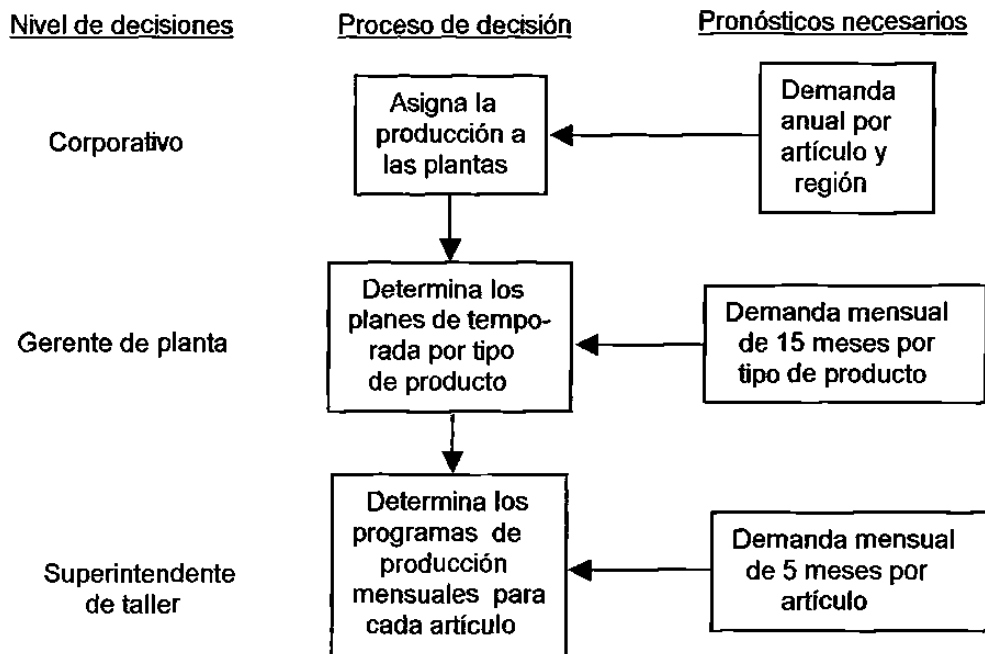


Figura 4.1 .- Proceso de planificación en varios niveles (jerárquica)

se hace así para separar los niveles de responsabilidad. Está claro que, por ejemplo, un supervisor no debe participar en la planificación de nuevos productos, o que la alta administración no debe ponerse a determinar el mejor tamaño de lote en una línea de producción, pero difícilmente se puede evaluar de manera ágil el impacto de cierta situación si no están unidas a nivel sistema las diferentes partes de la planificación. La manera de hacerlo, según mi punto de vista, es que la planeación agregada se haga para el horizonte de planeación de corto ó mediano plazo, tomando en cuenta pronósticos, restricciones, recursos, etc., se calculen los requerimientos de producción, usando los archivos de datos de las listas de materiales, las actividades de la producción, los tiempos de máquina, y se repartan en el tiempo las actividades y los materiales para obtener los programas de compras (MRP I, II), de producción, etc.. Con lo anterior se establecen los parámetros para cada periodo. Posteriormente, se hace una segunda re-planeación, pero a nivel de un sólo periodo, respetando los parámetros que dió la anterior programación, para obtener los programas de

producción detallados para el período. Si hay alguna variación, cambio de cantidad, falla, etc., se refleja en el período y en el nivel superior para que se tome en cuenta en el horizonte de la planeación. Se re-planea y se decide un nuevo plan para adaptarlo a la situación, de lo que resulte, se establecen nuevos parámetros para cada período y se re-programan nuevamente los períodos a medida que se acercan. Los parámetros vienen siendo: los tiempos de máquina para los diferentes productos, la mezcla de productos a producir, la mano de obra a emplear, etc.

Mientras más detalle se incorpore a la planeación del horizonte, menos tenemos que andar pasando los datos de un nivel a otro y las respuestas serán más ágiles. Lo anterior son los **modelos avanzados de planeación y control**, o lo que se conoce como **Planeación y Control de la Producción Integrados (PCP)**, que es una filosofía de las empresas de clase mundial, mencionada en el capítulo 2, ver Sipper [14], y Narasimham [13].

En el siguiente apartado nos enfocamos en la forma de usar la planeación de la capacidad.

No se van a mencionar las técnicas de planeación que hay, mas bien se mencionan algunos modelos que pueden ser útiles en el desarrollo de un sistema de información que incorpore las habilidades de evaluación de situaciones.

4.2.- Modelos para Planeación de la Capacidad

La *planeación de la capacidad* es el proceso de determinar los recursos humanos, la maquinaria y los recursos físicos necesarios para cumplir con los objetivos de producción de una empresa. La *capacidad* es la velocidad máxima a la que un sistema puede realizar un producto o conjunto de ellos. Cuando la carga del sistema de producción sobrepasa la capacidad máxima del sistema, ¿qué opciones tenemos?; Sólo hay dos: incrementar la capacidad, o tomar sólo lo que podemos. Tengamos en cuenta que hay varias formas de hacer cualquiera de las dos opciones.

El *control de la capacidad* es el proceso de dar seguimiento a la producción, comparándola con el plan de capacidad y determinando si las variaciones exceden los límites preestablecidos y emprendiendo las acciones correctivas.

Entonces; el proceso de planear la producción comienza con los pronósticos, sigue con la planeación agregada, para encontrar la estrategia más conveniente para la empresa. Se genera el plan de capacidad y el plan maestro de producción, que se va cumpliendo con programas de producción según van ocurriendo los periodos.

El modelo propuesto para la planeación de la capacidad es más bien una forma de ver las cosas, una política, una filosofía:

- > *Tener bien medida la capacidad del sistema para cada periodo del horizonte, porque debemos tomar en cuenta el tiempo necesario para el mantenimiento, días de asueto, etc.*
- > *Tener bien medidos los tiempos de las actividades, sobre todo las que son cuellos de botella, porque son las que determinan la capacidad del sistema.*
- > *Debe haber un modelo matemático, el que mejor se ajuste a nuestras posibilidades, puede ser de programación lineal, heurístico, programación entera, etc. El propósito de tal modelo es para optimizar el uso de los recursos y garantizar que no se viola ninguno. Las restricciones ya deben estar determinadas de antemano.*
- > *Preparar el o los archivo que contengan las cargas planeadas. Este archivo es el que nos va a decir cuánta capacidad nos queda disponible como para agregar pedidos e irlos repartiendo en los demás periodos a medida que se van llenando los anteriores. Con esto podemos decidir si un pedido se cumple dentro del periodo o queda pendiente hasta algún otro posterior. Haciéndolo así podemos darle al cliente fechas de entrega muy cercanas a la realidad, si no es que exactas.*
- > *Cada situación, cada nuevo pedido, cada variación, incluso los cambios en las prioridades de cada trabajo, se debe reflejar en éste archivo, con el objeto de poder siempre determinar la reprogramación a que nos obliga la situación no prevista. Tal habilidad nos permite definir con exactitud, qué tanto nos va a afectar el imprevisto, y qué tanto se extienden las nuevas fechas de entrega.*

Considero que la falta de exactitud es lo que más exaspera a un cliente. Porque generalmente está prevenido contra los imprevistos, pero le molesta no saber hasta cuándo se normalizarán las cosas, si se presentase un problema, porque no le permite continuar con su propio proceso de planeación. La figura 4.2 muestra el proceso anterior:

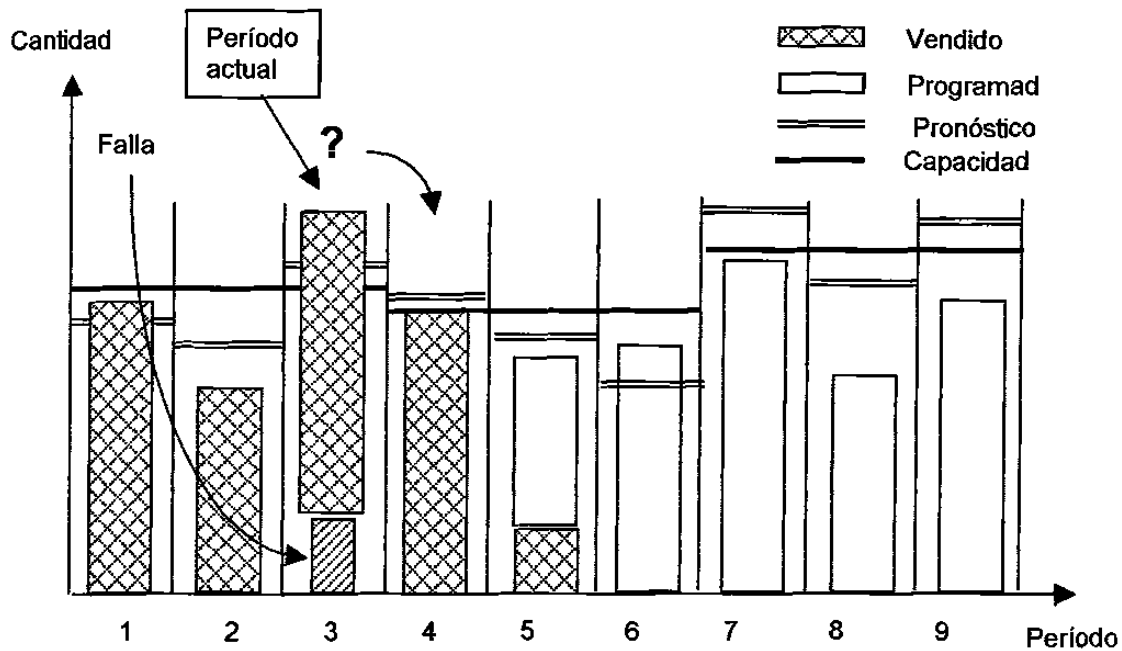


Figura 4.2.- Manejo de la capacidad

En la figura ha ocurrido una falla de equipo. La reparación se va a llevar un tiempo del período y tenemos producción vendida que no se puede fabricar, incluso tenemos ya vendida una parte de lo programado para el siguiente período. ¿Qué hacemos?. No hay otra, tenemos que reparar, pero conociendo nuestra capacidad en los períodos, conociendo el tiempo que tardamos en fabricar las cantidades, y sabiendo qué tanto nos tardamos en reparar, podemos predecir con exactitud para cuándo normalizaremos las cosas y se lo decimos al cliente con toda seguridad. **No se pueden eliminar los imprevistos, lo mejor que podemos hacer es tener procedimientos de contingencia y maneras de predecir qué tanto nos afecta una falla.**

Personalmente me inclino por los modelos de programación lineal por su versatilidad

para aceptar cambios en las restricciones, lo que facilita los análisis de sensibilidad. Por tanto, habiendo decidido con qué estrategia produciremos, después de varias evaluaciones: fijamos los recursos para cada período y establecemos el archivo maestro de trabajo en el que simularemos las diferentes situaciones que se vayan presentando para evaluar el impacto de cada una de ellas. De esto en adelante, se generan los desgloses de actividades para cada centro de trabajo (programas de producción) en base a los diferentes archivos matriciales que vimos en el capítulo anterior, incluyendo los programas de compras.

Al desarrollar el problema de estudio, aparecerán nuevos archivos de datos, pero éstos se irán explicando junto con sus operaciones a medida que se usen.

4.3 .- La Interacción de la Planeación Agregada con el MRP II

Uno de los principales problemas con el MRP inicial era que no tomaba en cuenta la capacidad. Otro era que no consideraba los tiempos de entrega de las diferentes cantidades. Esto se corrigió con el MRP II y evolucionó hasta convertirse en ERP (Enterprise Resources Planning), hasta el grado en el que se pueden hacer análisis de "qué pasa si..." sobre la base de datos de tales sistemas. Sólo que no todos tenemos acceso a tales sistemas. Lo que podemos hacer es conocer el proceso de la interacción del MRP con la planeación agregada (capacidad y economía) y aplicar el procedimiento según nuestras posibilidades.

A lo que nos debe ayudar el MRP II es a "cuantizar" el tiempo de fabricación. Si tenemos una lista de actividades seriadas (una se realiza después de otra) y con los tiempos de proceso estándar de cada una, podemos saber cuánto nos tardamos en fabricar una cierta cantidad de artículos. Si fueran, por ejemplo, cuatro actividades; A1,A2,A3,A4 y con tiempos respectivos: 2, 5, 3, 3, el tiempo de proceso de una pieza será:

$$\text{Tiempo de Proceso (c/pza)} = 2 + 5 + 3 + 3 = 13 \text{ min.}$$

pero la velocidad de fabricación estará determinada por el proceso más lento (A2=5min),

y tendremos :

$$\text{Vel. de fabricación} = 1 \text{ pza} / 5 \text{ min.}$$

por tanto; si tenemos que fabricar 200 pzas., dividimos el # de piezas entre la velocidad de fabricación:

$$\text{Tpo total p/200 pzas.} = 200 \text{ pzas.} / (1 \text{ pza.} / 5 \text{ min}) = 1,000 \text{ min.}$$

a éste tiempo total falta agregarle el tiempo inicial que se llave la pieza en recorrer el sistema sin incluir la actividad cuello de botella ; o sea ,

$$\text{Tpo Total} = 1,000 + 2 + 3 + 3 = 1,008 \text{ min.}$$

tiempo que considera desde que entra la primera pieza a la primera actividad , hasta que sale la última pieza de la última actividad. Vea la figura 4.3:

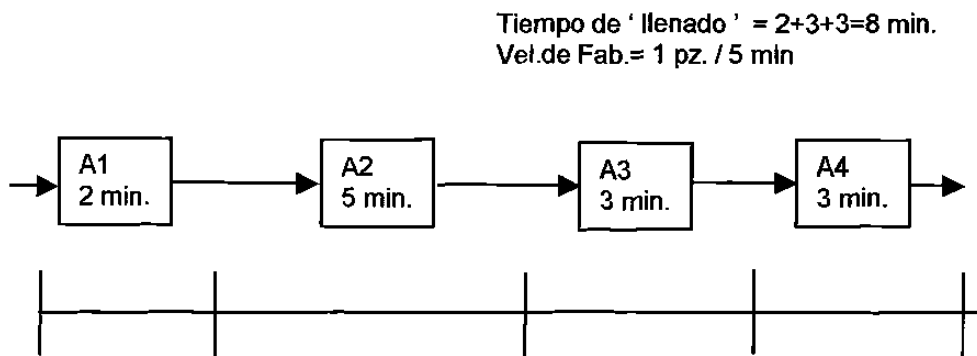
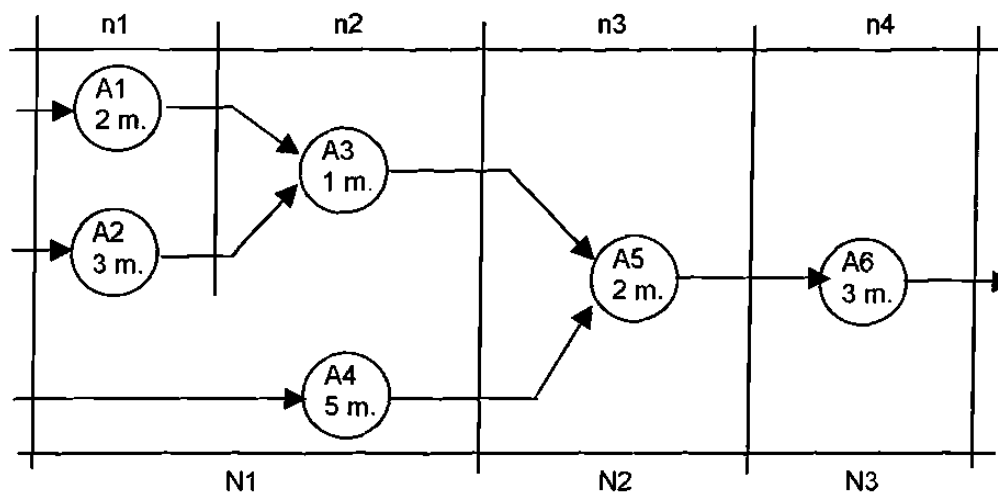


Figura 4.3 .- Actividades seriadas

Estamos tratando el problema como si fueran líneas balanceadas, con su respectivo tiempo de ciclo, porque, de hecho, es la manera más apropiada, puesto que cada actividad influye para determinar la velocidad de generación de artículos, pero ¿Cómo le hacemos si tenemos actividades que no son seriadas, actividades que están en paralelo?. En tal caso, en lugar de actividades seriadas, podemos poner 'niveles' seriados de actividades, parecido a las **redes de actividades de proyectos**, en los cuales unas ramas dan holguras a otras ramas y se obtiene un **camino crítico de actividades**, en nuestro caso niveles, que sí se pueden poner

seriados y permiten manejar los tiempos como en el caso anterior. Vea la figura 4.4



$n1, n2, n3, n4$ = tiempos originales de actividades

$N1, N2, N3$ = tiempos simplificados por el cuello de botella
(A4, 5 min.; actividad más lenta)

Figura 4.4 .- Simplificación de actividades en paralelo , niveles en serie .

Note que las actividades A1 y A2 + A3, están en paralelo con la actividad A4. Hay tres ramas entre éstas actividades: una es A1 + A3, tiempo $2 + 1 = 3$ min., la segunda es A2 + A3, tiempo $3 + 1 = 4$ min., la tercera es A4 solamente, tiempo 5 min; por tanto, el camino crítico de éstas actividades es A4, que viene siendo también el cuello de botella. Entonces, la velocidad de fabricación será de 1 pza./5 min.. Los **Niveles de actividades** que tomaremos serán los que se muestran en la parte de abajo (N1, N2, N3), ya que los de arriba (n1, n2, n3, n4) resultaron con una holgura que les permite la actividad A4. Esta forma de establecer niveles permite manejar el proceso como uno sencillo de tres operaciones (niveles) en serie, con sus respectivos tiempos estándar. Vea la figura 4.5:

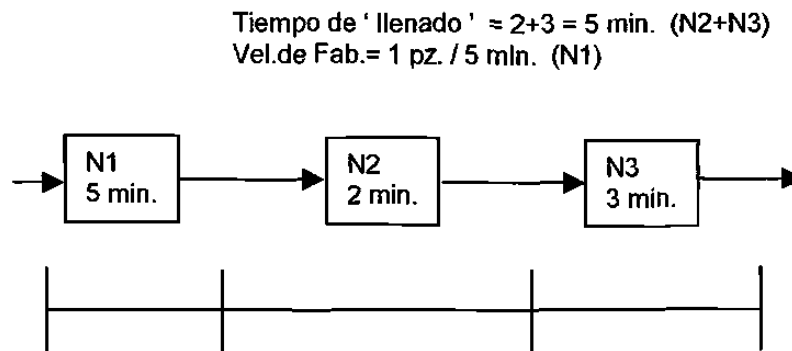


Figura 4.5 .- Niveles resultantes seriados

Ahora, el proceso se representa más sencillo y permite el cálculo de los tiempos de manera sencilla. El nivel N1 está determinado por la actividad A4, y si compensamos bien el tiempo para ésta actividad, automáticamente estamos garantizando el tiempo para las otras tres actividades (A1, A2, A3), figura 4.3, porque caben holgadamente en el tiempo de la actividad A4.

Estamos aplicando un poco de las técnicas de redes y de balanceo de líneas para calcular los tiempos de proceso y fabricación. Pero, ¿Para qué sirve esto?, ¿Qué tiene que ver el MRP II en esto?. Pues bien, esto es lo que hace el MRP II al tomar en cuenta las restricciones de tiempo y capacidad para 'repartir' las cantidades de fabricación en el tiempo para establecer fechas de entrega y programas de provisión entre departamentos o procesos. Si comprendemos el proceso, podemos implementarlo para generar programas detallados de actividades a partir de la planeación agregada y los planes de capacidad, y determinar con exactitud las fechas de entrega.

Un punto más a tratar, es el de que será bueno tener un registro que reúna, en una tabla o gráfica, las cantidades acumuladas de la capacidad, los pronósticos, lo planeado, lo fabricado y lo vendido, porque se tendría en una sola figura el desempeño del sistema de fabricación y nos ayuda a determinar si estamos dentro de control o no. La tabla podría ser como la que se indica a continuación (Tabla 4.1):

Tabla 4.1 .- Cantidades acumuladas del horizonte de planeación. (Piezas)

Período	Capacidad	Pronóstico	Planeado	Fabricado	Vendido
Enero	500	482	480	495	495
Febrero	500	503	500	495	480
Marzo	450	415	418	420	425
Abril	500	380	404	430	440
Mayo	500	524	500	492	450
Junio	500	498	500	499	499
Sumas	2950	2802	2802	2831	2789

y la gráfica quedaría como lo indica la figura 4.6 :

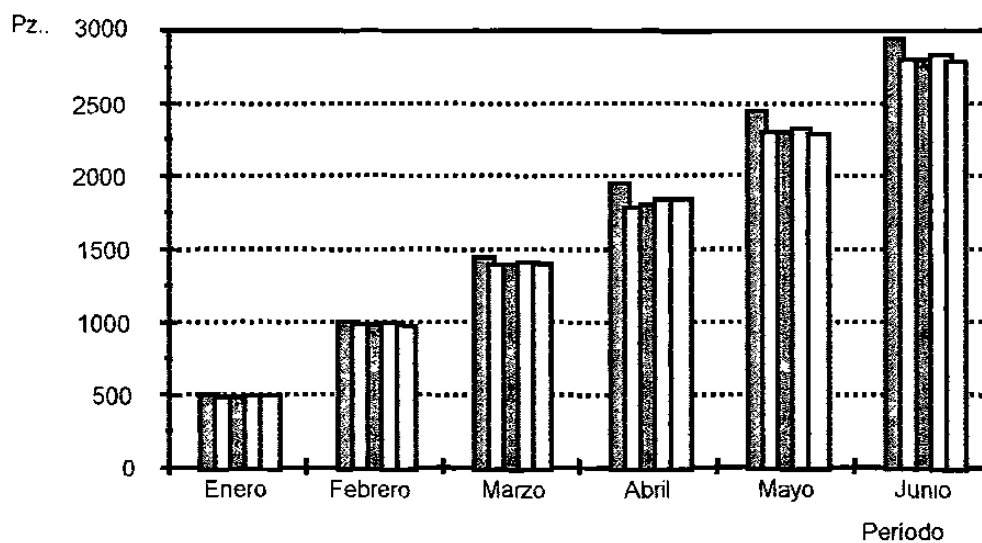


Figura 4.6 .- Cantidades Acumuladas

Se puede analizar la gráfica para determinar si nos estamos saliendo del plan original. Por ejemplo: En los tres primeros periodos las cantidades acumuladas de lo planeado, lo fabricado y lo vendido están muy cercanas unas de otras, se fabricó lo que se planeó, y se vendió. Pero podemos ver que en Abril. Lo que se fabricó y vendió está un poco por encima

de lo que se pronosticó y planeó, ¿porqué?, deberemos investigar para tener siempre el control de las cantidades y no permitir que se disparen.

4.4 .- Resumen

En éste capítulo hemos visto que para el cálculo de las necesidades de tiempo tenemos que poner el diagrama del proceso en niveles seriados de actividades, de tal manera que un proceso complejo, se transforme en un proceso sencillo de actividades seriadas. Se aplicó un poquito de las técnicas de redes de proyectos, y el análisis de los tiempos de ciclo del balanceo de líneas. Todo ésto con el objeto de que podamos repartir en el tiempo las cantidades de producción y generemos los planes de actividades y recursos factibles y sin violar ninguna restricción.

También mencionamos que es necesario llevar el control de las cantidades que se van generando para saber continuamente si estamos dentro de lo planeado.

El corazón de un sistema de cálculo de requerimientos de la producción es el manejo de las cantidades agregadas, o sea, las cantidades globales de piezas (o alguna otra unidad, como horas - máquina, horas - hombre, etc.) que puede manejar nuestra instalación en cada una de las estaciones de trabajo **sin sobrepasar ninguna restricción**. Esto garantiza que los acomodos de nuevas órdenes se repartirán en el tiempo sin exceder ningún recurso y podremos determinar tiempos de entrega exactos. *Tenemos que tener muy bien medido nuestro sistema de producción.*

En los siguientes capítulos se muestra una aplicación de un sistema de cálculo de requerimientos de recursos de producción. Si aparecieran nuevos archivos no mencionados anteriormente, o procedimientos, se explicarán en su momento. Lo importante es haber entendido la lógica del método Gozinto. Recordemos que ésta tesis pretende ser una guía, no un sistema definitivo de cálculo de recursos para la producción.

Capítulo 5.- Presentación de Caso de Estudio y Preparación de los Datos

5.1.- Introducción

En el presente capítulo se va a describir el tipo de instalación de fabricación cuyos datos, los que se consideraron pertinentes para el tema, fueron extraídos y organizados en unidades de información llamadas "*archivos*". No se consultó algún otro trabajo o sistema sobre el cual copiar la organización. Lo que se propone es enteramente original según se ha decidido sobre la relevancia de los datos, aunque sí pudieran haber algunas semejanzas en los archivos resultantes y los datos que manejan con respecto a otros sistemas, porque la misma naturaleza de la información va dictando cómo se deben agrupar.

El tipo de industria al que pertenece la fábrica que se tomó para el caso es el de la madera, en su modalidad de construcción de muebles, aunque se seleccionaron sólo tres tipos de productos para realizar los cálculos sobre ellos.

Se va a describir cada uno de los productos seleccionados, se mostrarán dibujos descriptivos, se darán sus dimensiones generales, sin profundizar en exactitudes ni tolerancias por no ser de relevancia para el estudio. Se van a mostrar listas de las partes que componen cada producto y se identificarán los datos que son primarios (o medibles) y los que son secundarios (o calculados).

En cuanto a la empresa cuyos datos sirven de base para el trabajo, se menciona su nombre y algunos datos generales, pero no se abunda en ello, por mantener la mayor discreción posible, ya que así lo desean los directivos.

Al ser un trabajo con enfoque a sistemas, se deberían mostrar algunas propuestas de "pantallas de comunicación" con el posible sistema resultante, en donde se capturaría la información primaria de cada producto, máquinas, puestos, etc.. Quiero decir que sí se mencionarán, pero como éstas pantallas se pueden diseñar de muy diversas formas según el

gusto y habilidad del diseñador, es fácil hacerlas, y por tanto; no considero necesario detenerse mucho a hablar de tales pantallas, considero más importante la lógica de los procedimientos para el cálculo de los diferentes datos. Vayamos a la descripción general.

5.2 .- Descripción General

El caso de estudio es sobre la empresa Maderas Industrializadas Torres, S.A. de C.V., la cual es una fábrica de muebles de madera que tiene varios productos como bancos, libreros, mesas, marcos, cajoneras, puertas, etc., se encuentra en la colonia Anáhuac, en Universidad 1010 nte.. La empresa pide mucha discreción y sinceramente, algunos datos no corresponden enteramente a la realidad, esto con el fin de no influir de manera negativa sobre sus mercados. No se hable más del asunto.

Los productos que se seleccionaron para análisis son tres:

- 1.- Mesa Revistera: La cual es un accesorio para decoración .
- 2.- Banco de Dibujo: Es el banco tradicional de asiento fijo redondo .
- 3.- Librero: Es un modelo sencillo de librero, no tiene accesorios de lujo.

5.2.1.- Descripción General de la Mesa Revistera (ver figura 5.1, hoja siguiente)

La mesa Revistera es de un diseño modernista hecha de dos bases de melamina blanca. La base superior es más pequeña que la base inferior. Cada base tiene una cinta que se pega en la periferia. La cinta es de plástico. Las bases se cortan de hojas de melamina blanca de 1.20x2.40 mts con un espesor de aproximadamente 1/2 pulgada. Las esquinas de cada base son redondeadas con una caladora en un radio de 8 cms.

Entre bases hay unos postes separadores que dan dan la separación entre bases (18 cms.) como espacio para colocar revistas. Sobre la base superior se puede colocar algún florero u ornamento.

La mesa tiene cuatro patas que son de madera, al igual que los postes separadores .

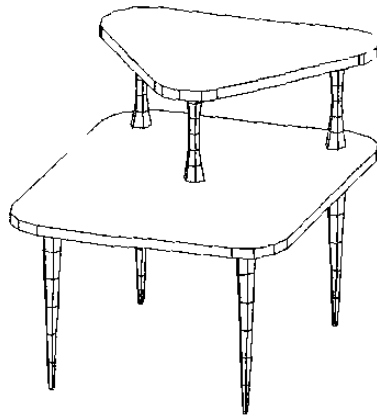


Figura 5.1 .- Mesa revistera

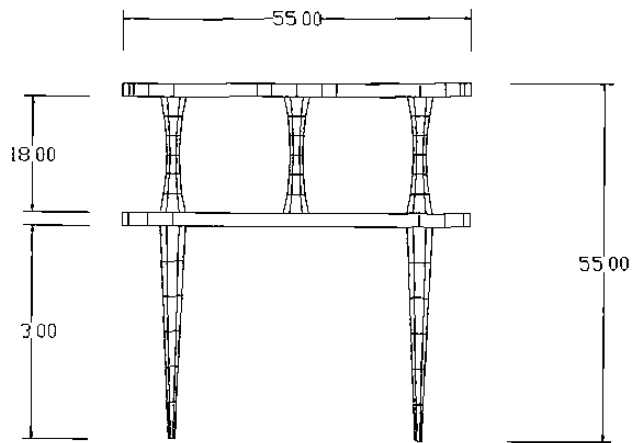


Figura 5.2 .- Dimensiones básicas de la mesa revistera

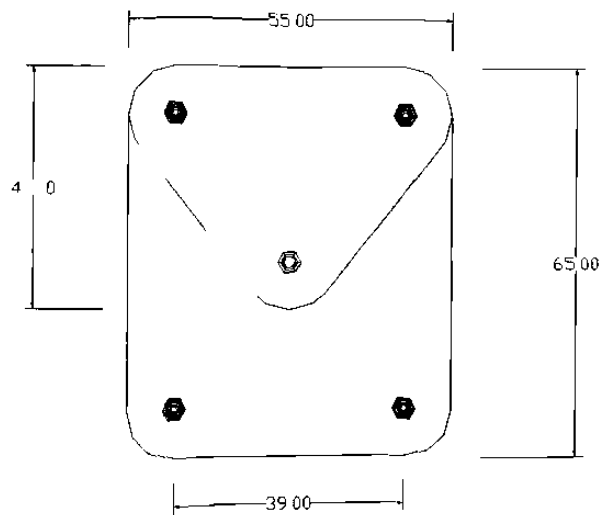


Figura 5.3 .- Otras dimensiones de la mesa revistera

Las patas son redondas y torneadas para terminar en un diámetro inferior mas pequeño que el superior, es decir; son cónicas. Sobre cada pata se inserta un perno en su parte superior. Tal perno sirve para fijar la pata a la respectiva base. Los postes tienen también tales pernos. Los pernos no se unen directamente a la base, sino a placas que sirven de puente de unión entre las bases y las patas o postes. Las placas sí están atornilladas a las bases y tienen una rosca central que es la que recibe al perno de las patas o postes. No hay más refuerzos para las patas.

En la parte inferior de las patas se colocan, en el ensamble final, unos casquillos de latón. Las patas y postes se pintan de negro durante la fabricación.

Las dimensiones generales de la mesa se ven en las figuras 5.2, 5.3 (hoja anterior)

El listado de partes de la mesa es el siguiente:

Parte	Claves	Cantidad
-----	-----	-----
1.- Base superior	BS	1
2.- Base inferior	BI	1
3.- Cinta de borde Base sup.	CB	1.5
4.- Cinta de borde Base inferior	CB	3
5.- Postes Separadores	PS	3
6.- Patas delanteras	PD	2
7.- Patas traseras	PT	2
8.- Casquillos	CQ	4
9.- Placas de unión	PU	7
10.- Pernos largos	PL	2
11.- Pernos cortos	PC	5
12.- Perno Arandela (Poste Central)	AR	1
13.- Grapas p/cinta de borde	GR	2
14.- Pijas p/placas de unión	PI	28

Las Actividades que se realizan en la fabricación de la mesa revistera se

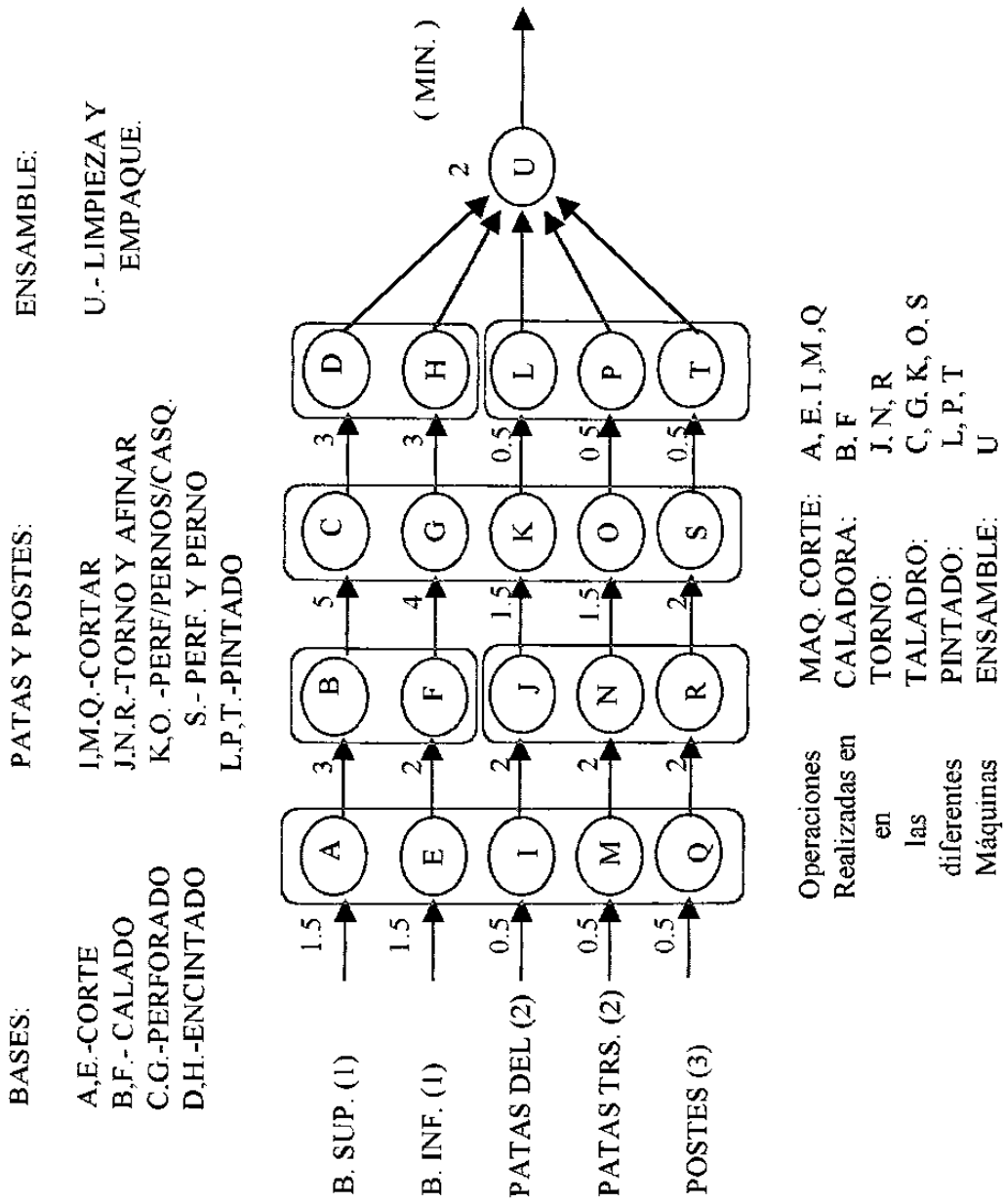


Figura 5.4.- Actividades en la Mesa Revistera

organizan por ramas, una para cada parte suelta que forma la mesa, (ver figura 5.4, hoja anterior). Como ejemplo mencionamos la rama de actividades que forman los postes (ver en la figura).

En tal rama se ejecutan las actividades 'Q','R','S' y 'T', que son, respectivamente: corte, torneado, taladrado y pintado. Al término de cada rama, la pieza va y se une con otras en un ensamble final o intermedio, formando así otra rama más, la 'U', que forma el producto final. La nomenclatura de ramas es importante porque se va a usar como referencia en algunos archivos de datos.

La Estructura del Producto para la mesa se muestra en la figura 5.5, hoja anterior, y dá un panorama complementario al del diagrama de actividades, mostrándonos la secuencia de los diferentes subensambles que van formando el producto final.

Cabe mencionar que la mesa revistera no termina ensamblada, sino empaquetada en su caja de cartón y algunas bolsas de polietileno para las partes que la forman. El usuario final la ensambla. Esto es con el fin de facilitar el transporte del producto, porque ocupa mucho volumen si está armada y se puede dañar en alguna de sus partes.

Por tanto, se optó por distribuirla empaquetada en caja y dejar el ensamble final al usuario ó distribuidor final, ya que es una tarea muy fácil que no requiere ningún tipo de herramienta .

5.2.2.- Descripción General del Banco de Dibujo

El banco de dibujo es el banco típico que se usa en las mesas de dibujo. Tiene 72 cms. de altura, asiento fijo redondo, de 30 cms. de diámetro y sus cuatro patas alargadas con barras de refuerzo y apoyos para los piés. Es un producto sencillo que tiene muy pocas piezas que lo constituyen. El banco se puede apreciar en la figura 5.6, siguiente hoja, y las medidas generales se muestran en la figura 5.7, adelante. Los lados o refuerzos laterales van espigados y entran en ranuras hechas en las patas , van pegados con resistol .

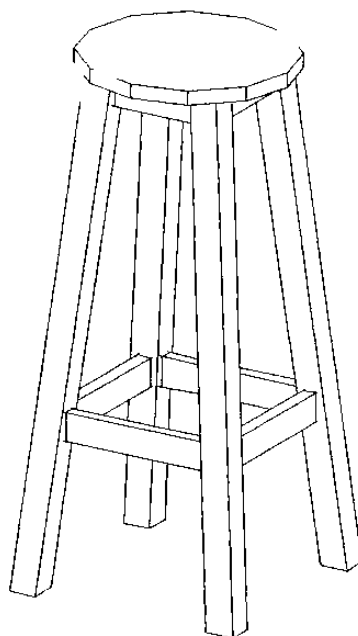


Figura 5.6.- El Banco de Dibujo

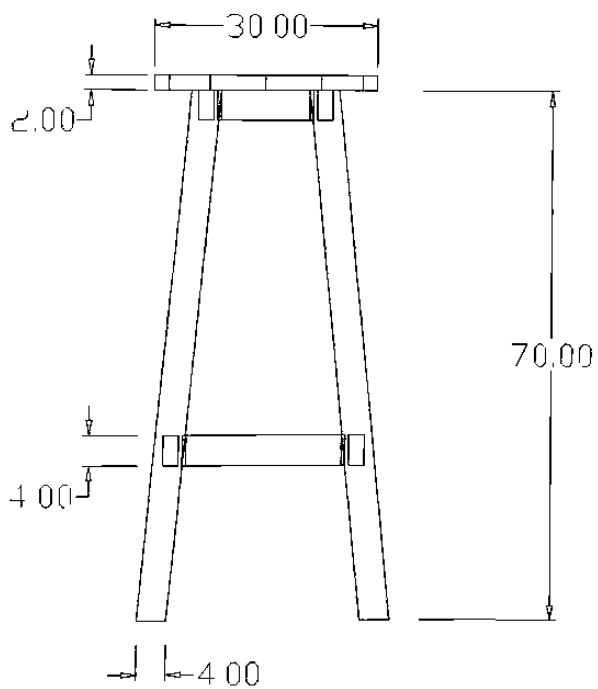


Figura 5.7.- Medidas generales del Banco de Dibujo

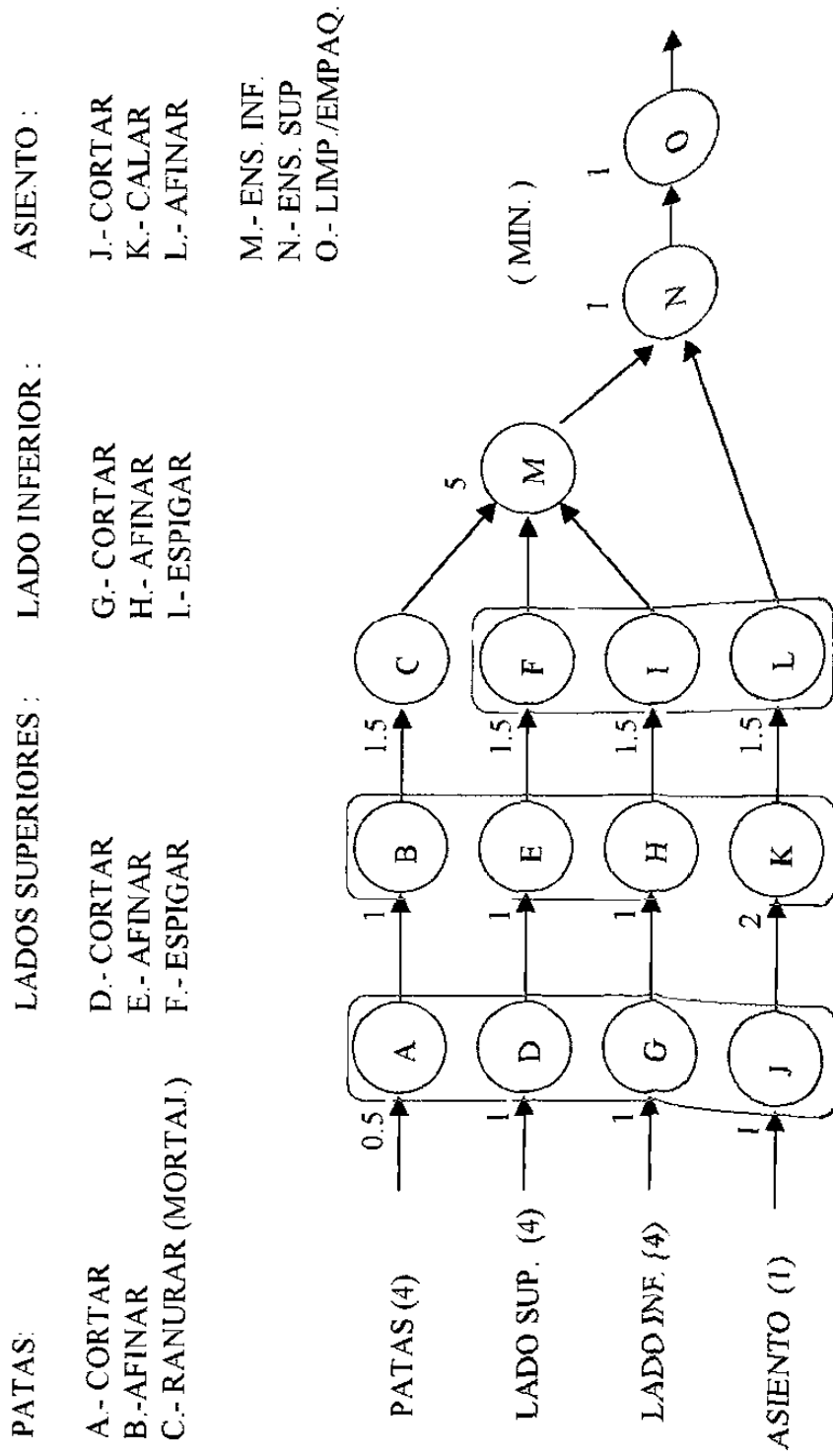


Figura 5.8.- Actividades en el Banco de Dibujo

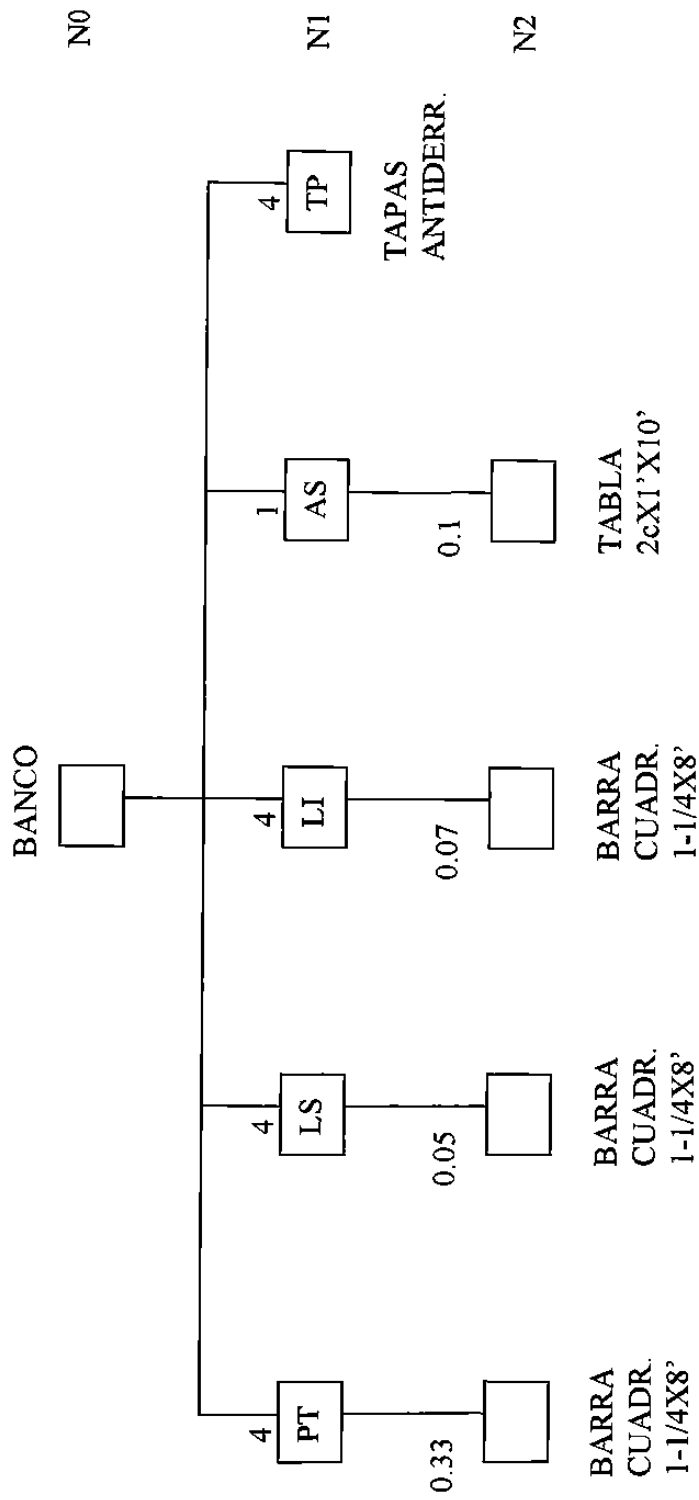


Figura 5.9.- Estructura de Producto del Banco de Dibujo

El asiento se une con clavos a lo que viene siendo la estructura o subensamble inferior.

Es todo .

La lista de partes que usa el banco:

Pieza	Clave	Cantidad
-----	-----	-----
1.- Asiento circular	AS	1
2.- Patas	PT	4
3.- Lados Inferiores	LI	4
4.- Lados Superiores	LS	4
5.- Clavos	CL	4
6.- Tapas antiderrapantes	TP	4

Las Actividades (Banco) de fabricación del banco se aprecian en el diagrama de actividades de la figura 5.8, hojas anteriores. Vea como se inicia con cuatro ramas ó líneas de actividades y tres de ellas se unen en la actividad 'M'. Posteriormente se forma otra rama con las actividades 'N' y 'O' .

La Estructura de Producto (Banco) para el banco está mostrado en la figura 5.9, hoja anterior. La estructura es sencilla, de tres niveles.

El banco de dibujo sí termina ensamblado completamente porque su volumen no es muy extendido. Además el ensamble se obliga por las partes pegadas de los refuerzos laterales. Labor que el usuario final no haría fácilmente .

5.2.3.- Descripción General del Librero Estudiantil

El librero es un producto muy popular por su utilidad y sencillez. Consta de dos lados ranurados que llevan los anaqueles (6), que soportarán los libros que se coloquen sobre ellos. Cada anaquel tiene una separación de 30 cms. uno de otro, dando un total de 180 cms. de

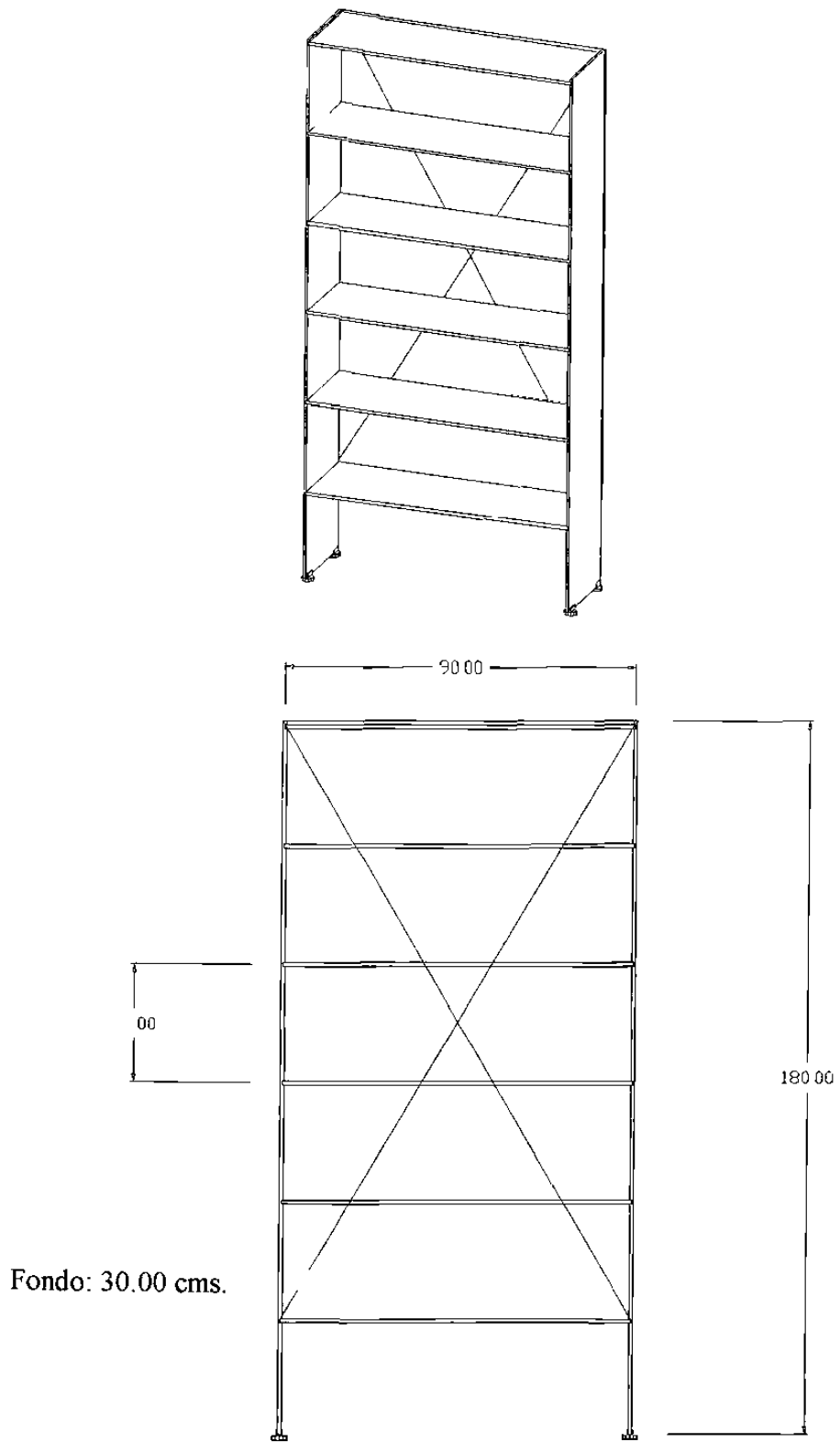


Figura 5.10.- El Librero Estudiantil y sus medidas generales

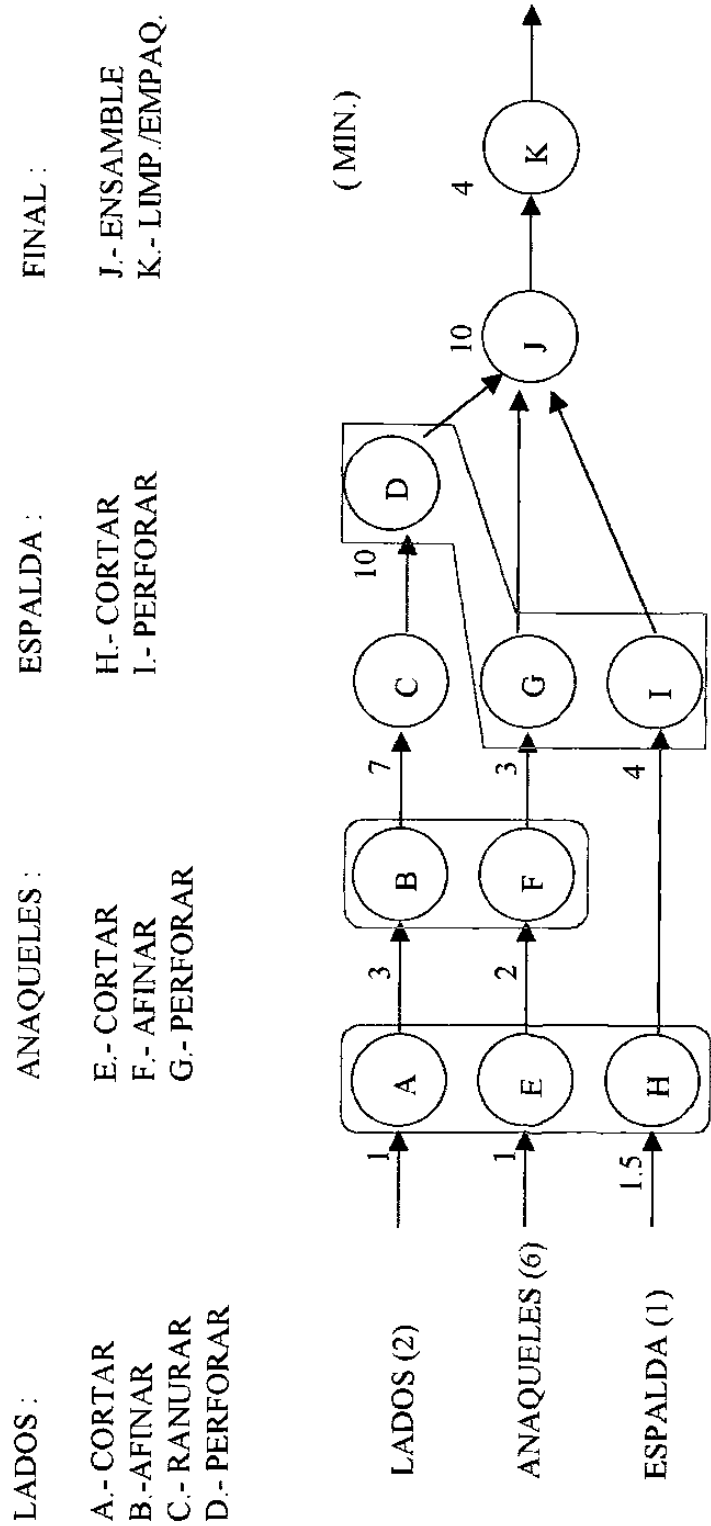


Figura 5.1.1.- Diagrama de Actividades en el Libro Estudiantil

altura . En la parte baja de cada lado se colocan apoyos niveladores (dos en cada lado) para asegurar el adecuado asiento del librero en el piso. En la parte de atrás se coloca un fondo para el librero (espalda) que cubre toda el área de los anaqueles y evita que los libros se caigan por el fondo. Ver la figura 5.10, hoja anterior.

Una lista primaria de las partes que componen el librero es:

Pieza	Clave	Cantidad
-----	-----	-----
1.- Lados y soportes	LA	2
2.- Anaqueles	AN	6
3.- Espalda	SP	1
4.- Apoyos niveladores	AP	4
5.- Pijas para madera	TO	48

Diagrama de Actividades (Librero).- El Diagrama de las Actividades para la fabricación del Librero se muestra en la siguiente figura (5.11, hoja anterior). Note que hay tres ramas de actividades para los lados, anaqueles y la espalda. Posteriormente se unen las tres ramas en una cuarta que ensambla y termina el librero.

El librero no se pinta, se deja afinado, lijado, limpio y envuelto para transporte. El producto tiene una profundidad de 30 cms.. Cada anaquel se une con pijas a cada lado colocándolo en las ranuras que se hacen en forma transversal en los lados del librero por su parte interna. La madera viene en tablonces de 1/2 pulgada de espesor, con 30 cms. de ancho y 10 pies de largo. No se pide cepillada de origen, lo que permite eliminar tal costo y sustituirlo por actividades propias de afinado, que son más económicas, mejorando los costos de fabricación del producto en su proceso total .

Estructura del Producto (Librero).- La estructura del librero la vemos en la figura 5.12, siguiente hoja. La estructura es muy plana, de sólo tres niveles.

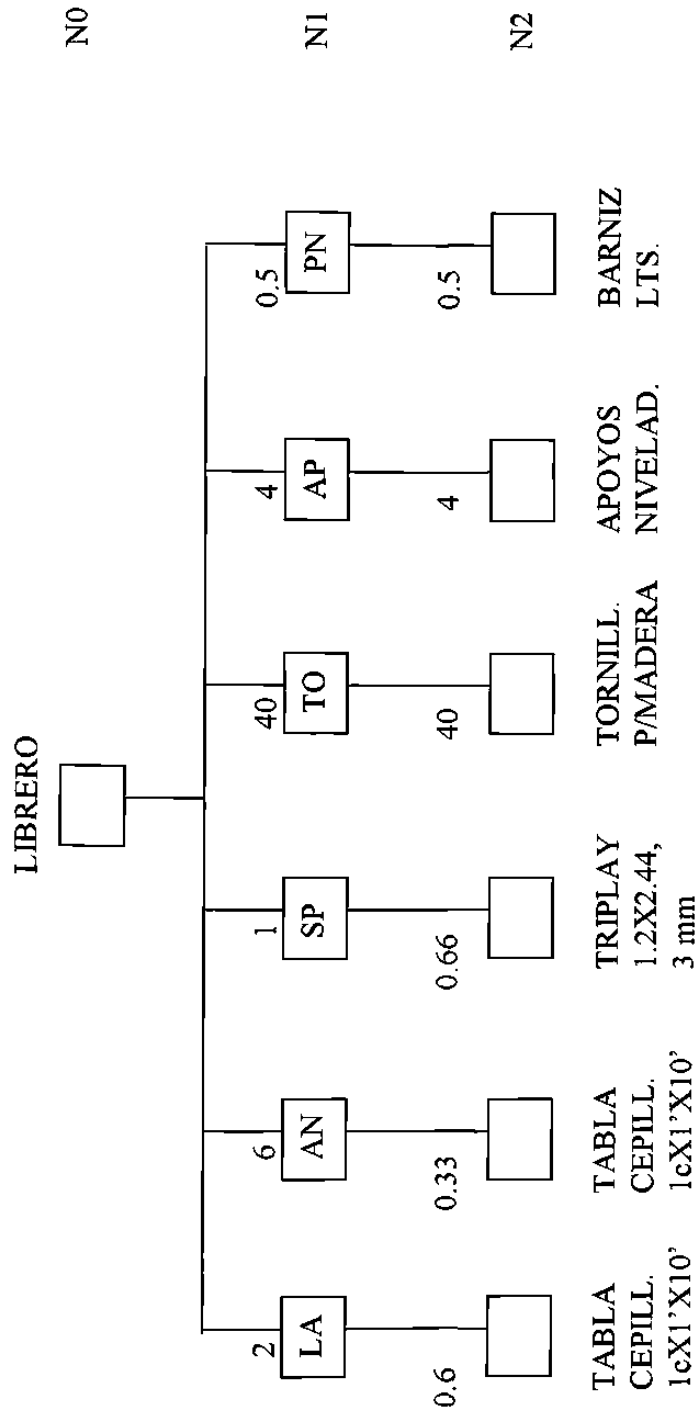


Figura 5.12.- Estructura de Producto del Libro Estudiantil

5.3.- Datos de los Archivos a Usar y Preparación de los Datos

Al reflexionar sobre los datos que se necesitan para calcular los requerimientos para la producción de algún producto nos damos cuenta de que hay dos tipos de datos que sirven de partida:

- 1.- Datos Primarios: que son los que medimos directamente .
- 2.- Datos Secundarios: que son los que se derivan de los primeros, se calculan.

De tales tipos de datos, se deriva un tercer tipo de datos que son los que nos van dando los resultados de lo que se requiere en la fabricación. Este tercer tipo de datos se obtiene por medio de procedimientos sistemáticos de cálculo y se organizan en archivos de datos que nos sirven como base para los planes y programas de la producción, así como para los reportes que necesitemos. Tales reportes se diseñarán según nuestras necesidades de información.

Los archivos y sus datos que se listan enseguida son sólo un punto de partida y se podrán agregar ó eliminar a medida que refinamos nuestros procedimientos de cálculo.

A continuación se listan los archivos de datos, se da una breve justificación y posteriormente se mostrarán los archivos en forma tabulada y con la información ya introducida en ellos.

5.3.1.- Catálogo de Mano de Obra para la Producción .

En éste archivo (ó tabla) listamos los puestos directos para producción de los que disponemos en nuestra fábrica. Este archivo cumple la función de guardar la información sobre los costos/hr. normal y extra de cada puesto. También nos dice qué máquina utiliza cada puesto, nos da una descripción del puesto y asigna una clave al puesto de trabajo. La tabla 5.1, adelante, muestra el archivo y explica su estructura de datos.

Tabla 5.1.- Tabla del Archivo de Mano de Obra Directa (MOD)

CL_MOD	PUESTO	MAQUINA	CO HR N	CO HR X	T PRT 001	T PRT 002	T PRT 003
MOD_001	MTRO. SIERRA BANCO	SIERRA BANCO	25.00	50.00	7.50	14.00	11.00
MOD_002	MTRO. SIERRA BANDA	SIERRA BANDA	25.00	50.00	0.00	4.00	0.00
MOD_003	MTRO. SIERRA CALADORA	SIERRA CALAD.	25.00	50.00	7.00	2.00	0.00
MOD_004	MTRO. REBAJADORA	REBAJADORA	25.00	50.00	0.00	0.00	0.00
MOD_005	MTRO. CEPILLO	CEPILLO	25.00	50.00	0.00	24.00	0.00
MOD_006	MTRO. ROUTER	ROUTER	25.00	50.00	0.00	2.00	20.00
MOD_007	MTRO. TALADRO BANCO	TALADRO BCO.	25.00	50.00	23.00	0.00	42.00
MOD_008	MTRO. TORNO	TORNO	25.00	50.00	14.00	0.00	0.00
MOD_009	MTRO. PINTURA	PINTURA	25.00	50.00	3.50	0.00	0.00
MOD_010	MTRO. ENSAMBLE	ENSAMB. FINAL	25.00	50.00	0.00	6.00	15.00
MOD_011	SUPERVISOR PRODUCC.	CONTROL	25.00	50.00	0.00	0.00	0.00
MOD_012	INSPECTOR CALIDAD	CALIDAD	25.00	50.00	0.00	0.00	0.00
MOD_013	AYUDANTE DE PRIMERA	VARIABLE	20.00	40.00	6.00	0.00	0.00
MOD_014	AYUDANTE DE SEGUNDA	VARIABLE	15.00	30.00	4.00	2.00	33.00

Descripción de los Campos (Estructura) :

- 1.- CL_MOD : Clave asignada al tipo de Mano de Obra
- 2.- PUESTO : Descripción del Puesto
- 3.- CL_MAQ : Clave asignada a la Estación de Trabajo ó Máquina donde se ejecuta el puesto
- 4.- CO_HR_N : Costo del puesto por hora en tiempo normal
- 5.- CO_HR_X: Costo del puesto por hora en tiempo extra
- 6.- T_PRT_001 : Tiempo total del puesto en una unidad de producto terminado 001 (Mesa)
- 7.- T_PRT_002 : Tiempo total del puesto en una unidad de producto terminado 002 (Banco)
- 8.- T_PRT_003 : Tiempo total del puesto en una unidad de producto terminado 003 (Librero)

Una pantalla de registro de los datos de mano de obra (MOD) se presenta en la figura 5.13. Vea los campos (datos) de la pantalla y corrobore que sean los de la tabla, porque, al pulsar el botón 'Grabar' se deberán escribir en la tabla de datos MOD. Revise los demás botones, que son los normales que permiten navegar por la base de datos y realizar cambios a los datos, así como eliminarlos ó cancelar alguna modificación antes de grabarla. La figura es la siguiente:

Compañía XXX

Registro de Mano de Obra (MOD) para Producción

Clave MOD:

Costos : (\$)	Tiempos Totales: (min)
Hora Normal:\$ <input type="text" value="CO_HR_N"/>	Prod. 001: <input type="text" value="T_PRT_001"/> *
Hora Extra :\$ <input type="text" value="CO_HR_X"/>	Prod. 002: <input type="text" value="T_PRT_002"/> *
	Prod. 003: <input type="text" value="T_PRT_003"/> *

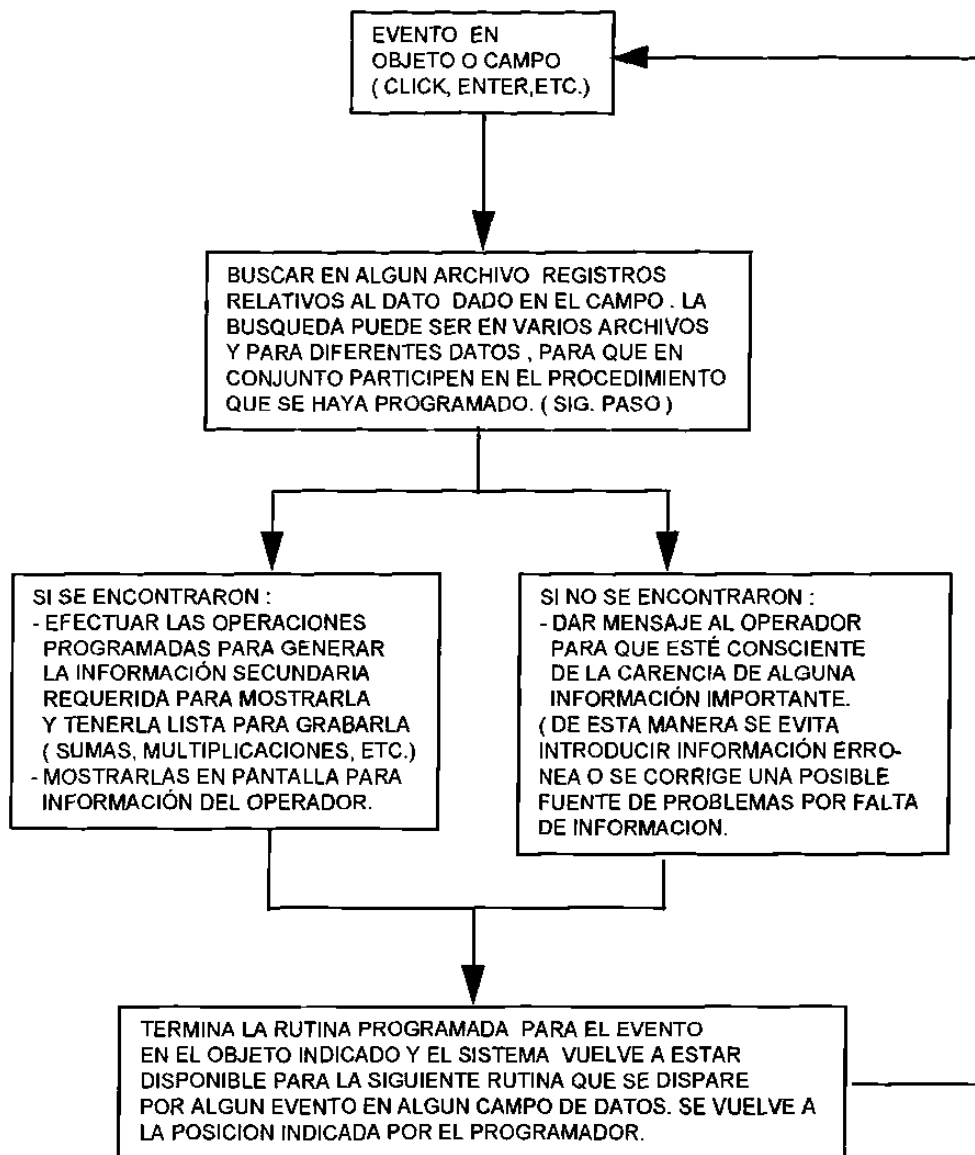
Controles :

<input type="button" value="Menu Reportes :"/>	<input type="button" value="Siguiete"/>	<input type="button" value="Anterior"/>	<input type="button" value="Listado"/>	<input type="button" value="Salir"/>
<input type="button" value="Alta"/>	<input type="button" value="Modificar"/>	<input type="button" value="Baja"/>	<input type="button" value="Grabar"/>	<input type="button" value="Cancelar"/>

Figura 5.13.- Pantalla de Registro de MOD, Producción.

Tome en cuenta que el diseño de las pantallas puede variar, así como su contenido. Depende de usted ó su programador. Lo que se ofrece es un punto de partida, que se podrá ir refinando y ampliando a medida que se maneja el sistema.

Una cosa más; hay campos (datos, columnas de la tabla) en la pantalla (también llamada **formulario de entrada**, en éste caso, **de MOD**) que se muestran como resultado de una búsqueda al terminar de introducir un dato en otro (dar Enter). Tal búsqueda la



Estas operaciones se realizan al estar capturando la información en las pantallas. Con el fin de disponer al momento de información complementaria que ayude al operario ó usuario del sistema.

Figura 5.14.- Diagrama Genérico de Búsqueda de Información como respuesta a un evento en un Objeto de Programación.

inserta el programador en las acciones del objeto, que responde a los diferentes eventos como un 'Enter', un 'Doble Click' del ratón, etc., según se le haya programado. El diagrama de flujo para obtener ésta información, como respuesta a un evento, se muestra de manera genérica en la figura 5.14, hoja anterior, cuyo procedimiento se puede aplicar a los datos de las siguientes pantallas. Estos son procedimientos ligeros, los verdaderos procedimientos de Cálculo de Requerimientos de Producción se mostrarán en el siguiente capítulo. En éste capítulo, sólo estamos preparando los datos.

Para una comprensión adecuada de la **Programación Orientada a Objetos y uso de Bases de Datos**, se debe consultar literatura al respecto , porque se manejarán conceptos como Indexado de datos, Filtrado, Altas, Bajas, Registros, Campos, etc.. Un buen libro que se recomienda es Bazian, Menachem [1]; el cual instruye sobre el lenguaje Visual FoxPro, que se usó en la mayoría de las rutinas para cálculo de datos de éste trabajo.

5.3.2.- Catálogo de Estaciones de Trabajo .

Aquí listamos las estaciones de trabajo que usamos en nuestro sistema de producción.

Se describe la máquina y se le asigna una clave. Además se pone información de lo que cuesta la operación de cada máquina. Tal información viene de un estudio de lo que en promedio se gasta por hora en conceptos como electricidad, mantenimiento, seguros, etc. (la mano de obra está aparte). El estudio mencionado no lo vamos a tratar, pero se puede agregar al sistema. También se relaciona cada máquina con la clave de cada puesto de trabajo.

La tabla 5.2, del archivo y su estructura, la vemos en la siguiente hoja.

Tabla 5.2.- Tabla del Archivo de Estaciones de Trabajo

CL_MAQ	MAQUINA	CO_MAQ_HR	MAQ_DISP	CL_MOD	T_PRT_001	T_PRT_002	T_PRT_003
MAQ_001	SIERRA DE BANCO	5.00	1	MOD_001	7.50	14.00	11.00
MAQ_002	SIERRA DE BANDA	5.00	2	MOD_002	0.00	4.00	0.00
MAQ_003	SIERRA CALADORA	5.00	2	MOD_003	7.00	2.00	0.00
MAQ_004	CANTEADORA	5.00	1	MOD_004	0.00	0.00	0.00
MAQ_005	CEPILLO	5.00	1	MOD_005	0.00	24.00	0.00
MAQ_006	ROUTER	4.00	2	MOD_006	0.00	2.00	20.00
MAQ_007	LIJADORA	4.00	2	MOD_014	0.00	0.00	28.00
MAQ_008	TALADRO DE BANCO	4.00	2	MOD_007	23.00	0.00	42.00
MAQ_009	TORNO	4.00	2	MOD_008	14.00	0.00	0.00
MAQ_010	PINTURA	6.00	1	MOD_009	3.50	0.00	0.00
MAQ_011	PEGADO	2.00	4	MOD_013	6.00	0.00	0.00
MAQ_012	SUB_ENSAMBLE	2.00	3	MOD_010	0.00	3.00	0.00
MAQ_013	ENSAMBLE	3.00	2	MOD_010	0.00	3.00	15.00
MAQ_014	EMPAQUE	3.00	2	MOD_014	4.00	2.00	5.00
MAQ_015	CONTROL PRODUCCION	50.00		MOD_011	0.00	0.00	0.00
MAQ_016	CONTROL CALIDAD	50.00		MOD_012	0.00	0.00	0.00

Descripción de los campos de la Tabla 5.2 :

- 1.- CL_MAQ : Clave asignada a la Estación de Trabajo (Máquina)
- 2.- MAQUINA : Descripción de la Máquina de la Estación de Trabajo
- 3.- CO_MAQ_HR : Costo de Uso de la Máquina por hora (t. normal = t. extra)
- 4.- MAQ_DISP : Número de Máquinas Disponibles del tipo en particular
- 5.- CL_MOD : Clave del Puesto de Trabajo que maneja la Máquina
- 6.- T_PRT_001 : Tiempo total de uso de máquina en una unidad de producto 001 (Mesa)
- 7.- T_PRT_002 : Tiempo total de uso de Máquina en una unidad de producto 002 (Banco)
- 8.- T_PRT_003 : Tiempo total de uso de Máquina en una unidad de producto 003 (Librero)

La pantalla propuesta para introducción y manejo de datos de Máquinas, se muestra en la figura 5.15 , abajo.

Compañía XXX

Registro de Maquinaria para Producción (Estac. de Trabajo)

Clave MAQ:

MOD:

Se Tienen: Máquinas Disponibles

Tiempos Totales: (min)

Costos : (\$)

Hora MAQ.:\$

Prod. 001:

Prod. 002:

Prod. 003:

Controles :

Menu Reportes :	Siguiente	Anterior	Listado	Salir
Aña	Modificar	Baja	Grabar	

Figura 5.15.- Pantalla de Registro de Maquinaria p/ Producción.

5.3.3.- Catálogo de Actividades de Fabricación.

En éste archivo ponemos todas las actividades de fabricación de cada producto. Disponemos también del tiempo que se toma cada actividad por elemento o pieza componente de cada producto; si la actividad afecta varios componentes iguales, se multiplicará por tal número de elementos iguales para cada producto o unidad .

Otra información disponible es el costo de cada actividad ya sea en tiempo normal o en tiempo extra. Se relaciona la clave de cada actividad con las claves de la mano de obra y de las estaciones de trabajo. Hay además un factor de eficiencia.

En éste archivo se pueden poner juntas las actividades de todos los productos, y al trabajar con cada producto se puede filtrar la información de cada uno de ellos, ya que hay

Tabla 5.3.- Tabla del Archivo de Actividades de Fabricación

CL_ACT	ACTIVIDAD	PRODUCTO	CL_MAQ	CL_MOD	TPO_MIN	CO_ACT_HRN	CO_ACT_HRX	F_EFIC
ACD_011	Cortar Postes	PRT_001	MAQ_001	MOD_001	0.50	30.00	55.00	0.99
ACD_012	Cortar Patas	PRT_001	MAQ_001	MOD_001	0.50	30.00	55.00	0.99
ACD_013	Marcar Y Cortar B. Inf.	PRT_001	MAQ_001	MOD_001	2.00	30.00	55.00	0.99
ACD_014	Marcar Y Cortar B. Sup.	PRT_001	MAQ_001	MOD_001	2.00	30.00	55.00	0.99
ACD_022	Tornear Y Afinar Postes	PRT_001	MAQ_008	MOD_008	2.00	29.00	54.00	0.99
ACD_023	Tornear Y Afinar Patas	PRT_001	MAQ_008	MOD_008	2.00	29.00	54.00	0.99
ACD_024	Calar Y Ranurar B. Inf.	PRT_001	MAQ_003	MOD_003	4.00	30.00	55.00	0.95
ACD_025	Calar Y Ranurar B. Sup	PRT_001	MAQ_003	MOD_003	3.00	30.00	55.00	0.95
ACD_033	Perf. Unir Pm/pts	PRT_001	MAQ_008	MOD_007	2.00	29.00	54.00	0.97
ACD_034	Perf. Unir Pm/pts. tras.	PRT_001	MAQ_008	MOD_007	2.00	29.00	54.00	0.97
ACD_035	Perf. Unir Pm/pts. del.	PRT_001	MAQ_008	MOD_007	2.00	29.00	54.00	0.97
ACD_036	Perforado Base Inferior	PRT_001	MAQ_008	MOD_007	5.00	29.00	54.00	0.97
ACD_037	Perforado Base Superior	PRT_001	MAQ_008	MOD_007	4.00	29.00	54.00	0.97
ACD_045	Pintar Postes	PRT_001	MAQ_010	MOD_009	0.50	31.00	56.00	1.00
ACD_046	Pintar Pata Trasera	PRT_001	MAQ_010	MOD_009	0.50	31.00	56.00	1.00
ACD_047	Pintar Pata Delantera	PRT_001	MAQ_010	MOD_009	0.50	31.00	56.00	1.00
ACD_048	Encintar Base Inferior	PRT_001	MAQ_011	MOD_013	3.00	22.00	42.00	0.99
ACD_049	Encintar Base Superior	PRT_001	MAQ_011	MOD_013	3.00	22.00	42.00	0.99
ACD_015	Cortar Asiento	PRT_002	MAQ_001	MOD_001	1.00	30.00	55.00	0.98
ACD_016	Cortar Lado Inferior	PRT_002	MAQ_001	MOD_001	1.00	30.00	55.00	0.99
ACD_017	Cortar Lado Superior	PRT_002	MAQ_001	MOD_001	1.00	30.00	55.00	0.99
ACD_018	Cortar Patas	PRT_002	MAQ_001	MOD_001	1.00	30.00	55.00	0.99
ACD_026	Calar Asiento	PRT_002	MAQ_003	MOD_003	2.00	30.00	55.00	0.97
ACD_027	Cepillar Lado Inferior	PRT_002	MAQ_005	MOD_005	1.00	30.00	55.00	1.00
ACD_028	Cepillar Lado Superior	PRT_002	MAQ_005	MOD_005	1.00	30.00	55.00	1.00
ACD_029	Cepillar y Afinar Patas	PRT_002	MAQ_005	MOD_005	3.00	30.00	55.00	1.00
ACD_030	Cepillar y Afin. Asiento	PRT_002	MAQ_005	MOD_005	4.00	30.00	55.00	1.00
ACD_042	Espigar Lado Inferior	PRT_002	MAQ_002	MOD_002	0.50	30.00	55.00	0.95
ACD_043	Espigar Lado Superior	PRT_002	MAQ_002	MOD_002	0.50	30.00	55.00	0.95
ACD_044	Amortajar Patas	PRT_002	MAQ_006	MOD_006	0.50	29.00	54.00	0.97
ACD_050	Ensamble Inferior	PRT_002	MAQ_012	MOD_010	3.00	27.00	52.00	0.95
ACD_019	Cortar Espalda	PRT_003	MAQ_001	MOD_001	3.00	30.00	55.00	1.00
ACD_020	Cortar Anaqueles	PRT_003	MAQ_001	MOD_001	1.00	30.00	55.00	0.98
ACD_021	Cortar Lados	PRT_003	MAQ_001	MOD_001	1.00	30.00	55.00	0.98
ACD_031	Afinar Anaqueles	PRT_003	MAQ_007	MOD_014	3.00	19.00	34.00	1.00
ACD_032	Afinar Lados	PRT_003	MAQ_007	MOD_014	5.00	19.00	34.00	1.00
ACD_038	Ranurar Lados	PRT_003	MAQ_006	MOD_006	10.00	29.00	54.00	0.98
ACD_039	Perforar Espalda	PRT_003	MAQ_008	MOD_007	4.00	29.00	54.00	0.99
ACD_040	Perforar Anaqueles	PRT_003	MAQ_008	MOD_007	3.00	29.00	54.00	0.99
ACD_041	Perforar Lados	PRT_003	MAQ_008	MOD_007	10.00	29.00	54.00	0.99
ACD_051	Ensamble Final	PRT_002	MAQ_013	MOD_010	3.00	28.00	53.00	0.99
ACD_052	Limpieza Y Empaque	PRT_001	MAQ_014	MOD_014	4.00	18.00	33.00	0.99
ACD_053	Limpieza Y Empaque	PRT_002	MAQ_014	MOD_014	2.00	18.00	33.00	0.99
ACD_054	Limpieza Y Empaque	PRT_003	MAQ_014	MOD_014	5.00	18.00	33.00	0.99
ACD_055	Ensamble Final	PRT_003	MAQ_013	MOD_010	15.00	28.00	53.00	0.99

Estructura de Datos :

1.- CL_ACT : Clave de la Actividad

2.- ACTIVIDAD : Su descripción

3.- PRODUCTO : Clave del Producto

4.- CL_MAQ : Clave de la Máquina
ó Estación de Trabajo

5.- CL_MOD : Clave de Mano de Obra
que realiza la Actividad

6.- TPO_MIN : Tiempo de Duración (minutos)

7.- CO_ACT_HRN : Costo de la Actividad en
tiempo normal

8.- CO_ACT_HRX : Costo de la Actividad en
tiempo extra

9.- F_EFIC : Factor de Eficiencia

** El factor de eficiencia puede expresarse como factor de sobre-producción. Esto es: $1/F_EFIC$, para obtener un factor que nos dé un número mayor que 1. De ésta manera es más fácil multiplicarlo por las necesidades del artículo de que se trate, ejemplo:
Si necesitamos 100 actividades de Corte de postes (ACD_011), tenemos que ejecutar :
a.- $100 / 0.99 = 101$ actividades de corte de postes
b.- $100 * 1.01 = 101$ actividades de corte de postes
¿ cuál le parece más fácil de usar ? , ¿ multiplica o división ? . Considero que la segunda forma nos ayuda a visualizar el porcentaje de sobreproducción aun antes de efectuar la operación. Una u otra es lo mismo, es opcional.

una columna que contiene la clave del producto al que pertenece cada actividad.

El archivo de actividades y su estructura con los datos de los productos se muestran en la Tabla 5.3, en la hoja anterior. Note que cada actividad (renglón, registro) incluida existe en el diagrama de actividades de cada producto .

La figura 5.16 muestra la pantalla o formulario para los datos de las Actividades .

Compañía XXX

Registro de Actividades de Producción

Controles :

ACTIVIDAD:	CL_ACT	ACTIVIDAD
PRODUCTO:	CL_PROD	PRODUCTO (DESCRIPCION)
MOD:	CL_MOD	PUESTO
MAQ:	CL_MAQ	MAQUINA
TIEMPO :	TIEMPO	MIN.
FACT. EFIC:	F_EFIC	%.

Costo : (\$/min.) = \$MOD/min. + \$MAQ/min.

Tiempo Normal: = +

Tiempo Extra : = +

Figura 5.16.- Pantalla de Registro de Actividades de Producción.

5.3.4.- Catálogo de Materiales y Componentes (Bill of Materials, BOM).

En el archivo de materiales (Bill of Materials) tenemos la información de los productos terminados, subensambles, piezas sueltas y materia prima, que se necesitan para fabricar los productos. Es el Archivo de Inventario. Significa todo lo que entra de almacén a fabricación (comprado como materia prima) y se va transformando en piezas cortadas, trabajadas, subensambles, etc. hasta llegar a productos terminados. El archivo es uno de los más importantes porque de éste se deriva la matriz de BOM (matriz de materiales), que es una

matriz de trabajo en los cálculos del Plan de Compras y Plan de Producción.

La información (campos, columnas) que contiene cada registro o renglón es:

(vea la tabla)

- | | |
|--------------------------------------|---|
| a).- Clave de Material | h).- Costo de pza. tpo. extra |
| b).- Descripción del Material | i).- Costo de pza. sub-contratada |
| c).- Presentación del Material | j).- Costo de llevar inventario de pza. |
| d).- Tiempo de Espera | k).- Costo de ordenar |
| e).- Costo de Presentación del Mtl. | l).- Cantidad económica EOQ |
| f).- Piezas p/presentación que salen | m).- Política de inventario (ABC) |
| g).- Costo de pza. tpo. normal | n).- Precio de Venta (\$) |

** podrían agregarse otros como nivel máximo, mínimo, etc. (ver tabla 5.4)

El archivo se ve en la tabla 5.4 (sig. hoja). De éste archivo sale el costo inicial de cada

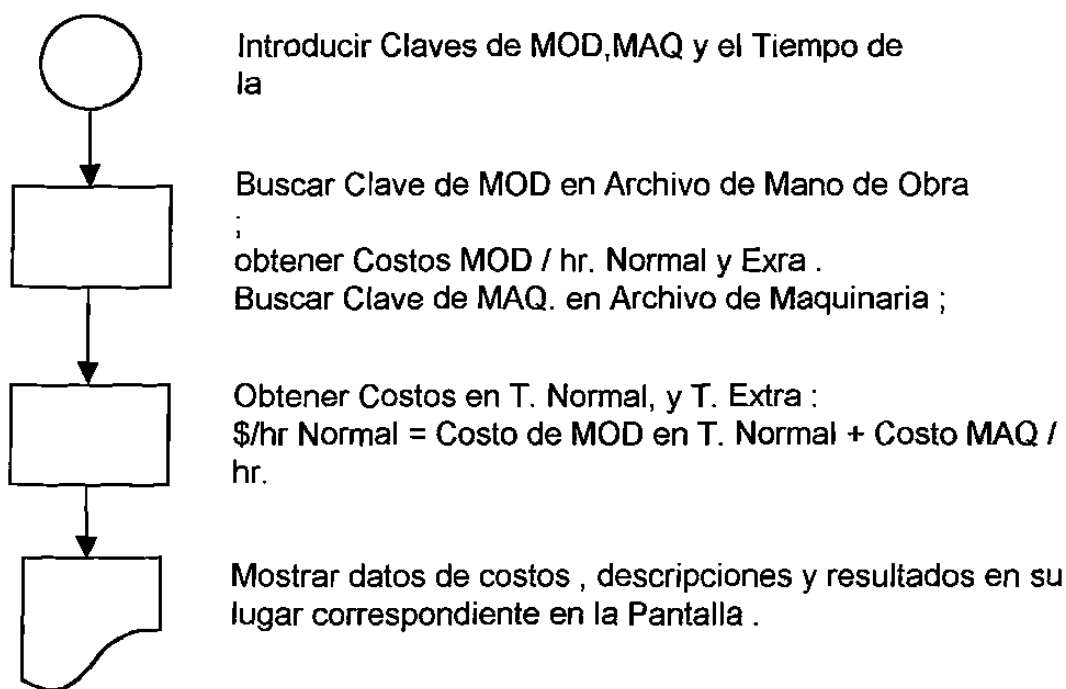


Figura 5.17.- Flujo de Acciones para obtener Costos/HR Normal y Extra de Actividad y en general ; cualquier otro dato primario complementario .

Tabla 5.4.- Tabla del Archivo de Materiales y Componentes

CL MAT	MATERIAL	PRESENTAC	ESP	CO PRES	PZA PRES	CO PZA N	CO PZA X	CO PZA S	CO LLEVAR	CO ORDENAR	EQO	POLITICA	PR VENTA
PRT_001	MESA REVISTERA	UNIDAD / CAJA				563.86	589.90	680.00	18.00	150.00			780.00
PRT_002	BANCO DE DIBUJO	UNIDAD			92.72	116.56	102.00	8.00	8.00	150.00			105.00
PRT_003	LIBRERO	UNIDAD EMP.			485.00	521.50	650.00	23.00	23.00	150.00			750.00
SBE_001	SE. BASE SUPERIOR	PZA.			100.04	104.79		6.00	6.00	20.00			
SBE_002	SE. BASE INFERIOR	PZA.			101.01	106.60		6.00	6.00	20.00			
SBE_003	SE. PATA DELANTERA	PZA.			34.01	36.11		5.00	5.00	20.00			
SBE_004	SE. PATA TRASERA	PZA.			46.43	48.53		5.00	5.00	20.00			
SBE_005	SE. POSTES	PZA.			34.01	36.11		5.00	5.00	20.00			
SBE_006	SE. ESTRUCT. S/ASIENTO	PZA.			77.42	97.42		6.00	6.00	20.00			
SBE_007													
PRP_001	BASE SUPERIOR	PZA.		0.00	0.00	77.94	81.69		3.00	10.00			
PRP_002	BASE INFERIOR	PZA.		0.00	0.00	78.91	83.50		3.00	10.00			
PRP_003	POSTES SEPARADORES	PZA.		0.00	0.00	29.21	30.26		4.00	10.00			
PRP_004	PATAS MESA	PZA.		0.00	0.00	29.21	30.26		4.00	10.00			
PRP_005	ASIENTO CIRCULAR	PZA.		0.00	0.00	13.00	15.09		1.00	10.00			
PRP_006	PATAS BANCO	PZA.		0.00	0.00	11.13	12.17		1.00	10.00			
PRP_007	LADOS SUPERIORES	PZA.		0.00	0.00	3.25	4.71		1.00	5.00			
PRP_008	LADOS INFERIORES	PZA.		0.00	0.00	3.85	5.31		1.00	5.00			
PRP_009	LADOS LIBRERO	PZA.		0.00	0.00	71.70	79.11		3.00	5.00			
PRP_010	ANAQUELES	PZA.		0.00	0.00	36.51	38.04		3.00	5.00			
PRP_011	ESPALDA	PZA.		0.00	0.00	60.54	64.29		3.00	5.00			
MTP_001	AGLOM. MELAMINA BCO.	1.22 X 2.44 MTS.	3	210.00	0.00	210.00			3.00	30.00			
MTP_002	MULTIPLY	1.22X2.44X16	3	220.00	0.00	220.00			3.00	30.00			
MTP_003	TRIPLY MEX.	1.2X2.44X3	3	85.00	0.00	85.00			3.00	30.00			
MTP_004	BARRA REDONDA CEP.	1 1/2X1/8"	3	80.00	0.00	80.00			1.00	30.00			
MTP_005	BARRA CUADRADA S/CEP.	1 1/2X8" .2A.S/CEP.	3	30.00	0.00	30.00			1.00	30.00			
MTP_006	TABLON S/CEPILL.	1/2X10"X8"	3	105.00	0.00	105.00			1.00	30.00			
MTP_007	PERNOS LARGOS	PZA.	3	2.20	0.00	2.20			0.30	30.00			
MTP_008	PERNOS CORTOS	PZA.	3	2.20	0.00	2.20			0.30	30.00			
MTP_009	CINTA BORDE	MT	1	12.00	0.00	12.00			0.20	30.00			
MTP_010	MENSULAS ,PLACAS	PZA.	2	5.50	0.00	5.50			0.40	30.00			
MTP_011	CASQUILLOS	PZA.	2	4.50	0.00	4.50			0.20	30.00			
MTP_012	PIJAS	PZA.	1	0.50	0.00	0.50			0.01	30.00			
MTP_013	GRAPAS	PZA.	1	0.10	0.00	0.10			0.01	30.00			
MTP_014	CLAVOS	PZA.	1	0.10	0.00	0.10			0.01	30.00			
MTP_015	APOYOS ANTIDERRAP.	PZA.	2	3.00	0.00	3.00			0.30	30.00			
MTP_016	PERNO MARIPOSA	PZA.	1	1.50	0.00	1.50			0.30	30.00			
MTP_017	APOYOS NIVELADORES	PZA.	2	8.00	0.00	8.00			0.30	30.00			
MTP_018	BARNIZ C/MANCHA	LITRO	1	46.00	0.00	46.00			0.50	30.00			
MTP_019	PEGAMENTO	LITRO	1	58.00	0.00	58.00			0.30	30.00			
MTP_020	CAJAS P/EMPAQUE	PZA.	3	18.00	0.00	18.00			0.20	30.00			
MTP_021	BOLSAS POLIETILENO	PZA.	2	0.30	0.00	0.30			0.20	30.00			

pieza, según si es comprada, fabricada, cortada, subcontratada, etc.. A éste costo inicial se le va a ir agregando el costo de las operaciones y materiales que se le van incorporando a medida que pasan los componentes a través de las actividades de fabricación, con el objeto de ir obteniendo el valor en cada etapa. Estos valores se almacenan en forma organizada para cada producto en el siguiente archivo. En la figura 5.14 mencionada atrás, se muestran los procedimientos genéricos de búsqueda de datos en otros archivos para mostrar información primaria complementaria en los formularios (ó pantallas). Y la figura 5.18 muestra el formulario para los materiales de Inventario.

Compañía XXX		Registro de Materiales de Fabricación en Inventarios .		Controles :	
MATERIAL:	CL_MAT	MATERIAL (DESCRIPCION)		Siguiete	
PRESENT'N:	CL_PROD	COSTO:\$	CO PRES	Anterior	
PZ/PRES.:	PZ_PRES	LOCALIZACION :	LOCALIZAC	Listado	
				Alta	
Datos de Control :				Modificar	
FUENTE :	FUENTE	Costo de Pieza :		Grabar	
ABC :	ABC	LLEVAR :\$	CO_LLEVAR	Cancelar	
POLITICA :	POLITICA	ORDENAR:\$	CO_ORDENAR	Baja	
EOQ :	EOQ	NORMAL:\$	CO_PZA_N	Salir	
MAXIMO :	NIV_MAX	EXTRA :\$	CO_PZA_X		
MINIMO :	NIV_MIN	SUBCONT:\$	CO_PZA_S		
Menu Movimientos ...		Menu Reportes ...			

Figura 5.18.- Pantalla de Registro de Materiales en Inventarios.

5.3.5.- Catálogo de Costos Variables de Producto.

Este es otro archivo de trabajo importante porque almacena todos los insumos que se van incorporando para cada actividad y de cada producto. Los insumos son el uso de

máquina, la mano de obra, los materiales incorporados, etc.. Hay columnas o campos para poner información sobre el costo de cada uno de los insumos que se toma de los archivos correspondientes mencionados atrás. El archivo nos dice de qué actividad se trata, qué producto es, qué estación de trabajo es, en qué rama está, nivel, etc.. De éste se obtiene también qué producto es el que produce cada actividad y su costo de etapa, lo que se logra al reordenar la información por producto, rama, actividad e insumo. Esta acción de reordenar es muy común en los paquetes computacionales de manejo de bases de datos como Fox-Pro, ver Bazian, Menachem [1]. La tabla 5.5, siguiente hoja, nos muestra el archivo.

Las columnas o campos que se manejan en la tabla o archivo son:

- 1.- **PODUCTO**: Clave del producto al que pertenece el insumo que vamos a registrar.
- 2.- **RM**: Rama del diagrama de actividades al que pertenece la actividad del insumo.
- 3.- **CL_ACT**: Clave de la actividad donde se registra el insumo.
- 4.- **ACTIVIDAD**: Descripción de la actividad.
- 5.- **E_AC**: Estación de Trabajo Actual; etapa del diagrama donde se encuentra el insumo que estamos registrando.
- 6.- **ID**: identificador de insumo (1=Entrada ; 2= Salida, Resultado de la Actividad).
- 7.- **CL_INSUMO**: Clave de Insumo, según sea MOD, MAQ, o Material de Almacén.
- 8.- **INSUMO**: Descripción del insumo.
- 9.- **NIV**: Nivel del insumo en la estructura del producto final.
- 10.- **COMP_SAL**: Es el resultado de la actividad, lo que pasa a la siguiente actividad.
- 11.- **E_AN**: Estación anterior . Actividad de donde viene tal insumo registrado.
- 12.- **CAN_MED**: Medida en unidades de la pieza. (piezas, mts, litros, etc., según insumo).
- 13.- **MULT**: Multiplicador; el número de veces que se se efectúa en cada producto final.
- 14.- **CO_PZA_N**: Costo acumulado de pieza (componente) en tiempo normal.
- 15.- **CO_PZA_X**: Costo acumulado de pieza en tiempo extra.
- 16.- **P_PROD**: Por producto. Igual a MULT. Se usa en algunos reportes opcionales para una fácil lectura (ver formato de resumen de costos). MULT se usa en cálculos.
- 17.- **CO_UND_N**: Costo acum. tmpo. normal del número de piezas iguales p/producto final.
- 18.- **CO_UND_X**: Costo acum. tmpo. extra del número de piezas iguales p/producto final.

Tabla 5.5.- Tabla del Archivo de Costos Variables (Directos) de Componentes (Sólo Datos del Libro).

PRODUCTO	RMI	CL_ACT	ACTIVIDAD	E	AC	ID	CL_INSUMO	INSUMO	NIV	COMP	SAL	E	ANI	CAN	MED	MULT	CO_PZA_N	CO_PZA_X	X	P	PROD	CO_UND_N	CO_UND_X
PRT_003	01	ACD_021	Cortar Lados	A	1	1	MAQ_001	Sierra De Banco	9	PRP_009	1.00	X			1.00	0.06	0.08			2.00	0.08	0.08	
PRT_003	01	ACD_021	Cortar Lados	A	1	1	MOD_001	Mtro Sierra Banco	9	PRP_009	1.00	X			1.00	0.42	0.42			2.00	0.42	0.83	
PRT_003	01	ACD_021	Cortar Lados	A	1	2	MTP_006	Tablon Cepillado	2	PRP_009	0.60	X			1.00	63.00	63.00			2.00	63.00	63.00	
PRT_003	01	ACD_032	Afinar Lados	B	1	1	PRP_009	Lados	1	PRP_008	1.00				1.00	63.50	63.50			2.00	63.50	63.91	
PRT_003	01	ACD_032	Afinar Lados	B	1	1	MAQ_007	Lijadora	0	PRP_009	3.00	A			3.00	0.20	0.20			2.00	0.20	0.20	
PRT_003	01	ACD_032	Afinar Lados	B	1	1	MOD_014	Ayudante De Segunda	0	PRP_009	3.00	A			3.00	0.75	1.50			2.00	0.75	1.50	
PRT_003	01	ACD_032	Afinar Lados	B	2	1	PRP_009	Lados	1	PRP_009	1.00	A			1.00	63.50	63.50			2.00	63.50	63.91	
PRT_003	01	ACD_038	Ranurar Lados	C	1	1	MAQ_006	Router	10	PRP_009	10.00				10.00	0.67	0.67			2.00	0.67	0.67	
PRT_003	01	ACD_038	Ranurar Lados	C	1	1	MOD_006	Mtro Router	10	PRP_009	10.00				10.00	4.17	8.33			2.00	4.17	8.33	
PRT_003	01	ACD_038	Ranurar Lados	C	2	1	PRP_009	Lados	1	PRP_009	1.00	B			1.00	64.45	65.61			2.00	64.45	65.61	
PRT_003	01	ACD_041	Perforar Lados	D	1	1	MAQ_008	Taladro De Banco	0	PRP_009	5.00	C			5.00	69.29	74.61			2.00	69.29	74.61	
PRT_003	01	ACD_041	Perforar Lados	D	1	1	MOD_007	Mtro. Taladro Banco	0	PRP_008	5.00	C			5.00	0.33	0.33			2.00	0.33	0.33	
PRT_003	01	ACD_041	Perforar Lados	D	1	1	PRP_009	Lados	1	PRP_008	1.00	C			1.00	2.08	4.17			2.00	2.08	4.17	
PRT_003	02	ACD_020	Cortar Anaqueles	E	1	1	PRP_009	Lados	1	PRP_008	1.00	C			1.00	69.29	74.61			2.00	69.29	74.61	
PRT_003	02	ACD_020	Cortar Anaqueles	E	1	1	MAQ_001	Sierra De Banco	0	PRP_010	1.00	X			1.00	71.70	79.11			6.00	71.70	79.11	
PRT_003	02	ACD_020	Cortar Anaqueles	E	1	1	MOD_001	Mtro Sierra Banco	0	PRP_010	1.00	X			1.00	0.08	0.08			6.00	0.08	0.08	
PRT_003	02	ACD_020	Cortar Anaqueles	E	1	1	MTP_006	Tablon Cepillado	2	PRP_010	0.33	X			0.33	0.42	0.83			6.00	0.42	0.83	
PRT_003	02	ACD_031	Afinar Anaqueles	F	1	1	PRP_010	Anaqueles	1	PRP_010	1.00	X			1.00	34.65	34.65			6.00	34.65	34.65	
PRT_003	02	ACD_031	Afinar Anaqueles	F	1	1	MAQ_007	Lijadora	0	PRP_010	2.00	E			2.00	35.15	35.56			6.00	35.15	35.56	
PRT_003	02	ACD_031	Afinar Anaqueles	F	1	1	MOD_014	Ayudante De Segunda	0	PRP_010	2.00	E			2.00	0.13	0.13			6.00	0.13	0.13	
PRT_003	02	ACD_031	Afinar Anaqueles	F	1	1	PRP_010	Anaqueles	1	PRP_010	1.00	E			1.00	0.50	1.00			6.00	0.50	1.00	
PRT_003	02	ACD_040	Perforar Anaqueles	G	1	1	PRP_010	Anaqueles	1	PRP_010	1.00	E			1.00	35.15	35.56			6.00	35.15	35.56	
PRT_003	02	ACD_040	Perforar Anaqueles	G	1	1	MAQ_008	Taladro De Banco	0	PRP_010	1.50	F			1.50	35.78	36.69			6.00	35.78	36.69	
PRT_003	02	ACD_040	Perforar Anaqueles	G	1	1	MOD_007	Mtro. Taladro Banco	0	PRP_010	1.50	F			1.50	0.63	1.25			6.00	0.63	1.25	
PRT_003	03	ACD_019	Cortar Espalda	H	1	1	PRP_010	Anaqueles	1	PRP_010	1.00	F			1.00	35.78	36.69			6.00	35.78	36.69	
PRT_003	03	ACD_019	Cortar Espalda	H	1	1	MAQ_001	Sierra De Banco	0	PRP_011	5.00	X			5.00	0.42	0.42			1.00	0.42	0.42	
PRT_003	03	ACD_019	Cortar Espalda	H	1	1	MOD_001	Mtro Sierra Banco	0	PRP_011	5.00	X			5.00	2.08	4.17			1.00	2.08	4.17	
PRT_003	03	ACD_039	Perforar Espalda	I	1	1	MTP_003	Trinlay	2	PRP_011	0.66	X			0.66	56.10	56.10			1.00	56.10	56.10	
PRT_003	03	ACD_039	Perforar Espalda	I	1	1	PRP_011	Espalda	1	PRP_011	1.00	H			1.00	80.89	80.89			1.00	80.89	80.89	
PRT_003	03	ACD_039	Perforar Espalda	I	1	1	MAQ_008	Taladro De Banco	0	PRP_011	4.00	H			4.00	0.27	0.27			1.00	0.27	0.27	
PRT_003	03	ACD_039	Perforar Espalda	I	1	1	MOD_007	Mtro Taladro Banco	0	PRP_011	4.00	H			4.00	1.67	3.33			1.00	1.67	3.33	
PRT_003	04	ACD_055	Ensamble Final	J	1	1	PRP_011	Espalda	1	PRP_011	1.00	H			1.00	60.54	60.54			1.00	60.54	60.54	
PRT_003	04	ACD_055	Ensamble Final	J	1	1	MAQ_013	Ensamble	15	PRP_011	15.00	H			15.00	0.75	0.75			1.00	0.75	0.75	
PRT_003	04	ACD_055	Ensamble Final	J	1	1	MOD_010	Mtro Ensamble	9	PRP_003	15.00	H			15.00	6.25	12.50			1.00	6.25	12.50	
PRT_003	04	ACD_055	Ensamble Final	J	1	1	MTP_012	Pias	1	PRT_003	1.00	X			1.00	0.60	0.60			4.00	0.60	0.60	
PRT_003	04	ACD_055	Ensamble Final	J	1	1	MTP_017	Apoyos Niveladores	1	PRT_003	1.00	X			1.00	8.00	8.00			4.00	8.00	8.00	
PRT_003	04	ACD_055	Ensamble Final	J	1	1	PRP_009	Lados	1	PRT_003	1.00	X			1.00	71.70	79.11			2.00	71.70	79.11	
PRT_003	04	ACD_055	Ensamble Final	J	1	1	PRP_010	Anaqueles	0	PRT_003	1.00	D			1.00	36.51	38.04			6.00	36.51	38.04	
PRT_003	04	ACD_055	Ensamble Final	J	1	1	PRP_011	Espalda	0	PRT_003	1.00	G			1.00	60.54	64.29			6.00	60.54	64.29	
PRT_003	04	ACD_055	Ensamble Final	J	2	1	PRP_003	Librero	9	PRT_003	1.00	I			1.00	482.00	516.00			1.00	482.00	516.00	
PRT_003	04	ACD_054	Limpieza Y Empaque	K	1	1	MAQ_004	Empaque	10	PRT_003	10.00	J			10.00	0.50	0.50			1.00	0.50	0.50	
PRT_003	04	ACD_054	Limpieza Y Empaque	K	1	1	MOD_014	Ayudante De Segunda	9	PRT_003	10.00	J			10.00	2.50	5.00			1.00	2.50	5.00	
PRT_003	04	ACD_054	Limpieza Y Empaque	K	1	1	PRP_003	Librero	0	PRT_003	1.00	J			1.00	482.00	516.00			1.00	482.00	516.00	
PRT_003	04	ACD_054	Limpieza Y Empaque	K	2	1	PRP_003	Librero	0	PRT_003	1.00	J			1.00	485.00	521.50			1.00	485.00	521.50	

El formulario de entrada de datos para los costos variables del producto se ve en la figura 5.19.

Compañía XXX

Registro de Costos Directos de Producto (Insumos) .

PRODUCTO:	<input type="text" value="PRODUC"/>	<input type="text" value="DESCRIPCION"/>	
RAMA:	<input type="text" value="RM"/>	IDENTIF.:	<input type="text" value="ID"/>
		NIVEL:	<input type="text" value="NIV"/>
ACTIVIDAD:	<input type="text" value="CL_ACT"/>	<input type="text" value="ACTIVIDAD"/>	
INSUMO:	<input type="text" value="CL_INSU"/>	<input type="text" value="INSUMO"/>	

Datos de Control :	Costos :		
EST.ACT.:	<input type="text" value="E_AC"/>	PIEZA N.:\$	<input type="text" value="CO_PZA_N"/>
EST.ANT.:	<input type="text" value="E_AN"/>	PIEZA EX.:	<input type="text" value="CO_PZA_X"/>
CANT.MED.:	<input type="text" value="CAN_MED"/>	PRC. UN. N.:	<input type="text" value="CO_UND_N"/>
MULTIPL.:	<input type="text" value="MULT"/>	PRC. UN. EX.:	<input type="text" value="CO_UND_X"/>

PROD. SAL.:	<input type="text" value="COMP_SA"/>	<input type="text" value="DESCRIPCION"/>
-------------	--------------------------------------	--

Controles :

Figura 5.19.- Pantalla de Registro de Costos Directos de Producto

El presente archivo es de los más importantes en el sistema, por la información de costos directos de producto que maneja. De tal información se derivan resultados como flujos de efectivo, estructura de costos de producto, estados de resultados parciales, presupuestos, etc.. La información se obtiene al filtrar lo referente a cada producto terminado y ordenar por tipos de insumos, de tal manera que podemos tener sumatorias de tiempos y de costos por tipo de insumo. En el siguiente capítulo se verá cómo usarlo.

Las acciones de generación de datos secundarios que completan la información que estamos preparando es a grandes rasgos, la siguiente:

A.- Al capturar la clave de producto, se busca tal clave en el archivo de materiales y al encontrarla, se muestra su descripción. Si no se encuentra, se avisa al operario.

B.- Al capturar la clave de la actividad, se busca tal clave en archivo de claves para mostrar su descripción. Si no existe, se avisa al operador.

C.- Cuando se introduce la clave del insumo, se detecta primero qué tipo de insumo es para buscar su clave en el archivo respectivo y mostrar su descripción. Se avisa si no existe.

D.- Cuando se encontró todo y se graba el insumo, se acumula el costo de entrada del insumo (como viene de la actividad anterior, ó del almacén), en el costo del insumo ó componente de salida de la actividad. Además se acumula el tiempo de actividad del insumo, en la columna correspondiente al producto de que se trate, en el archivo del tipo de insumo de que se trate. Por ejemplo, si el insumo que estamos registrando en el archivo de costos variables de producto tiene un costo acumulado de \$ 250 pesos, pertenece al tipo de MOD (mano de obra) y es parte del Librero; entonces el componente de salida de la actividad se incrementa en \$ 250 pesos, y el tiempo en el archivo MOD, en la columna del producto Librero (T_PRT_003), se incrementa en el tiempo que tenga registrado la actividad en el archivo de actividades, obviamente buscado con anterioridad. Puede parecer complicado, pero no lo es. Aquí es donde se empieza a usar la información disponible para generar información complementaria que después, se usará para obtener información de requerimientos de producción.

El diagrama de flujo de las acciones para completar la información se muestra adelante en la figura 5.20 (siguiente hoja).

5.4.- Comentarios

Se han mencionado los principales archivos de datos para el manejo de los datos primarios de los productos y la instalación. Se recomienda familiarizarse bien con los significados de los nombres de las columnas, que en su mayoría dan a entender bien los datos que contienen. Cuando los nombres son poco sugerentes, se explican en un listado.

Hay que tomar en cuenta que los procesos simples de gestión de datos son genéricos, y alguna persona pudiera preferir otros, lo que se ofrece es un punto de partida.

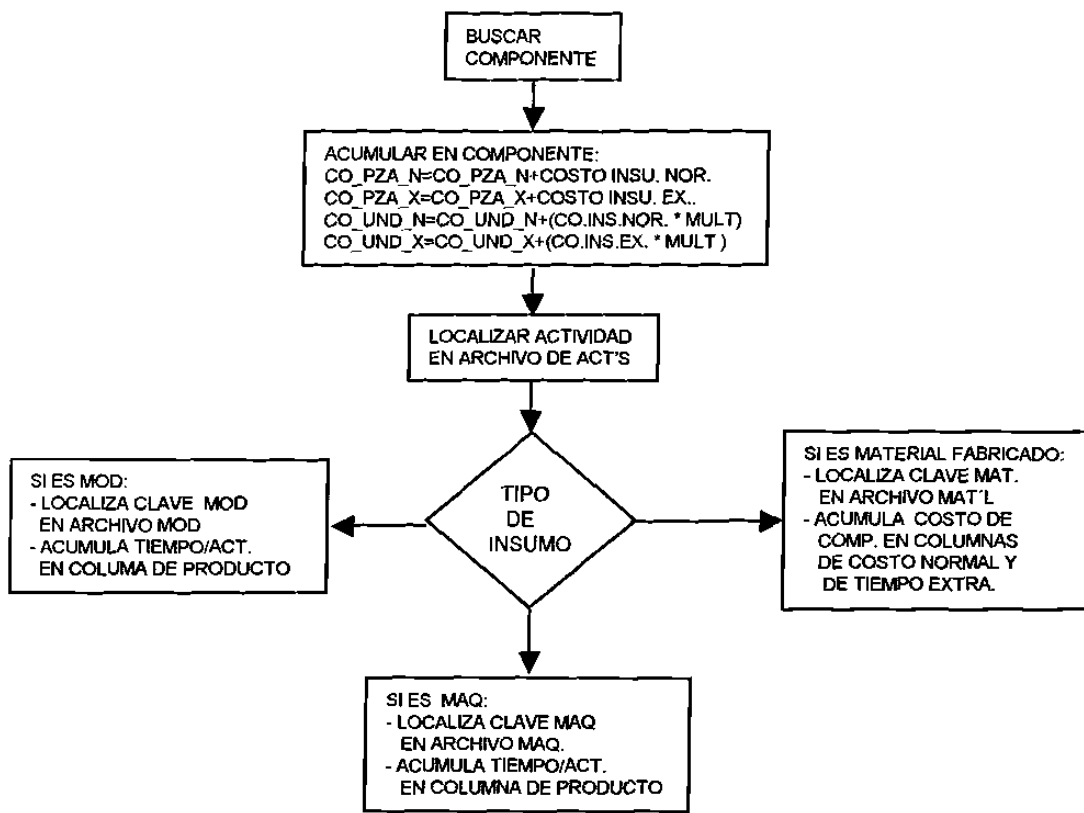


Figura 5.20.- Diagrama de flujo para completar datos de Costos Variables de Producto

Algunos otros archivos de datos se mencionarán cuando se traten los diferentes procedimientos para el cálculo de requerimientos en el siguiente capítulo. No se están tratando a fondo detalles de la programación de los procedimientos, porque se supone que se tiene conocimiento conceptual de sistemas y que se pueden idear métodos de implementación adecuados a cada caso. Se espera que el presente trabajo señale el camino de manera clara, que el lector lo comprenda y que decida las variaciones pertinentes para aplicarlas a cada caso particular, sea éste con fines de capacitación ó de planeación de operaciones.

Deseo hacer una mención especial sobre el hecho de que Formatos tradicionales de trabajo de taller como Diagramas de Flujo, Cartas de Operaciones, Cartas de Proceso Cartas de Flujo de Proceso, etc., no se usan en el presente trabajo. Se ha hecho así para evitar tratar más de lo necesario y así poder enfocarnos en lo referente a la estructura de los datos en el sistema. Se reconoce que tales formatos tienen una importancia fundamental en la

organización del trabajo, pero se supone que son muy conocidos y que no hay necesidad de manejarlos por no ser el presente un tema de ingeniería industrial. Obviamente, en la implementación de un método de trabajo junto con el sistema de cálculo, se usarán algunos ó todos según lo considere el lector. Se recomienda la lectura del excelente libro de estudios de tiempos y movimientos para manufactura esbelta de Meyers, Fred E. [11], que contiene las bases para la construcción de tales formatos y muestra metodologías para los diferentes estudios.

Los datos que se ponen como iniciales de obtuvieron de estudios de tiempos y de análisis de las operaciones y estructuración del producto, pero no se hablará más de ellos puesto que nuestro interés recae en el sistema de manejo de éstos datos para obtener otros, no en la forma de obtener tales datos primarios. La figura 5.21 muestra cómo se vale el sistema de los datos iniciales para trabajarlos y dar resultados en forma de planes de operaciones, lo cual es nuestro objetivo en el presente escrito.

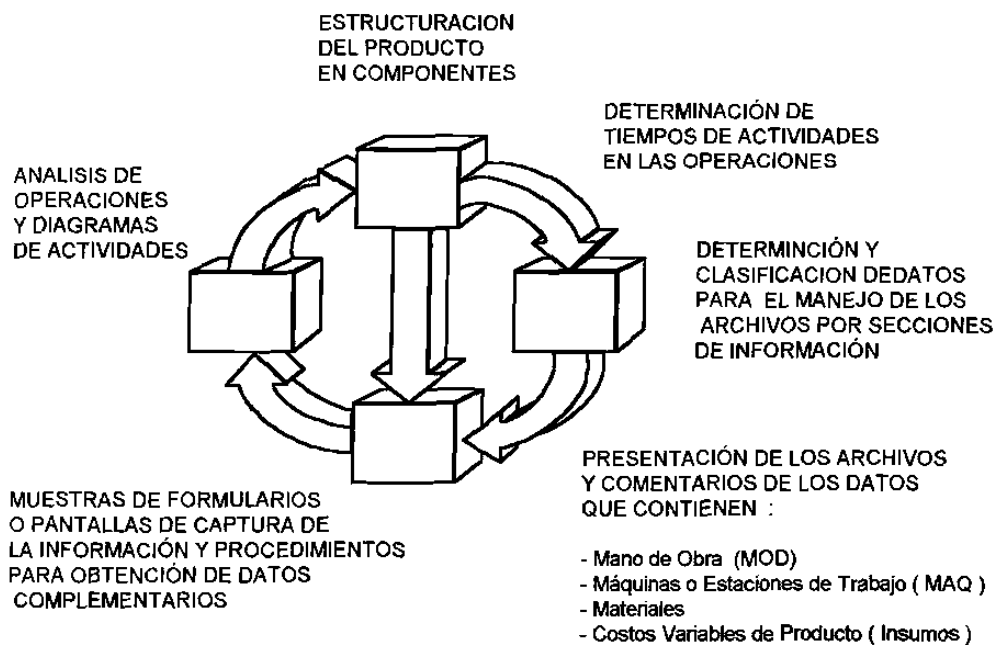


Figura 5.21 .- Etapas en el Análisis para obtención de los Datos Iniciales del Sistema .

5.5.- Resumen

Deseo hacer en éste punto un breve sobre lo tratado en el presente capítulo. Al iniciar el sistema de cálculo de requerimientos de producción para la instalación que se ha mencionado, recordemos que se han efectuado las tareas mostradas en la figura 5.22 .

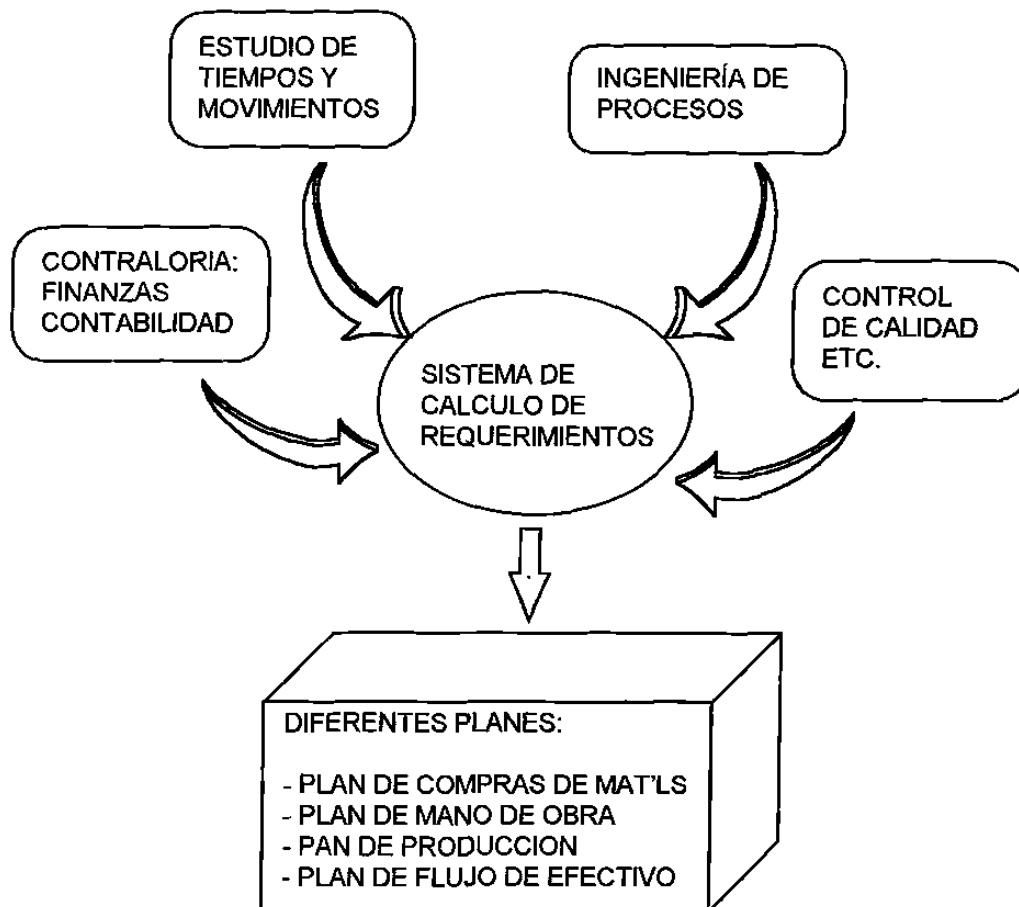


Figura 5.22.- Resultados de Estudios que usa el Sistema como Punto de Partida.

Habiendo presentado los datos iniciales, veamos en el siguiente capítulo cómo se van obteniendo los diferentes resultados de planes de operaciones a través de procedimientos lógicos de programación.