

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



SISTEMA DE INFORMACION PARA EL CALCULO
DE REQUERIMIENTOS PARA PRODUCCION;
- ENFOQUE DE SISTEMAS -

POR:

ING. SALVADOR ISAAC GONZALEZ WALLMARK

T E S I S

EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS
DE LA ADMINISTRACION CON ESPECIALIDAD
EN PRODUCCION Y CALIDAD

CD. UNIVERSITARIA

DICIEMBRE 2000

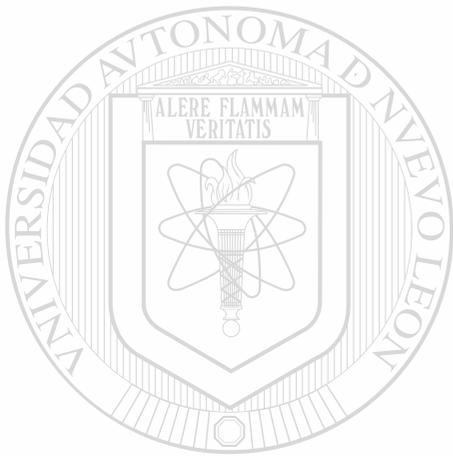
SISTEMA DE INFORMACION PARA EL CALCULO
DE REQUERIMIENTOS PARA PRODUCCION;

· ENFOQUE DE SISTEMAS ·

S. I. G. W.

TM
Z5853
.M2
FIME
2000
.G66924

2000



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



SISTEMA DE INFORMACION PARA EL CALCULO
DE REQUERIMIENTOS PARA PRODUCCION;
- ENFOQUE DE SISTEMAS -

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

POR

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS
ING. SALVADOR ISAAC GONZALEZ WALLMARK

TESIS

EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA
ADMINISTRACION CON ESPECIALIDAD EN PRODUCCION
Y CALIDAD

MONTERREY, N.L., CD. UNIVERSITARIA.

DICIEMBRE 2000

976187

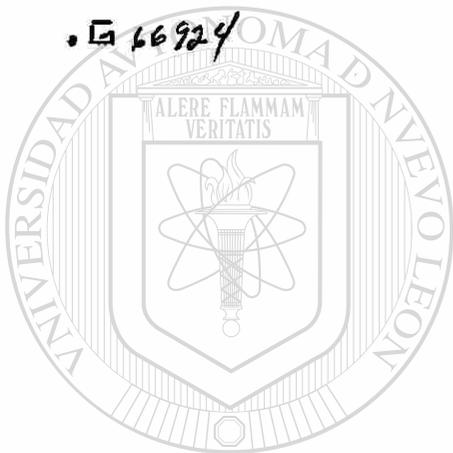
TH
Z 5853

.M2

FINE

2000

.G 66924



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

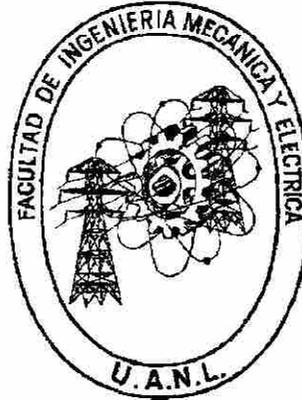


FONDO
TESIS

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



SISTEMA DE INFORMACION PARA EL CALCULO
DE REQUERIMIENTOS PARA PRODUCCION;
- ENFOQUE DE SISTEMAS -

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

POR

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS
ING. SALVADOR ISAAC GONZALEZ WALLMARK

TESIS

EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA
ADMINISTRACION CON ESPECIALIDAD EN PRODUCCION
Y CALIDAD

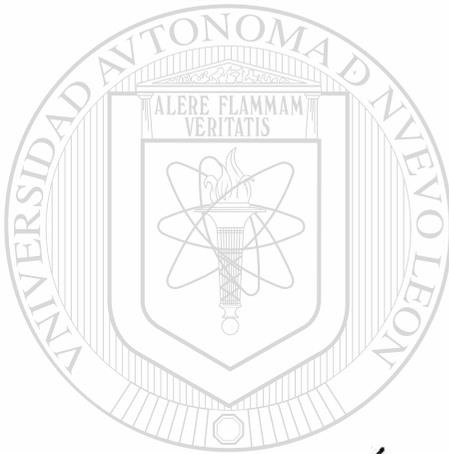
MONTERREY, N.L., CD. UNIVERSITARIA.

DICIEMBRE 2000

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO

Los miembros del comité de tesis recomendamos que la tesis "**Sistema de Información para el Cálculo de Requerimientos de Recursos para Producción; enfoque de Sistemas**" realizada por el alumno **Ing. Salvador Isaac González Wallmark** , matrícula **078411** sea aceptada para su defensa como opción al grado de **Maestro en Ciencias de la Administración con especialidad en Producción y Calidad** .

El Comité de Tesis



Asesor

Dr. Victoriano F. Alatorre Gzz.

Coasesor

M.C. Vicente García Díaz

Coasesor

M.C. Carlos B. Garza Treviño

Vo.Bo.

M.C. Roberto Villarreal Garza
División de Estudios de Post-grado

San Nicolás de los Garza, N.L., Diciembre de 2000.

DEDICATORIA

A mis Padres :

"Por su ejemplo de fortaleza interna y solidez matrimonial. He aprendido con ustedes en tratar siempre de ser útil a Dios, a la familia, a la sociedad, a mí mismo."

A mis Hermanos:

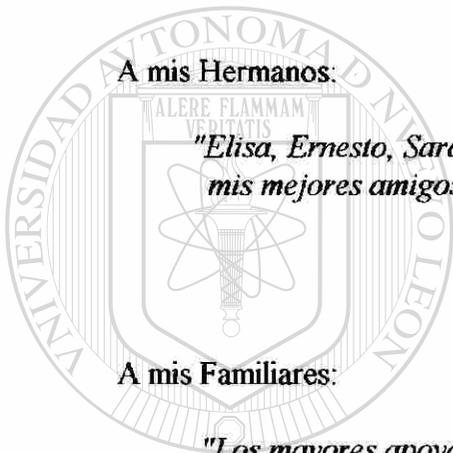
"Elisa, Ernesto, Sara, Lucía, Luis : he aprendido de ustedes y les agradezco; son mis mejores amigos."

A mis Familiares:

"Los mayores apoyando a los medianos, y los medianos apoyando a los pequeños, formando una bonita rueda familiar de la vida."

A mis Compañeros y Amigos:

"Nos esforzamos juntos, aprendimos juntos, no preocupamos un poco juntos, y la Amistad solidificó."



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

AGRADECIMIENTOS

A Dios :

"El hombre propone y Dios dispone" ... y Dios dispuso. Gloria a El.

A mis Padres:

"Por su incondicional y total apoyo. Por su extraordinaria paciencia."

A mi Asesor, Dr. Victoriano F. Alatorre González:

"Siempre dispuesto a ayudar, a orientar."

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

A mis maestros de Post-grado:

"Grandes conocimientos en grandes personas. Son ustedes el vehículo del Progreso."

Al personal Administrativo:

"Realizan una labor callada, pero muy valiosa."

PROLOGO

La economía de un país es un tema importante en el que todos debemos participar. Si marcha mal, nos dicen que es por culpa de la 'crisis de Asia y los mercados mundiales', pero si marcha bien, es por la 'acertada' política económica. Curioso ¿no?. Si un energético está caro mundialmente, hay que subirle el precio y así nos lo dicen. Pero si baja éste precio en el mundo, aquí se queda como está; arriba, y se olvida que el energético es un bien al servicio del pueblo que produce, nó al servicio de ninguna Secretaría, y por tanto se debe ofrecer al pueblo de manera adecuada: con precios justos y costos eficientes sujetos a las leyes de la oferta y la demanda. Estas y otras tantas incongruencias, tales como la falta de planeación en infraestructura de transmisión de potencia a través del tiempo, obligando a poner otra vez en manos extranjeras los medios del desarrollo de un país, han golpeado duramente a las empresas productoras de bienes y servicios, afectando una condición fundamental de una economía; la disposición para la sociedad de múltiples servicios y productos accesibles que se logra con un ambiente de estabilidad económica, que se obtiene cuando se cuida el ejercicio del presupuesto, sujetándose a lo que se tiene y nó recurriendo a deudas gigantescas que luego no se aplican sensatamente. Por otro lado, si todo marcha bien, de todas maneras existe la presión de mejorar constantemente la productividad para no perder competitividad en los mercados liderados por compañías de países que sí apoyan a sus empresas.

¿Qué pueden hacer las empresas para subsistir?; Eficientar al máximo posible el costo de sus operaciones y disponer de sistemas de información que le permitan determinar y analizar tales costos. Además hay otras herramientas como el uso de lo que llaman 'La Quinta Disciplina', que no es más que establecer las condiciones para que todos en la organización participen y desarrollen el gusto por aprender y desarrollar juntos nuevas formas de trabajo en la búsqueda de la mejora continua.

En el presente trabajo se ha querido aportar un granito de arena proponiendo un Sistema de Información para el Cálculo de Requerimientos de Producción que sea un punto de partida para el entendimiento de tales sistemas, sus posibilidades, limitaciones y exigencias, y así, contribuir a controlar los costos de las empresas más desprotegidas.

Indice

Capítulo	Pág.
SINTESIS	2
1.- INTRODUCCION	3
1.1 Planteamiento del Problema	3
1.2 Objetivo del Trabajo	6
1.3 Justificación Del Trabajo	7
1.4 Metodología del Trabajo	8
1.5 Límites del Estudio	9
1.6 Revisión Bibliográfica	11
1.7 Resumen	18
2.- EL AMBIENTE INDUSTRIAL ACTUAL	19
2.1 Introducción	19
2.1.1 El Trabajo Antiguo	19
2.1.2 Cambios en el Entorno de Trabajo	19
2.1.3 Cambios en las Expectativas de los Clientes	20
2.1.4 Cambios en la Tecnología de Programación	21
2.1.5 El Nuevo Trabajo	21
2.1.6 ¿Hacia Dónde se Dirige el Programador Maestro?	22
2.2 Las Exigencias de Hoy	23
2.2.1 La Comparación Competitiva (Benchmarking)	25
2.2.2 Ingeniería Simultánea	26
2.2.3 Ingeniería de Reversa	28
2.2.4 Auditorías de Tecnología	28
2.2.5 Alianzas Estratégicas	29
2.2.6 Una Opinión Personal	29
2.2.7 Reenfocando lo anterior al tema de los Sistemas de Información para Requerimientos	30
2.3 Cómo Ayuda el MRPII	31
2.3.1 Propósito, Objetivos y Filosofía del MRP	35

Capítulo	Pág.
2.3.2 Dónde dá más Beneficios el MRP (I ó II)	37
2.4 Porqué Falla su Implementación	40
2.5 Cómo Solucionarlo	43
2.6 Interacción de MRP II con Otras Filosofías	44
2.7.- Comentarios Finales del Capítulo	49
3. BASE MATEMATICA: EL ORIGEN DE LOS SISTEMAS MRP; EL METODO GOZINTO	51
3.1 Introducción	51
3.2 En Qué Consiste el Método Gozinto	57
3.3 Archivos de Datos a Usar	60
3.4 Operaciones Básicas Entre Archivos	66
3.5 Resumen	76
4. COMO SE USA LA PLANEACION AGREGADA Y EL MRP II EN EL PLAN MAESTRO DE PRODUCCION Y CAPACIDAD	77
4.1 Introducción	77
4.2 Modelo para Planeación de Capacidad	80
4.3 La Interacción de La Planeación Agregada con el MRPII	83
4.4 Resumen	88
5. PRESENTACION DEL CASO DE ESTUDIO Y PREPARACION DE LOS DATOS	89
5.1 Introducion	89
5.2 Descripción General	90
5.2.1 Descripción General de la Mesa revistera	90
5.2.2 Descripción General del Banco de Dibujo	95
5.2.3 Descripción General del Librero Estudiantil	99
5.3 Datos de los Archivos a Usar y Preparación de los Datos	104
5.3.1 Catálogo de Mano de Obra para la Producción	104
5.3.2 Catálogo de Estaciones de Trabajo	108
5.3.3 Catálogo de Actividades de Fabricación	110

Capítulo	Pág.
5.3.4 Catálogo de Materiales y Componentes (BOM)	112
5.3.5 Catálogo de Costos Variables de Producto	115
5.4.- Comentarios	119
5.5.- Resumen	122
6. PROCEDIMIENTOS DE CALCULO DE LOS REQUERIMIENTOS DE PRODUCCION	123
6.1 Introducción	123
6.2 Obtención De Los Pronósticos de Ventas	125
6.3 Planeación Agregada; Búsqueda de Niveles y Economía para Los Planes de Requerimientos	133
6.3.1 El Modelo de Programación Lineal LP Usado	134
6.3.2 Archivos de Datos Operativos Unitarios Varios	138
6.3.3 Solución al Modelo LP	140
6.4 Plan Maestro de Producción	143
6.5 Plan de Capacidad	146
6.6 Plan de Mano de Obra. Personal a Utilizar	149
6.7 Plan de Uso de Equipo. Tiempos de Máquina	151
6.8 Plan de Materiales	153
6.9 Plan de Requerimientos de Materiales (MRP)	160
6.10 Plan de Compras	164
6.10.1 La Regla de Peterson - Silver	165
6.10.2 Determinación del Tamaño de Lote : Método de Wagner - Whitin	166
6.11 Plan de Flujos de Efectivo	172
6.12 Comentarios	175
7.- MANEJO DE SITUACIONES	176
7.1 Introducción	176
7.2 Reparaciones Programadas y Fallas en Maquinaria	177
7.3 Fallas en Reabastecimientos	179

Capítulo	Pág.
7.4 Fallas en La Calidad	181
7.5 El Tamaño de Lote y El Tiempo de Entrega	183
7.5.1 Tiempo de Entrega para Nuevas Ordenes	186
7.5.2 Manejo de Ordenes Urgentes, ¿Se Pueden hacer?	188
7.6 Cambios en Los Planes	190
7.6.1 Cambios al Plan MRP	191
7.7 Comentarios	193
8. INTERPRETACION DE RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	195
8.1 Introducción	195
8.2 Cómo Considerar el Presente Trabajo	195
8.3 Los Archivos y la Obtención de sus Datos	196
8.4 La Ayuda de Un Especialista en Sistemas	199
8.5 Interpretación de Algunos Datos Generados de los Archivos	200
8.6 Minimizar Costos ó Maximizar Ganancias con el Modelo LP	200
8.7 Los Diferentes Planes Mostrados	201
8.8 Despedida	202
<hr/>	
BIBLIOGRAFIA	203
LISTA DE TABLAS	204
LISTA DE GRAFICAS	206
ANEXOS: A. - Otros archivos de Datos y Ejemplo de Reportes	
Obtenidos con los datos que tiene el Sistema.	209
B. - Código en Fox-Pro de Algunos Procedimientos de	
Cálculo.	215
GLOSARIO	224
AUTOBIOGRAFIA	227

SINTESIS

El trabajo se puede separar en dos partes. En la primera parte, que es desde el capítulo 2 al 4, se habla de las herramientas que se usan en el sistema y cuáles son las apremiantes de los mercados actuales. En lo que sería la segunda parte, capítulos 5 al 8, se presenta el sistema de información aplicado a una empresa de fabricación de muebles de madera.

En el capítulo 1 se mencionan los objetivos, planteamiento, metodología, etc. En el capítulo 2 menciono los problemas a los que se enfrentan las empresas actuales que desean acrecentar sus mercados y la forma como puede ayudar un sistema de información. Además, se mencionan los aspectos más importantes que impiden a una empresa tener éxito en la implementación de un sistema de información de requerimientos de producción. El capítulo 3 es importante porque muestra un método matricial, el método 'Gozinto'. Este método es fundamental en el cálculo de requerimientos. Se muestra un pequeño ejemplo de un producto, su lista de materiales y otros archivos usados. Después se tratan algunas operaciones matriciales básicas para la obtención de cantidades sobre diferentes requerimientos, llamados 'decisiones Gozinto'. El capítulo 4 muestra un pequeño inicio de las decisiones que se toman con un sistema de información de éste tipo. El capítulo 5 trata de los datos del caso aplicado; lo que se produce, dibujos, lista de componentes y sobre todo, los archivos de datos que sirven como base de trabajo para el cálculo de requerimientos; como mano de obra, materiales, tiempo de máquina, etc. Es importante familiarizarse con éstos archivos para saber cómo usarlos. La parte más importante del presente trabajo está en el capítulo 6. Porque muestra los procedimientos para obtener los diferentes requerimientos (planes) más económicos para producir a lo largo de un horizonte de planeación. Son como presupuestos y son una guía para dirigir las operaciones y evaluar el desempeño. El capítulo 7 también tiene importancia porque muestra algunas formas de usar la información para resolver diferentes situaciones que se pueden presentar. El capítulo final, el 8, son algunas conclusiones y recomendaciones para el mejor aprovechamiento de lo que se propone como sistema y para la interpretación de sus datos.

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:

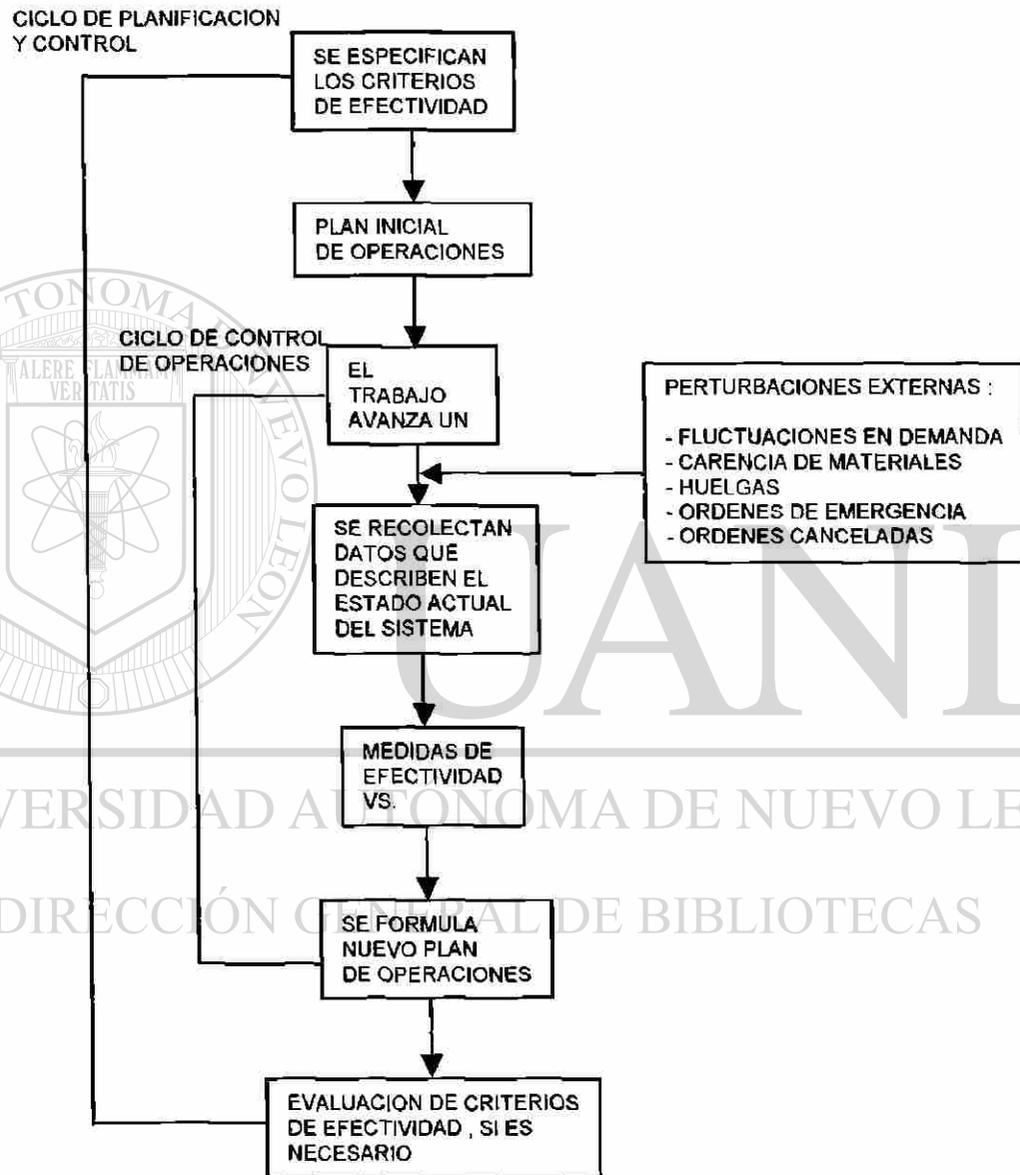


Figura 1.1.- Un sistema de control de manufactura idealizado

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 esto 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. ®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

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:

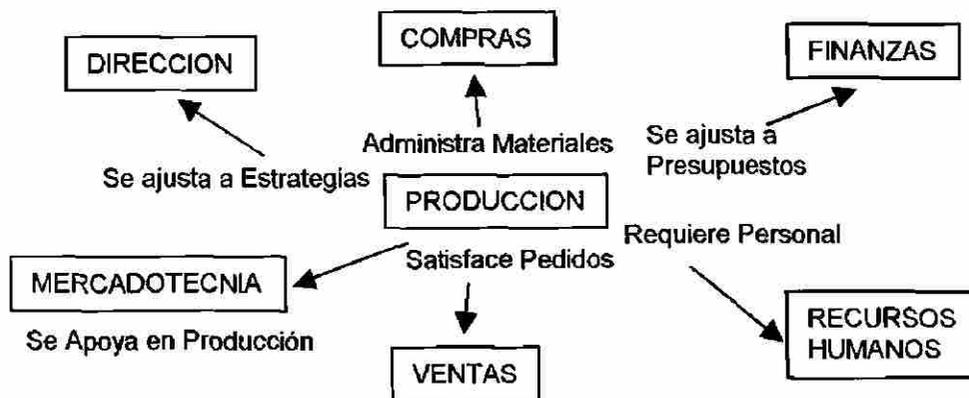


Figura 1.3 .- Producción interactúa con otras funciones

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:

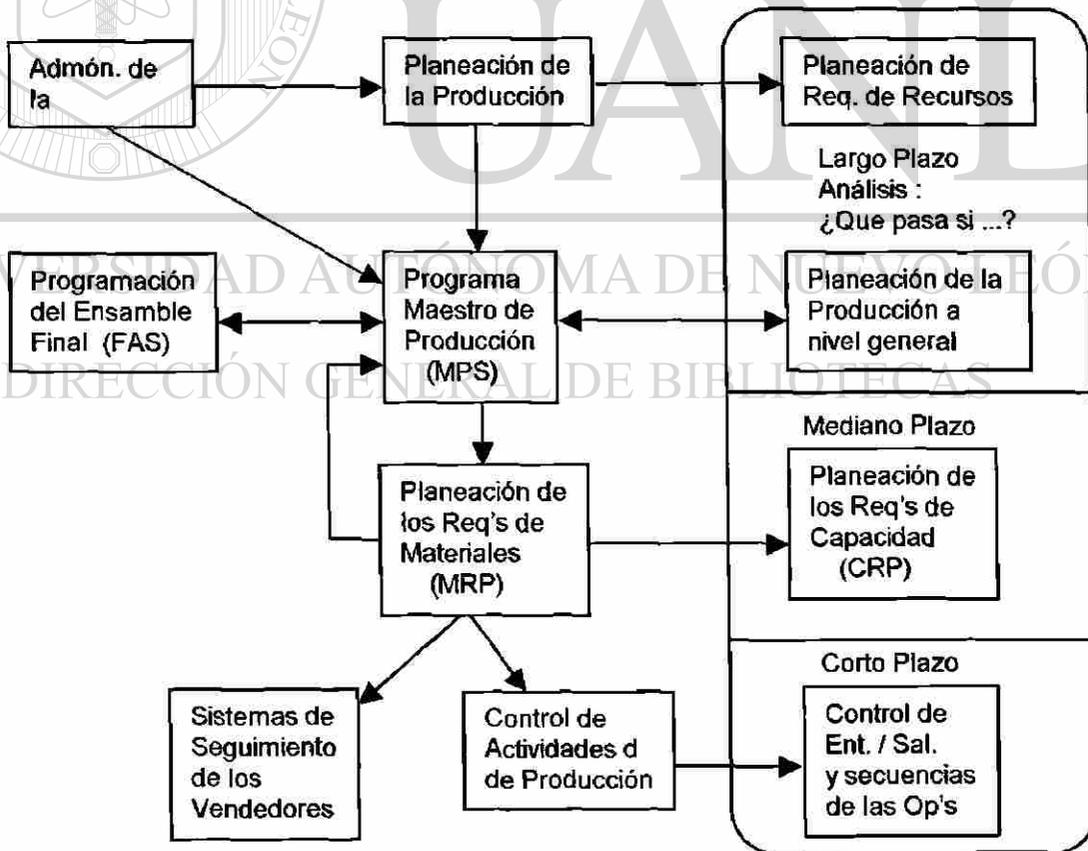


Figura 1.4 .- Técnicas de administración de la capacidad

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.

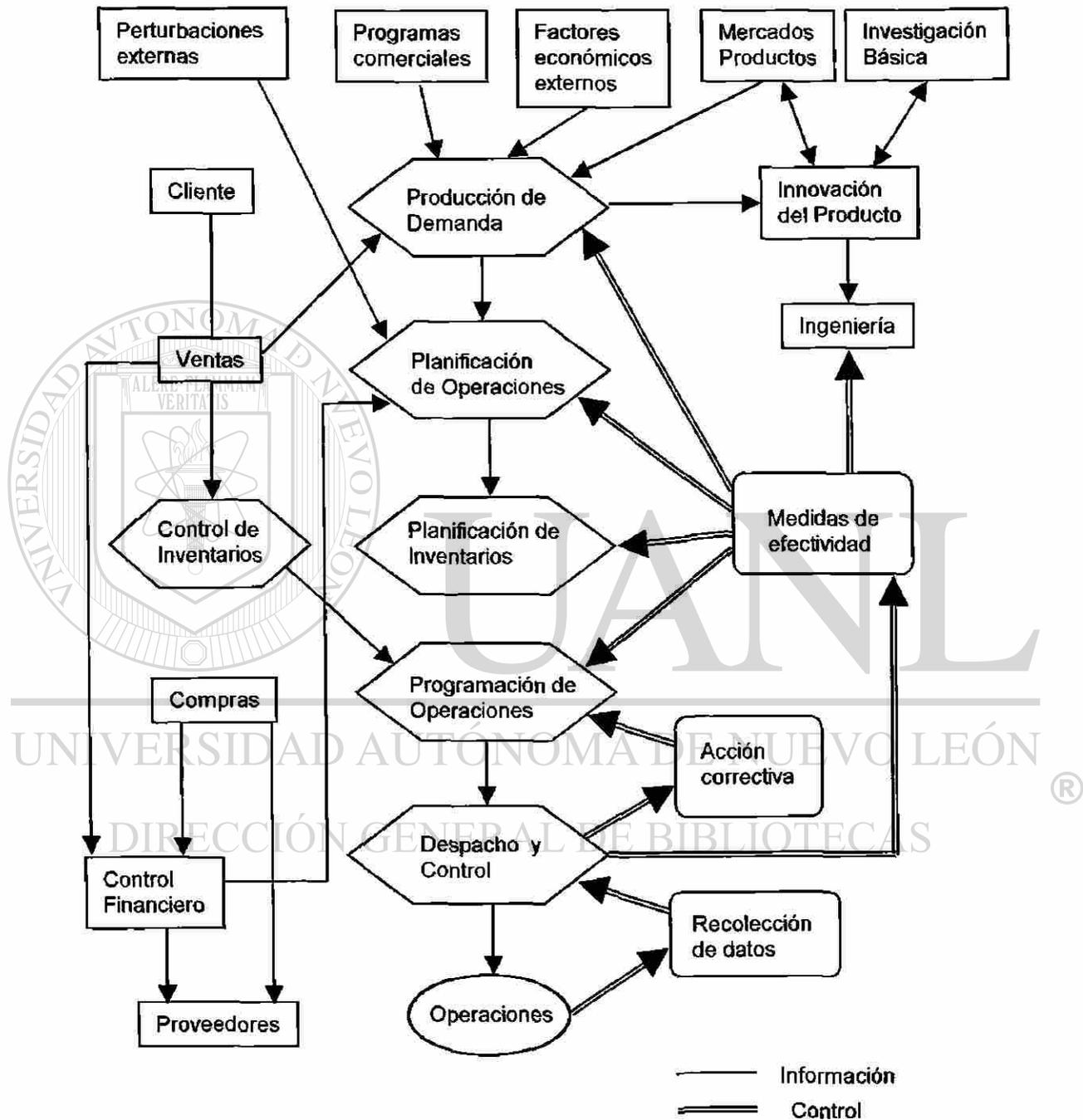


Figura 1.5 .- Diagrama patrón de flujo : Sistema de Planificación y Control de Operaciones

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 esto, 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:

Decisión requerida:

¿Se debe ordenar un lote de producto?

Función de Transferencia:

Si Nivel de Inv. < Punto de Reorden; Sí se ordena.

Entrada de datos:

Nivel de inventario y su punto de reorden.

Salida de datos:

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.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

1.7.- Resumen

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

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 esto, 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:

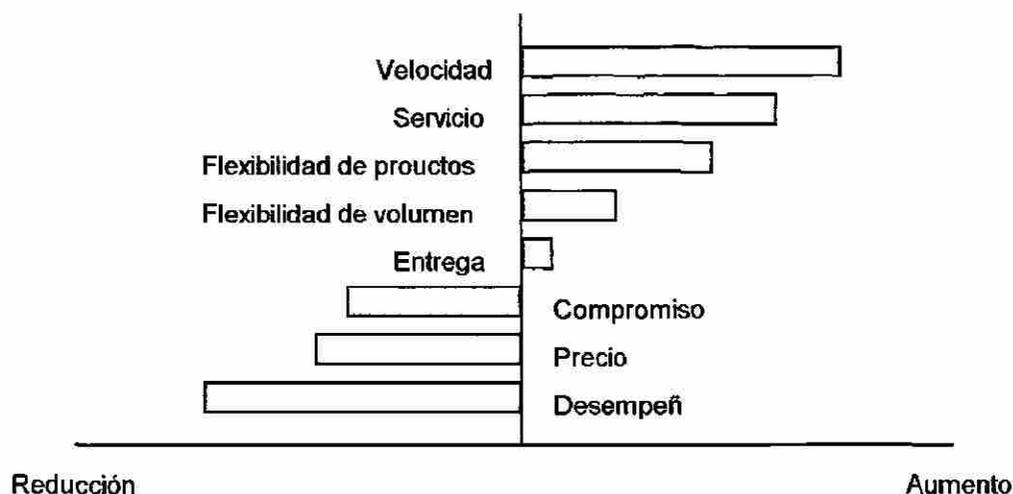


Figura 2.1.- Cambio en importancia de las capacidades desde 1984

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:

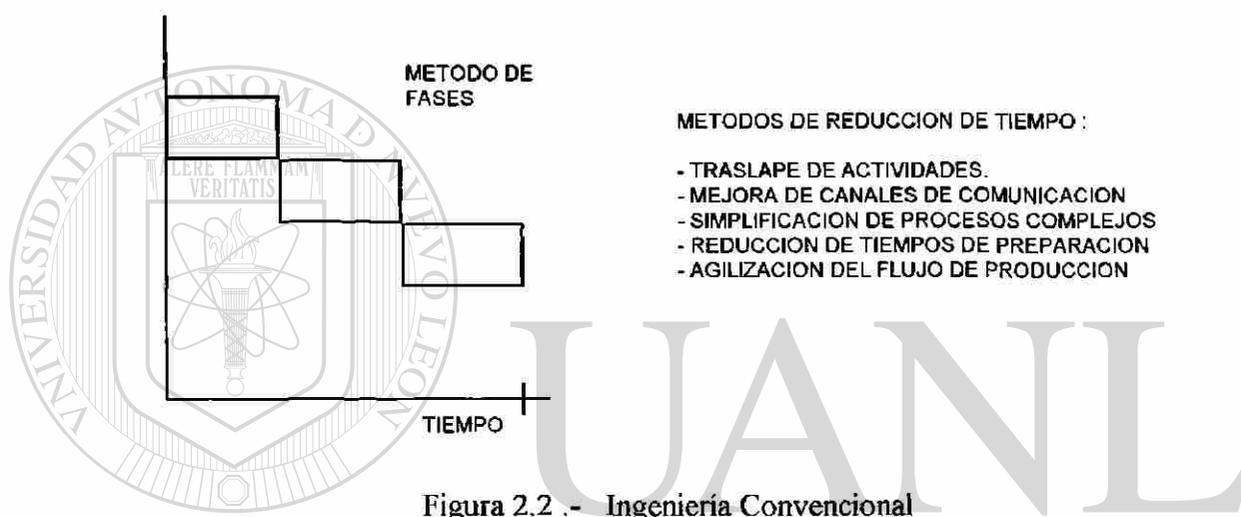
Tabla 2.2 .- Diez pasos en la comparación competitiva.

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

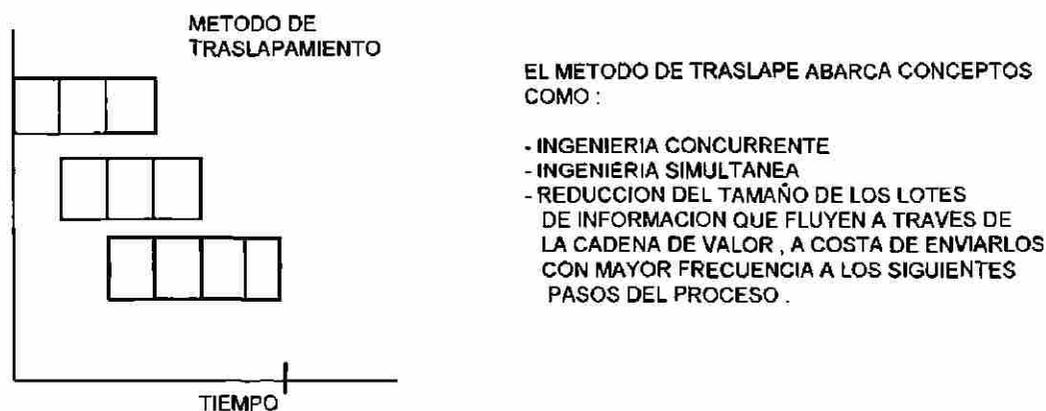
2.2.2.- Ingeniería Simultánea

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:



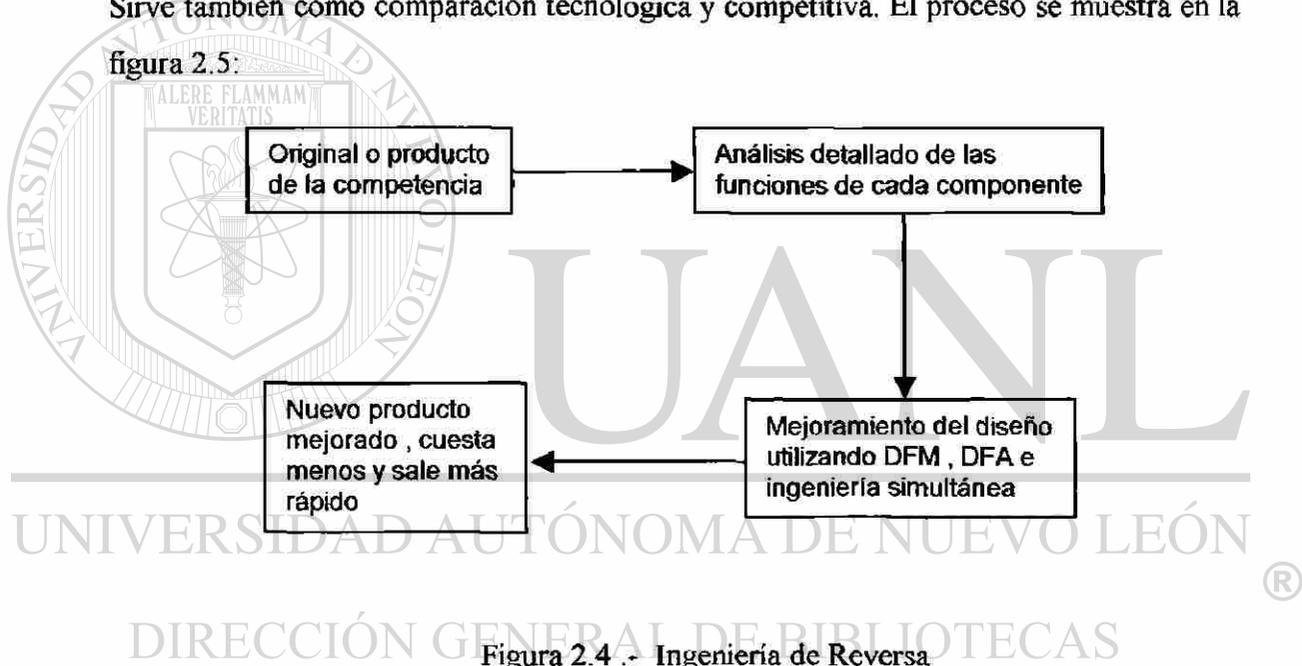
En la figura anterior se ven las etapas de desarrollo de producto en forma secuencial, las etapas anteriores tienen que terminar para comenzar las siguientes, resultado: mayor tiempo de liberación de producto. Ahora veamos la figura siguiente:



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:



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.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

2.2.6.- Una opinión personal

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

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.

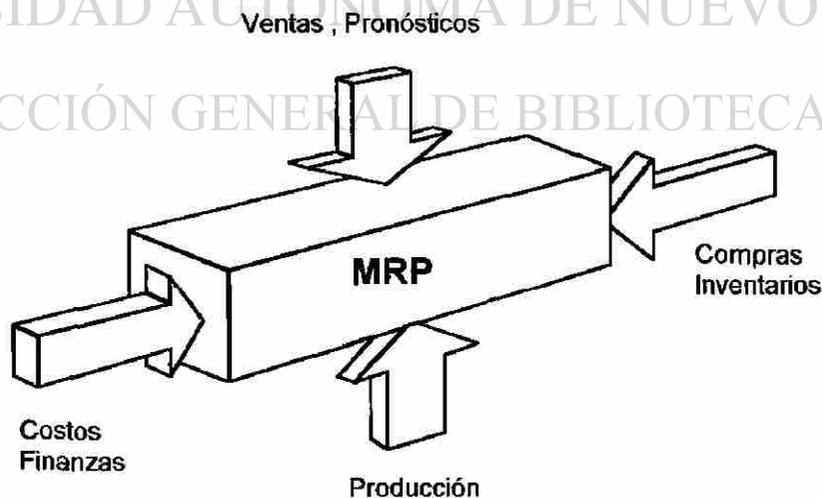


Figura 2.5 .- Unión de la Información

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 período. 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

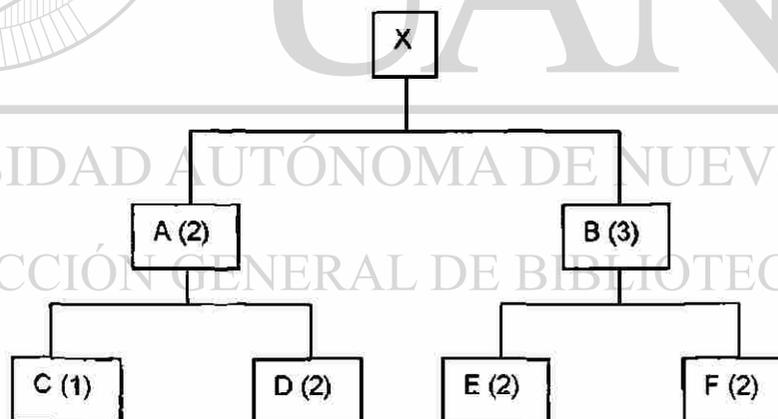


Figura 2. 7 .- Estructura del producto ' X '

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:

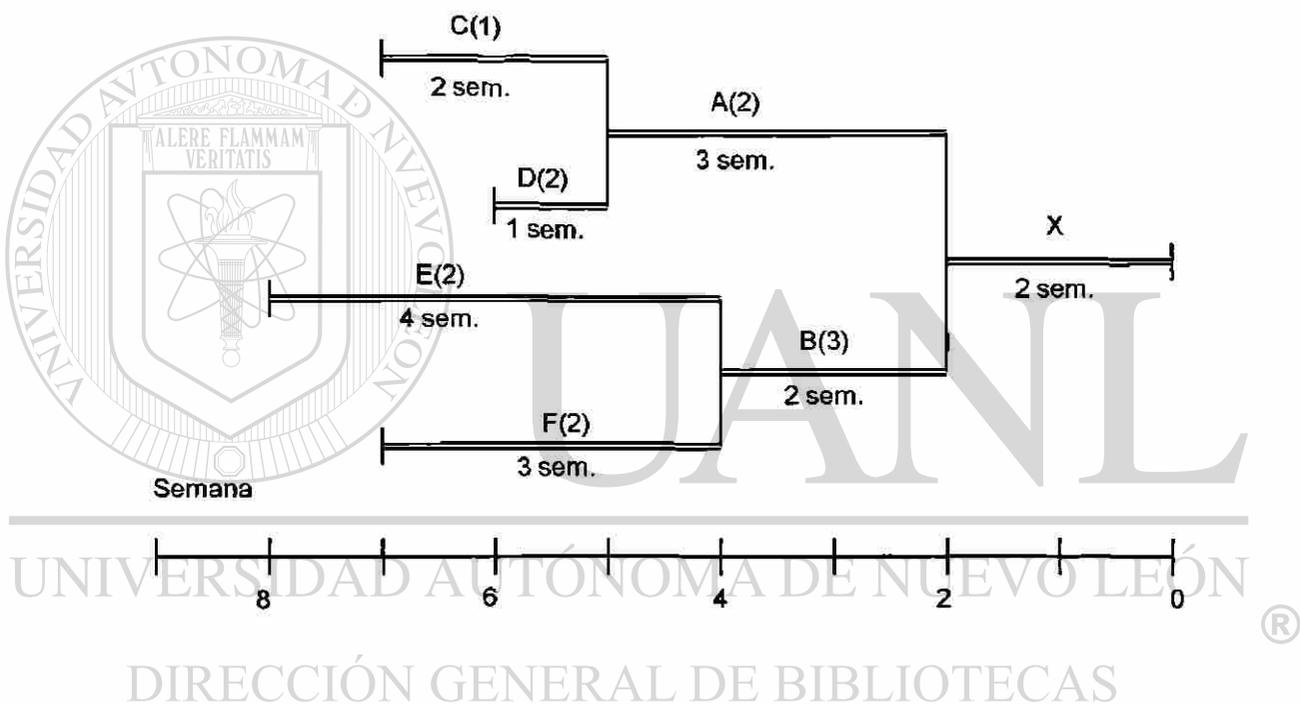


Figura 2.8 .- Diagrama de fases de tiempo de fabricación del producto "X"

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 periodo 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

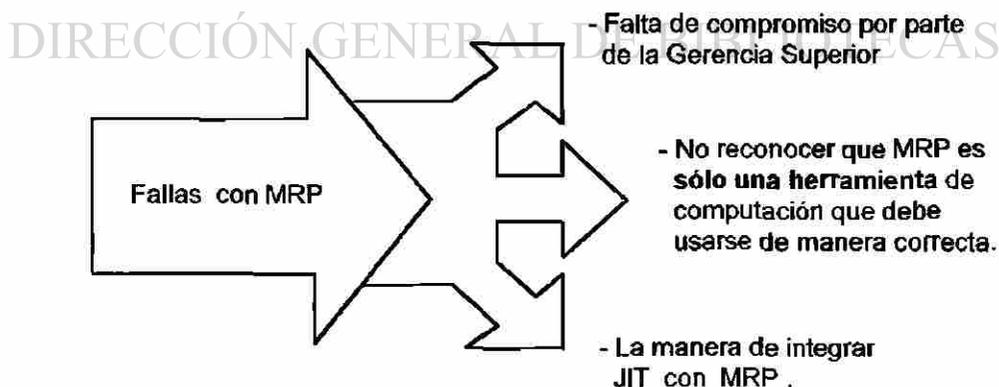


Figura 2.9 .- Causas principales de fallos con el MRP

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:

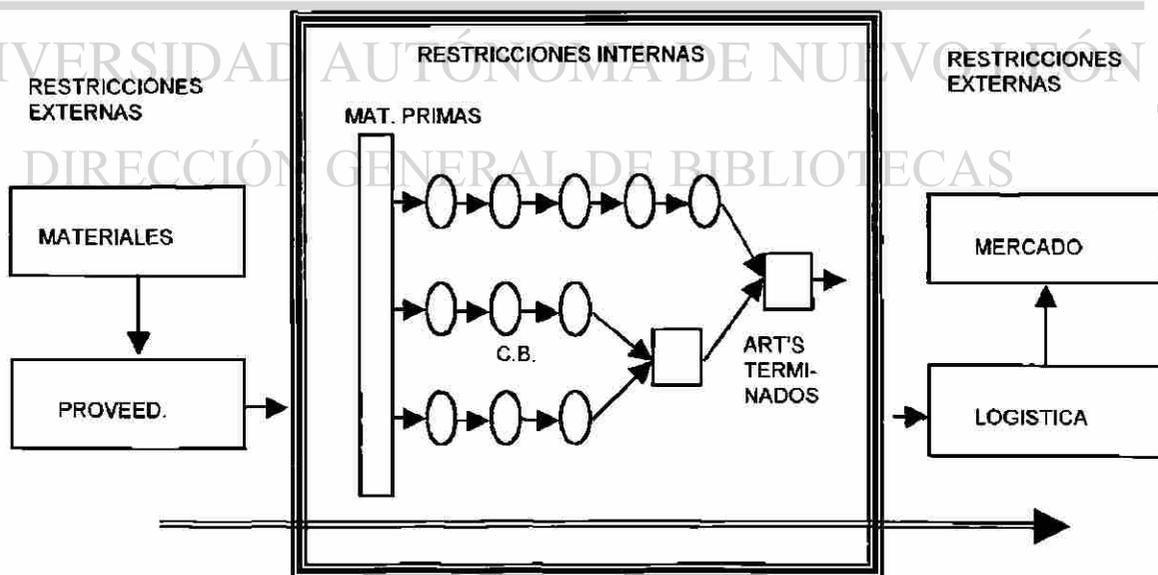


Figura 2.10 .- Restricciones de una instalación productiva .

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:

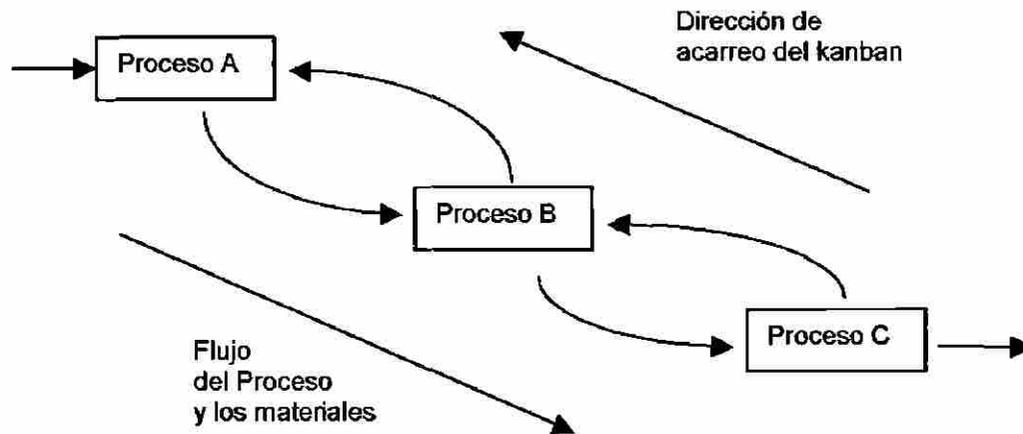


Figura 2.11 .- Flujo de procesos de producción y kanban

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.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

2.7.- Comentarios Finales del Capítulo

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

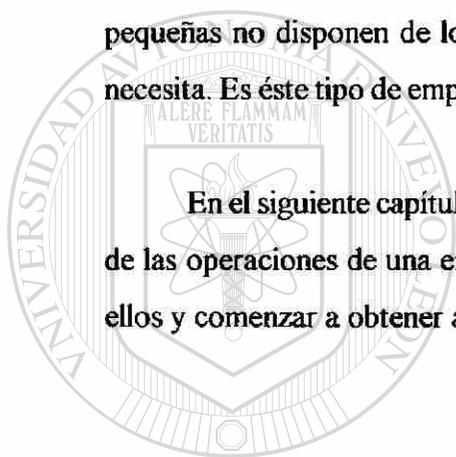
En el presente capítulo se trató de mostrar un panorama del ambiente que se vive en el mundo actual. Un mundo que conjunta avances en tecnología, en sistemas de información, globalización, aumento de rapidez en la mayoría de las transacciones comerciales, etc.. Todo ésto ha generado cambios en las necesidades 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.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

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:

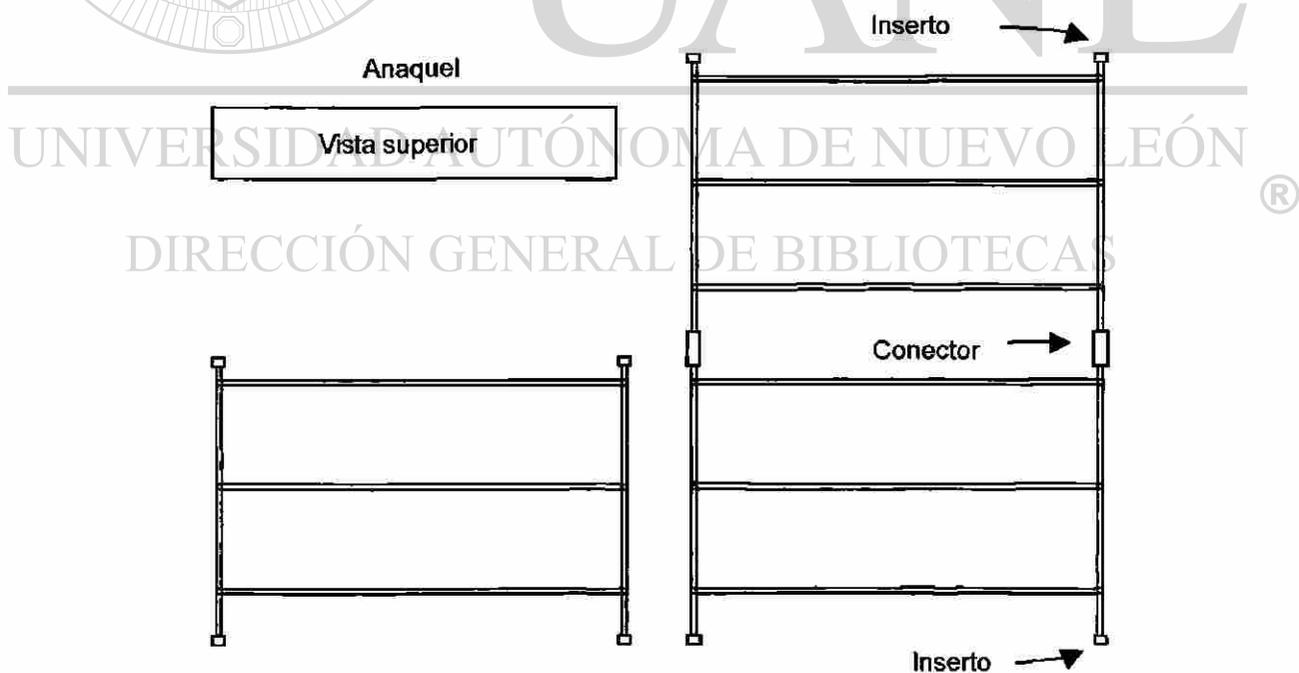


Figura 3.1.- Estantes de tres y de seis anaqueles

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 Cantidad	Estante 2 Cantidad	Total	Fuente
1		Estante 1 (tres anaq.)	1	0	1	Manuf
2		Estante 2 (seis anaq.)	0	1	1	Manuf
3		Anaquel	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 $3 \text{ pies}^2 / \text{anaquel}$ y $2 \text{ pies}^2 / \text{poste o pata}$, en el presente ejemplo.

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

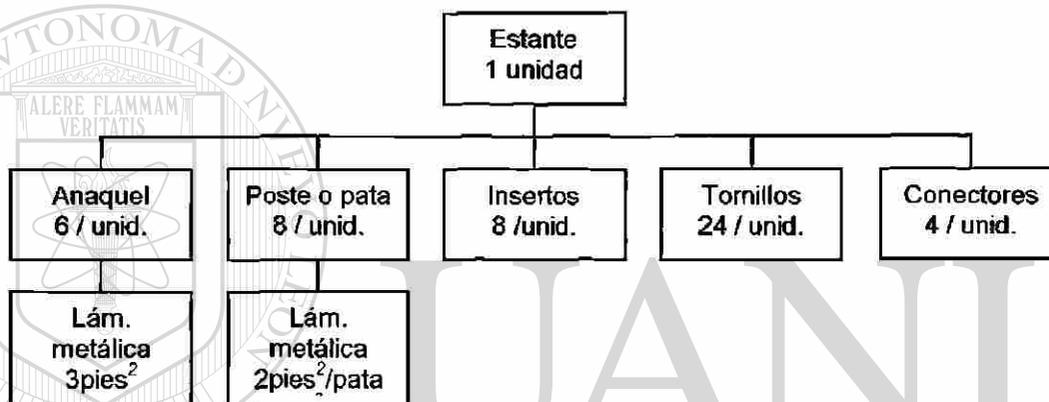
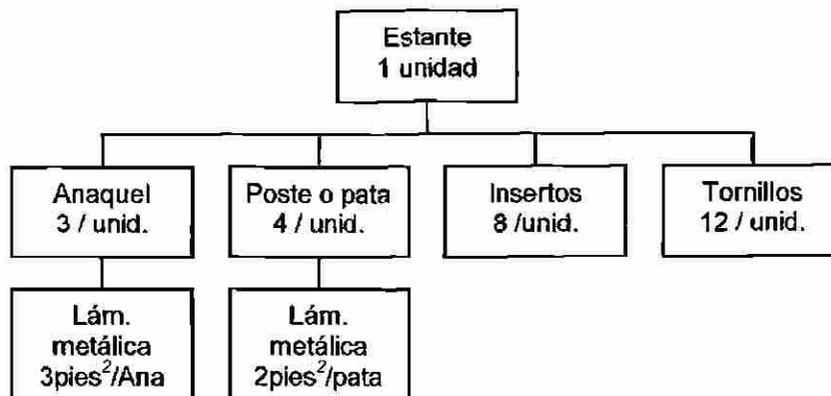


Figura 3.2. - Estructura de Ensamblaje de los Estantes de 3 y 6 anaqueles.

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:

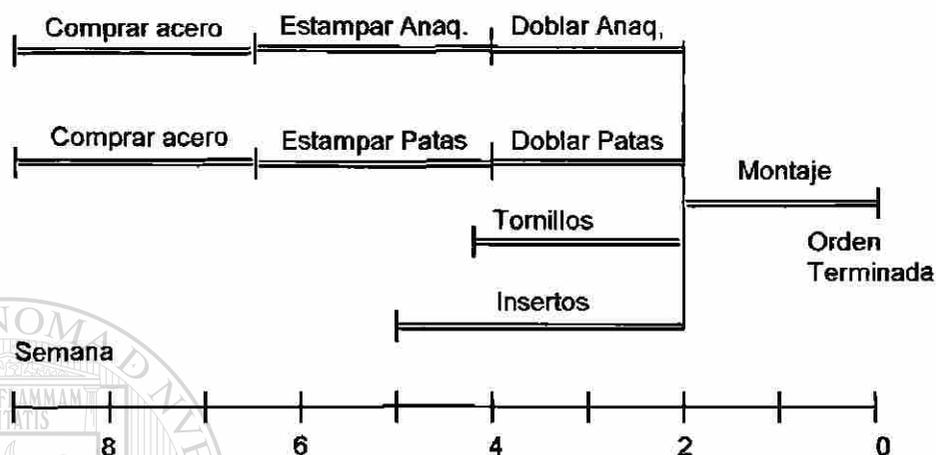


Figura 3.3.- Diagrama de operaciones en fase de tiempo del Estante 1

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:

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

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

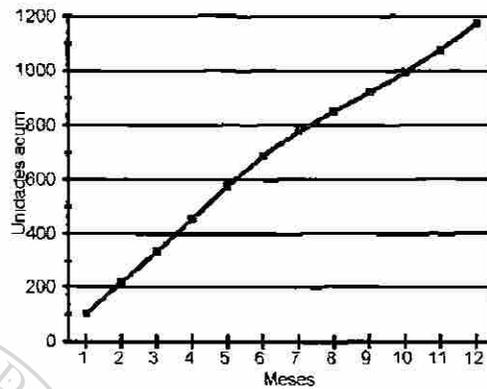
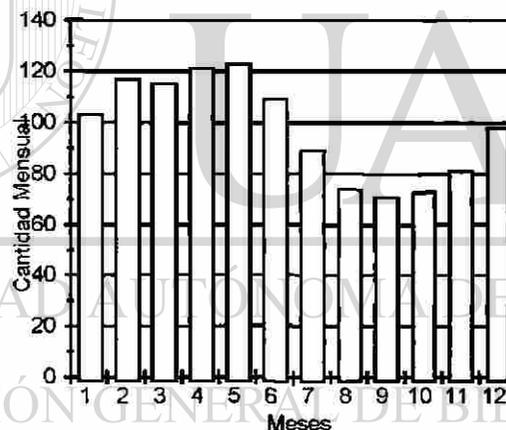


Figura 3.5.- Pronóstico Mensual
Estantes



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

Matriz **A** =

2	0	1	0
4	1	5	2
5	6	1	3
0	3	2	4

Matriz **B** =

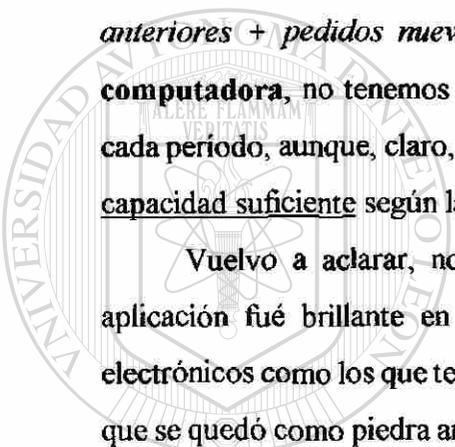
3	1	8	6
4	5	0	1
0	3	0	2
6	6	6	5

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

Matriz **C** =
(**A + B**)

5	1	9	6
8	6	5	3
5	9	1	5
6	9	8	9

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 periodos (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 este 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

	300
	300
	1000
Ifd=	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 periodo. 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 periodo. 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 quien 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: **LM x 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	RBt
	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	

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 (**Ipr**) 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
				0	400	500
				200	450	500
				-8000	0	0
			Dneta=	-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:

RN =

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

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

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 períodos, 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
	0	400	500	300	1200
	200	450	500	300	1450
	0	0	1600	3700	5300
RN =	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 repedido para cada parte, entonces se compararía periódicamente el vector de existencias (**Ex**) con el de punto de repedido (**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; $T_{mq} = T_{pr} * RN$, 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.
$T_{mq} =$	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 periodos. 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 periodo, 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):

Tpo. Res. =	Ene	Feb	Mar
	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 cculo 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:

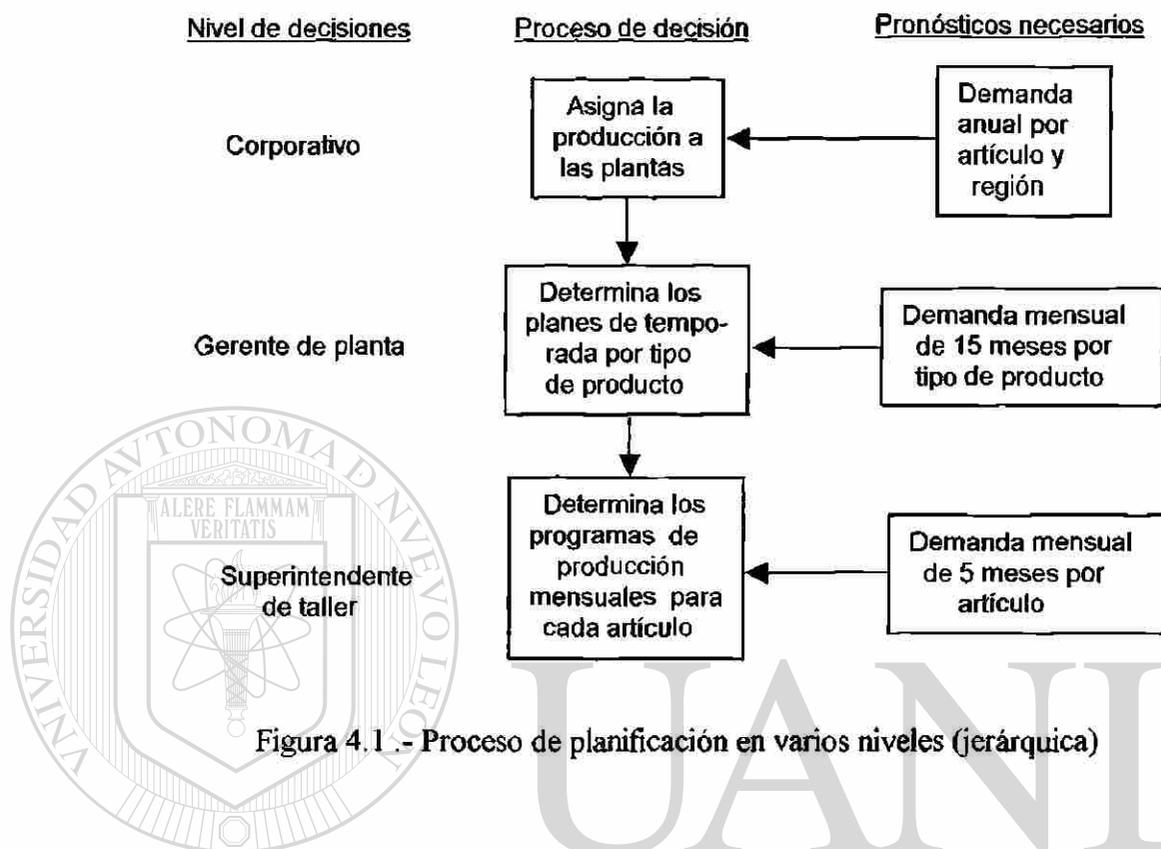


Figura 4.1.- Proceso de planificación en varios niveles (jerárquica)

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 período. Posteriormente, se hace una segunda re-planeación, pero a nivel de un sólo período, 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.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

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 archivos 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:

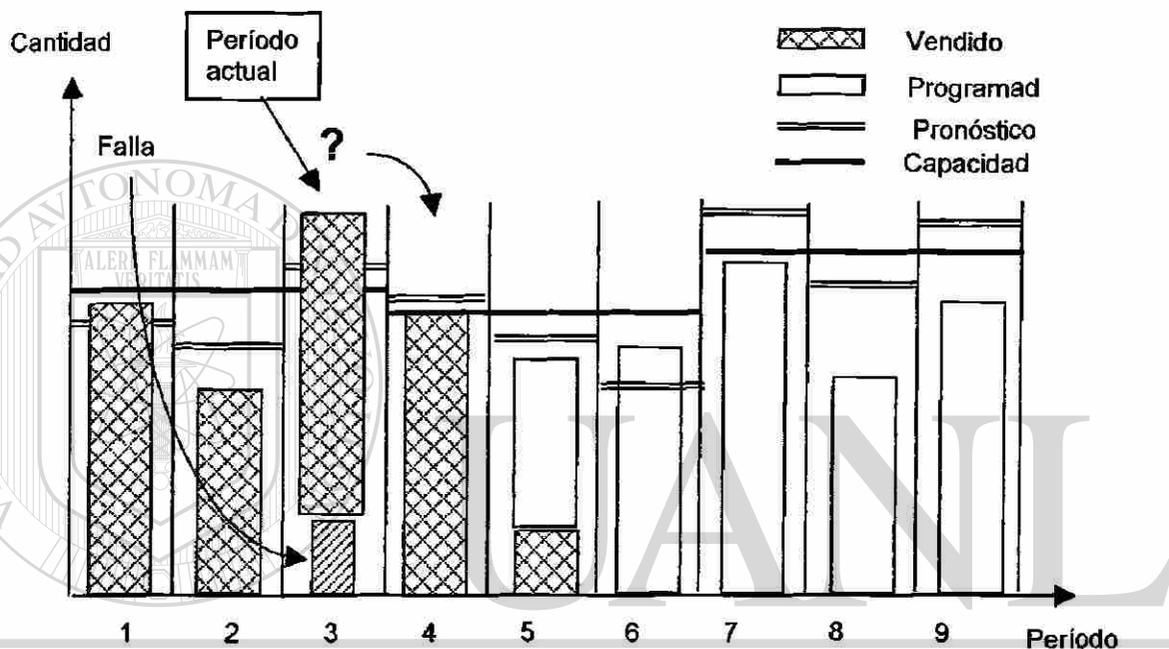


Figura 4.2.- Manejo de la capacidad

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 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 :

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

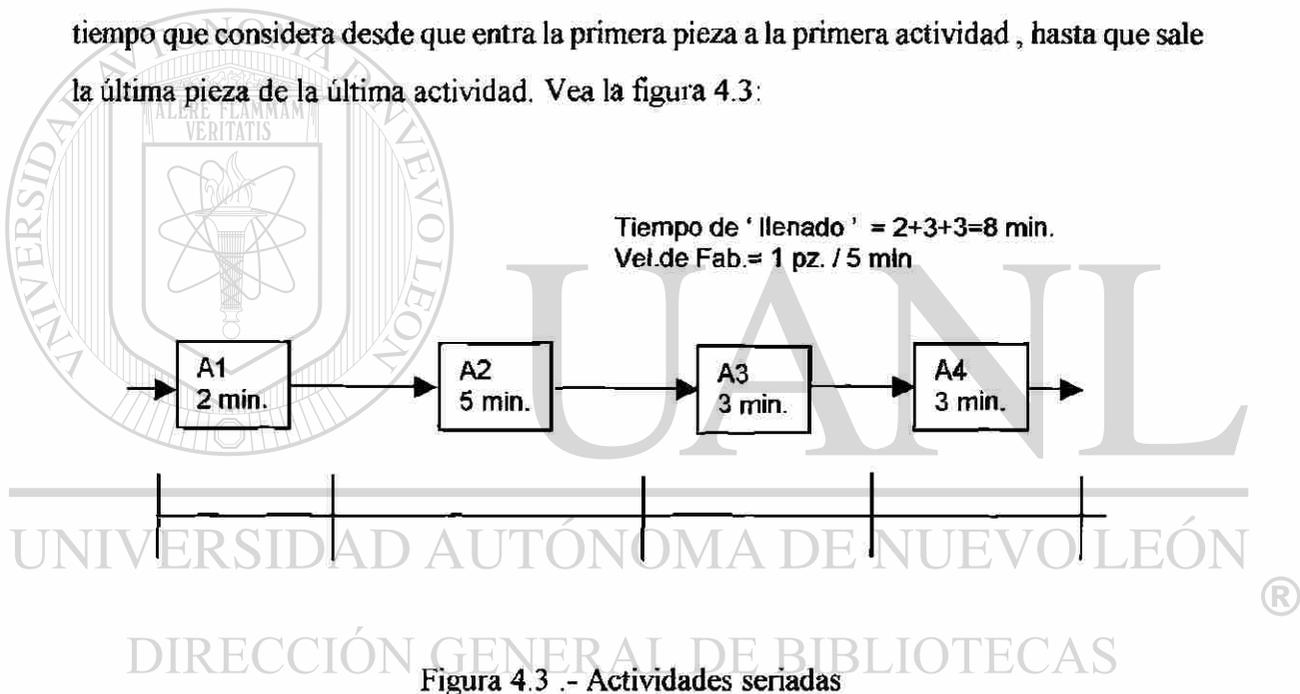
por tanto; si tenemos que fabricar 200 pzas., dividimos el # de piezas entre la velocidad de fabricación:

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

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 ,

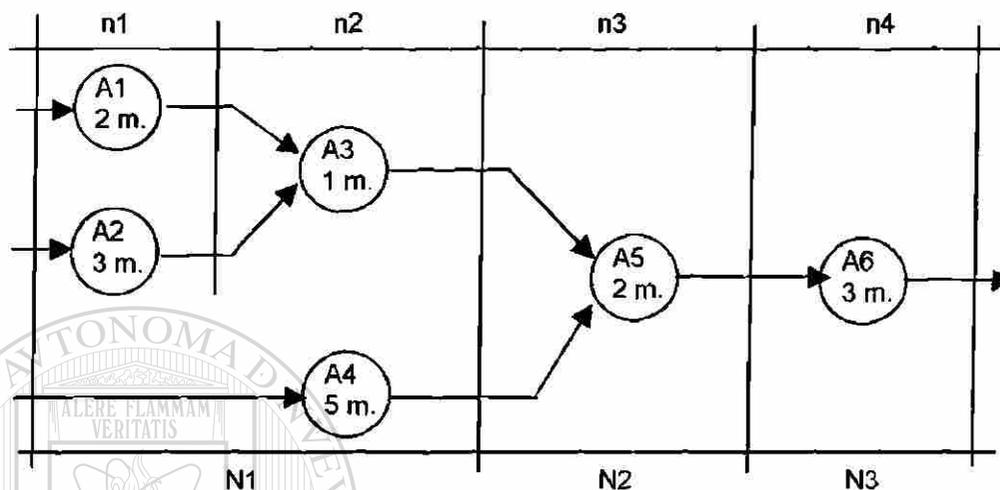
$$\text{Tpo Total} = 1,000 + 2 + 3 + 3 = 1,008 \text{ min} .$$

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:



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:

Tiempo de 'llenado' = $2+3 = 5$ min. (N2+N3)
 Vel.de Fab.= 1 pz. / 5 mln. (N1)

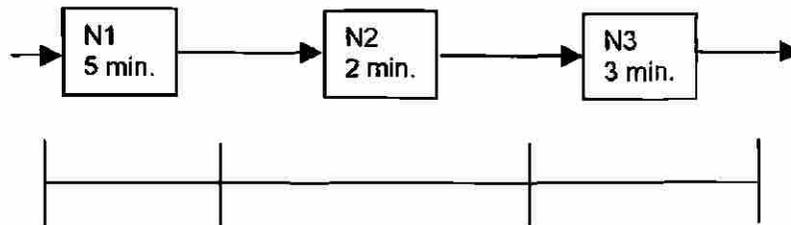


Figura 4.5 .- Niveles resultantes seriados

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 :

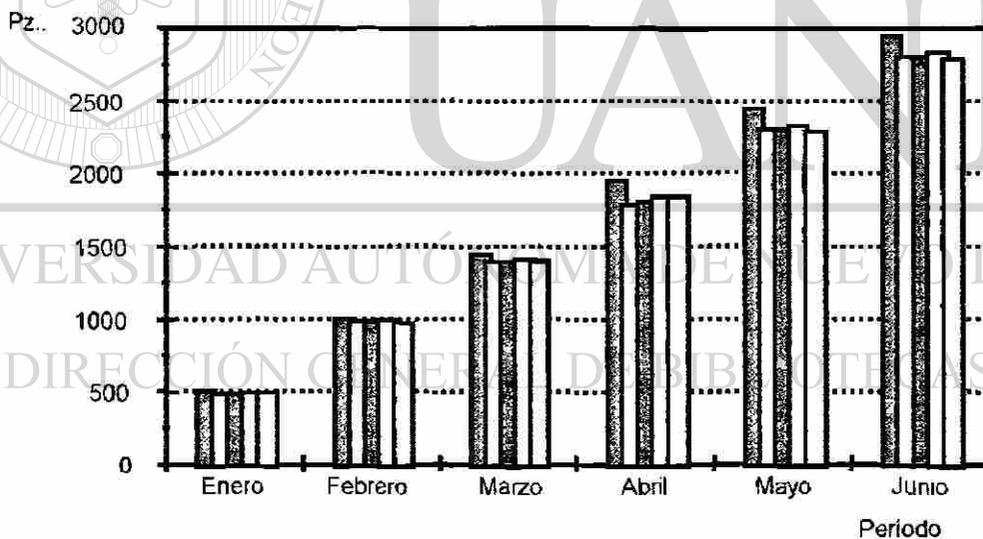


Figura 4.6 .- Cantidades Acumuladas

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 qué 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 .

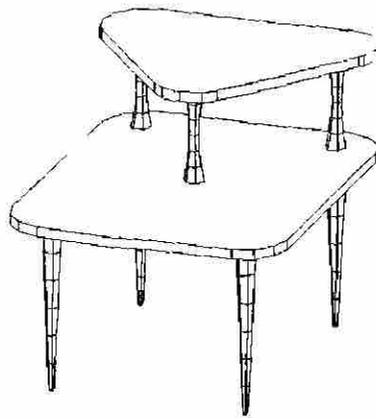


Figura 5.1 .- Mesa revistera

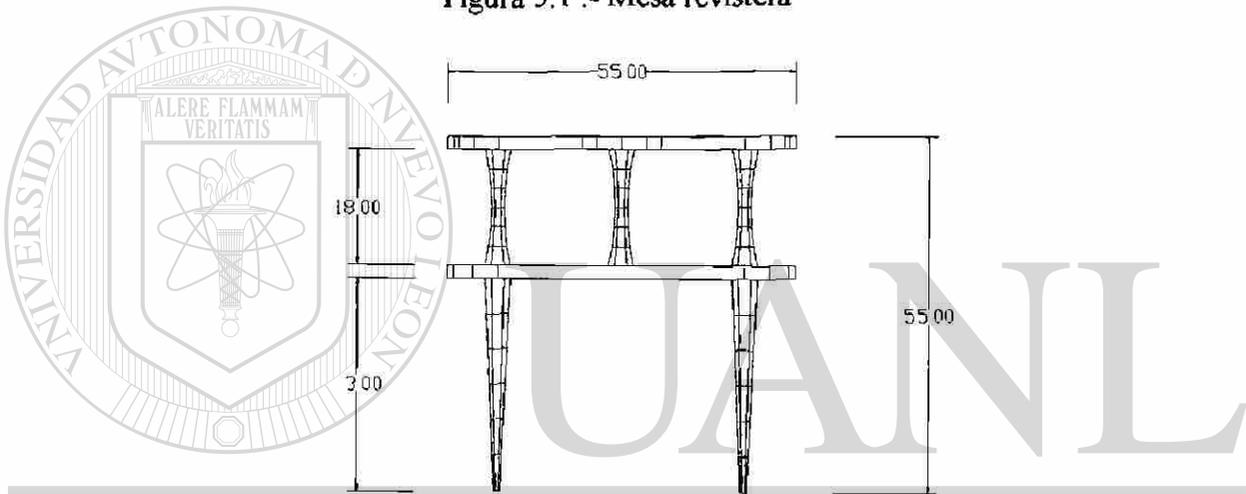


Figura 5.2 .- Dimensiones básicas de la mesa revistera

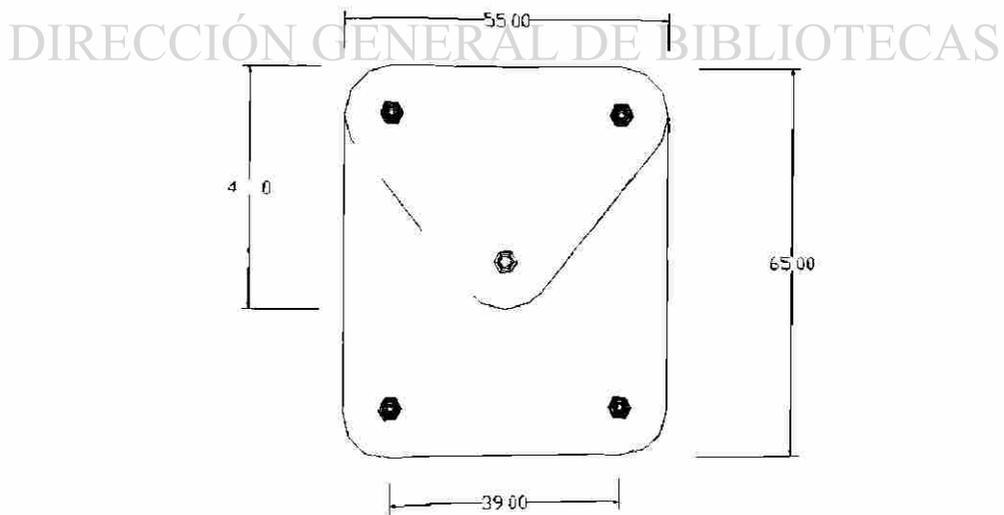


Figura 5.3 .- Otras dimensiones de la mesa revistera

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 si 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

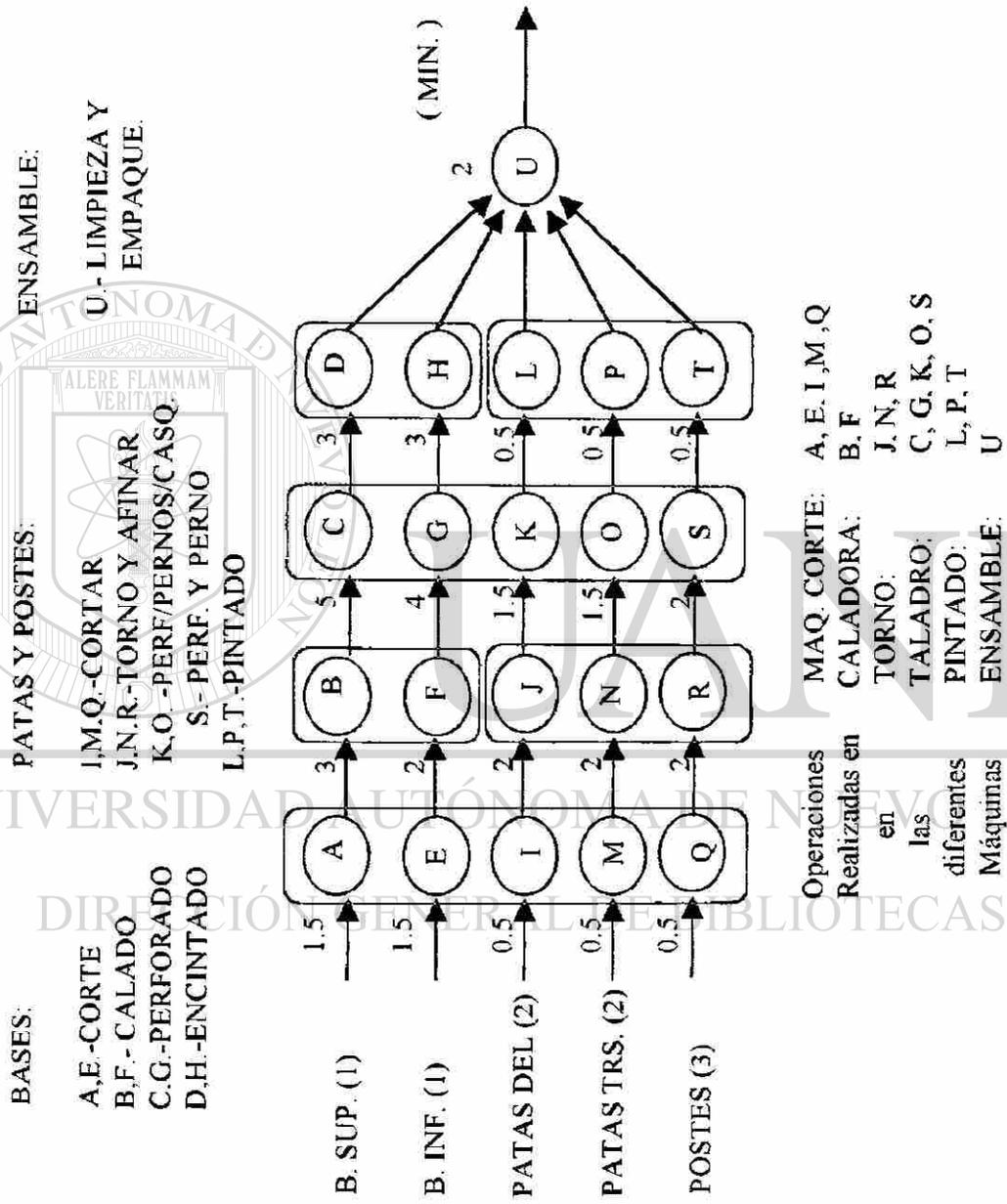


Figura 5.4.- Actividades en la Mesa Revistera

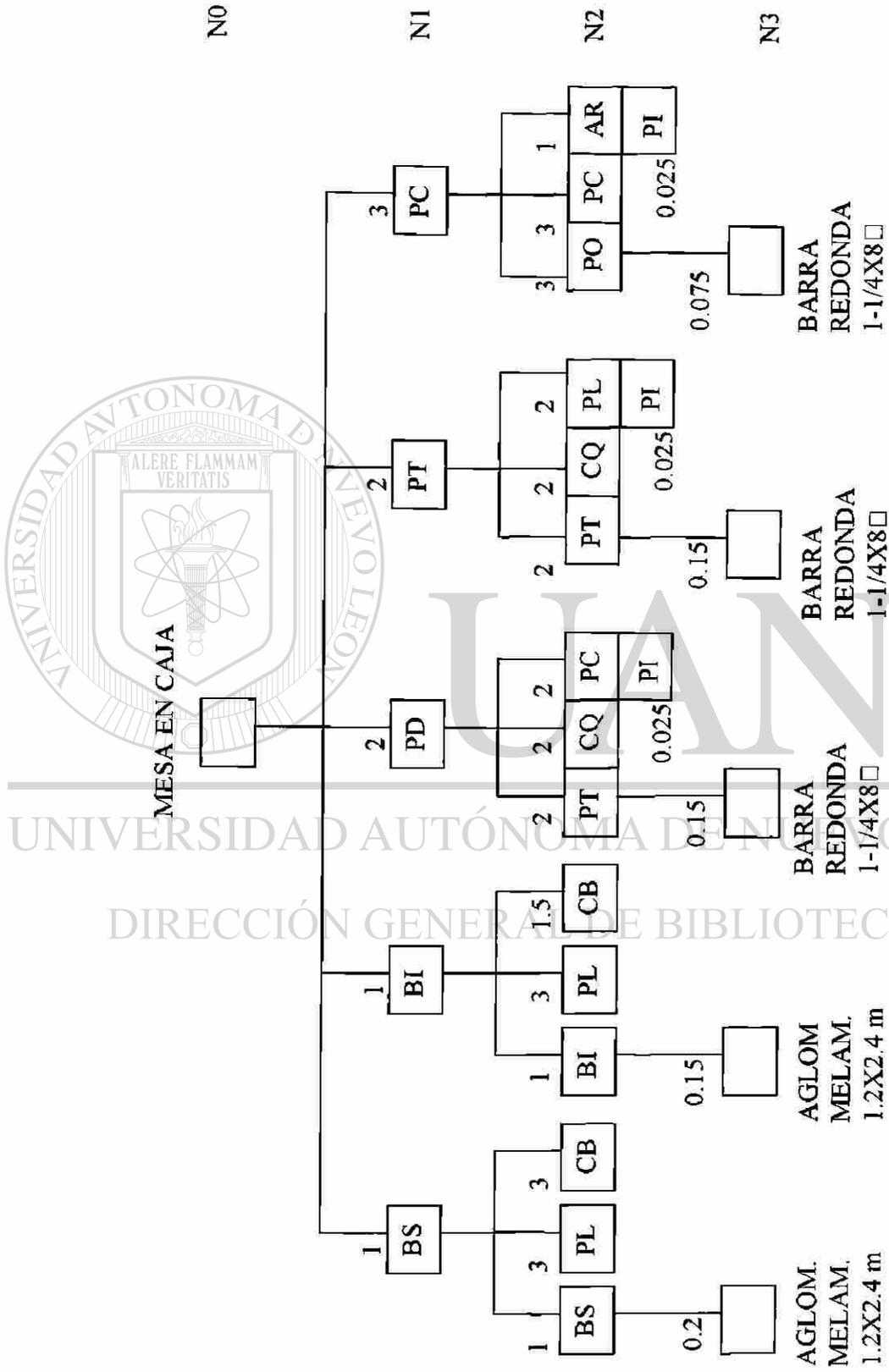


Figura 5.5.- Estructura de Producto de la Mesa Revistera

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 pies. 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 .

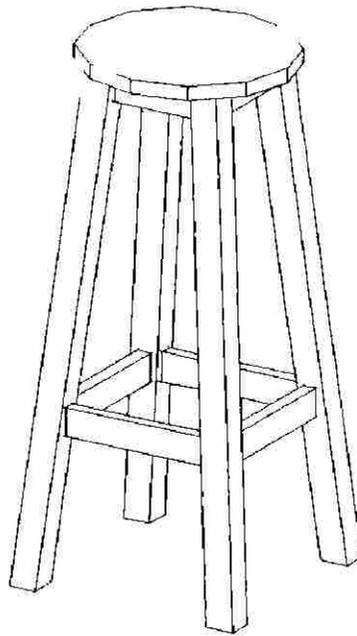


Figura 5.6.- El Banco de Dibujo

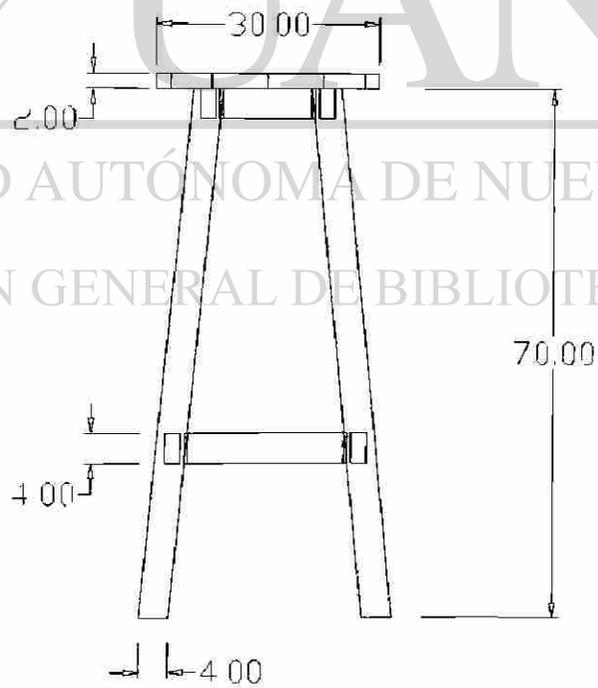


Figura 5.7.- Medidas generales del Banco de Dibujo

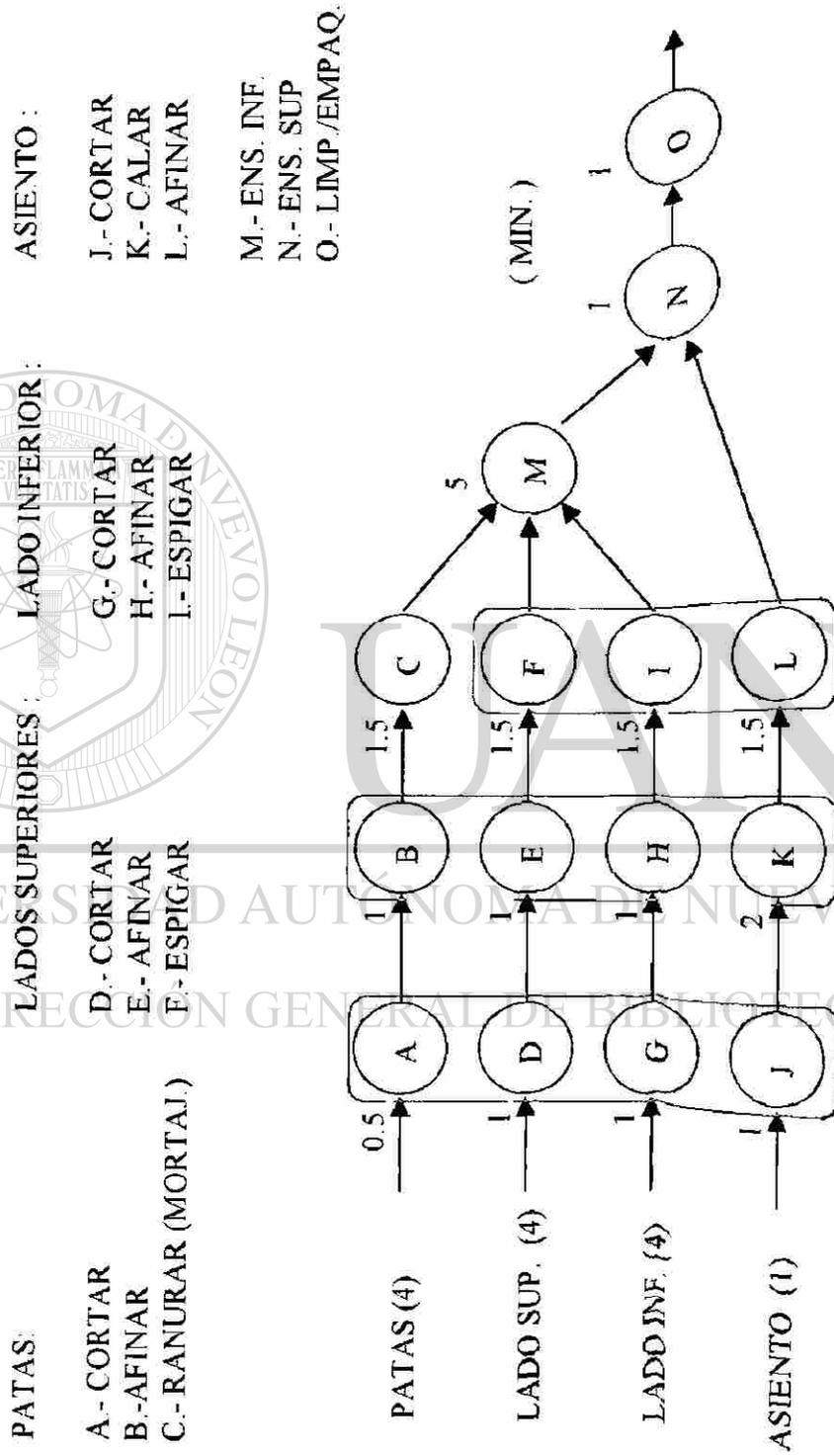


Figura 5.8.- Actividades en el Banco de Dibujo

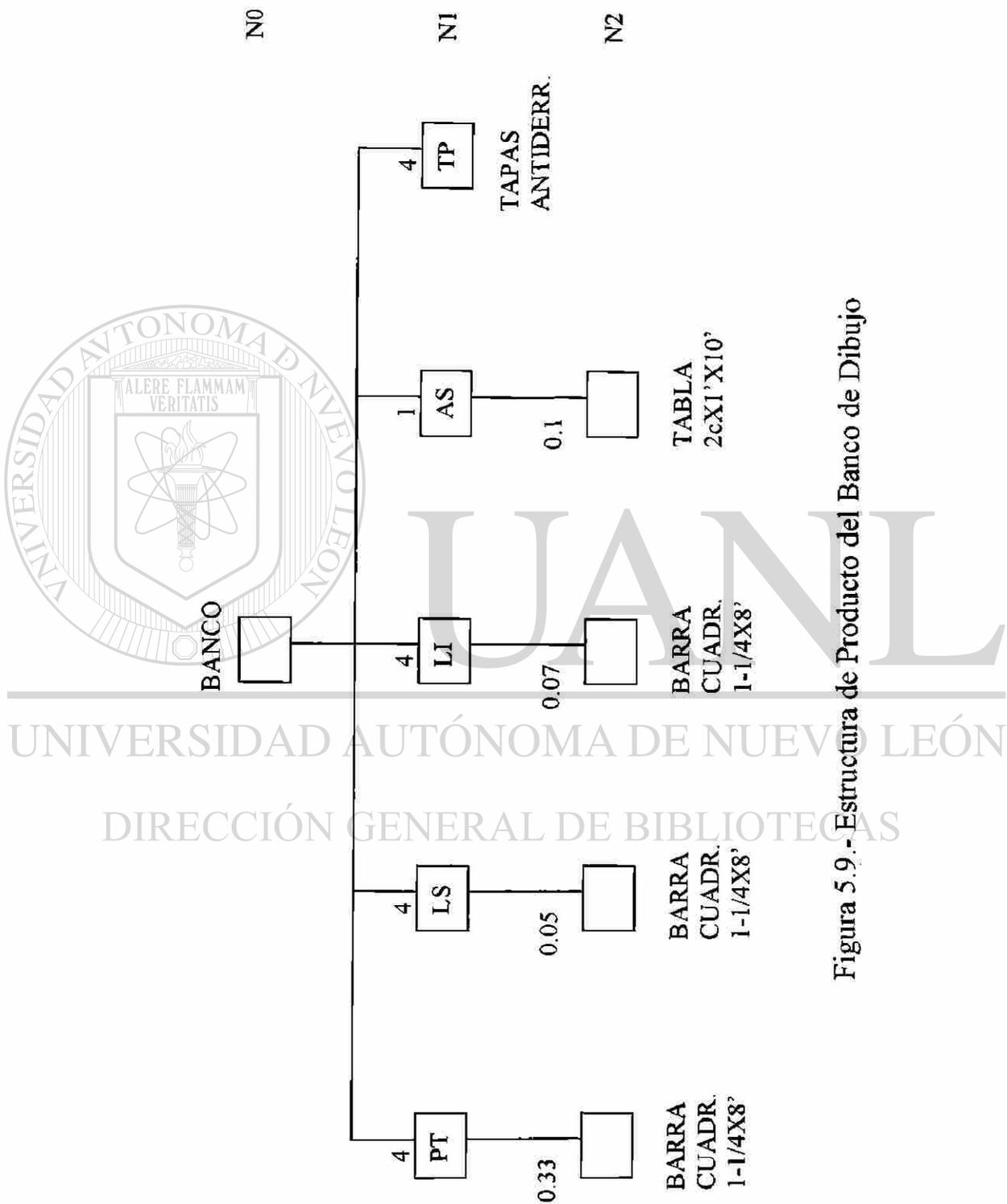
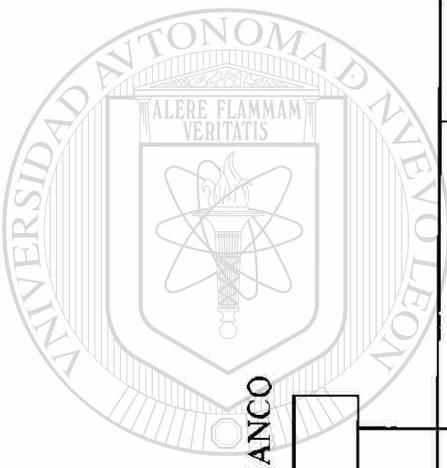


Figura 5.9.- Estructura de Producto del Banco de Dibujo



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

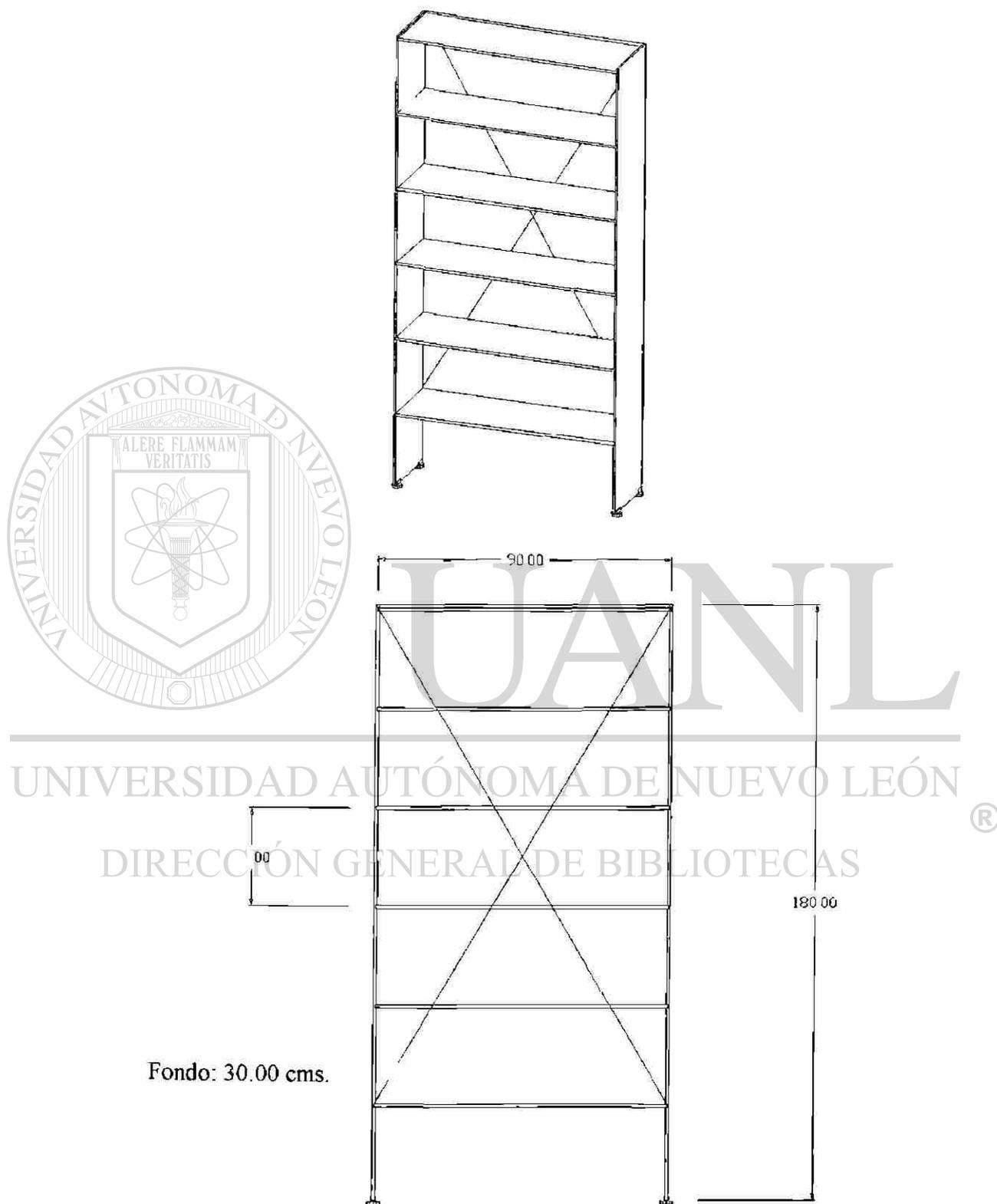


Figura 5.10.- El Librero Estudiantil y sus medidas generales



- LADOS :**
 A.- CORTAR
 B.-AFINAR
 C.- RANURAR
 D.- PERFORAR
- ANAQUELES :**
 E.- CORTAR
 F.- AFINAR
 G.- PERFORAR
- ESPALDA :**
 H.- CORTAR
 I.- PERFORAR
- FINAL :**
 J.- ENSAMBLE
 K.- LIMP./EMPAQ.

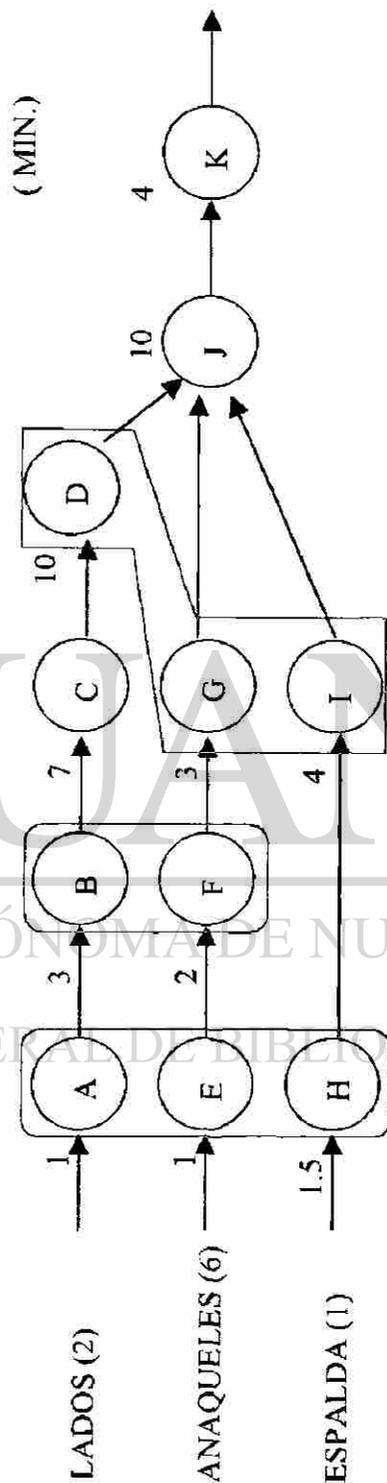


Figura 5.1.1.- Diagrama de Actividades en el Libro Estudiantil

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.

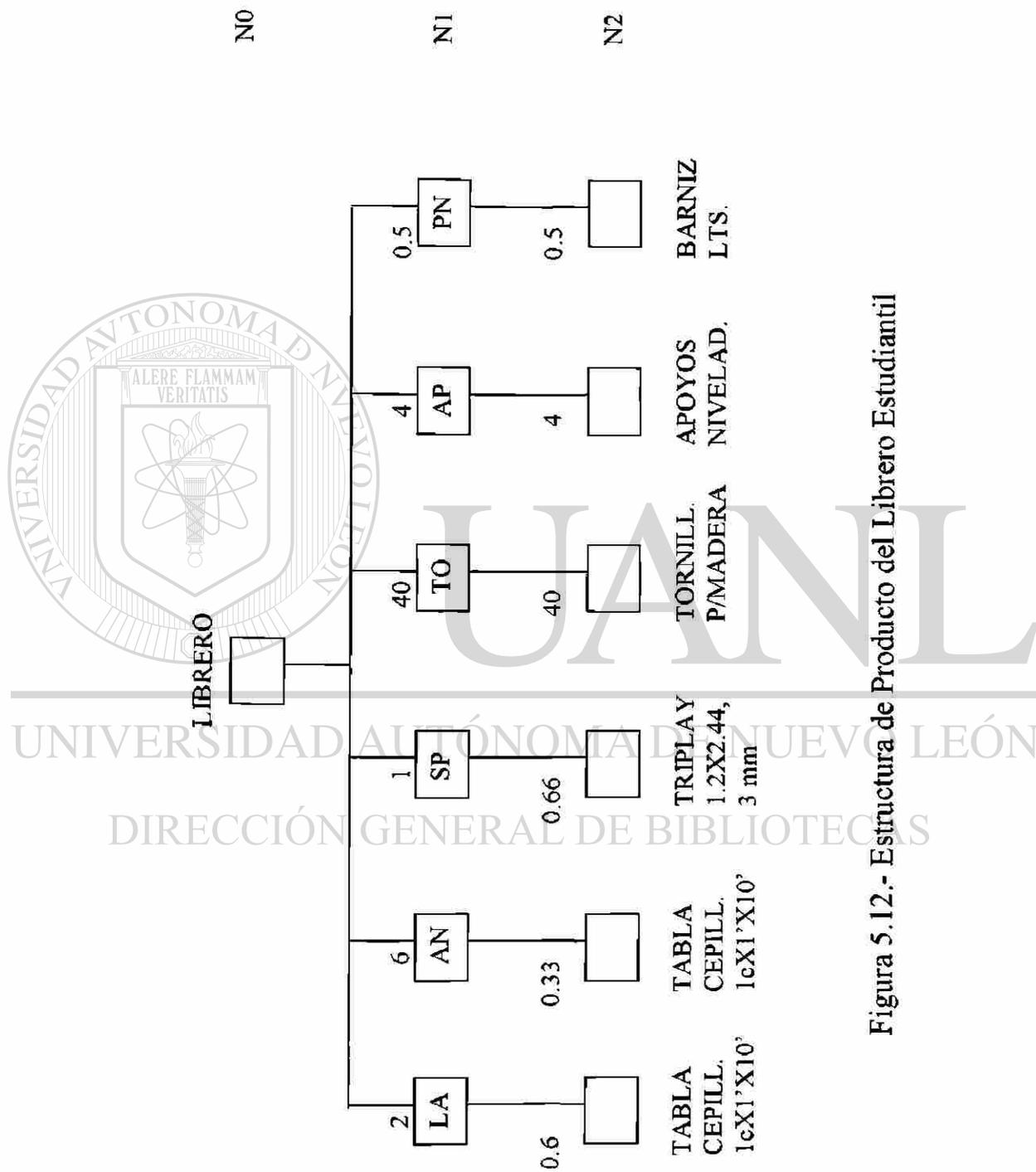


Figura 5.12.- Estructura de Producto del Librero Estudiantil

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.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

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:	<input type="text" value="CL_MOD"/>	<input type="text" value="PUESTO"/>
		<input type="text" value="MAQUINA"/>
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"/> *

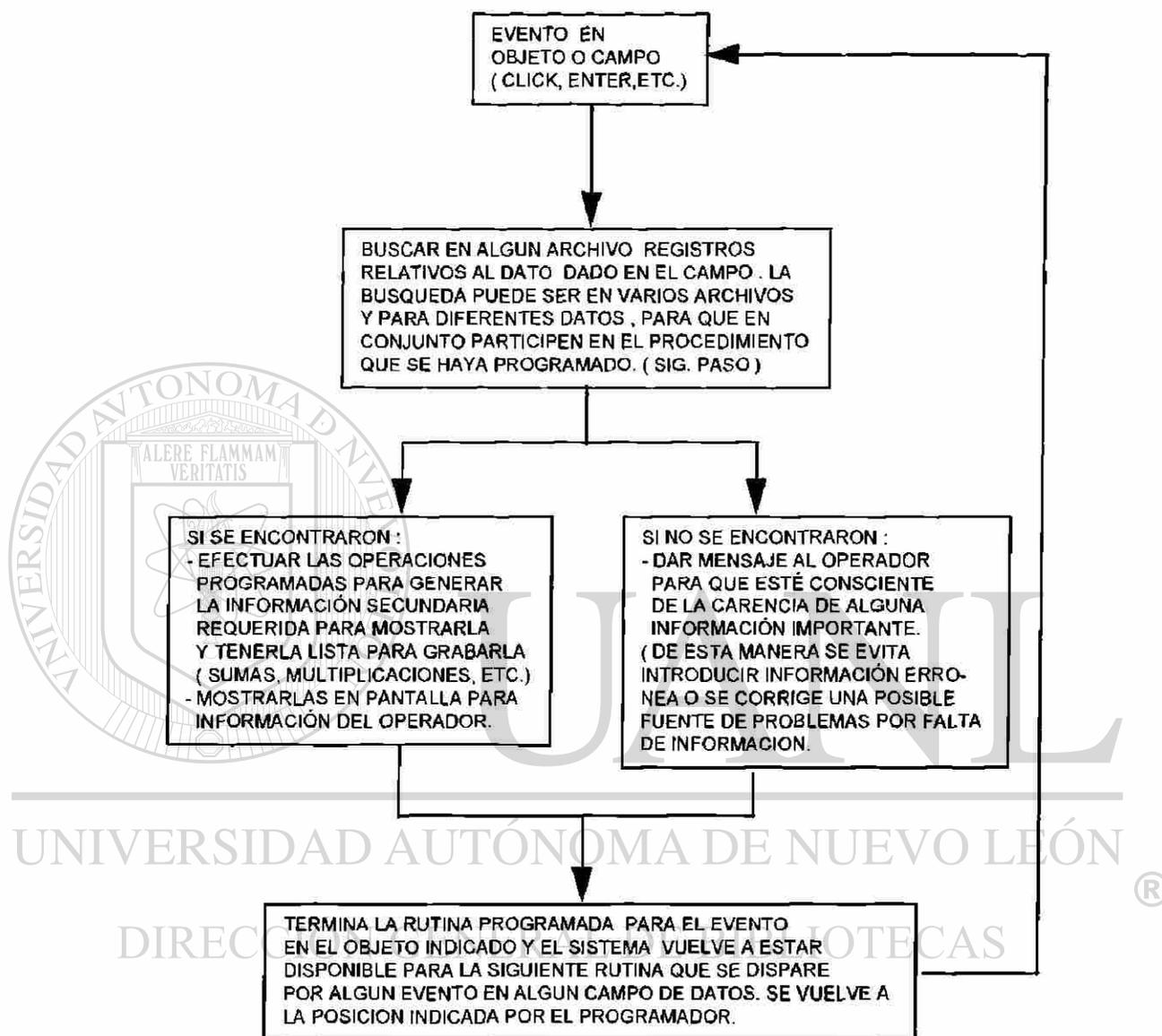
Controles :

<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 :

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	56.00	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	3.00	30.00	55.00	1.00
ACD_043	Espigar Lado Inferior	PRT_002	MAQ_002	MOD_002	0.50	30.00	55.00	0.95
ACD_044	Amortajar Patas	PRT_002	MAQ_002	MOD_002	0.50	30.00	55.00	0.95
ACD_045	Espigar Lado Superior	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	1.00	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_008	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 de 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 ó división 7. 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

ACTIVIDAD: CL ACT ACTIVIDAD

PRODUCTO: CL_PROD PRODUCTO (DESCRIPCION)

MOD: CL_MOD PUESTO

MAQ: CL_MAQ MAQUINA

TIEMPO: TIEMPO MIN.

FACT. EFIC.: F_EFIC %.

Menu Reportes ...

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

Tiempo Normal: CO_ACT_HRN = CO_HR_N + CO_MAQ_HR

Tiempo Extra : CO_ACT_HRX = CO_HR_X + CO_MAQ_HR

Controles :

Siguiete

Anterior

Listado

Alta

Modificar

Grabar

Cancelar

Baja

Salir

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

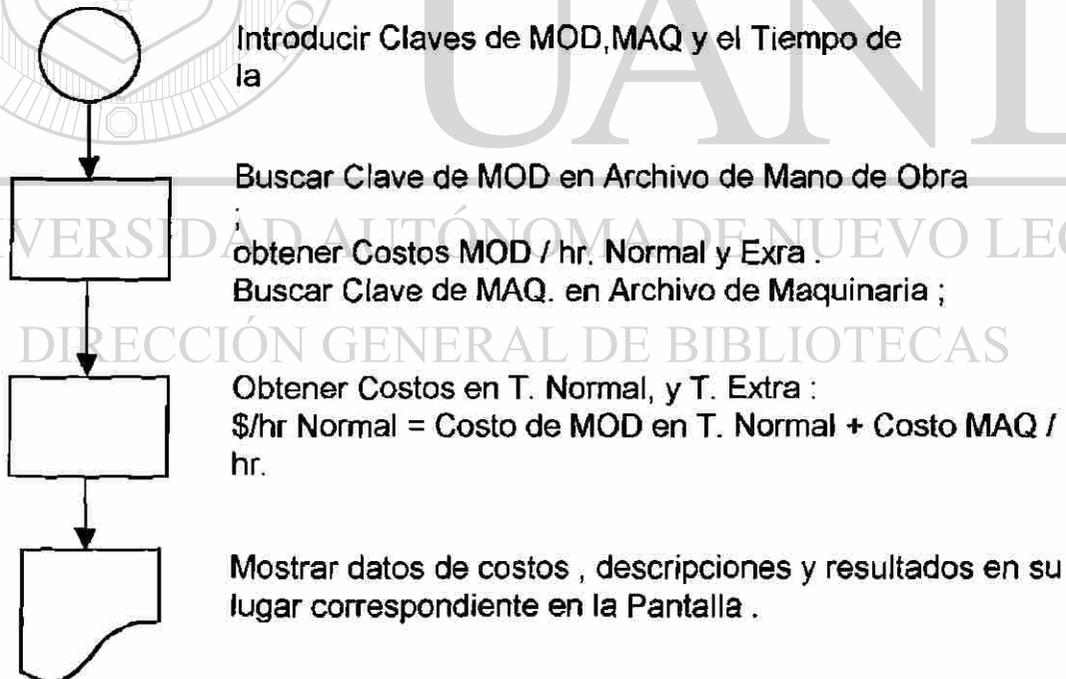


Figura 5.17.- Flujo de Acciones para obtener Costos/HR Normal y Extra de Actividad y en general ; cualquier otro dato primario complementario .

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 .

MATERIAL: MATERIAL (DESCRIPCION)

PRESENTIN: COSTO:\$

PZ/PRES.: LOCALIZACION:

Datos de Control :

FUENTE:

ABC:

POLITICA:

EQQ:

MAXIMO:

MINIMO:

Costo de Pieza :

LLEVAR:\$

ORDENAR:\$

NORMAL:\$

EXTRA:\$

SUBCONT:\$

Controles :

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 Libroero).

PRODUCTO	RM	CL_ACT	ACTIVIDAD	E	AC	ID	CL	INSUMO	INSUMO	NIV	COMP	SAL	E	AN	CAN	MED	MULT	CO_PZA_N	CO_PZA_X	P	PROD	CO_UND_N	CO_UND_X
PRT_003	01	ACD_021	Cortar Lados	A	1	1	MAQ_001	Sierra De Banco	1	1	PRP_009	X	X	0.08	1.00	1.00	0.08	0.08	2.00	2.00	0.08	0.08	0.08
PRT_003	01	ACD_021	Cortar Lados	A	1	1	MCD_001	Mtro Sierra Banco	1	1	PRP_009	X	X	0.42	1.00	1.00	0.42	0.42	2.00	2.00	0.42	0.42	0.83
PRT_003	01	ACD_021	Cortar Lados	A	1	2	MTP_006	Tablon Cepillado	2	1	PRP_009	X	X	83.00	0.60	1.00	83.00	83.00	2.00	2.00	83.00	83.00	63.00
PRT_003	01	ACD_032	Afinar Lados	A	1	1	MAQ_007	Lijadora	1	1	PRP_009	A	A	63.50	1.00	1.00	63.50	63.50	2.00	2.00	63.50	63.50	63.91
PRT_003	01	ACD_032	Afinar Lados	B	1	1	MCD_014	Ayudante De Segunda	0	3	PRP_009	A	A	0.20	3.00	1.00	0.20	0.20	2.00	2.00	0.20	0.20	0.20
PRT_003	01	ACD_032	Afinar Lados	B	1	1	PRP_009	Lados	1	3	PRP_009	A	A	0.75	1.00	1.00	0.75	0.75	2.00	2.00	0.75	0.75	1.50
PRT_003	01	ACD_032	Afinar Lados	B	2	1	PRP_009	Lados	1	1	PRP_009	A	A	63.50	1.00	1.00	63.50	63.50	2.00	2.00	63.50	63.50	63.91
PRT_003	01	ACD_038	Ranurar Lados	C	1	1	MAQ_006	Router	10	10	PRP_009	B	B	0.67	10.00	1.00	0.67	0.67	2.00	2.00	0.67	0.67	0.67
PRT_003	01	ACD_038	Ranurar Lados	C	1	1	MCD_006	Mtro Router	10	10	PRP_009	B	B	4.17	10.00	1.00	4.17	4.17	2.00	2.00	4.17	4.17	8.33
PRT_003	01	ACD_038	Ranurar Lados	C	2	1	PRP_009	Lados	1	1	PRP_009	B	B	64.45	1.00	1.00	64.45	64.45	2.00	2.00	64.45	64.45	65.61
PRT_003	01	ACD_038	Ranurar Lados	C	2	2	PRP_009	Lados	1	1	PRP_009	B	B	69.29	1.00	1.00	69.29	69.29	2.00	2.00	69.29	69.29	74.61
PRT_003	01	ACD_041	Perforar Lados	D	1	1	MAQ_008	Taladro De Banco	0	5	PRP_009	C	C	0.33	5.00	1.00	0.33	0.33	2.00	2.00	0.33	0.33	0.33
PRT_003	01	ACD_041	Perforar Lados	D	1	1	MCD_007	Mtro Taladro Banco	1	5	PRP_009	C	C	2.08	1.00	1.00	2.08	2.08	2.00	2.00	2.08	2.08	4.17
PRT_003	01	ACD_041	Perforar Lados	D	2	1	PRP_009	Lados	1	1	PRP_009	C	C	74.61	1.00	1.00	74.61	74.61	2.00	2.00	74.61	74.61	74.61
PRT_003	02	ACD_020	Cortar Anaqueles	E	1	1	MAQ_001	Sierra De Banco	0	1	PRP_010	X	X	0.08	1.00	1.00	0.08	0.08	6.00	6.00	0.08	0.08	0.08
PRT_003	02	ACD_020	Cortar Anaqueles	E	1	1	MCD_001	Mtro Sierra Banco	0	1	PRP_010	X	X	0.42	1.00	1.00	0.42	0.42	6.00	6.00	0.42	0.42	0.83
PRT_003	02	ACD_020	Cortar Anaqueles	E	2	1	MTP_006	Tablon Cepillado	2	1	PRP_010	X	X	34.65	0.33	1.00	34.65	34.65	6.00	6.00	34.65	34.65	34.65
PRT_003	02	ACD_031	Afinar Anaqueles	F	1	1	PRP_010	Anaqueles	1	1	PRP_010	E	E	35.15	1.00	1.00	35.15	35.15	6.00	6.00	35.15	35.15	35.56
PRT_003	02	ACD_031	Afinar Anaqueles	F	1	1	MAQ_007	Lijadora	2	2	PRP_010	E	E	0.13	2.00	1.00	0.13	0.13	6.00	6.00	0.13	0.13	0.13
PRT_003	02	ACD_031	Afinar Anaqueles	F	1	1	MCD_014	Ayudante De Segunda	0	2	PRP_010	E	E	0.50	2.00	1.00	0.50	0.50	6.00	6.00	0.50	0.50	1.00
PRT_003	02	ACD_031	Afinar Anaqueles	F	2	1	PRP_010	Anaqueles	1	1	PRP_010	E	E	35.75	1.00	1.00	35.75	35.75	6.00	6.00	35.75	35.75	35.56
PRT_003	02	ACD_040	Perforar Anaqueles	G	1	1	MAQ_008	Taladro De Banco	0	1	PRP_010	F	F	0.63	1.50	1.00	0.63	0.63	6.00	6.00	0.63	0.63	0.10
PRT_003	02	ACD_040	Perforar Anaqueles	G	1	1	MCD_007	Mtro Taladro Banco	0	1	PRP_010	F	F	0.63	1.50	1.00	0.63	0.63	6.00	6.00	0.63	0.63	0.10
PRT_003	02	ACD_040	Perforar Anaqueles	G	2	1	PRP_010	Anaqueles	1	1	PRP_010	F	F	35.78	1.00	1.00	35.78	35.78	6.00	6.00	35.78	35.78	36.69
PRT_003	03	ACD_019	Cortar Espalda	H	1	1	MAQ_001	Sierra De Banco	0	1	PRP_011	X	X	36.51	1.00	1.00	36.51	36.51	6.00	6.00	36.51	36.51	38.04
PRT_003	03	ACD_019	Cortar Espalda	H	1	1	MCD_001	Mtro Sierra Banco	0	5	PRP_011	X	X	0.42	5.00	1.00	0.42	0.42	1.00	1.00	0.42	0.42	0.42
PRT_003	03	ACD_019	Cortar Espalda	H	2	1	MTP_003	Triplay	2	2	PRP_011	X	X	2.08	0.66	1.00	2.08	2.08	1.00	1.00	2.08	2.08	4.17
PRT_003	03	ACD_039	Perforar Espalda	I	1	1	MAQ_008	Taladro De Banco	0	1	PRP_011	H	H	56.10	1.00	1.00	56.10	56.10	1.00	1.00	56.10	56.10	56.10
PRT_003	03	ACD_039	Perforar Espalda	I	1	1	MCD_007	Mtro Taladro Banco	0	4	PRP_011	H	H	0.27	4.00	1.00	0.27	0.27	1.00	1.00	0.27	0.27	0.27
PRT_003	03	ACD_039	Perforar Espalda	I	2	1	PRP_011	Espalda	1	1	PRP_011	H	H	1.67	4.00	1.00	1.67	1.67	1.00	1.00	1.67	1.67	3.33
PRT_003	04	ACD_055	Ensamble Final	J	1	1	MAQ_013	Espalda	1	1	PRP_011	H	H	60.54	1.00	1.00	60.54	60.54	1.00	1.00	60.54	60.54	60.89
PRT_003	04	ACD_055	Ensamble Final	J	1	1	MCD_010	Ensamble	15	15	PRP_011	H	H	0.75	15.00	1.00	0.75	0.75	1.00	1.00	0.75	0.75	0.75
PRT_003	04	ACD_055	Ensamble Final	J	1	1	MTP_012	Pilas	15	15	PRP_011	H	H	12.50	15.00	1.00	12.50	12.50	1.00	1.00	12.50	12.50	12.50
PRT_003	04	ACD_055	Ensamble Final	J	1	1	MCD_017	Apoyos Niveladoras	9	9	PRT_003	X	X	0.50	9.00	4.00	0.50	0.50	4.00	4.00	0.50	0.50	2.00
PRT_003	04	ACD_055	Ensamble Final	J	1	1	PRP_009	Lados	1	1	PRT_003	X	X	8.00	1.00	4.00	8.00	8.00	4.00	4.00	8.00	8.00	32.00
PRT_003	04	ACD_055	Ensamble Final	J	1	1	PRP_010	Anaqueles	1	1	PRT_003	D	D	71.70	2.00	2.00	71.70	71.70	2.00	2.00	143.40	143.40	158.22
PRT_003	04	ACD_055	Ensamble Final	J	1	1	PRP_011	Espalda	0	1	PRT_003	G	G	36.51	6.00	6.00	36.51	36.51	6.00	6.00	219.06	219.06	228.24
PRT_003	04	ACD_055	Ensamble Final	J	2	1	PRT_003	Librero	0	1	PRT_003	I	I	60.54	1.00	1.00	60.54	60.54	1.00	1.00	60.54	60.54	64.29
PRT_003	04	ACD_054	Limpieza Y Empaque	K	1	1	MAQ_014	Empaque	10	10	PRT_003	J	J	482.00	1.00	1.00	482.00	482.00	1.00	1.00	482.00	482.00	516.00
PRT_003	04	ACD_054	Limpieza Y Empaque	K	1	1	MCD_014	Ayudante De Segunda	9	9	PRT_003	J	J	0.50	10.00	1.00	0.50	0.50	1.00	1.00	0.50	0.50	0.90
PRT_003	04	ACD_054	Limpieza Y Empaque	K	1	1	PRT_003	Librero	0	1	PRT_003	J	J	2.50	10.00	1.00	2.50	2.50	1.00	1.00	2.50	2.50	5.00
PRT_003	04	ACD_054	Limpieza Y Empaque	K	2	1	PRT_003	Librero	0	1	PRT_003	J	J	482.00	1.00	1.00	482.00	482.00	1.00	1.00	482.00	482.00	516.00
PRT_003	04	ACD_054	Limpieza Y Empaque	K	2	2	PRT_003	Librero	0	1	PRT_003	J	J	485.00	1.00	1.00	485.00	485.00	1.00	1.00	485.00	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:	PRODUC.	DESCRIPCION	
RAMA:	RM	IDENTIF.: ID	NIVEL: NIV
ACTIVIDAD:	CL_ACT	ACTIVIDAD	
INSUMO:	CL_INSU.	INSUMO	

Datos de Control :	Costos :		
EST.ACT.:	E_AC	PIEZA N.:	\$ CO_PZA_N
EST.ANT.:	E_AN	PIEZA EX.:	\$ CO_PZA_X
CANT.MED.:	CAN_MED	PRC. UN. N.:	\$ CO_UND_N
MULTIPL.:	MULT	PRC. UN. EX.:	\$ CO_UND_X

PROD. SAL.:	COMP_SA	DESCRIPCION
-------------	---------	-------------

Controles :

Siguiente

Anterior

Listado

Alta

Modificar

Grabar

Cancelar

Baja

Salir

RESUMENES ...
Menu Reportes ...

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).

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

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.

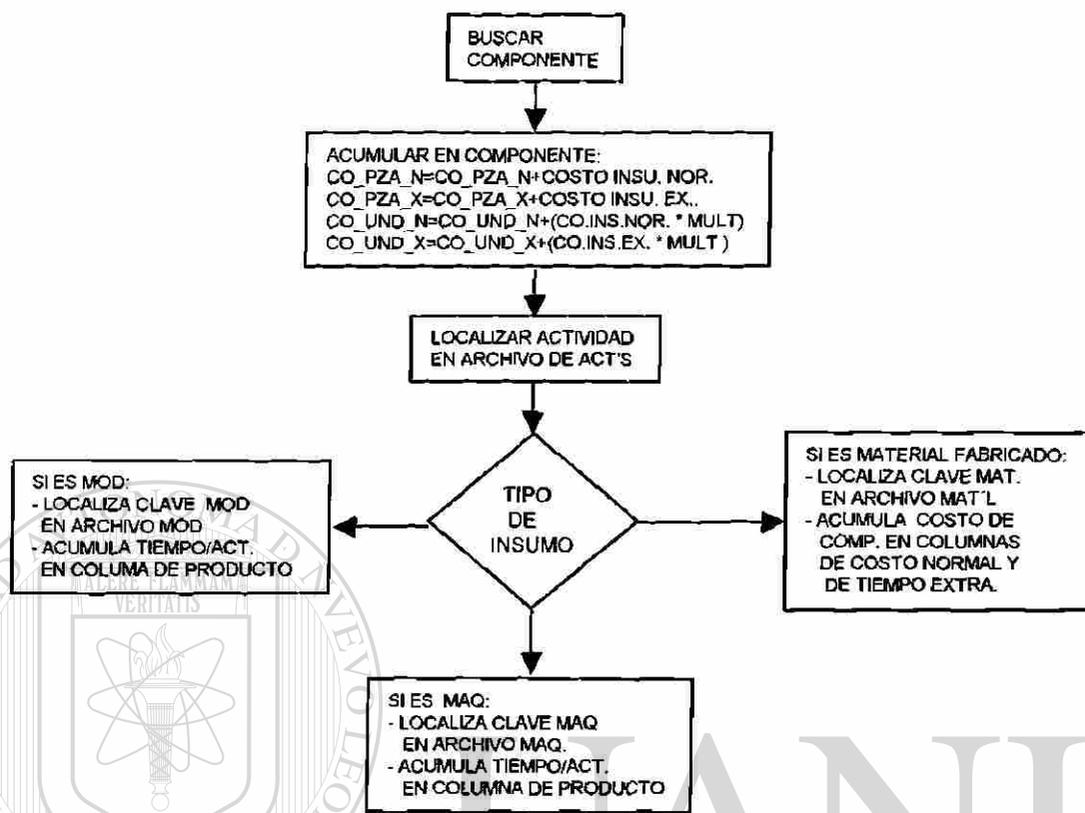


Figura 5.20.- Diagrama de flujo para completar datos de Costos Variables de Producto

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 esos 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.

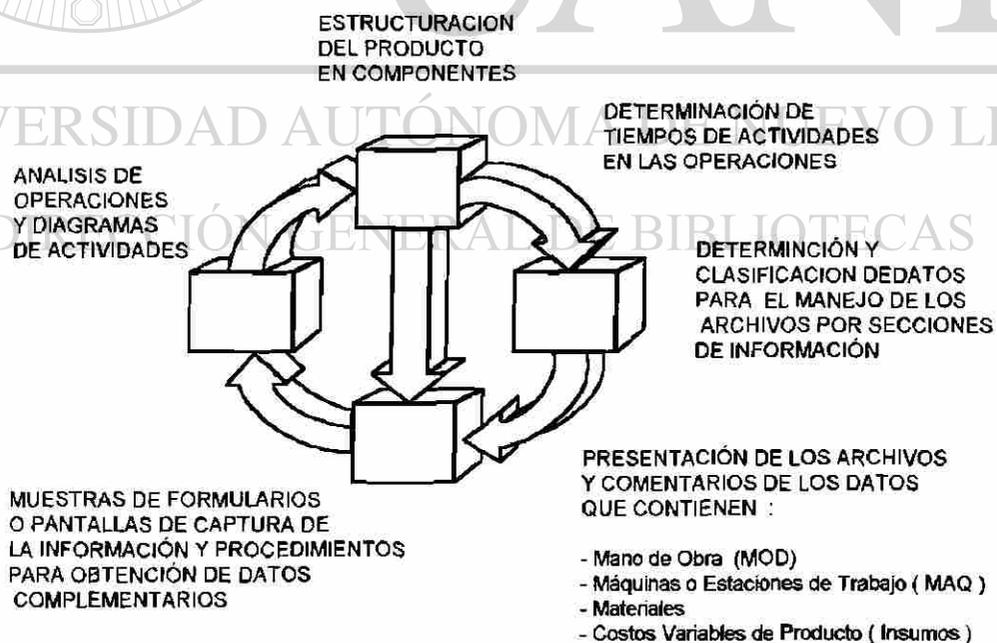


Figura 5.21 .- Etapas en el Análisis para obtención de los Datos Iniciales del Sistema .

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 .

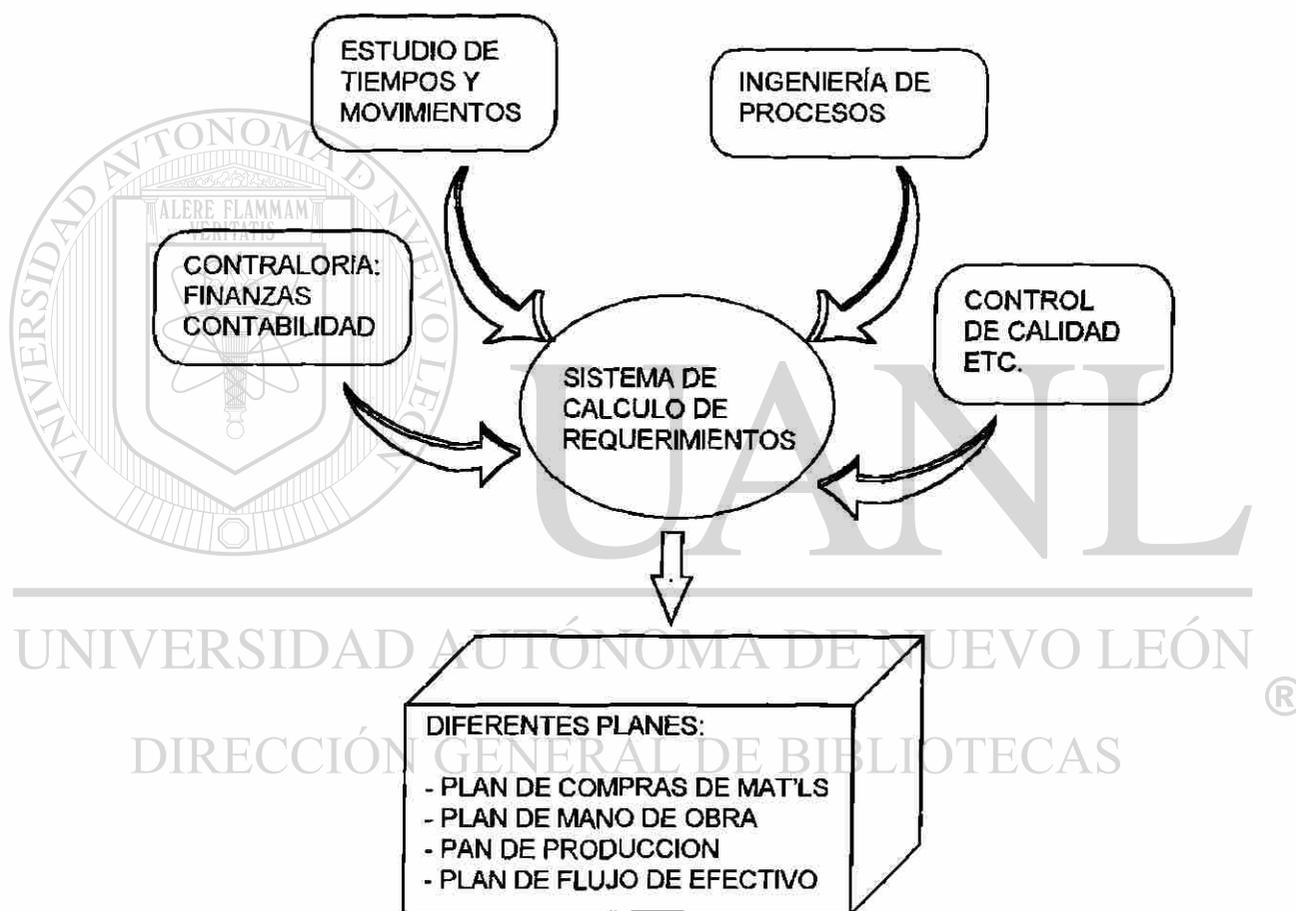


Figura 5.22.- Resultados de Estudios que usa el Sistema como Punto de Partida.

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.

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 .

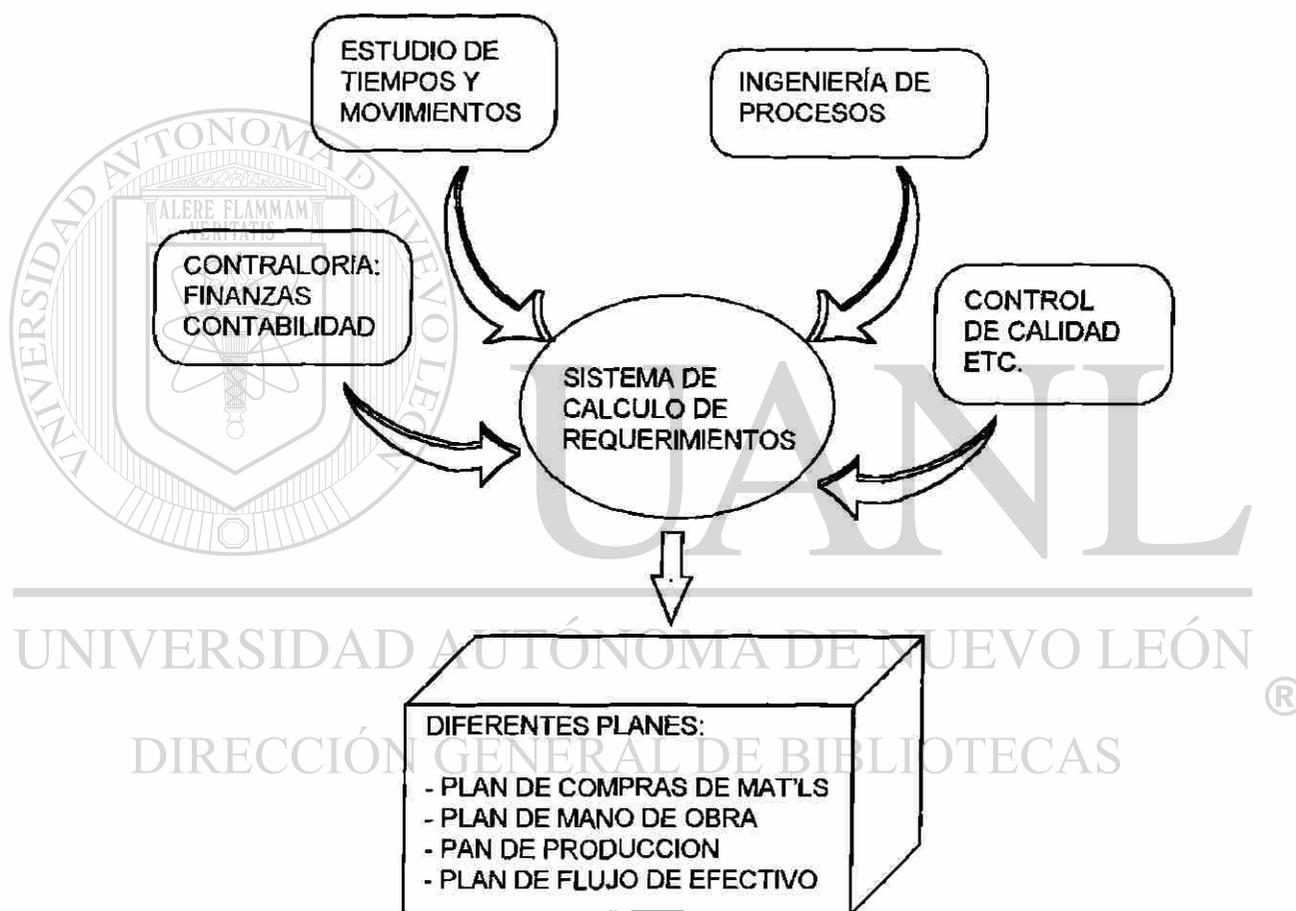


Figura 5.22.- Resultados de Estudios que usa el Sistema como Punto de Partida.

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.

Capítulo 6.- Procedimientos de Cálculo de los Requerimientos de la Producción

6.1.- Introducción

Este capítulo es el punto central del presente trabajo. En ésta sección vamos a comentar, antes de ver cada procedimiento, el diagrama general del proceso de cálculo de requerimientos para que sirva como un mapa de ubicación. En la fig. 6.1 se muestra el diagrama:

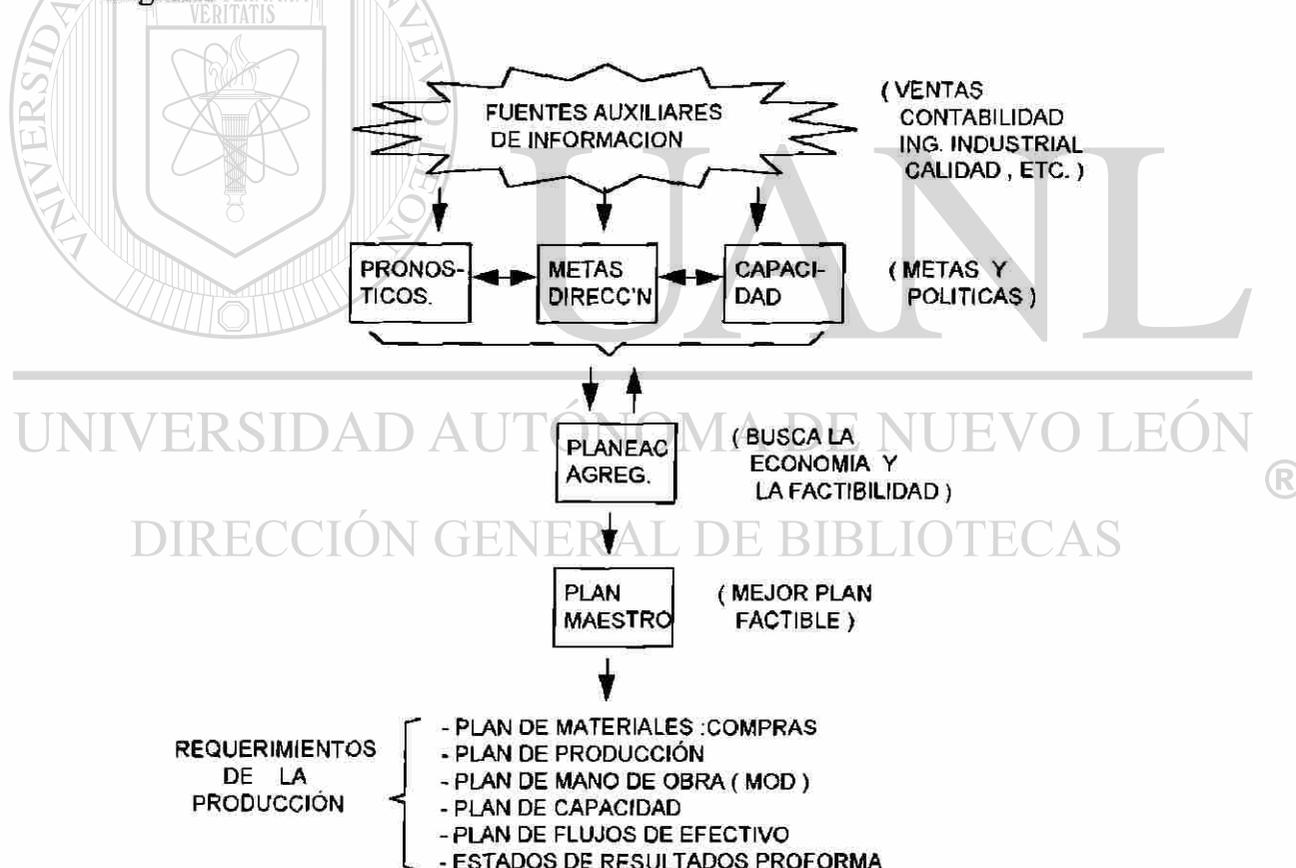


Figura 6.1 .- Proceso Genérico del Cálculo de Requerimientos de la Producción .

La figura anterior nos dice qué resultados vamos a obtener en el presente capítulo.

Todos los planes o presupuestos resultantes son los que normalmente necesita una empresa para organizar sus operaciones. Podrían ser más planes ó menos, según la complejidad de la compañía. Pero si es necesario agregar otros planes, se pueden idear procedimientos para obtenerlos. En el presente trabajo, sólo se obtendrán los indicados.

Al analizar la figura, podemos listar los puntos que tocaremos para la obtención de los planes que buscamos:

1.- Obtener datos históricos de ventas y tener medios de analizar sus patrones de comportamiento, para seleccionar un modelo adecuado para pronosticar la demanda futura en los periodos que consideremos necesario. En éste trabajo, se consideran 12 periodos mensuales (1 año) como horizonte de planeación. Aunque se pueden variar, según el plazo que necesitemos, con sólo hacer los ajustes correspondientes.

2.- Tomar un modelo de Planeación Agregada (mientras más avanzado e integrado esté, mejor) para hacer estimaciones de Capacidad, Costos, Resultados, etc., usando varias políticas de Operación; como: contrataciones y despidos de personal en cada periodo, ó mano de obra fija, con tiempo extra ó sin él, subcontratando o nó, con metas de porcentaje de satisfacción de demanda, etc. Todas éstas políticas se plasman en el modelo por medio de las restricciones. Este modelo involucra Metas y Políticas de la Empresa, Pronósticos de demanda, y Límites de la Dirección a la capacidad. Hay muchos modelos y enfoques para la Planeación Agregada, (Programación Lineal, Programación entera, Hoja sencilla electrónica de Cálculo, etc.). Aquí se usará la Programación Lineal.

3.- Al obtener el Plan más adecuado a los objetivos de la empresa, se adopta éste como el Plan Maestro de Producción (MPS) y de éste plan se derivan, con diferentes procedimientos sencillos, los Planes de Uso de Recursos que Deseamos.

Un comentario importante es que sólo se obtendrán los requerimientos, es decir, sólo se trata el aspecto de la planeación, pero es claro que ésto no lo es todo. Falta el proceso de Control de Operaciones y su continuo ajuste al Plan de Operaciones, pero ése tema se sale de los límites del presente trabajo.

6.2.- Obtención de Pronósticos de Ventas

Para seleccionar un modelo adecuado de pronósticos, debemos conocer el tipo de comportamiento de la serie de datos. Un modo muy formal de hacerlo es obteniendo el **correlograma** de los datos de la serie, para cada producto. El correlograma nos indica si la serie es estacionaria, si tiene tendencia, si es estacional, si presenta ciclos, ó si es una mezcla de lo anterior. Un correlograma se hace para un número 'n' de los periodos más recientes, y desde 1 hasta 'k' desfases. Se aplica la fórmula a los 'n' periodos para cada 'k' desfase y se grafica. Con tal procedimiento obtenemos la relación ó correlación de los periodos con respecto a la misma serie, pero corrida 'k' periodos hacia atrás. Al saber qué patrón de correlación tiene una serie, seleccionamos el modelo que maneje mejor tal patrón de datos. Se puede consultar el tema de los pronósticos en Hanke, John E. y Reitsch, Arthur G. [5]. Se puede disponer de una colección de modelos. Aquí usaremos los métodos de series de tiempo siguientes:

- a).- Método de Atenuación Exponencial Simple: para series estacionarias, que se mantienen en un valor promedio y sólo tienen variaciones al azar .
- b).- Modelo de Holt: para series que presentan una tendencia creciente o decreciente.
- c).- Modelo de Winter: para series que tienen tendencia y estacionalidad.

El proceso de la obtención de pronósticos se muestra en la figura 6.2 , en la siguiente hoja.

La fórmula para la obtención del correlograma es:

$$r_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (Y_t - \bar{Y})(Y_{t-k} - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})^2}$$

donde :

r_k = Coef. de Autocorrelación, desfasado. (k=1, k=2... k)

\bar{Y} = media de la serie

Y_t = Valor Hist. de Y, período t

Y_{t-k} = Valor Hist. Y, per. t-k.

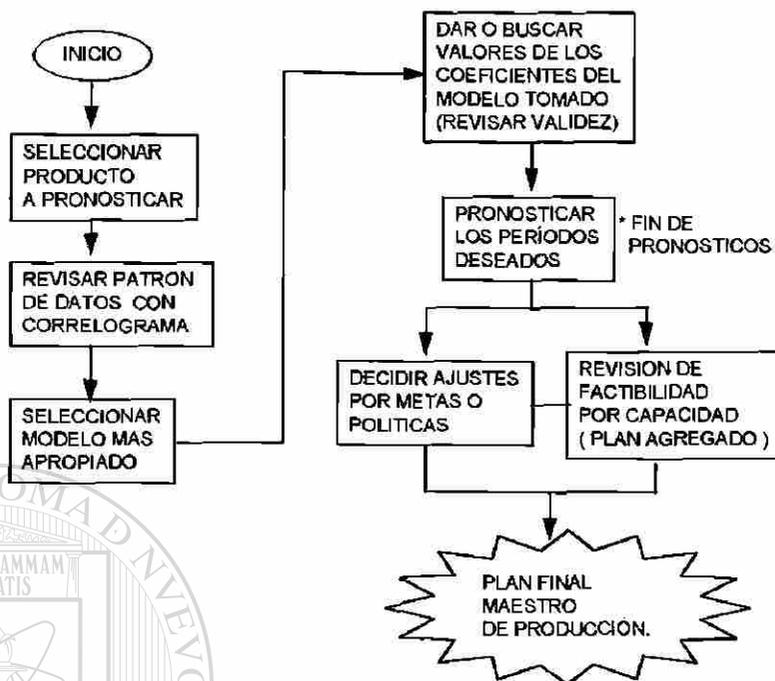


Figura 6.2.- Secuencia para obtención de Pronósticos en horizonte planeado.

La serie de datos de pedidos históricos para lo tres productos se muestra en la tabla 6.1, abajo:

Tabla 6.1.- Datos Históricos (1 - 36) y Pronósticos (37* - 48 *), en Meses.

PER	MESA	BANCO	LIBRERO	PER	MESA	BANCO	LIBRERO
1	122	105	50	25	144	88	57
2	114	86	147	26	157	110	183
3	111	99	125	27	151	88	180
4	108	104	117	28	156	121	126
5	123	113	85	29	150	94	95
6	132	100	40	30	156	101	55
7	110	95	52	31	158	113	62
8	120	100	173	32	156	86	198
9	115	103	136	33	158	95	130
10	126	115	116	34	174	101	133
11	117	107	85	35	164	103	100
12	114	95	10	36	168	103	35
13	110	92	61	37 *	170	101	79
14	116	109	182	38 *	172	101	187
15	114	116	110	39 *	174	101	133
16	122	103	116	40 *	176	101	115
17	116	104	85	41 *	178	101	90

18	120	96	50
19	128	106	52
20	141	118	167
21	139	94	128
22	150	81	120
23	152	106	90
24	153	107	32

42 *	179	101	53
43 *	181	101	80
44 *	183	101	188
45 *	185	101	135
46 *	187	101	117
47 *	189	101	91
48 *	191	101	54

Datos Históricos
Mesa Banco Librero

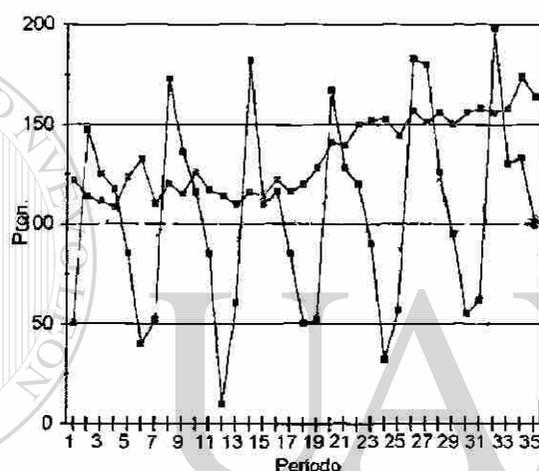


Figura 6.3 .- Gráfica de los datos Históricos de Pedidos

Es buena costumbre registrar no sólo las ventas, sino también los pedidos que no se aceptaron, porque nos da una vista de la verdadera demanda. En la tabla se muestran las demandas de los últimos 36 meses y, de una vez, los pronósticos resultantes para los próximos 12 periodos, que se pueden tomar como meses. Se supone que nos encontramos en el final del periodo 36 . Las gráficas de las series se ven en la figura 6.3 , atrás .

Como estamos por pronosticar, debemos obtener el correlograma de los datos para determinar su patrón de comportamiento. El correlograma se da en la tabla 6.2, adelante . Sus gráficas en la figura 6.4 , adelante.

La tabla muestra los periodos, los limites estadísticos de cero significativo, y los valores de autocorrelación (r_k) para los tres artículos. El cero estadístico se obtiene al darle

un nivel de significancia de 0.05 % (confianza de 95 %, $z= 1.96$) a la distribución 'normal' de los coeficientes alrededor del cero numérico. Ya que se ha demostrado que éstos tienen distribución normal con desviación estándar $1/\sqrt{n}$; (\sqrt{n} = raíz cuad.). Si seleccionamos $n=30$ y $k=18$ (correlograma sobre los últimos 30 períodos, y desfases hasta $k=18$), tenemos $\text{cero estadístico} = 0 \pm z (1/\sqrt{n}) = \pm 1.96 (1/\sqrt{30}) = 0.357$, para una hipótesis de $H_0, r_k=0$; $H_1, r_k > 0$.

Tabla 6.2.- Correlograma de datos históricos de pedidos.

DESF	Lim. Inf.	Lim. Sup.	Rk_MSA	Rk_BCO	Rk_LIB
1	-0,358	0,358	0,8	-0,362	0,187
2	-0,358	0,358	0,723	-0,129	-0,393
3	-0,358	0,358	0,599	0,07	-0,514
4	-0,358	0,358	0,542	-0,112	-0,395
5	-0,358	0,358	0,451	0,129	0,272
6	-0,358	0,358	0,412	-0,23	0,764
7	-0,358	0,358	0,29	0,03	0,108
8	-0,358	0,358	0,257	0,183	-0,344
9	-0,358	0,358	0,147	-0,179	-0,379
10	-0,358	0,358	0,108	0,067	-0,266
11	-0,358	0,358	0,017	0,197	0,236
12	-0,358	0,358	-0,05	-0,063	0,582
13	-0,358	0,358	-0,121	-0,099	-0,011
14	-0,358	0,358	-0,178	-0,04	-0,223
15	-0,358	0,358	-0,3	0,009	-0,272
16	-0,358	0,358	-0,281	0,021	-0,19
17	-0,358	0,358	-0,311	0,006	0,229
18	-0,358	0,358	-0,337	0	0,348

Al observar el patrón de la Mesa (fig. 6.4), vemos que muestra una clara

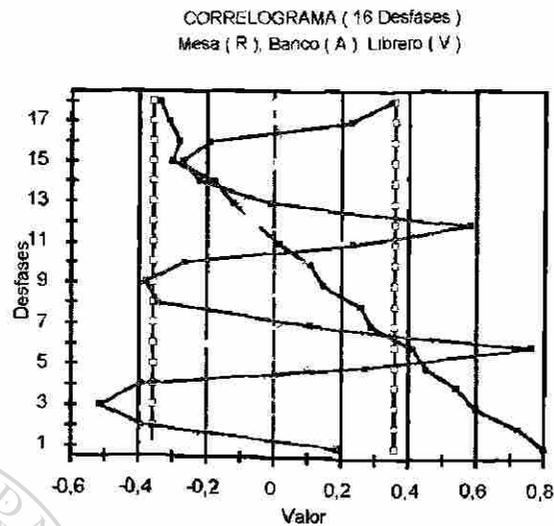


Figura 6.4 .- Correlograma de datos de los Productos .

correlación (r_k cerca de 1) con sus valores del periodo anterior (rojo), y la sigue mostrando para los periodos anteriores (desfases) pero en menor grado cada vez. Esto sugiere una clara tendencia creciente en la serie, por tanto se usará el Modelo de Holt para pronosticar la demanda de la Mesa. En lo referente al Banco (verde), vemos que los coeficientes no suben más allá de los límites inferior y superior (rango del cero estadístico), además de repartirse al azar por un lado y otro. Este comportamiento obedece a una serie estacionaria, sin tendencia y sin ciclos. Se usará el Modelo de Atenuación Exponencial Simple para pronosticar la demanda del Banco. El estudio del correlograma del Libroero muestra valores arriba de los límites sólo en algunos desfases alternados (azul), lo que se ve como un comportamiento estacional (cada seis periodos, tal vez por los semestres escolares) y si acaso, una ligera tendencia por tener los coeficientes un patrón que se 'cierra' ligeramente al avanzar los desfases. Con ésto, se elige el Modelo de Winter para pronosticar la demanda del Libroero.

Los Parámetros de los modelos se muestran enseguida:

	Mesa	Banco	Librero
Aten.Exp.Simple		alfa=0.1	
Modelo de Holt	alfa=0.6,beta=0.1		
Modelo de Winter			alfa=25, beta=0.1, gama=0.1

Los coeficientes anteriores se seleccionaron en base a una rutina de optimización, la cual tienen los paquetes de pronósticos. En el presente trabajo se elaboraron rutinas en Fox-Pro para los cálculos realizados. El código de las rutinas se encuentra en el Anexo 'A' al final del libro.

Los pronósticos resultantes se habían mostrado en la tabla 6.1, y en la figura 6.5 se muestra la gráfica de los pronósticos agregados a los datos históricos para fines de comparación.

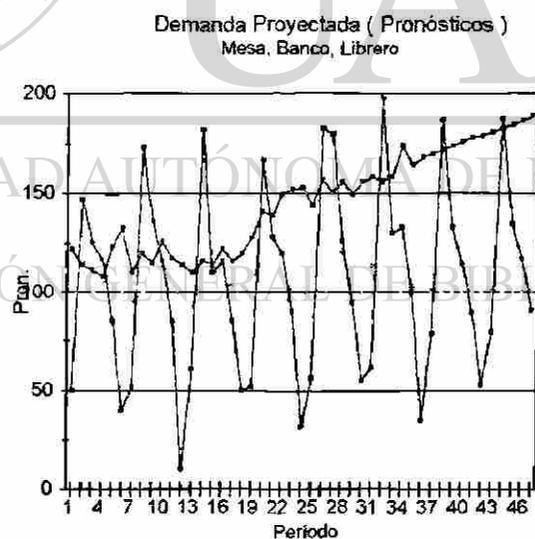


Figura 6.5 .- Pronósticos para los periodos 37-48.

Habiendo obtenido los pronósticos, sigue un proceso de interacción con la Dirección para aumentarlos ó disminuirlos según las metas de ventas. Además se interactúa con un modelo de planeación agregada con fin de lograr un compromiso entre metas, capacidad y

políticas, para determinar el nivel factible más económico para cumplir los pronósticos y metas. Aquí podrían variar los pronósticos también.

La planeación agregada se vará en la siguiente sección. Aquí, dejamos los pronósticos como están y se resumen en la tabla 6.3:

Tabla 6.3.- Resumen de Demandas Pronosticadas (próx. 12 periodos)

Período	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Mesa	170	172	174	176	178	179	181	183	185	187	189	191
Banco	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101
Librero	79	187	133	115	90	53	80	188	135	117	91	54

La Figura 6.6 muestra el flujo de las operaciones para elaborar los pronósticos. Vea que los valores obtenidos deben ser satisfactorios para el pronosticador ó para el grupo de decisión. También se debe estar checando el valor del error que va resultando al obtener los valores reales de cada periodo, con el fin de que no salga de ciertos limites que se pueden obtener estadísticamente con la distribución normal del error de pronóstico. (Valor Real - Valor Pronosticado). Si se pasa el límite, se buscan nuevos valores de los coeficientes (alfa, beta, gama) y se pronostica de nuevo hasta que estemos satisfechos con los pronósticos.

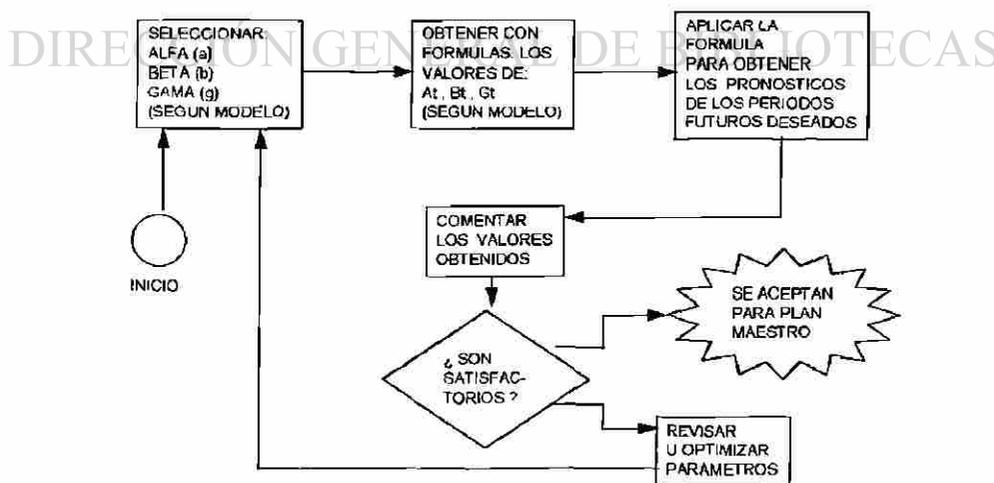


Figura 6.6.- Diagrama de Flujo para Pronosticar

Las fórmulas usadas en cada modelo son:

1.- Atenuación Exp. Simple: $Y_{p,t+1} = a*Y_{r,t} + (1-a)* Y_t$

2.- Modelo de Holt:

$$A_t = a*Y_t + (1-a)*(A_{t-1} + T_{t-1}) \quad ; \text{ por la parte atenuada exponencial}$$

$$T_t = B*(A_t - A_{t-1}) + (1-B)*T_{t-1} \quad ; \text{ estimación de la tendencia}$$

$$Y_{p,t+p} = A_t + p*T_t \quad ; \text{ Pronóstico del período 'p' hacia adelante}$$

3.- Modelo de Winter:

$$A_t = a*\frac{Y_t}{S_{t-L}} + (1-a)*(A_{t-1} + T_{t-1}) \quad ; \text{ Parte atenuada exponencial}$$

$$T_t = B*(A_t - A_{t-1}) + (1-B)*T_{t-1} \quad ; \text{ Parte de la tendencia estimada}$$

$$S_t = G*\frac{Y_t}{A_t} + (1-G)*S_{t-L} \quad ; \text{ Parte de la estacionalidad estimada}$$

$$Y_{p,t+p} = (A_t + p*T_t)*S_{t-L+p} \quad ; \text{ Pronóstico para 'p' periodos adelante}$$

donde:

A_t = nuevo valor atenuado

a = alfa, constante de atenuación ($0 < a < 1$)

Y_t = nueva observación, valor real resultante al fin de periodo t

B = constante de atenuación de la tendencia estimada actual ($0 < B < 1$)

T_t = estimación de la tendencia momentánea actual

G = constante de atenuación de la estacionalidad actual ($0 < G < 1$)

S_t = estimación de la estacionaliad momentánea actual

p = período futuro a estimar, 'p' periodos adelante

L = longitud del patrón estacional , en periodos

Y_{t+p} = pronóstico de p periodos a futuro

$Y_{p,t+p}$ = valor pronosticado (con subíndice 'p')

6.3.- Planeación Agregada: Búsqueda de Niveles y Economía para los Planes de Requerimientos

Hasta ahora, tenemos los archivos de Costos variables de producto, de Actividades y sus tiempos y, recientemente, los Pronósticos. Ya tenemos información para sacar los presupuestos ó planes de recursos. Pero debemos saber primero si tenemos la capacidad suficiente e MOD y Máquinas para fabricar lo que pronosticamos o si necesitamos más (ó menos). Si necesitamos más, ¿Qué tanta más?, ¿Cómo fabricar de manera más económica?, ¿Cuánto fabricar en cada período y cuánto almacenar para los siguientes?

Todas las preguntas anteriores y otras se pueden contestar con la Planeación Agregada, usando un Modelo Matemático que nos permita definir escenarios con diferentes restricciones y políticas para acotar los niveles de producción y capacidad más económicos. El proceso es repetitivo, cambiando metas y restricciones hasta dar con una combinación factible que satisfaga a todos. Claro, ésto sólo es el inicio, falta el control y ajuste a los planes a medida que se cumplen los períodos, para mantener siempre un control sobre las operaciones, sabiendo hacia dónde tenemos que llegar (metas).

El modelo matemático que usaremos será el de la **Programación Lineal**, el cual ofrece mucha flexibilidad para interactuar con él en las diferentes iteraciones. Se puede repasar el tema de la Programación Lineal en Lieberman, [9].

Como sabemos, se trata de Maximizar ó Minimizar alguna función de Utilidades ó Costos, con diferentes variables de decisión, que afectan el valor de ésta función. Sujetándonos a una serie de restricciones y políticas de restricciones que mantienen dentro de un rango, que nosotros damos, a las variables, de tal manera que la solución es una combinación de los valores de cada variable, que optimizan el resultado que queremos para la función, en nuestro caso; La optimización de los Recursos de la Producción. Las restricciones que se tienen son las de los diferentes recursos de que disponemos para fabricar, una lista de las que usaremos es la siguiente:

- a).- Restricción de Horas disponibles de Mano de Obra , en cada período. Se usarán los valores unitarios en horas que cada puesto se lleva en el producto. En horas normales

y en horas extras.

- b).- Restricción de Horas disponibles de cada Máquina ó Estación de Trabajo. Semejante al anterior.
- c).- Uso de Subcontratación, si es necesaria.
- d).- Políticas de Contratación y Despidos de MOD y sus Costos.
- e).- Restricciones de Balances de Inventarios.

Se pueden agregar otras restricciones, tales como flujos de efectivo, porcentajes de demanda mínimos satisfechos, de espacio físico, etc., según se considere relevante para el estudio. Aquí no se agregarán. (Ver limitaciones más abajo, en negritas).

Mientras más desglosada se encuentre la función a usar, y sus restricciones, más rápido y fácil llegaremos a valores factibles, por tomar en cuenta todas las variables de decisión que afectan al sistema de producción. Desgraciadamente, para éste trabajo no se dispone de un paquete profesional de Programación Lineal. Además, por estar tan desglosado el problema, crece exponencialmente el número de restricciones y variables, y no hay manera de tratar todas las variables en el modelo que se usará, ya que está limitado en su capacidad por ser una versión estudiantil (se trata del QSB). Por tanto, como solución a tal limitación: **de aquí en adelante, se limitará el estudio a los periodos 37,38,39,40,41 y 42.**

Es decir; solamente se harán los planes sobre los seis periodos que siguen al número 36, que es el que se considera como período presente. Si se quiere usar el modelo para más periodos, se debe disponer de un paquete profesional con más capacidad. Ver las Tablas 6.2 y 6.3 de la sección anterior de Pronósticos para repasar los resultados de los primeros seis periodos pronosticados.

6.3.1.- El Modelo de Programación Lineal (LP) Usado

El modelo tiene como variables de decisión en la Función las siguientes:

- 1.- La producción de tiempo normal de cada producto, en cada período, Pit.
- 2.- La producción de tiempo extra de cada producto, en cada período, Oit. (de Overtime)

- 3.- La Subcontratación de Productos completos, de cada producto, cada período, Sit.
 4.- Las Horas normales x período, MONt
 5.- Las Horas extras x período, MOXt
 6.- Los niveles de Inventarios de cada producto, en cada período, lit.

Las restricciones ya se mencionaron atrás , el modelo resultante es el siguiente :

Minimizar Función de Costos :

- a).- Costos de producir unitarios (costo\$,Producción normal (P) ó extra [O= overtime], #Producto,#período):

$$564P11+ 93P21+ 485P31+ 564P12+ 93P22+ 485P32+ 564P13+ 93P23+ 485P33+ \\
 564P14+ 93P24+ 485P34+ 564P15+ 93P25+ 485P35+ 564P16+ 93P26+ 485P36+ \\
 590O11+117O21+ 522O31+ 590O12+117O22+ 522O32+ 590O13+117O23+ 522O33+ \\
 590O14+117O24+ 522O34+ 590O15+117O25+ 522O35+ 590O16+117O26+ 522O36+ \\
 680S11+102S21+ 650S31+ 680S12+102S22+ 650S32+ 680S13+102S23+ 650S33+ \\
 680S14+102S24+ 650S34+ 680S15+102S25+ 650S35+ 680S16+102S26+ 650S36+$$

- b).- Costo de hrs. normales (MON) y extras (MOX). Sumar costo/hr.de todos los puestos p/c/período. (Costo, Horas normales o extras, per.)

$$335MON1+ 335MON2+ 335MON3+ 335MON4+ 335MON5+ 335MON6+$$

$$670MOX1+ 670MOX2+ 670MOX3+ 670MOX4+ 670MOX5+ 670MOX6+$$

- c).- Costo de llevar inventario (Costo,Un. en Inventario (I), # producto, # período)

$$18I11+ 8I21+ 23I31+ 18I12+ 8I22+ 23I32+ 18I13+ 8I23+ 23I33+ 18I14+ 8I24+ 23I34+ \\
 18I15+ 8I25+ 23I35+ 18I16+ 8I26+ 23I36$$

Sujeta a las restricciones :

(Al escribir el modelo, dejar variables a la izquierda del signo, se escribieron de la manera actual para mejor descripción de las relaciones)

- a).- Balance de inventarios y demanda :

$$I11 = \text{Inv. Inic.1} + P11 + O11 + S11 - (\text{Pron. Dem. prod. 1, per. 1})$$

$$I21 = \text{Inv. Inic.2} + P21 + O21 + S21 - (\text{Pron. Dem. prod. 2, per. 1})$$

$$I31 = \text{Inv. Inic.3} + P31 + O31 + S31 - (\text{Pron. Dem. prod. 3, per. 1})$$

$$I12 = I11 + P12 + O12 + S12 - (\text{Pron. Dem. prod. 1, per. 2})$$

$$I22 = I21 + P22 + O22 + S22 - (\text{Pron. Dem. prod. 2, per. 2})$$

$$I32 = I31 + P32 + O32 + S32 - (\text{Pron. Dem. prod. 3, per. 2})$$

$$I13 = I12 + P13 + O13 + S13 - (\text{Pron. Dem. prod. 1, per. 3})$$

$$I23 = I22 + P23 + O23 + S23 - (\text{Pron. Dem. prod. 2, per. 3})$$

$$I33 = I32 + P33 + O33 + S33 - (\text{Pron. Dem. prod. 3, per. 3})$$

$$I14 = I13 + P14 + O14 + S14 - (\text{Pron. Dem. prod. 1, per. 4})$$

$$I24 = I23 + P24 + O24 + S24 - (\text{Pron. Dem. prod. 2, per. 4})$$

$$I34 = I33 + P34 + O34 + S34 - (\text{Pron. Dem. prod. 3, per. 4})$$

$$I15 = I14 + P15 + O15 + S15 - (\text{Pron. Dem. prod. 1, per. 5})$$

$$I25 = I24 + P25 + O25 + S25 - (\text{Pron. Dem. prod. 2, per. 5})$$

$$I35 = I34 + P35 + O35 + S35 - (\text{Pron. Dem. prod. 3, per. 5})$$

$$I16 = I15 + P16 + O16 + S16 - (\text{Pron. Dem. prod. 1, per. 6})$$

$$I26 = I25 + P26 + O26 + S26 - (\text{Pron. Dem. prod. 2, per. 6})$$

$$I36 = I35 + P36 + O36 + S36 - (\text{Pron. Dem. prod. 3, per. 6})$$

b).- Capacidad horas normales disponibles en el periodo. Minutos del 'cuello de botella'

(ver tabla de MOD) entre 60 min/hr.

$$0.383P11 + 0.400P21 + 0.700P31 \leq \text{MON1}$$

$$0.383P12 + 0.400P22 + 0.700P32 \leq \text{MON2}$$

$$0.383P13 + 0.400P23 + 0.700P33 \leq \text{MON3}$$

$$0.383P14 + 0.400P24 + 0.700P34 \leq \text{MON4}$$

$$0.383P15 + 0.400P25 + 0.700P35 \leq \text{MON5}$$

$$0.383P16 + 0.400P26 + 0.700P36 \leq \text{MON6}$$

c).- Capacidad horas extras disponibles en el periodo. Minutos del 'cuello de botella'

(ver tabla de MOD) entre 60 min/hr.

$$0.383O11 + 0.400O21 + 0.700O31 \leq \text{MOX1}$$

$$0.383O12 + 0.400O22 + 0.700O32 \leq \text{MOX2}$$

$$0.383O13 + 0.400O23 + 0.700O33 \leq \text{MOX3}$$

$$0.383O14 + 0.400O24 + 0.700O34 \leq \text{MOX4}$$

$$0.383015 + 0.400025 + 0.700035 \leq \text{MOX5}$$

$$0.383016 + 0.400026 + 0.700036 \leq \text{MOX6}$$

d).- Restricciones para la disponibilidad real de horas normales y extras de MOD

Se pusieron ≥ 0 para estimar el nivel necesario para la producción, pero se pueden poner \leq al valor de hrs. disponibles en c/u., si ya se establecieron.

Hrs. disponibles normales, período 1 - MON1 ≥ 0

Hrs. disponibles normales, período 2 - MON2 ≥ 0

Hrs. disponibles normales, período 3 - MON3 ≥ 0

Hrs. disponibles normales, período 4 - MON4 ≥ 0

Hrs. disponibles normales, período 5 - MON5 ≥ 0

Hrs. disponibles normales, período 6 - MON6 ≥ 0

Hrs. disponibles extras, período 1 - MOX1 ≥ 0

Hrs. disponibles extras, período 2 - MOX2 ≥ 0

Hrs. disponibles extras, período 3 - MOX3 ≥ 0

Hrs. disponibles extras, período 4 - MOX4 ≥ 0

Hrs. disponibles extras, período 5 - MOX5 ≥ 0

Hrs. disponibles extras, período 6 - MOX6 ≥ 0

Se pueden hacer estudios de ¿Qué pasa si...? para ver el comportamiento de los diferentes escenarios y condiciones (inflación, devaluación, crisis, etc.) ó para mostrarle a la dirección lo que puede pasar en ciertos casos. Al final se dejan los valores considerados como más realistas y se soluciona el problema. **De éste resultado sale el Plan Maestro de Producción (después de ajustar a netos, ver sección 6.4), de Capacidad, de MOD, de Materiales, etc. , se verán en éste capítulo.**

Para escribir el problema, se necesita conocer los valores unitarios de las variables de decisión del modelo. A continuación se listan las diferentes variables y de dónde se puede obtener cada valor:

1.- Costo unitario de Producir en t. normal y extra, x Producto y x período.(Pit,Oit). Este costo se obtiene del Archivo de Materiales en las columnas o campos 'CO_PZA_N' y

'CO_PZA_X'. Este costo incluye Maquinaria, MOD, y Materiales, pero en el modelo se **debe sacar el costo de MOD**, porque se considera ésta aparte en el modelo.

2.- Costo unitario x Hora normal y extra de cada Puesto de MOD: (MONt,MOXt). Se obtiene de sumar los costos por hora normal y extra (separados) de cada puesto en el archivo de MOD. Puesto que se paga por horas al personal operativo y todos están contando al producir. Se puede manejar según cada caso. **La mejora en la utilización** de los puestos es tarea de la Ingeniería Industrial, pero esto está fuera de los límites del presente trabajo. Las Máquinas ya se consideran en el costo de Producir.

3.- Costo de tener unidades en inventario, x Producto y x periodo, (Iit). Se obtiene de Contabilidad. Más adelante se muestra una tabla.

Las Restricciones pueden aumentarse, modificarse ó disminuirse según la conveniencia de cada caso.

6.3.2.- Tablas de Datos Operativos Unitarios Varios

Las Tablas con los resúmenes de Datos se muestran enseguida. Nótese que se establecieron condiciones inflacionarias. Ya que así como se pronostica la demanda, también se debe llevar un seguimiento del comportamiento de los Costos en el tiempo para estimar sus valores en el futuro y darle más exactitud a los Planes.

Tabla 6.4.- Dem,andas de los 6 periodos

Periodo	Demanda		
	Mesa	Banco	Librero
1	170	101	79
2	172	101	187
3	174	101	133
4	176	101	115
5	178	101	90
6	179	101	53

Tabla 6.5.- Costo Unit. de Prod. sin MOD

Periodo	(\$ t. normal y extra, iguales)		
	Mesa	Banco	Librero
1	538	69	448
2	538	69	448
3	565	72	470
4	565	72	470
5	593	76	494
6	593	76	494

Tabla 6.6.- Costo Unit. de Prod. Subcontratado

Periodo	Mesa	Banco	Librero
1	680	102	650
2	680	102	650
3	714	107	683
4	714	107	683
5	750	112	717
6	750	112	717

Tabla 6.7.- Costo de almacenar Inventario (lit)

Periodo	Mesa	Banco	Librero
1	18	8	23
2	18	8	23
3	19	8	24
4	19	8	24
5	20	9	25
6	20	9	25

Tabla 6.8.- Costo MOD/hr.
(Toda la Base de Trabajadores)

Periodo	MOD/hr.	
	Normal	Extra
1	335	670
2	335	670
3	352	704
4	352	704
5	369	738
6	369	738

Tabla 6.9.- Horas Disponibles
(Toda la Base de Trabajadores)

Periodo	Normal	Extra
1	180	40
2	180	40
3	136	34
4	180	40
5	180	40
6	172	34

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Tabla 6.10.- Tiempo de Ciclo en Minutos
(Velocidad de Producción, Unid./Hora)

Producto	Minutos	Un./Hora
1.-Mesa	23	2.6
2.- Banco	24	2.5
3.- Librero	42	1.43

Tabla 6.11.- Precios de Venta de Productos

Periodo	Mesa	Banco	Librero
1	780	105	750
2	780	105	750
3	819	110	788
4	819	110	788
5	860	116	827
6	860	116	827

Tabla 6.12.- Márgenes de Contribución

De Productos (Pr.vta. - C.V.)

Producc'n	Mesa	Banco	Librero
Normal	216	12	265
Extra	190	-12	228
Subcont.	100	3	100

Los datos de las tablas anteriores corresponden a los coeficientes del modelo de Programación Lineal mostrado anteriormente. Las últimas dos tablas no entran en el modelo.

Se pueden hacer diferentes ajustes con las restricciones y sus coeficientes para saber cómo cambian los resultados de costos. Por ejemplo: se pueden poner las restricciones de MOD a ' ≥ 0 ' para saber sus niveles necesarios. Luego de decidir qué niveles MOD usaremos para producir, los fijamos en las restricciones a ' \leq (valor)' para ver cómo responde el modelo sin pasar los niveles que le fijamos. Cuando tenemos un juego de valores de variables resultantes que se acerque a nuestras metas y políticas, lo tomamos como Plan Maestro de Producción. La solución del modelo de nuestro estudio se muestra en la tabla

6.13

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

6.3.3.- Solución al Modelo LP

En la siguiente tabla (6.13) se muestra la solución que se obtuvo al solucionar el Modelo LP con los valores de costos y las horas disponibles dadas por las tablas anteriores. Al proyectar resultados de operación brutos con los valores dados por la solución del modelo se obtiene el cuadro 6.14 más adelante. Los valores dados de producción se deben ajustar por existencias, pero eso se verá más adelante, aquí se quedan como están.

Tabla 6.13.- Solución del Modelo LP

Variable	Valor	Coefic.	Monto \$
P11	170	538	91460
P21	0	69	0
P31	79	448	35392
P12	346	538	186148
P22	0	69	0
P32	68	448	30464
P13	0	565	0
P23	0	72	0
P33	133	470	62510
P14	354	565	200010
P24	0	72	0
P34	1	470	470
P15	0	593	0
P25	0	76	0
P35	90	494	44460
P16	179	593	106147
P26	0	76	0
P36	53	494	26182
O11	0	538	0
O21	0	69	0
O31	0	448	0
O12	0	538	0
O22	0	69	0
O32	0	448	0
O13	0	565	0
O23	0	72	0
O33	0	470	0
O14	0	565	0
O24	0	72	0
O34	0	470	0
O15	0	593	0
O25	0	73	0
O35	0	494	0
O16	0	593	0
O26	0	76	0
O36	0	494	0
S11	0	680	0
S21	101	102	10302
S31	0	650	0
S12	0	680	0
S22	101	102	10302
S32	119	650	77350
S13	0	714	0
S23	101	107	10807
S33	0	683	0
S14	0	714	0
S24	101	107	10807
S34	114	683	77862
S15	0	750	0

S25	101	112	11312
S35	0	717	0
S16	0	750	0
S26	101	112	11312
S36	0	717	0
MON1	120	260	31200
MON2	180	260	46800
MON3	93	273	25389
MON4	136	273	37128
MON5	63	287	18081
MON6	106	287	30422
MOX1	0	520	0
MOX2	0	520	0
MOX3	0	546	0
MOX4	0	546	0
MOX5	0	574	0
MOX6	0	574	0
I11	0	18	0
I21	0	8	0
I31	0	23	0
I12	174	18	3132
I22	0	8	0
I32	0	23	0
I13	0	19	0
I23	0	8	0
I33	0	24	0
I14	178	19	3382
I24	0	8	0
I34	0	24	0
I15	0	20	0
I25	0	9	0
I35	0	25	0
I16	0	20	0
I26	0	9	0
I36	0	25	0
Total \$			1198831

Tabla 6.14.- Cuadro de Resultados Proyectados con la Solución al modelo LP.

	Periodo 1		Periodo 2		Periodo 3		Periodo 4		Periodo 5		Periodo 6		Total \$
	Unid	Valor \$											
Ventas													
Demanda de Mesa	170	132,600	172	134,160	174	142,508	178	144,144	178	153,080	179	156,940	860,430
Demanda de Banco	101	10,805	105	11,110	101	11,110	101	11,110	101	11,718	101	11,718	66,862
Demanda de Libro	79	58,250	187	140,250	433	334,804	115	90,620	80	74,430	53	43,631	513,185
Suma Ventas		202,456		285,015		259,420		245,874		236,226		209,487	1,443,477
Costos													
Costos Unitarios													
Prod normal (P1t)	170	538	346	186,148	0	0	354	565	0	0	179	593	583,765
Prod extra (O1t)	0	538	0	0	0	0	0	565	0	0	0	593	0
Prod Subcost (S1t)	0	680	0	0	0	0	0	714	0	0	0	750	0
Total C U Mesa (1)		81,460		186,148		0		200,010		0		750	583,765
Prod extra (O2t)	0	69	0	0	0	0	0	72	0	0	0	76	0
Prod normal (P2t)	0	69	0	0	0	0	0	72	0	0	0	76	0
Prod Subcost (S2t)	101	102	101	10,302	101	10,807	101	10,807	101	11,312	101	11,312	64,642
Total C U Banco (2)		10,302		10,302		10,807		10,807		11,312		11,312	64,642
Prod extra (O3t)	79	448	68	30,464	0	0	1	470	0	44,480	53	494	169,478
Prod normal (P3t)	0	448	0	0	0	0	0	470	0	0	0	494	0
Prod Subcost (S3t)	0	650	119	77,350	0	0	114	683	0	0	0	717	155,212
Total C U Libro (3)		35,392		107,814		82,510		76,332		44,480		717	26,182
Suma Costos Unit		137,154		364,264		73,317		288,149		55,772		143,641	1,003,287
Mano de Obra (His)													
Normal Prod 1	85.11	260	132.52	34,465	0	0	135.58	273	0	0	88.56	287	108,073
Normal Prod 2	0	260	0	0	0	0	0	273	0	0	0	287	0
Normal Prod 3	55.30	260	47.60	12,378	89.10	26,418	0.70	191	63.00	18,081	0.00	287	10,646
Suma MOM (norm)	120.41	31,307	180.12	46,831	89.10	25,418	136.28	37,205	63.00	18,081	105.66	287	30,324
Extra Prod 1	0	520	0	0	0	0	0	546	0	0	0	574	189,169
Extra Prod 2	0	520	0	0	0	0	0	546	0	0	0	574	0
Extra Prod 3	0	520	0	0	0	0	0	546	0	0	0	574	0
Suma MOM (extra)	0	520	0	0	0	0	0	546	0	0	0	574	0
Suma Total MOM	120.41	31,307	180.12	46,831	89.10	25,418	136.28	37,205	63.00	18,081	105.66	287	30,324
Costo inventarios													
Inventario final (1t)	0	18	0	3,132	0	0	18	19	0	0	0	20	0
Inventario final (2t)	0	8	0	0	0	0	8	8	0	0	0	9	0
Inventario final (3t)	0	23	0	0	0	0	24	24	0	0	0	26	0
Suma Costos Inv		0		3,132		0		3,382		0		26	0
Suma Costos Totales		165,461		354,227		88,793		329,736		73,653		173,665	1,193,174
Utilidad													
Utilidad Mesa (1)		24,211		88,575		142,506		66,262		153,080		28,117	162,078
Utilidad Banco (2)		303		303		303		303		404		404	2,020
Utilidad Libro (3)		9,480		20,060		16,876		12,087		11,989		7,001	77,405
Utilidad Bruta		33,994		88,212		169,687		89,682		185,373		35,522	241,503

En la Tabla 6.14 se muestran los Resultados proyectados con los valores del modelo usado en la Planeación Agregada que, mediante diferentes compromisos entre metas y capacidad, se adoptó como Plan Maestro de Producción. Veamos ahora el extracto de los datos concernientes a dicho plan.

6.4.- Plan Maestro de Producción

El Plan maestro de Producción (MPS) nos dice qué es lo que vamos a producir, cuándo y cómo (Hrs. normales, extras, subcontratos, etc.). La información se obtiene de la solución adoptada del modelo de programación lineal (Tabla 6.13), y se vacía en el formato de la tabla 6.15, al fin de la sección. El formato es un ejemplo, y se puede manejar en forma de hoja electrónica, manualmente, ó con algún lenguaje de programación de sistemas como el Fox-Pro, Visual Basic, Oracle, Power Builder, etc. Obviamente, si se elige un lenguaje, se hará todo el Sistema de Información con tal lenguaje, a menos que se desee tenerlo por partes con diferentes paquetes. Se muestra el formato por periodos completos, aunque se puede subdividir en subperiodos que representen; digamos, semanas o días. Dividiendo las cantidades de producción del periodo entre los subperiodos que queramos. Los conceptos corresponden a la información relativa a cada producto por separado. Claro que pueden preferirse otros formatos más en otras partes. A continuación se listan los conceptos del formato y se explica brevemente de dónde se obtiene la información para llenarlos:

(corresponden a cada artículo fabricado, por separado)

- 1.- Descripción del producto; Ejemplo: '1.- Mesa '.
- 2.- Pronóstico 't'; Pronóstico para el periodo 't'. Vienen de tabla 6.4.- Demandas.
- 3.- Pedidos en 't'; Pedidos hechos por clientes para el periodo 't'. Viene de ventas y nos ayuda a controlar la disponibilidad, junto a otros conceptos de más adelante.
- 4.- Pedidos Acumulados 't'; Es la suma de los pedidos del punto anterior (#3) más los pedidos no entregados en el periodo anterior.

Fórmula: Pedidos Acumulados 't' = Pedidos No Entreg. 't-1' + Pedidos en 't'

- 5.- Pedidos Entreg. 't'; pedidos entregados en el periodo. Viene de Control de Mat'l's.

6.- Pedidos No Entreg. 't'; Pedidos no entregados en el período y que debían entregarse. Se acumulan al siguiente período.

Fórmula: Pedidos No Entreg. 't' = Pedidos Acumulados 't' - Pedidos Entreg. 't-1'

7.- Inventario Planead. 't'; Inventario planeado para el final del período (No es el real).

Es el inventario planeado anterior más lo que se produce en período actual.

Fórmula: I't' = I't-1' + Suman Producc. 'x'

8.- Plan MPS 't'; Suma de las cantidades a producir (t. normal y t. extra) por Plan Maestro (variables 'P' y 'O' del modelo). Suma de los puntos #9 + #10, abajo.

9.- Producc. Normal (Px); Producción del período en t. normal del producto 'x'.

10.- Producc. Extra (Ox); Producción del período en t. extra del producto 'x'.

11.- Producc. Subc. (Sx); Subcontratación en el período del producto 'x'.

12.- Suman Producc. 'x'; Suma de todo lo producido y subcontratado en el período. Suma de los puntos #9 + #10 + #11.

13.- Disp. p/ Prom. (DPP); Disponible para promesa de venta. Es la parte de la producción planeada que no se ha comprometido todavía con algún cliente.

$DPP't' = DPP 't-1' + \#13'$

14.- Inventario Real; Inventario Real del producto. Sirve para comparar el inventario planeado y lo disponible para venta con respecto al plan. Viene de Almacén.

15.- Capac. Disponible; Capacidad libre en Hrs. de tiempos normal y extra para aumentar la producción. Está transformada a unidades de producto.

Capac. Disponible (en Unidades) = Hrs. Libres en Per. / Tpo.unit. de fab. Prod 'x'

Las hrs. libres vienen del formato del Plan de Capacidad (sig. sección) y el tiempo unitario de fabricación del producto está en la tabla 6.10 .

La información sobre los pedidos y la capacidad disponible se usa para controlar las entregas a tiempo y para no prometer más de lo que se puede dar . Estos temas de manejo de situaciones se verán en el siguiente capítulo. Por lo pronto, ya tenemos el camino que nos dice lo que vamos a producir en cada período. Faltaría que se programe la producción a medida que se van llegando los períodos, pero tal tema no corresponde al del presente trabajo, ya que aquí tratamos la Planeación, no la Programación. Vea el Plan de Producción:

Tabla 6.15.- Plan Maestro de Producción (MPS)

Conceptos	Periodos(Meses)						Total
	1	2	3	4	5	6	
1 - Mesa Revistera:							
Pronóstico t	170	172	174	176	178	179	1,049
Pedidos en t							0
Pedidos Acum. t	0	0	0	0	0	0	
Pedidos Entreg. t							
Pedidos No Entreg.t	0	0	0	0	0	0	
Inventario Planead.t	0	174	0	178	0	0	
Plan MPS t (Mesa)	170	346	0	354	0	179	1,049
Producc. Norm.(P1t)	170	346	0	354	0	179	1,049
Producc. Extra (O1t)	0	0	0	0	0	0	0
Producc. Subc.(S1t)	0	0	0	0	0	0	0
Suman Producc. 1	170	346	0	354	0	179	1,049
Disp. p/Prom.(DPPt)	170	516	516	870	870	1,049	
Inventario Real t							
Capac. Disp. (Un. 1)	404	228	407	220	574	280	2,113
2.- Banco de Dibujo:							
Pronóstico t	101	101	101	101	101	101	606
Pedidos en t							0
Pedidos Acum. t	0	0	0	0	0	0	
Pedidos Entreg. t							
Pedidos No Entreg.t	0	0	0	0	0	0	
Inventario Planead.t	0	0	0	0	0	0	
Plan MPS t (Banco)	0	0	0	0	0	0	0
Producc. Norm.(P2t)	0	0	0	0	0	0	0
Producc. Extra (O2t)	0	0	0	0	0	0	0
Producc. Subc.(S2t)	101	101	101	101	101	101	606
Suman Producc. 2	101	101	101	101	101	101	606
Disp. p/Prom.(DPPt)	101	202	303	404	505	606	
Inventario Real t							
Capac. Disp. (Un. 2)	387	218	390	211	550	268	2,025
3.- Librero Estudiantil :							
Pronóstico t	79	187	133	115	90	53	657
Pedidos en t							0
Pedidos Acum. t	0	0	0	0	0	0	
Pedidos Entreg. t							
Pedidos No Entreg.t	0	0	0	0	0	0	
Inventario Planead.t	0	0	0	0	0	0	
Plan MPS t (Librero)	79	68	133	1	90	53	424
Producc. Norm.(P3t)	79	68	133	1	90	53	424
Producc. Extra (O3t)	0	0	0	0	0	0	0
Producc. Subc.(S3t)	0	119	0	114	0	0	233
Suman Producc. 3	79	187	133	115	90	53	657
Disp. p/Prom.(DPPt)	79	266	399	514	604	657	
Inventario Real t							
Capac. Disp. (Un. 3)	221	125	223	120	314	153	1,157

6.5.- Plan de Capacidad

Con el plan de capacidad sabemos cómo tenemos planeado utilizar las horas que tenemos disponibles para producir en cada período. Puede ser la mano de obra, el tiempo de máquina, ó el tiempo de algún recurso crítico para los procesos. Lo último es el caso para nuestro nivel de horas disponibles. O sea, tomamos como disponible el tiempo de la máquina que es 'cuello de botella' en cada producto. Así aseguramos que las demás máquinas tienen tiempo disponible si el 'cuello de botella' lo tiene. Y si la máquina tiene tiempo, por lo general, la mano de obra está disponible para ella. Sólo se debe tomar en cuenta que no sobrepase el tiempo del ó los turnos de trabajo y de las horas extras fijadas por la administración. Además, si está programada alguna actividad de mantenimiento, se le resta el tiempo predeterminado que tome ésta al tiempo disponible de los turnos en el período. El plan resultante para nuestro caso se muestra en la tabla 6.16, siguiente hoja. Es un formato de hoja de cálculo electrónica. Aunque se puede elegir cualquier otro diseño, ó distinto método de realización.

Con el Plan de Capacidad sabemos cuántas horas (normales o extras) ocupamos en cada producto y cuántas tenemos libres para aumentar o reacomodar producción en los períodos. La figura 6.7 muestra las horas disponibles y las usadas en la producción .

Capacidad, Uso y Hrs. Libres
Por Período (no acumuladas)

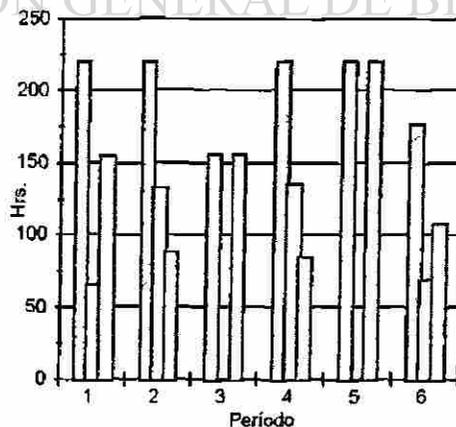


Figura 6.7.- Horas Disponibles, Usadas y Libres por Período.

Tabla 6.16.- Plan de Capacidad de Horas de Producción

	1	2	3	4	5	6	Total
Horas Disp en Per :							
Disp. Normales	180	180	136	180	180	136	992
Disp. Extras	40	40	20	40	40	40	220
Disp. Subcontratadas							0
TOTAL Hrs. DISPON.	220	220	156	220	220	176	1,212
Horas Ocupadas:							
Ocup. Norm. Mesa	65	133	0	136	0	69	402
Ocup. Norm. Banco	0	0	0	0	0	0	0
Ocup. Norm. Librero	0	0	0	0	0	0	0
SUM Hrs Ocup Norm	65	133	0	136	0	69	402
Ocup. Extra Mesa	0	0	0	0	0	0	0
Ocup. Extra Banco	0	0	0	0	0	0	0
Ocup. Extra Librero	0	0	0	0	0	0	0
SUM. Hrs. Ocup. Extra	0						
Ocup. Subc. Mesa							0
Ocup. Subc. Banco							0
Ocup. Subc. Librero							0
SUM. Hrs. Subcont	0						
TOTAL Hrs. OCUP's	65	133	0	136	0	69	402
Horas Libres p/Prod.:							
Libres Normales	115	47	136	44	180	67	590
Libres Extras	40	40	20	40	40	40	220
Libres Subcontratadas	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL Hrs. LIBRES	155	87	156	84	220	107	810

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

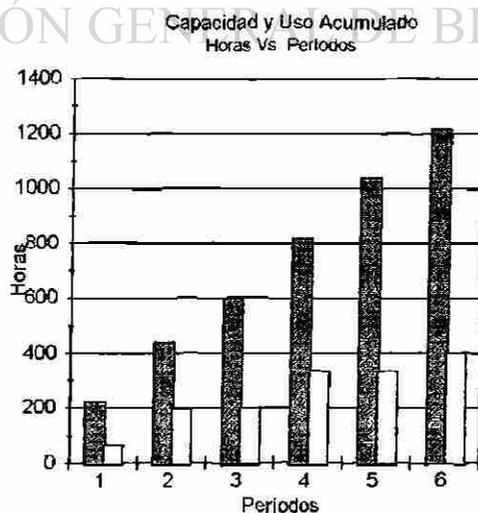


Figura 6.8.- Horas Disponibles y Horas Usadas acumuladas.

En la figura 6.8 se muestran las horas disponibles, las usadas y las libres de cada período, acumuladas. La información de la figura 6.7 se plasma en la tabla 6.16 para ayudarnos a hacer cambios en la programación y ajustes en la planeación de la producción.

En lo que respecta a la tabla 6.16, veamos en un listado sus conceptos, el origen de sus cálculos y una breve explicación: (por períodos y el total)

1.- Horas disponibles en período: Toda ésta información la introduce el planeador. Viene de los niveles de Hrs. de Maquinaria y MOD que se fijaron en el modelo de programación Lineal y es con base a como venga el calendario del horizonte de planeación en lo que respecta a días de asueto, mantenimiento programado, nivel de personal, etc.

Se divide en los rubros siguientes :

- a).- Disponibles normales
- b).- Disponibles extras
- c).- Disponibles subcontratadas . Si se lleva control de esto .
- d).- Suma total de las horas disponibles.

2.- Horas ocupadas: Se refiere a las horas que se van a ocupar en producir lo planeado. Esta información es la que genera las horas libres. Viene de multiplicar el tiempo de ciclo unitario en la producción de cada clase de artículo (Tabla 6.10; en minutos/un., dividir entre 60 min/hr para obtenerlo en horas/unidad), y luego multiplicar por la Suma de Producción (MPS + Subcontratadas) que se encuentra en el Plan de Producción , en la tabla 6.15. Se dividen en :

- a).- Normales: para Mesa, Banco, Librero y Suma de normales.
- b).- Extras: subdividido como el anterior inciso.
- c).- Suncontratadas : desglosado como el anterior inciso a).
- d).- Total de Hrs. Ocupadas : Es la suma de los subtotales anteriores [a) + b) + c)].

3.- Horas Libres para Producción: Viene ésta información de restar las horas ocupadas a las horas disponibles. Se subdivide en:

- a).- Libres normales = *Disponibles normales - Suma de Ocupadas normales.*
- b).- Libres extras = *Disponibles extras - Suma de Ocupadas extras.*
- c).- Libres Subcontratadas = *Disponibles Subcont. - Suma de Ocupadas Subcont.*

6.6.- Plan de Mano de Obra; Personal a Utilizar.

Con éste plan detallamos el uso que le vamos a dar a los diferentes puestos de trabajo a lo largo del período planeado. Sabremos qué tan eficientemente usamos a cada operario (lo mismo podemos decir de la maquinaria, en el plan de uso de Equipo, siguiente sección). Nos ayudará también éste plan a reasignar personal durante el cumplimiento del plazo planeado, según sean las necesidades y factibilidades que tengamos que resolver. Es aquí donde salta a la vista la eficiencia con que se han determinado las actividades por parte de la Ingeniería Industrial. De aquí, podemos mandar sugerencias o solicitudes de análisis para reajustar procesos. Un ejemplo de razón para reajustar es cuando un puesto ejecuta trabajo durante un tiempo que es mucho menor que el puesto 'cuello de botella'. Lo cual quiere decir que tiene mucho tiempo libre y, por tanto, podría realizar otras operaciones adicionales que no entorpecerían el tiempo de ciclo, que es el tiempo que ocupa la actividad ó estación de trabajo crítica. Esto daría como resultado la eliminación de puestos ó de personal, contribuyendo a la economía de la producción. El análisis de tareas no se trata en éste trabajo, sólo se menciona para realzar la utilidad del Plan de MOD.

El formato se muestra en la tabla 6.17, siguiente hoja. La información está organizada listando los puestos en forma vertical, para cada período. En forma horizontal se distribuyen los datos de horas disponibles, ocupadas, y libres. Se incluyen en éste formato datos económicos. En otros lugares tal vez no los incluirían, pero considero que en el plan de MOD se puede comparar el impacto en los ahorros y costos potenciales de un posible reajuste de mano de obra en el proceso productivo, contra el uso planeado que se les va a dar.

El concepto de porciento de utilización significa el tiempo que cada puesto se mantiene activo con respecto al tiempo completo disponible, dando así una idea de lo bien o mal que se 'completa' de trabajo el tiempo de un recurso humano.

El plan de MOD viene siendo un desglose, en horas, de las cantidades que aparecen en el Plan de Capacidad, es decir, las cantidades se desglosan en los diferentes puestos de la base productiva. Lo mismo se hará en el Plan de Equipo o Maquinaria, enseguida.

Tabla 6.17.- Plan de Uso de Mano de Obra

*** Periodo #1 ***							
CL_MOD	Puesto	Co. hr_n	Trab.Disp.	Tpo. Disp. Normal	Tpo. Ocup. Normal	Tpo. Libre Normal	% Utiliz.
MOD_001	M. Sierra Banco	25	1	180	36	144	20
MOD_002	M. Sierra Banda	25	1	180	0	180	0
MOD_003	M. Sierra Caladora	25	1	180	20	160	11
MOD_005	M. Cepillo	25	1	180	0	180	0
MOD_006	M. Router	25	1	180	26	154	15
MOD_007	M. Taladro Banco	25	1	180	120	60	67
MOD_008	M. Torno	25	1	180	40	140	22
MOD_009	M. Pintura	25	1	180	10	170	6
MOD_010	M. Ensamble Final	25	1	180	20	160	11
MOD_013	Ayudante de Primera	20	1	180	17	163	9
MOD_014	Ayudante de Segunda	15	1	180	55	125	30
*** Periodo # 2 ***							
MOD_001	M. Sierra Banco	25	1	180	56	124	31
MOD_002	M. Sierra Banda	25	1	180	0	180	0
MOD_003	M. Sierra Caladora	25	1	180	40	140	22
MOD_005	M. Cepillo	25	1	180	0	180	0
MOD_006	M. Router	25	1	180	23	157	13
MOD_007	M. Taladro Banco	25	1	180	180	0	100
MOD_008	M. Torno	25	1	180	81	99	45
MOD_009	M. Pintura	25	1	180	20	160	11
MOD_010	M. Ensamble Final	25	1	180	17	163	9
MOD_013	Ayudante de Primera	20	1	180	35	145	19
MOD_014	Ayudante de Segunda	15	1	180	60	120	34
*** Periodo # 3 ***							
MOD_001	M. Sierra Banco	25	1	180	24	156	14
MOD_002	M. Sierra Banda	25	1	180	0	180	0
MOD_003	M. Sierra Caladora	25	1	180	0	180	0
MOD_005	M. Cepillo	25	1	180	0	180	0
MOD_006	M. Router	25	1	180	44	136	25
MOD_007	M. Taladro Banco	25	1	180	93	87	52
MOD_008	M. Torno	25	1	180	0	180	0
MOD_009	M. Pintura	25	1	180	0	180	0
MOD_010	M. Ensamble Final	25	1	180	33	147	18
MOD_013	Ayudante de Primera	20	1	180	0	180	0
MOD_014	Ayudante de Segunda	15	1	180	73	107	41
*** Periodo # 4 ***							
MOD_001	M. Sierra Banco	25	1	180	44	136	25
MOD_002	M. Sierra Banda	25	1	180	0	180	0
MOD_003	M. Sierra Caladora	25	1	180	41	139	23
MOD_005	M. Cepillo	25	1	180	0	180	0
MOD_006	M. Router	25	1	180	0	180	0
MOD_007	M. Taladro Banco	25	1	180	136	44	76
MOD_008	M. Torno	25	1	180	83	97	46
MOD_009	M. Pintura	25	1	180	21	159	11
MOD_010	M. Ensamble Final	25	1	180	0	180	0
MOD_013	Ayudante de Primera	20	1	180	35	145	20
MOD_014	Ayudante de Segunda	15	1	180	24	156	13
*** Periodo # 5 ***							
MOD_001	M. Sierra Banco	25	1	180	17	164	9
MOD_002	M. Sierra Banda	25	1	180	0	180	0
MOD_003	M. Sierra Caladora	25	1	180	0	180	0
MOD_005	M. Cepillo	25	1	180	0	180	0
MOD_006	M. Router	25	1	180	30	150	17
MOD_007	M. Taladro Banco	25	1	180	63	117	35
MOD_008	M. Torno	25	1	180	0	180	0
MOD_009	M. Pintura	25	1	180	0	180	0
MOD_010	M. Ensamble Final	25	1	180	23	158	13
MOD_013	Ayudante de Primera	20	1	180	0	180	0
MOD_014	Ayudante de Segunda	15	1	180	50	131	28
*** Periodo # 6 ***							
MOD_001	M. Sierra Banco	25	1	180	32	148	18
MOD_002	M. Sierra Banda	25	1	180	0	180	0
MOD_003	M. Sierra Caladora	25	1	180	21	159	12
MOD_005	M. Cepillo	25	1	180	0	180	0
MOD_006	M. Router	25	1	180	18	162	10
MOD_007	M. Taladro Banco	25	1	180	106	74	59
MOD_008	M. Torno	25	1	180	42	138	23
MOD_009	M. Pintura	25	1	180	10	170	6
MOD_010	M. Ensamble Final	25	1	180	13	167	7
MOD_013	Ayudante de Primera	20	1	180	18	162	10
MOD_014	Ayudante de Segunda	15	1	180	41	139	23

La forma de obtener los datos es la siguiente:

(Como no hay horas extras, no se consideran, pero pueden agregarse fácilmente)

- 1.- **Horas Disponibles:** Son las horas que tenemos disponibles en todo el período.
- 2.- **Horas Ocupadas:** Son las horas empleadas en la fabricación de los tres artículos, si éste es el caso. Se obtienen sumando los minutos de fabricación unitaria del producto 1 (divididos entre 60 min./hr.), Tabla 6.10, y después multiplicarlas por la producción de éste artículo en el período que se trate (MPSit, tabla 6.15), más las del artículo 2, más las del artículo 3 ; es la operación lógica.
- 3.- **Horas Libres:** Son las horas que resultan al realizar la operación: Hrs. Disp. - Hrs. Ocup.

Con respecto a la tabla 6.17 y la del Plan de Uso de Equipo, se pueden deducir muchas ineficiencias que se cometen en la presente empresa y que se comentarán en el capítulo #8, donde hablamos de la interpretación de los datos. Aquí, sólo manejamos los datos en forma sistematizada sin pretender juzgar la tarea de la Ingeniería Industrial, aunque si podemos reportar necesidades de re-análisis de procesos. Pasemos a ver el Plan de Uso de Equipo.

6.7.- Plan de Uso de Equipo. Tiempos de Máquina.

Este plan es exactamente igual al de mano de obra, en cuanto a estructura, pero no necesariamente dá los mismos resultados. La razón es que un puesto de mano de obra podría manejar una, dos o más máquinas que acumularían tiempo ocupado en el puesto, pero en las estaciones de trabajo se reflejaría sólo el tiempo de uso exclusivo de cada una de ellas. El formato es el mismo que la tabla anterior, sólo que aplicado a las estaciones de trabajo ó máquinas, según se maneje la información del proceso productivo. Ver tabla 6.18, adelante.

Las mismas conclusiones del apartado anterior se pueden obtener en el presente plan al observar el uso que se les dá a los equipos. El análisis nos ayuda a observar si hay equipos que salen sobrando, ó se pueden aprovechar mejor.

Por lo pronto, recordemos que los procedimientos pueden ser con hojas electrónicas, manuales o con programación en algún lenguaje de manejo de bases de datos.

Tabla 6.18.- Plan de Uso de Equipo (Estaciones de Trabajo)

*** Período # 1 ***

CL_MAQ	Estac de Trabajo	Co_hr	Maq_Disp	Tpo Disp Normal	Tpo Ocup Normal	Tpo Libre Normal	% Utiliz
MAQ_001	Sierra Banco	5	1	180	36	144	20
MAQ_002	Sierra Banda	5	1	180	0	180	0
MAQ_003	Sierra Caladora	5	1	180	20	160	11
MAQ_005	Cepillo	5	1	180	0	180	0
MAQ_006	Router	4	1	180	26	154	15
MAQ_007	Lijadora	4	1	180	37	143	20
MAQ_008	Taladro de banco	4	1	180	120	60	67
MAQ_009	Tomo	4	1	180	40	140	22
MAQ_010	Pintura	6	1	180	10	170	6
MAQ_011	Pegado	2	1	180	17	163	9
MAQ_012	Sub_Ensamble	2	1	180	0	180	0
MAQ_013	Ensamble Final	3	1	180	20	160	11
MAQ_014	Empaque	3	1	180	18	162	10

*** Período # 2 ***

MAQ_001	Sierra Banco	5	1	180	56	124	31
MAQ_002	Sierra Banda	5	1	180	0	180	0
MAQ_003	Sierra Caladora	5	1	180	40	140	22
MAQ_005	Cepillo	5	1	180	0	180	0
MAQ_006	Router	4	1	180	23	157	13
MAQ_007	Lijadora	4	1	180	32	148	18
MAQ_008	Taladro de banco	4	1	180	180	0	100
MAQ_009	Tomo	4	1	180	81	99	45
MAQ_010	Pintura	6	1	180	20	160	11
MAQ_011	Pegado	2	1	180	35	145	19
MAQ_012	Sub_Ensamble	2	1	180	0	180	0
MAQ_013	Ensamble Final	3	1	180	17	163	9
MAQ_014	Empaque	3	1	180	29	151	16

*** Período # 3 ***

MAQ_001	Sierra Banco	5	1	180	24	156	14
MAQ_002	Sierra Banda	5	1	180	0	180	0
MAQ_003	Sierra Caladora	5	1	180	0	180	0
MAQ_005	Cepillo	5	1	180	0	180	0
MAQ_006	Router	4	1	180	44	136	25
MAQ_007	Lijadora	4	1	180	62	118	34
MAQ_008	Taladro de banco	4	1	180	93	87	52
MAQ_009	Tomo	4	1	180	0	180	0
MAQ_010	Pintura	6	1	180	0	180	0
MAQ_011	Pegado	2	1	180	0	180	0
MAQ_012	Sub_Ensamble	2	1	180	0	180	0
MAQ_013	Ensamble Final	3	1	180	33	147	18
MAQ_014	Empaque	3	1	180	11	169	6

*** Período # 4 ***

MAQ_001	Sierra Banco	5	1	180	44	136	25
MAQ_002	Sierra Banda	5	1	180	0	180	0
MAQ_003	Sierra Caladora	5	1	180	41	139	23
MAQ_005	Cepillo	5	1	180	0	180	0
MAQ_006	Router	4	1	180	0	180	0
MAQ_007	Lijadora	4	1	180	0	180	0
MAQ_008	Taladro de banco	4	1	180	136	44	76
MAQ_009	Tomo	4	1	180	83	97	46
MAQ_010	Pintura	6	1	180	21	159	11
MAQ_011	Pegado	2	1	180	35	145	20
MAQ_012	Sub_Ensamble	2	1	180	0	180	0
MAQ_013	Ensamble Final	3	1	180	0	180	0
MAQ_014	Empaque	3	1	180	24	156	13

*** Período # 5 ***

MAQ_001	Sierra Banco	5	1	180	17	164	9
MAQ_002	Sierra Banda	5	1	180	0	180	0
MAQ_003	Sierra Caladora	5	1	180	0	180	0
MAQ_005	Cepillo	5	1	180	0	180	0
MAQ_006	Router	4	1	180	30	150	17
MAQ_007	Lijadora	4	1	180	42	138	23
MAQ_008	Taladro de banco	4	1	180	63	117	35
MAQ_009	Tomo	4	1	180	0	180	0
MAQ_010	Pintura	6	1	180	0	180	0
MAQ_011	Pegado	2	1	180	0	180	0
MAQ_012	Sub_Ensamble	2	1	180	0	180	0
MAQ_013	Ensamble Final	3	1	180	23	158	13
MAQ_014	Empaque	3	1	180	8	173	4

*** Período # 6 ***

MAQ_001	Sierra Banco	5	1	180	32	148	18
MAQ_002	Sierra Banda	5	1	180	0	180	0
MAQ_003	Sierra Caladora	5	1	180	21	159	12
MAQ_005	Cepillo	5	1	180	0	180	0
MAQ_006	Router	4	1	180	18	162	10
MAQ_007	Lijadora	4	1	180	25	155	14
MAQ_008	Taladro de banco	4	1	180	106	74	59
MAQ_009	Tomo	4	1	180	42	138	23
MAQ_010	Pintura	6	1	180	10	170	6
MAQ_011	Pegado	2	1	180	18	162	10
MAQ_012	Sub_Ensamble	2	1	180	0	180	0
MAQ_013	Ensamble Final	3	1	180	13	167	7
MAQ_014	Empaque	3	1	180	16	164	9

6.8.- Plan de Materiales.

Este plan es el más importante del sistema de información. Porque es el que conecta en cierta forma la planeación con la realidad, puesto que nos va a generar un programa de compras de materiales. Nos va a decir cuánto y cuándo. Primero se generará el Plan de Uso de Materiales, que nos dice **cuánto de cada material debe estar listo** en el período en el que se va a usar para producir. Posteriormente se hará una compensación en el tiempo para saber cuándo se van a lanzar las órdenes de compra de cada material, según lo que tarde en llegar cada tipo de materia prima. Las órdenes de producción ya están contempladas en el Plan de Producción porque ya se estableció lo que se va a producir en cada período gracias al modelo desglosado de Planeación Agregada que usamos anteriormente, el cual nos dió las cantidades a producir que nos provocan el menor costo de MOD y de llevar inventarios, tomando en cuenta las restricciones de capacidad. Por tanto; **nos evitamos un paso** que se da normalmente en la planeación de requerimientos de materiales; que es el de **decidir el tamaño de lote de producción** para cada artículo que resulte más económico en el horizonte de planeación, **ésta fué la importancia de usar un modelo avanzado de Programación Lineal en la Planeación Agregada.** *(se llama 'modelo avanzado' al que desglosa de manera específica cada una de las variables de decisión y de las restricciones, de tal manera que se evita el proceso de 'desagregar' los datos, o sea; de transformar desde datos menos específicos de variables grupales, a un grupo de variables más específico. Por ejemplo: pudimos haber usado horas de trabajo en general, pero mejor las desglosamos en horas normales y extras, les pusimos límites en cada período y hasta manejamos producción subcontratada. Todo esto permitió considerar en el modelo todas las variables relevantes y darles un valor óptimo que nos garantizara el menor costo y la factibilidad del plan, lo que nos evitó andar checando si era factible).* La solución de Planeación Agregada se convirtió en Plan de Producción. No es tan fácil en otros entornos, y de hecho al modelo le faltó complejidad, pero se hizo de acuerdo a las posibilidades y, como enseñanza, podemos concluir que mientras más se desglose un modelo de Planeación Agregada, más fácil y rápidamente llegaremos a planes óptimos y factibles; vale la pena.

Algo muy importante en el cumplimiento de las cantidades que marca el plan de producción, es tener sistemas que se acerquen al modelo JIT, Kanban, etc. ya que son sistemas de control de producción que evitan procesamientos de grandes lotes intermedios (lotes de transferencia entre estaciones de trabajo), favoreciendo así el flujo continuo y suave de los materiales en el proceso, lo que nos evita inventarios de proceso grandes y molestos. Para un repaso de los temas de Just In Time (JIT) y Kanban se puede consultar a Hernández, [7] .

Otro aspecto técnico en éste plan es que aquí se puede aplicar el álgebra de matrices que se vió en el capítulo 4 al hablar del método Gozinto, el cual es una serie de operaciones matriciales sobre los datos para obtener una serie de resultados que nos ayudan en el proceso de planeación. El único inconveniente es encontrar la manera de generar las matrices necesarias a partir de los archivos de datos y los formatos que hemos visto. En los paquetes de hojas electrónicas de cálculo como Excel, Quattro Pro, etc., se manejan de manera muy sencilla las operaciones matriciales. Otra forma es crear rutinas con lenguajes de programación que formen las matrices, actúen sobre los datos y generen los reportes adecuados en el sistema. Un buen programador lo hace sin ningún problema, claro, con tiempo . En nuestro caso lo hacemos con hojas de cálculo electrónicas.

Sólo resta mencionar que de todas maneras tendremos que definir el tamaño de lote para los artículos comprados, ya que debemos encontrar el balance entre costos de llevar inventarios y costos de ordenar. Aunque los costos de ordenar han bajado mucho con las tecnologías modernas, también queda la tarea de considerar los tiempos de espera para la llegada de los materiales después de que se ordenaron a los proveedores.

La figura 6.9 muestra el proceso de la obtención del Plan de Materiales. El Plan de Requerimientos de Materiales toma información del Plan de Producción, de las existencias en Inventarios y de las Listas de Materiales, que nos dicen la estructura del producto. Las listas de materiales de cada producto se consolidan en una lista general de materiales, que puede ser la lista de artículos de inventario. Después se realiza la operación matricial de multiplicar la matriz de la lista general de materiales por la matriz del Plan de Producción, dando por resultado una matriz de requerimientos brutos de materiales en los períodos. A continuación

se compensan las cantidades con lo que hay en inventarios al inicio y con las cantidades que se tiene planeado recibir en cada período, dando por resultado las que se deben pedir con anticipación para tenerlas listas en el período adecuado para satisfacer la necesidad de cada material. Estas cantidades a pedir son las que se llevan por el proceso de definir su tamaño de lote de pedido de compra y cada lote se compensa en el tiempo para saber cuándo solicitarlo al proveedor (política de inventarios). Hablaremos de inventarios de seguridad en el capítulo # 7.

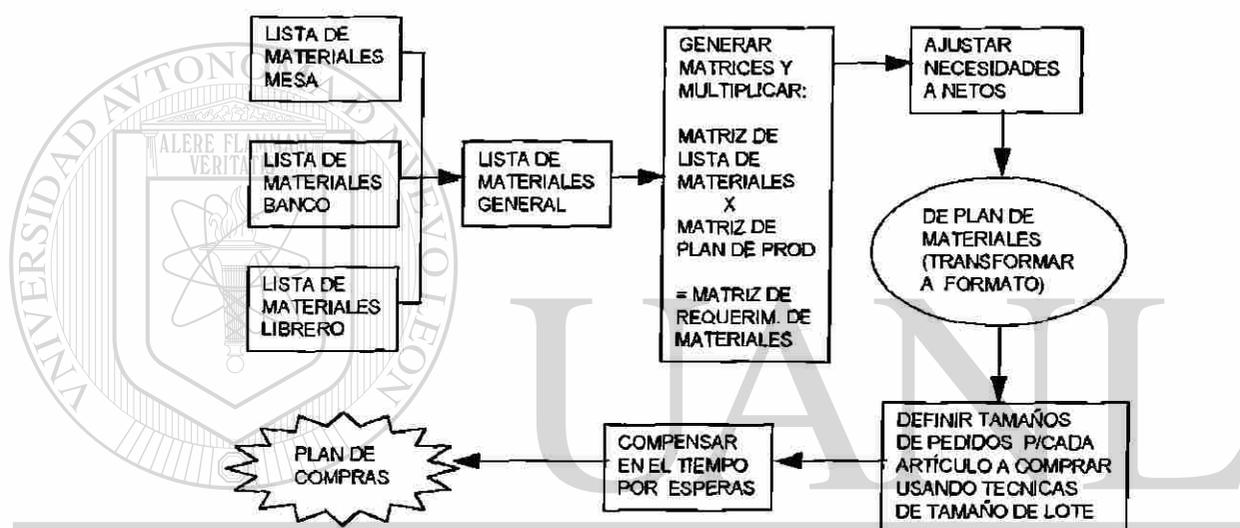


Figura 6.9 .- Obtención del Plan de Materiales y el Plan de Compras

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Las listas de materiales de cada producto pueden existir en archivos separados o en uno sólo pero con los datos separados por la clave del producto. Se trata de una lista de los componentes que usa cada producto, teniendo cuidado de estructurarla de tal forma que los componentes de mayor nivel se encuentren arriba y vaya descendiendo el nivel a medida que avanza la lista hacia abajo. Esto es con el fin de asegurar que las matrices que se generen resulten diagonales y los datos se concentren un sólo lado de la diagonal, para facilidad de trabajo. En éste punto se recomienda repasar lo discutido en el capítulo # 4.

Un ejemplo de matriz formado a partir de un archivo de lista de materiales se muestra en la tabla 6.19, que en el sentido vertical muestra la lista de los elementos que componen

Tabla 6.19.- Ejemplo de Matriz a partir del Archivo de Materiales

Esta matriz participa en el cálculo de requerimientos. Ver siguientes tablas. Para completar cada componente ó elemento (Columna).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
MESA REVISTERA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BANCO DE DIBUJO	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LIBRERO	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE. BASE SUPERIOR	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
SE. BASE INFERIOR	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE. PATA DELANTERA	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
SE. PATA TRASERA	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
SE. POSTES SEPARADORES	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
SE. ESTRUCT. S/ASIENTO	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
BASE SUPERIOR	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BASE INFERIOR	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
POSTES SEPARADORES	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
PATAS MESA	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
ASIENTO CIRCULAR	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PATAS BANCO	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LADOS SUPERIORES	0	4	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
LADOS INFERIORES	0	4	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
LADOS LIBRERO	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LADOS LIBRERO	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ANAQUELES	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ESPALDA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AGLOM. MELAMINA BCO.	0.35	0	0	0.15	0.2	0	0	0	0	0	0.15	0.2
MULTIPLY	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TRIPLAY	0	0	0.66	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BARRA REDONDA	0.825	0	0	0	0	0	0.15	0	0	0	0	0
BARRA CUADRADA	0	1.8	0	0	0	0	0	0.075	0	0	0	0
TABLON CEPILLADO	0	0.125	3.75	0	0	0	0	0	1.8	0	0	0
PERNOS LARGOS	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
PERNOS CORTOS	5	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
CINTA BORDE	4.5	0	0	1.5	3	1	0	0	0	0	0	0
MENSULAS , PLACAS	7	0	0	3	4	0	0	0	0	0	0	0
CASQUILLOS	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
PIJAS	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GRAPAS	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
CLAVOS	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
APOYOS ANTIDERRAP.	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PERNO MARIPOSA	1	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
APOYOS NIVELADORES	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BARNIZ C/MANCHA	0.025	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PEGAMENTO	0.033	0.02	0	0.016	0.017	0.0036	0.0036	0.0036	0	0	0	0
CAJAS PIEMPAQUE	1	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0	0	0
BOLSAS POLIETILENO	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

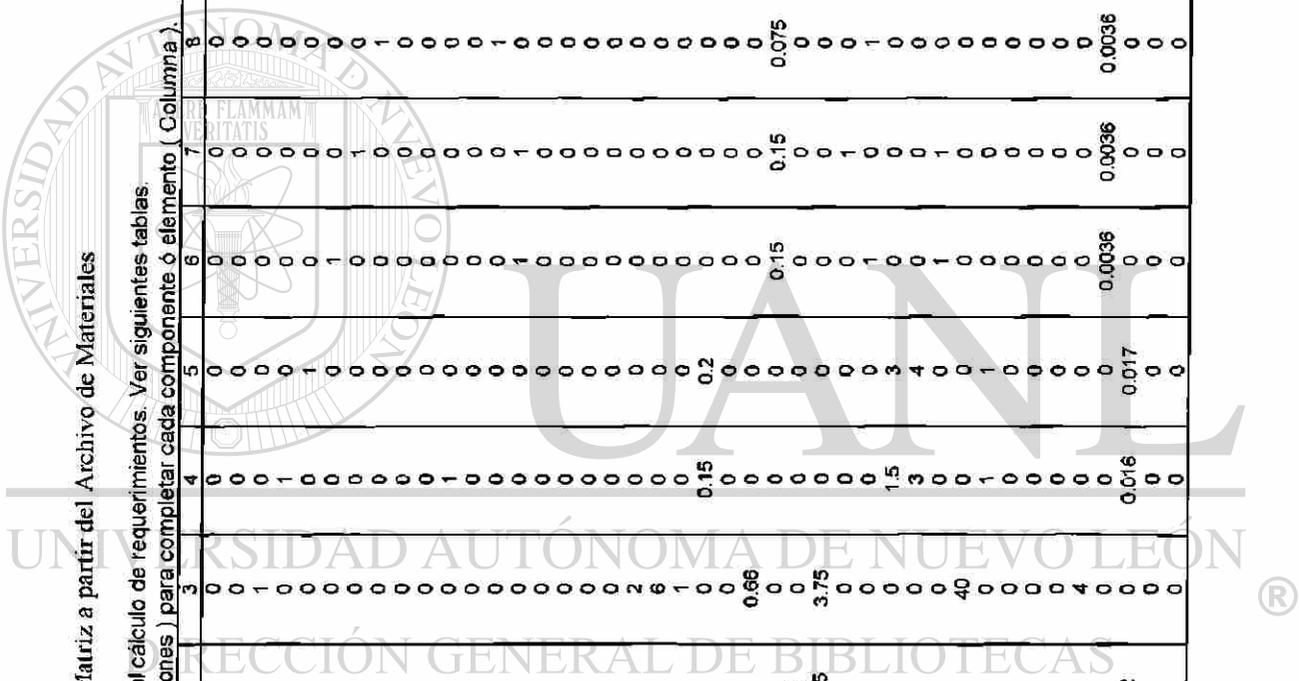


Tabla 6.20.- Matriz del Plan de Producción (MPS)

*** Esta matriz se saca del Plan Maestro de Producción y se multiplica por la matriz BOM (tabla anterior) para obtener la necesidad de Materiales.
Ver la siguiente tabla (6.21.- Matriz de requerimientos)

		1	2	3	4	5	6
MESA REVISTERA	1	170	346	0	354	0	179
BANCO DE DIBUJO	2	0	0	0	0	0	0
LIBRERO	3	79	68	133	1	90	53
SE. BASE SUPERIOR	4	0	0	0	0	0	0
SE. BASE INFERIOR	5	0	0	0	0	0	0
SE. PATA DELANTERA	6	0	0	0	0	0	0
SE. PATA TRASERA	7	0	0	0	0	0	0
SE. POSTES SEPARADORES	8	0	0	0	0	0	0
SE. ESTRUCT. S/ASIENTO	9	0	0	0	0	0	0
	10	0	0	0	0	0	0
BASE SUPERIOR	11	0	0	0	0	0	0
BASE INFERIOR	12	0	0	0	0	0	0
POSTES SEPARADORES	13	0	0	0	0	0	0
PATAS MESA	14	0	0	0	0	0	0
ASIENTO CIRCULAR	15	0	0	0	0	0	0
PATAS BANCO	16	0	0	0	0	0	0
LADOS SUPERIORES	17	0	0	0	0	0	0
LADOS INFERIORES	18	0	0	0	0	0	0
LADOS LIBRERO	19	0	0	0	0	0	0
ANAQUELES	20	0	0	0	0	0	0
ESPALDA	21	0	0	0	0	0	0
AGLOM. MELAMINA BCO.	22	0	0	0	0	0	0
MULTYPLY	23	0	0	0	0	0	0
TRIPLAY	24	0	0	0	0	0	0
BARRA REDONDA	25	0	0	0	0	0	0
BARRA CUADRADA	26	0	0	0	0	0	0
TABLON CEPILLADO	27	0	0	0	0	0	0
PERNOS LARGOS	28	0	0	0	0	0	0
PERNOS CORTOS	29	0	0	0	0	0	0
CINTA BORDE	30	0	0	0	0	0	0
MENSULAS , PLACAS	31	0	0	0	0	0	0
CASQUILLOS	32	0	0	0	0	0	0
PIJAS	33	0	0	0	0	0	0
GRAPAS	34	0	0	0	0	0	0
CLAVOS	35	0	0	0	0	0	0
APOYOS ANTIDERRAP.	36	0	0	0	0	0	0
PERNO MARIPOSA	37	0	0	0	0	0	0
APOYOS NIVELADORES	38	0	0	0	0	0	0
BARNIZ C/MANCHA	39	0	0	0	0	0	0
PEGAMENTO	40	0	0	0	0	0	0
CAJAS P/EMPAQUE	41	0	0	0	0	0	0
BOLSAS POLIETILENO	42	0	0	0	0	0	0

Tabla 6.21.- Matriz resultante de Requerimientos de Materiales para Producción

*** Esta matriz se obtuvo al multiplicar la matriz de la tabla 6.19 y la de la tabla 6.20 (anteriores).

Es la matriz que nos indica las necesidades de materiales en los periodos para cumplir con el MPS.

A la derecha se muestra el tipo de demanda de cada elemento para determinar su tamaño de lote.

		1	2	3	4	5	6	Peter-Sily	Tipo Dem
MESA REVISTERA	1	170.00	346.00	0.00	354.00	0.00	179.00	0.520	REG.
BANCO DE DIBUJO	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		No Hay
LIBRERO	3	79.00	68.00	133.00	1.00	90.00	53.00	0.086	IRREG.
SE. BASE SUPERIOR	4	170.00	346.00	0.00	354.00	0.00	179.00	0.520	REG.
SE. BASE INFERIOR	5	170.00	346.00	0.00	354.00	0.00	179.00	0.520	REG.
SE. PATA DELANTERA	6	340.00	692.00	0.00	708.00	0.00	358.00	0.520	REG.
SE. PATA TRASERA	7	340.00	692.00	0.00	708.00	0.00	358.00	0.520	REG.
SE. POSTES SEPARADORES	8	510.00	1,038.00	0.00	1,062.00	0.00	537.00	0.520	REG.
SE. ESTRUCT. S/ASIENTO	9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		No Hay
	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		No Hay
BASE SUPERIOR	11	170.00	346.00	0.00	354.00	0.00	179.00	0.520	REG.
BASE INFERIOR	12	170.00	346.00	0.00	354.00	0.00	179.00	0.520	REG.
POSTES SEPARADORES	13	510.00	1,038.00	0.00	1,062.00	0.00	537.00	0.520	REG.
PATAS MESA	14	680.00	1,384.00	0.00	1,416.00	0.00	716.00	0.520	REG.
ASIENTO CIRCULAR	15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		No Hay
PATAS BANCO	16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		No Hay
LADOS SUPERIORES	17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		No Hay
LADOS INFERIORES	18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		No Hay
LADOS LIBRERO	19	158.00	136.00	266.00	2.00	180.00	106.00	0.089	IRREG.
ANAQUELES	20	474.00	408.00	798.00	6.00	540.00	318.00	0.086	IRREG.
ESPALDA	21	79.00	68.00	133.00	1.00	90.00	53.00	0.099	IRREG.
AGLOM. MELAMINA BCO.	22	59.50	121.10	0.00	123.90	0.00	62.65	0.542	REG.
MULTYPLY	23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		No Hay
TRIPLAY	24	52.14	44.88	87.78	0.66	59.40	34.98	0.125	IRREG.
BARRA REDONDA	25	140.25	285.45	0.00	292.05	0.00	147.68	0.525	REG.
BARRA CUADRADA	26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		No Hay
TABLON CEPILLADO	27	296.25	255.00	498.75	3.75	337.50	198.75	0.088	IRREG.
PERNOS LARGOS	28	340.00	692.00	0.00	708.00	0.00	358.00	0.521	REG.
PERNOS CORTOS	29	850.00	1,730.00	0.00	1,770.00	0.00	895.00	0.520	REG.
CINTA BORDE	30	785.00	1,557.00	0.00	1,593.00	0.00	805.50	0.520	REG.
MENSULAS, PLACAS	31	1,190.00	2,422.00	0.00	2,478.00	0.00	1,253.00	0.520	REG.
CASQUILLOS	32	680.00	1,384.00	0.00	1,416.00	0.00	716.00	0.520	REG.
PIJAS	33	3,160.00	2,720.00	5,320.00	40.00	3,600.00	2,120.00	0.086	IRREG.
GRAPAS	34	340.00	692.00	0.00	708.00	0.00	358.00	0.521	REG.
CLAVOS	35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		No Hay
APOYOS ANTIDERRAP.	36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		No Hay
PERNO MARIPOSA	37	170.00	346.00	0.00	354.00	0.00	179.00	0.527	REG.
APOYOS NIVELADORES	38	316.00	272.00	532.00	4.00	360.00	212.00	0.089	IRREG.
BARNIZ C/MANCHA	39	4.25	8.65	0.00	8.85	0.00	4.48	14.020	REG.
PEGAMENTO	40	5.61	11.42	0.00	11.68	0.00	5.91	8.670	REG.
CAJAS P/EMPAQUE	41	170.00	346.00	0.00	354.00	0.00	179.00	0.529	REG.
BOLSAS POLIETILENO	42	510.00	1,038.00	0.00	1,062.00	0.00	537.00	0.521	REG.

los artículos, numerados en forma ascendente, y en sentido horizontal muestra la misma numeración de los componentes horizontales (como encabezados de columna). Lo que contiene cada columna es todo lo que se necesita de la lista vertical, para fabricar cada componente que representa cada columna. Estos componentes pueden ir desde un artículo terminado completo (columnas 1,2 y 3), hasta el último artículo comprado para el producto (columnas ≥ 22). El archivo base usado tiene la estructura del Catálogo de Materiales, visto en el capítulo # 5. Afortunadamente, no es necesario llenar las columnas que representan componentes de los cuales no manejamos demanda independiente, esto es; de los que no vendemos sueltos (como refacciones). Sólo se llenarán las columnas de los artículos terminados que se venden (columnas # 1,2,3), pero sí se pondrán ceros en todas las demás columnas y lugares no utilizados. En la tabla no se representan todas las columnas, porque no caben, pero se entiende que las que estén a la derecha de la columna #3 se llenarán con ceros, ó con las cantidades que usen de cada componente de la lista. Como son 42 elementos de la lista, la matriz resultante será cuadrada de 42 filas X 42 columnas.

La matriz que se deriva del Plan de Producción se muestra en la tabla 6.20, hojas anteriores, y contiene las cantidades de cada producto que se fabricarán en cada período. Al multiplicar las matrices de componentes y de producción planeada, resulta la matriz de necesidades de materiales, tabla 6.21, hoja anterior, que nos dice cuánto de cada material deberemos tener disponible al llegar cada período (ó durante tal período) para fabricar las cantidades de productos planeadas.

Hasta aquí, el Plan de Materiales; El Plan de Compras, en una sección posterior.

El Plan de Materiales del que hablamos no está estructurado como Plan de Requerimientos de Materiales, lo expresamos sólo como un plan de uso de materiales. En la siguiente sección lo pondremos como un formato MRP, ya que es más completo en términos de control y de información en conjunto de todo el horizonte de planeación, aunque se prefiere ponerlo en periodos más cortos como semanas ó días, porque se dá mayor precisión a las cantidades y los tiempos. Esta sería la diferencia entre un Plan de Materiales y un Plan de Requerimientos de Materiales: que el Plan MRP es más preciso en el tiempo y en las diferentes cantidades que se van a manejar.

6.9.- Plan de Requerimiento de Materiales (MRP)

El Plan de Requerimientos de Materiales (MRP) es el Mismo Plan de Materiales, pero con más formalidad en cuanto a la proyección de las diferentes cantidades que van a entrar y salir en cada período y para cada elemento. Nos ayuda a visualizar la cronología de uso de los materiales y las cantidades planeadas por recibirse. De manera que disponemos de una proyección de los inventarios futuros, tomando en cuenta los actuales, y de las verdaderas necesidades de materiales que tenemos a lo largo del horizonte de planeación.

Para el Plan MRP usamos un formato común y efectuamos dos operaciones :

a).- Ajuste a Netos: Es el ajuste que hacemos en las cantidades que nos pide el plan de materiales en los períodos, por el hecho de contar con algún inventario inicial de los materiales y por el hecho de tener cantidades programadas para recibirse por algunas compras anteriores que todavía no se reciben. Las necesidades netas de materiales se obtienen con la expresión siguiente: (para cada material)

$$\text{necesidades netas} = \text{pronósticos} - \text{inventario anterior} - \text{recepciones programadas}$$

éstas necesidades netas nos sirven de base para realizar el Plan de Compras de los materiales.

Nota importante: *El ajuste a netos se debe hacer a partir de los pronósticos tanto para los productos finales para generar el Plan de Producción, como a partir del plan de materiales que viene del Plan de Producción, para generar el MRP de los materiales de esos productos, como lo indica la figura 6.10, adelante. El ajuste a netos en los pronósticos de productos finales, sirve de base para establecer el Plan de Producción, generar los demás planes y definir el plan de materiales para, a su vez obtener el Plan de Compras*

b).- Establecer el Plan de Compras, las Ordenes de Compra planeadas, las Recepciones Planeadas y los Inventarios Proyectados con base en los requerimientos netos de materiales. Ver siguiente sección. Las Ordenes de Compra planeadas se conocen como liberación de órdenes planeadas y significan lo que se va a ordenar en un período para recibirse en otro, según el tiempo de espera para cada material de que se trate. Las recepciones planeadas son lo que se va a recibir en los períodos por la liberación de órdenes planeadas. Los inventarios proyectados son las existencias que se tendrán si se cumple lo planeado.

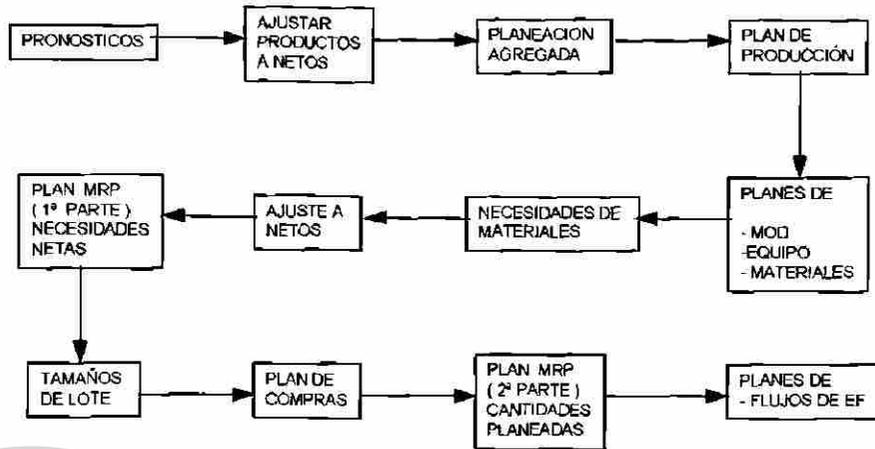


Figura 6.10.- Ajustes a necesidades cuando hay existencias en inventarios

En la tabla 6.22 se muestra la primera parte de un Plan MRP parcial:

Tabla 6.22.- Plan MRP Parcial : Mesa Revistera

Concepto	Anterior	1	2	3	4	5	6
PRT_001.- Mesa Revistera , (No. Inv. : 1) :							
Pronósticos		170	172	174	176	178	179
Recepc. Programadas		0	0	0	0	0	0
Inventario Programado	0						
Necesidades Netas		170	172	174	176	178	179
Plan de Recepción		170	346	0	354		179
Plan de Compras		170	346	0	354		179
Inventario Planeado		0	174	0	178	0	0
Recepc. Plan. Liberadas x Ordenar/Liberar Ord. Liberadas		170	346	0	354	0	179
Entradas Reales							
Salidas Reales							
Inventario Real	0						

La tabla tiene 4 secciones: sección de cantidades programadas, sección de plan de materiales congelada, sección de seguimiento de planes y sección de estado real de inventarios. las secciones están separadas con líneas horizontales para distinguirlas.

El objetivo y descripción de cada sección es:

1.- Sección de Cantidades Programadas: Es para ajustar las cantidades del pronóstico a las necesidades netas según se habló en el inciso 'b)' anterior. Se divide en los registros siguientes:

- a).- Pronósticos: Son los obtenidos y tomados como base para los requerimientos.
- b).- Recepciones Programadas: Ya se habló de ellas, es lo que se va a recibir por compras ya tramitadas. A medida que se van liberando órdenes de compra planeadas, sus se acumulan en las 'Recepciones Planeadas Liberadas'. Esta misma cantidad se expresa en 'Recepciones Programadas'.

c).- Inventario Programado: Es el inventario que va resultando en cada período al aplicar las cantidades programadas para recibirse. La expresión es:

$$\text{Inv. Prog. per. 'x'} - \text{Inv. Prog. ant.} + \text{Recepc. Prog. en per. 'x'} - \text{Pronósticos per. 'x'}$$

cuando éste valor resulta negativo, se hace igual a '0', para que no afecte períodos futuros. Esta cláusula condicional es importante para que no distorsione inventarios futuros. Se debe introducir en la celda si se trata de hoja electrónica, ó agregarla al código si se trata de un programa computacional.

d).- Necesidades Netas: Son las cantidades de pronósticos de cada período ajustadas por existencias y recepciones programadas. Se obtienen con la expresión:

$$\text{Necesidades Netas} = \text{Pronósticos en per. 'x'} - \text{Recepc. Prog. per. 'x'} - \text{Inv. Prog. Ant. per. 'x'}$$

aquí también ; si resulta en valor negativo (< 0), se hace igual a '0' para que no distorsione las necesidades netas de períodos futuros.

2.- Sección de Plan de Compras: Es la sección que muestra el Plan de Compras. Muestra cuando se planea liberar órdenes y cuándo se planea recibirlas. Se mantiene congelada al avanzar los períodos , con el fin de poder comparar éste plan con lo programado y lo real.

Consta de :

- a).- Plan de Recepciones: Muestra cuándo se planea recibir remesas por el Plan de Compras.
- b).- Plan de Compras: Muestra cuándo se planea liberar órdenes de compra.
- c).- Inventario Planeado: Muestra el Inventario que se proyecta tener con las cantidades planeadas. Se obtiene con:

$$\text{Inv. Plan. 'x'} - \text{Inv. Ant.} + \text{Plan de Recepc's} - \text{Necesidades Netas per. 'x'}$$

3.- Sección de Seguimiento de Planes: Nos permite llevar el seguimiento del cumplimiento de los planes. Aquí se van registrando las Ordenes Liberadas, las recepciones Planeadas por éstas Ordenes para cada período y algo muy útil : Las cantidades del plan que todavía o se liberan, para saber cuánto nos falta para cumplir el plan del período correspondiente. Tiene las siguientes partes :

- a).- Recepciones Planeadas por Liberaciones: Son las recepciones que se van a recibir por liberaciones de Ordenes. Esta cantidad también se pone en 'Recepciones Programadas'.
- b).- x Ordenar ó Liberar: Son las cantidades del plan que faltan por liberarse en el período para cumplir lo que marca el plan en el período.
- c).- Ordenes Liberadas Cumplidas: Son las órdenes liberadas ya tramitadas.

4.- Sección de Estado Real de Inventarios: Nos dice las cantidades reales que tenemos en inventarios. Lo que entra , lo que sale y lo que queda. Tiene los registros siguientes:

- a).- Entradas Reales: Es todo lo que ha entrado en el período.
- b).- Salidas Reales: es todo lo que ha salido de inventarios en el período.
- c).- Inventarios Reales: Es el balance actual de inventario en el período. Se obtiene con :

$$Inv. Actual Real per. 'x' = Inv. Ant. Real + Entradas Reales per. 'x' - Salidas Reales per. 'x'$$

El formato de Plan MRP tiene la finalidad de tener a la vista los diferentes movimientos y planes para cada material y producto. De tal manera que se tienen las cantidades del plan como referencia, las cantidades netas que generaron los planes en el momento, las cantidades programadas que se van generando en el cumplimiento de los planes, y las cantidades reales que permiten comprara lo programado con lo planeado y con lo real. De ésta manera podemos visualizar desviaciones con los planes y discrepancias con lo real y actuar en consecuencia. Lo programado, lo liberado y lo real se va generando a medida que avanza el tiempo y se cumplen los planes. Las necesidades netas también se van modificando a medida que lo programado evoluciona.

La tabla 6.21 muestra sólo un artículo de inventario: la mesa revistera, pero para que esté completa se deben poner todos los productos y materiales que se manejan para poder realizar las gestiones necesarias sobre todos los artículos.

Es necesario practicar bien éste formato para el seguimiento de los planes para que sea útil como herramienta de gestión y control de materiales. Hay otros formatos que también son útiles, sólo se ofrece un punto de partida, como se ha dicho varias veces.

6.10.- Plan de Compras

El diagrama de pasos para derivar el Plan de Compras del Plan de Materiales se muestra en la figura 6.11, abajo:

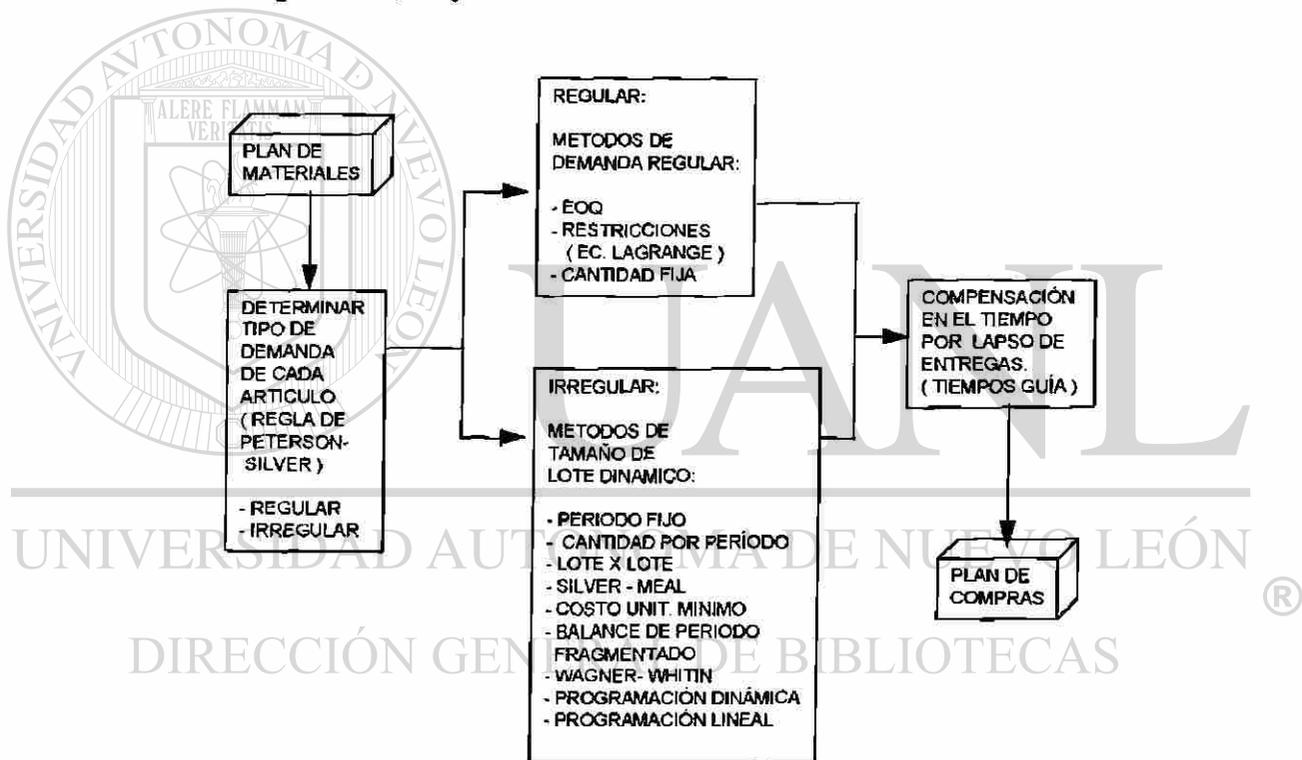


Figura 6.11 .- Obtención del Plan de Compras de Materia Prima y Accesorios.

Se debe definir qué política de inventarios se impondrá para control de cada uno de los artículos. Si es un material caro, se tendrá más control que sobre un artículo barato, (p.ej.: clavos). En esto ayuda la clasificación de los inventarios en categorías 'ABC', que son etiquetas que les ponemos a los artículos para definir si son materiales 'caros', 'medios' ó 'baratos', ya que el mayor o menor costo de ellos justifica el tipo de control que llevaremos

sobre los artículos. Así mismo, la etiqueta que le pongamos al artículo nos justificará un método más ó menos sencillo para determinar el tamaño de lote para pedir cada uno de los materiales. Estos métodos debemos conocerlos para aplicarlos en los materiales y así ayudarnos a determinar las cantidades a pedir de cada uno de ellos de tal manera que se minimice el costo de llevar inventarios y ordenar en los artículos caros , y también que se pidan cantidades grandes de artículos baratos que no tiene caso andarlos vigilando estrechamente. Aunque claro, no se debe detener la producción por la falta de un artículo 'barato'. Simplemente se trata de definir la política de inventarios que nos resulte balanceada entre costos y vigilancia. El tema de las diferentes políticas se puede consultar en cualquier libro de planeación de inventarios .

Aparte de definir las clases 'ABC' de los materiales, debemos saber el tipo de demanda o necesidad de cada uno de ellos en cuanto a que si es una demanda estable, o muy variable. Con la Regla de Peterson-Silver se puede definir un indicador que nos dice el tipo de demanda: regular ó irregular. ¿Para qué es esto?, para saber qué métodos de definición de tamaño de lote para cada artículo a pedir nos optimizan los costos del Plan de Compras, ya que algunos métodos son para demanda estable (EOQ, tamaño fijo, etc.) y otros son para tipos de demanda irregular (métodos de tamaño de lote dinámico: Silver-Meal, Costo Unitario Mínimo, Balanceo de Período Fragmentado, Wagner-Whitin, etc.). Desafortunadamente, la realización de los diferentes métodos para los artículos del inventario se sale de los límites del presente trabajo. En el presente trabajo, se aplicará el método de Wagner-Whitin para los artículos clases 'A' y 'B'; y el método 'n' períodos hacia adelante para los artículos clase 'C'. Aunque no se mostrarán los cálculos de todos los artículos, se mostrará la aplicación en un ejemplo (artículo) para uno de ellos en hoja de cálculo. Primero la determinación del tipo de demanda.

6.10.1.- La Regla de Peterson - Silver

La regla de Peterson - Silver es una prueba que se le hace a una serie de datos (pronosticada ó histórica), que nos da un índice de variabilidad que nos dice si los datos son

estables (regulares), ó irregulares (muy variables) a través del tiempo, en nuestro caso se aplica a la Demanda pronosticada .

La fórmula es la siguiente:

Coefficiente de variabilidad (V):

$$V = \frac{\text{Variancia de la Demanda por periodo}}{\text{Variancia de la Demanda promedio por periodo}}$$

La fórmula a aplicar es la siguiente:

$$V = \frac{\sum_{t=1}^n (Dt)^2}{n (\sum_{t=1}^n Dt)^2} - 1$$

La Regla de decisión es:

- Si $V < 0.25$: Demanda regular . Se usan métodos convencionales de tamaño de lote.
- Si $V \geq 0.25$: Demanda Irregular. Se usan métodos dinámicos de tamaño de lote.

6.10.2.- Determinación de Tamaño de Lote: Método de Wagner - Whitin

El método de Wagner-Whitin para la determinación de Tamaño Dinámico de Lote, ya sea para producción ó para compras, es un método de optimización exacto basado en la Programación Dinámica (Programación por Etapas). En la Tabla 6.23 se muestra una hoja de cálculo con los resultados del método para las hojas de melamina que se usan en la fabricación de la mesa revistera.

Tabla 6.23 .- Aplicación de Wagner - Whitin para el material # 22; Melamina

Periodos:	1	2	3	4	5	6	Total(\$)
Di	60	121	0	124	0	63	368
Ai	30	30	33	33	39.93	39.93	
Ci	210	210	231	231	279,51	279,51	
hi	3	3	3,3	3,3	3,99	3,99	
Prd/Comp	60	308					Suman
Inv Final	0	187	187	63	63	0	Costos (\$)
Costo Ord.	30	30					60
Co. Llevar	0	561	617,1	207,9	251,56	0	1637,56
Co. Prod.	12600	64680					77280
Costo Tot.	12630	65271	617,1	207,9	251,56	0	78977,56

Periodos:	1	2	3	4	5	6	
1	12630	38403	38403	65596	65596	79872	
2		38070	38070	64891	64891	78978	*Optimo
3			38103	67156	67156	82377	
4				66747	66747	81759	
5					64931	82792	
6						82540	
*Co. Opt.:\$	12630	38070	38070	64891,2	64891,2	78977,56	

Pueden ser otros formatos. Lo importante es que se realicen las operaciones que requiere el método. (Las dos tablas anteriores van juntas).

En el cuadro superior se ponen los datos de demanda y costos unitarios por período y, en ése mismo cuadro, en su parte inferior se ponen los costos del período que resultan al producir lo que se ponga en el renglón correspondiente a la producción ó compra en el período, ésta cantidad nosotros la ponemos después de analizar el cuadro de abajo. En el cuadro de abajo, ponemos las cantidades, en pesos, que van resultando al ir llenando las celdas de cada fila. La forma de llenar cada fila de cada período es la siguiente; hablando del renglón 1, tenemos que:

(los costos que usamos son: de Ordenar, de llevar inventarios, y de comprar, en éste caso)

- 1.- En la celda 1,1 (fila 1, columna 1) se pone el costo de satisfacer la demanda del período 1 en el mismo período 1. (Compra). Esto es; Costo del período = Costo de ordenar +

Costo de Llevar Inv. (= 0) + Costo de Compra . Con ésto llenamos la primera celda.

2.- La celda 1,2 se llena con el costo de satisfacer, en periodo 1, la demanda de los periodos 1 y 2 . Observe que ésto involucra llevar en inventario en per. 1, la demanda del periodo 2. O sea; Costo del periodo = Costo de Ordenar en per.1 + Costo de llevar en per 1, la demanda del periodo 2 + Costo de Comprar en per.1, las Cantidades de los periodos 1 y 2 .

3.- La celda 1,3 se llena con la cantidad que significa el costo total de ordenar en 1, las cantidades de los periodos 1,2 y 3. Lo que significa llevar en inventarios lo siguiente: en per. 1 se llevan las cantidades de 2 y 3. En per. 2 se lleva la cantidad del periodo 3. ¿Se entiende la lógica?. La cantidad es; Costo del periodo = Costo de Ordenar en 1 + Costo de llevar en 1 las cantidades de 2 y 3 + Costo de llevar en 2 la cantidad de 3 + Costo de Compra de las cantidades de 1,2 y 3.

El procedimiento se va repitiendo hasta llenar todas las celdas de cada renglón, agregando en los costos correspondientes, las cantidades de los nuevos periodos que vamos agregando al avanzar hacia la derecha, hasta llegar al último periodo. ¿Es todo?, no; falta.

Ahora se procede a llenar el siguiente renglón, el '2', lo que significa que todas las cantidades que se vayan poniendo en las columnas ó periodos de tal renglón son los costos totales de ir produciendo, en el periodo 2, las necesidades del plan de producción para cada periodo acumulativo. Otra forma de decirlo es:

- a).- La celda 2,2 es el costo de producir en 2 para el periodo 2.
- b).- La celda 2,3 es el costo de producir en 2 para los periodos 2 y 3.
- c).- La celda 2,4 es el costo de producir en 2 para los periodos 2, 3 y 4.
- d).- La celda 2,5 : producir en 2 para 2, 3, 4, y 5.
- e).- La celda 2,6 : producir en 2 para 2, 3, 4, 5 y 6.

Los demás renglones se llenan con el mismo criterio, pero tome en cuenta una cosa: en las celdas de periodos anteriores no se pone nada puesto que es imposible producir ó comprar en un período futuro la necesidad de un período anterior. Se pueden relacionar las celdas con otras celdas por medio de fórmulas para que vayan mostrando los cálculos.

¿Qué falta?; el análisis de los resultados para determinar la ruta óptima de las compras del artículo en los periodos. El análisis se hace como sigue:

- En la fila inferior del cuadro también inferior, la que dice '*Co_ Opt:\$'; se pone el costo que haya resultado inferior en cada período (columna) del cuadro inferior.
- Se escoje la fila que tenga la menor cantidad en el último período. Si varias tienen la misma mínima cantidad, se selecciona arbitrariamente una. En la tabla, la mínima cantidad del período 6 se encuentra en la fila 2 (\$ 78,978).
- Se retrocede hacia la izquierda hasta llegar al fin de las cantidades del renglón. En la tabla se retrocede hasta el período 2, donde termina la fila de cantidades. Lo que quiere decir que se debe comprar ó producir en el período 2 para los periodos 2, 3, 4, 5 y 6.
- De los periodos que faltan, se vuelve a seleccionar la cantidad mínima en el periodo siguiente al que nos quedamos, hacia atrás, y se vuelve a retroceder hacia la izquierda. Si hay varios renglones con mínimos (hay varias soluciones óptimas), se selecciona arbitrariamente uno. Así se procede sucesivamente hasta llegar al primer periodo. La ruta resultante nos marcará las cantidades que se deben comprar ó producir en cada periodo, para satisfacer las demandas de sí mismo y de los que cubra hacia adelante, asegurando un costo mínimo de operación. La ruta óptima en la tabla está sombreada.

Como cosa curiosa, y tal vez por las condiciones de inflación que le pusimos a los costos, en nuestro caso resulta el mismo patrón de compras para todos los materiales, que el de la tabla 6.22. O sea; comprar en 1 para 1 y en 2 para 2, 3, 4, 5 y 6. Este patrón no necesariamente se repite con otros datos, por tanto; no supongan patrones y hagan el análisis para todos los materiales. Al final, las cantidades a comprar de cada material, se colocan en

el cuadro superior en la fila que dice 'Prod./Compras' para que la hoja electrónica refleje los costos de cada período y los totales.

Para obtener el Plan de Compras, sólo se deben compensar en el tiempo las cantidades que se van a comprar. Conviene que los períodos sean de semanas ó días (algunos son hasta de horas), para que la exactitud del plan sea más estrecha por lo que se comenta a continuación: En nuestro caso estamos hablando de períodos que son meses, y al compensar en el tiempo supondremos que los pedidos tardan un mes, así que las cantidades se pedirán en el mes anterior. Se podría dar el caso de que tardan una semana y que se ordena en el mes anterior lo que se va a producir ó comprar en la primer semana del mes de que se trate, sacando una cantidad proporcional. El resto de la necesidad se ordena en el mismo mes más lo que se produce en la primer semana del otro mes sucesivo. Todo es cuestión de los períodos usados y del tiempo de espera. Corresponde a cada planeador hacer los ajustes necesarios por tiempo de espera .

En la tabla 6.23, siguiente hoja, se muestran el Plan de Compras, que nos dice las cantidades a pedir en cada período y, tomando en cuenta el período de espera, se deduce el tiempo en que se recibirán y el uso del material en los períodos. El plan está poco detallado, porque los períodos de meses son un tiempo extenso en términos de precisión. Sólo faltaría darle un poco más de detalle subdividiendo cada período en planes mensuales que estuvieran en semanas ó días, dando así una definición más estrecha de las operaciones, acercándolas al modelo Just In Time, con sus correspondientes ventajas como: inventarios de materia prima y en proceso mas reducidos, movimientos de corrección de los planes más precisos, etc.

El Plan de Compras, junto con el Plan de Ventas, deben cumplir la función de ayudar a presupuestar los flujos de efectivo y las utilidades . Además , son la guía del departamento de Compras para cumplir con el surtido de materiales a las líneas de producción.

Tabla 6.24.- Plan de Compras para los Materiales de Fabricación.

Clase	Material	No. Inv.	Tpo. Esp.	Cuándo	Ped. Ant.	1	2	3	4	5	6	Total
A	AGLOM. MELAMINA BCO.	22	1 mes	usar: pedir:	59.50	59.50	121.10	0.00	123.90	0.00	62.65	367.15
A	MULTIPLY	23	1 mes	usar: pedir:	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A	TRIPLAY	24	1 mes	usar: pedir:	52.14	52.14	44.88	87.78	0.66	59.40	34.98	279.84
A	BARRA REDONDA	25	1 mes	usar: pedir:	140.25	140.25	265.45	0.00	292.05	0.00	147.88	279.84
B	BARRA CUADRADA	26	1 mes	usar: pedir:	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	865.43
A	TABLON S'ICEPILL.	27	1 mes	usar: pedir:	296.25	296.25	265.00	486.75	3.75	337.50	198.75	1,590.00
C	PERNOS LARGOS	28	1 mes	usar: pedir:	340.00	340.00	692.00	0.00	708.00	0.00	358.00	1,590.00
C	PERNOS CORTOS	29	1 mes	usar: pedir:	850.00	850.00	1,730.00	0.00	1,770.00	0.00	895.00	2,098.00
B	CINTA BORDE	30	1 mes	usar: pedir:	765.00	765.00	1,557.00	0.00	1,563.00	0.00	805.50	5,245.00
B	MENSULAS, PLACAS	31	1 mes	usar: pedir:	1,190.00	1,190.00	2,422.00	0.00	2,478.00	0.00	1,253.00	4,720.50
B	CASQUILLOS	32	1 mes	usar: pedir:	690.00	690.00	1,384.00	0.00	1,416.00	0.00	716.00	7,343.00
C	PIJAS	33	1 mes	usar: pedir:	3,160.00	3,160.00	2,720.00	5,320.00	40.00	3,600.00	2,120.00	4,196.00
C	GRAPAS	34	1 mes	usar: pedir:	340.00	340.00	692.00	0.00	708.00	0.00	358.00	16,960.00
C	CLAVOS	35	1 mes	usar: pedir:	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2,098.00
C	APOYOS ANTIDERRAP.	36	1 mes	usar: pedir:	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C	PERNO MARIPOSA	37	1 mes	usar: pedir:	170.00	170.00	348.00	0.00	354.00	0.00	179.00	0.00
B	APOYOS NIVELADORES	38	1 mes	usar: pedir:	316.00	316.00	272.00	532.00	4.00	360.00	212.00	1,049.00
B	BARNIZ C/MANCHA	39	1 mes	usar: pedir:	4.25	4.25	8.65	0.00	8.85	0.00	4.48	1,696.00
B	PEGAMENTO	40	1 mes	usar: pedir:	5.61	5.61	11.42	0.00	11.68	0.00	5.91	26.23
B	CAJAS PIEMPAQUE	41	1 mes	usar: pedir:	170.00	170.00	346.00	0.00	354.00	0.00	179.00	34.62
C	BOLSAS POLIETILENO	42	1 mes	usar: pedir:	510.00	510.00	1,038.00	0.00	1,062.00	0.00	537.00	1,049.00
					2,637.00	2,637.00						3,147.00

6.11.- Plan de Flujos de Efectivo

El Plan de Flujos de Efectivo permite a la empresa conocer las necesidades de dinero líquido a las que se va a enfrentar en el transcurso del horizonte de planeación. De ésta manera puede detectar posibles necesidades de financiamiento externo. En el plan se incluyen todas las partidas que ocasionan flujo de dinero; como son los ingresos por ventas, suponiendo que son al contado, y los egresos por diferentes rubros como compra de material, sueldos, seguros, etc. El formato de la tabla 6.25, más adelante, no pretende ser muy completo porque cada empresa le dá los rubros que son relevantes para flujos de efectivo. Además, se supone que los pagos son al contado y no se usarán condiciones de crédito, por razones de simplificación.

Para formar el Plan de Flujos de Efectivo se necesita la información de todos los planes anteriores, al menos de manera resumida, porque es la consolidación económica de los datos de todos los demás planes o presupuestos, como lo muestra la figura 6.12, abajo:

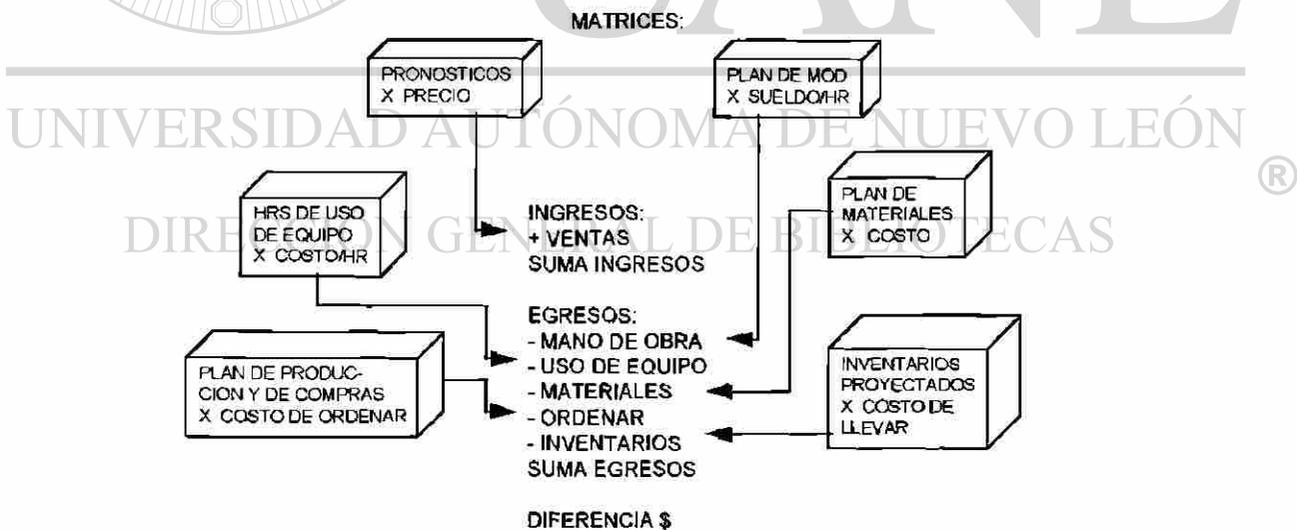


Figura 6.12.- Construcción del Plan de Flujos de Efectivo.

en la figura se aprecia que se usan los datos de todos los planes y, se deben idear mecanismos

que permitan recuperar fácilmente los datos relevantes, ya sea manual ó automáticamente. puede sonar difícil, pero no lo es. Se puede consultar con el ingeniero en sistemas de la empresa para que sugiera el procedimiento más idóneo. Aquí sólo se muestra el camino, pero hay muchas maneras de seguirlo. La figura 6.13 muestra la gráfica de los flujos.

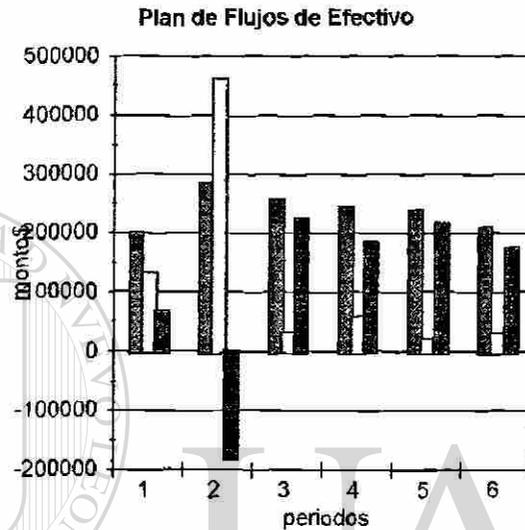


Figura 6.13.- Gráfica del Plan de Flujo de Efectivo

la tabla 6.25 , del Flujo de Efectivo se muestra enseguida :

Tabla 6.25 .- Plan de Flujos de Efectivo

Conceptos :	1	2	3	4	5	6	Total
Ingresos :							
Ventas Mesa	132600	134160	142506	144144	153080	153940	860430
Ventas Banco	10605	10605	11110	11110	11716	11716	66862
Ventas Librero	59250	140250	104804	90620	74430	43831	513185
Suma Ingresos :	202455	285015	258420	245874	239226	209487	1440477
Egresos :							
- Mano de Obra Dir.	31307	46831	25416	37205	18081	30324	189164
- Uso de Equipo	1380	2087	1166	1748	869	1481	8731
- Materiales de Fab.	99035	404504	0	13721	0	0	517260
- Ordenar	930	690	165	594	182	363	2924
- Almacenamiento	1125	8621	4966	6429	2553	0	23694
Suma Egresos :	133777	462733	31713	59697	21684	32168	741772
Utilidad del Periodo :	68678	-177718	226707	186177	217542	177319	698.705

Los diferentes conceptos se listan y se explican brevemente enseguida:

- 1.- Ingresos: Ventas; Son los flujos de entrada de dinero por las ventas pronosticadas de los productos que se comercializan. Es igual a la suma de las (ventas pron. de mesas x pr. de c/mesa) + (ventas pron. de bancos x pr. de c/banco) + (ventas pron. de libreros x pr. de c/librero). Ver Tabla 6.14 y la 6.11; los datos se pueden obtener de ahí.
- 2.- Gastos de MOD: Es el pago de los salarios de los trabajadores, aquí se les paga por hora. Las horas disponibles (no las ocupadas, porque como quiera se les paga la hora. No hay horas extras, si las hubiere; se tomarian las tiempo extra del cuello de botella) se multiplican por el costo por hora de cada puesto y se suman (para cada período). Ver tabla 6.16 y archivo de MOD, en capítulo # 5.
- 3.- Gastos de Uso de Maquinaria: Son iguales al anterior sólo que aplicados a las estaciones de trabajo.
- 4.- Gastos de Materiales: Es lo que se gasta en comprar los materiales que nos pide el Plan de Compras. Se supone que se paga al llegar el material, no al pedirlo. Lo que se compra de cada material en cada periodo se multiplica por su precio y se suma lo de cada material en el periodo. Se puede generar una matriz del plan de compras y multiplicarla por otra matriz de precios en los periodos para cada material. Ver tabla 6.24 y archivo de Mat'ls.
- 5.- Gastos de Ordenar: Es lo que se paga por ordenar la producción del Plan de Producción y por ordenar la compra de los materiales, según el Plan de Compras. Los costos de ordenar están en el archivo de Materiales, capítulo # 5.
- 6.- Gastos de Llevar Inventarios: Son los costos en los que se incurre por el inventario que va resultando y de cada artículo en cada período ya sea por producción ó por compras, por tanto hay que basarse en tales planes. Ver también archivo de Materiales para los costos de llevar.

Las rutinas de recuperación de datos son sencillas si se sabe consultar bases de datos, ó podrían hacerse a mano pero es muy laborioso. Consulte a su personal de Sistemas para idear en equipo los diferentes algoritmos de búsqueda y presentación de datos, tomando en cuenta las necesidades de información que se tengan en la empresa en la que estén laborando.

6.12.- Comentarios

Se han mostrado los diferentes planes que sirven de base para guiar las operaciones de producción de la empresa. Se mostró también la forma en que se conjuntan todos los archivos de datos y ahora se tiene una buena idea del papel que juega cada dato. Un Sistema de Información para el Cálculo de Requerimientos de la Producción parte de una estrategia de manejo de datos, de la cual se decide inicialmente la estructura de archivos, la lógica de los procedimientos, y la forma de presentación de los datos en los diferentes reportes ó formatos que se ofrecen. Pero no es definitivo. Debe tener la flexibilidad para irse adecuando a las necesidades cambiantes de información de la empresa, o de su forma de operar, incluyendo artículos y procesos nuevos. Lograr ésto no es fácil, menos cuando existe la premura del tiempo por ser una tesis. Pero marca un punto de partida que se puede entender bien, implementar poco a poco, y después irlo modificando para que incluya cada vez más funciones, tal vez de control de producción, de contabilidad, de control de inventarios, financieras, etc., o tal vez cambiarlo por completo en su estructura. Así es como se van integrando los sistemas de recursos empresariales (ERP).

Deseo mencionar que si se presentan incongruencias en los datos, ha sido de manera involuntaria. Como ayuda en tales situaciones recomiendo centrarse en el concepto y la lógica de lo que se está buscando en ése punto determinado, para que tales incongruencias no nos despisten. Los mejores aliados son la lógica y la rigidez conceptual.

Ahora sólo queda hablar del manejo de algunas situaciones que se pueden presentar en el transcurso de las operaciones. Las situaciones que mencionaremos son sólo algunas de las muchas que se pueden presentar, sería imposible hablar de todas porque son muy variadas y de vez en cuando se presentan circunstancias completamente nuevas como para prevenirlas. Lo único que se puede hacer es conocer bien las operaciones de la empresa y las posibilidades del Sistema de Cálculo de Requerimientos. En el siguiente capítulo se hablará de tales situaciones.

Captítulo # 7.- Manejo de Situaciones

7.1.- Introducción

El propósito de éste capítulo es el de mostrar la forma de manejar algunas de las muchas situaciones que se pueden presentar durante el cumplimiento de un Plan de Producción. Se trata de aprovechar la información que se tiene disponible para dar algunas respuestas a interrogantes que surgen durante las operaciones. Mientras más pronto se pueda dar respuesta a una cuestión, más oportuna y acertada será la decisión que se tome. De hecho, para ésto debe ser un Sistema de Información, cualquiera que éste sea. Nos debe ayudar a decidir, reportar e implementar modificaciones en los planes y las operaciones y, aparte, nos debe ayudar a registrarlas de tal manera que siempre dispongamos de datos que nos muestren el estado actual de las operaciones.

Esta necesidad se presenta sobre todo en el control de las actividades de fabricación y, aunque no es el objetivo del presente trabajo el mostrar un Sistema de Control de la Producción, ya que solamente tratamos la Planeación, sí es cierto que se puede derivar un método de control a partir de la planeación. Entonces al ver la manera de analizar los datos en algunas situaciones, podremos visualizar algunas formas de complementar el Sistema de Información con procedimientos para el Control de Operaciones. Hasta éste punto pretende llegar el presente capítulo.

Algo importante que se debe mencionar es que los **Planes tienen la posibilidad de transformarse en Programas** de subperíodos, respetando las restricciones de capacidad que tenemos para cada período, lo que nos ayuda a estrechar la precisión para el cumplimiento, control y ajuste de las operaciones al Plan Maestro. Una ventaja es que se pueden usar los mismos formatos de los planes, con ligeras modificaciones, lo que se puede ir haciendo a medida que el plan de cada período se transforma en programas de varios subperíodos. Por ejemplo: si cada período es un mes, podremos transformar su plan a programas semanales, como lo indica la figura 7.1, a continuación :

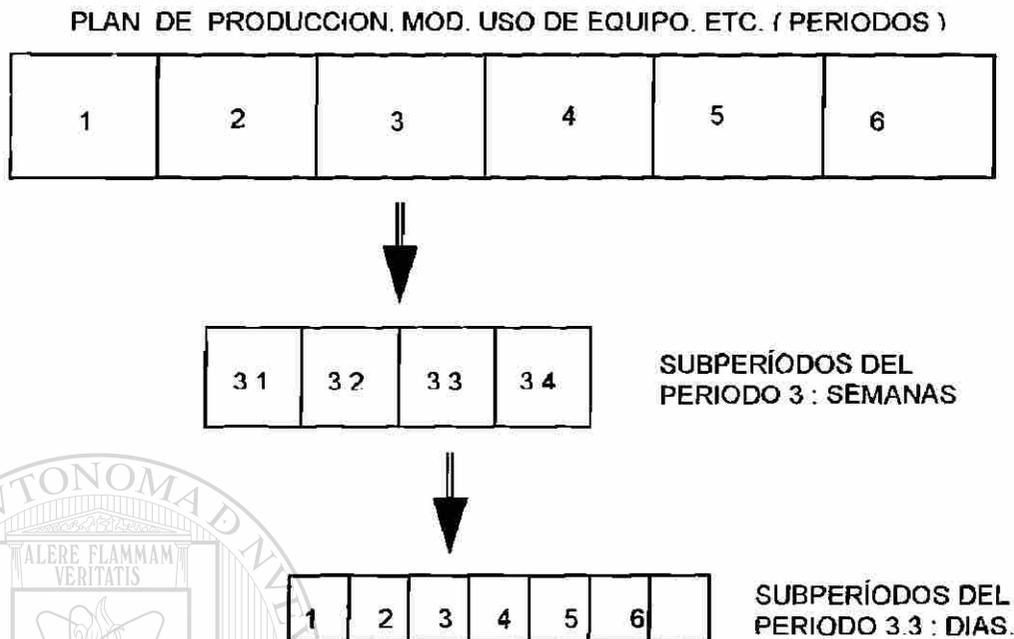


Figura 7.1.- Descomposición de un Plan en Programas parciales para control.

los programas pueden ser en semanas, días, o hasta horas. Veamos algunas situaciones enseguida.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

7.2.-Reparaciones Programadas y Fallas en Maquinaria

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Obviamente, las máquinas requieren mantenimiento. Y si se lleva un buen programa, el mantenimiento se hace en forma preventiva. Si registramos el tipo de mantenimiento y el tiempo de reparación que requiere cada máquina por cada hora de trabajo, podemos separar tiempo para reparaciones futuras en los períodos planeados. Algunas reparaciones las puede efectuar el mismo operario si se le enseña cómo hacerlo, tales como limpieza, lubricación, reparaciones menores, etc.. El operario es la principal fuente de aviso porque puede detectar ruidos extraños ó cambios en el funcionamiento de manera temprana y así evitar paros de línea prolongados. Todo ésto pertenece al campo de Mantenimiento Productivo Total, que a su vez es parte de la Administración de Calidad Total.

En otras ocasiones habrá fallas repentinas que obligarán al paro de labores. En tal caso debemos ser capaces de evaluar el tiempo que se tardará la reparación y checar con nuestro sistema de información el tiempo que tenemos disponible para recuperar el tiempo perdido y volver al tiempo planeado. Para esto ayuda el Plan de Uso de Equipo, ó el Plan de MOD, porque nos muestran las horas libres que nos quedan de las totales disponibles.

La figura 7.2.- es un diagrama de los tiempos en periodos, (es la figura 4.2 repetida).

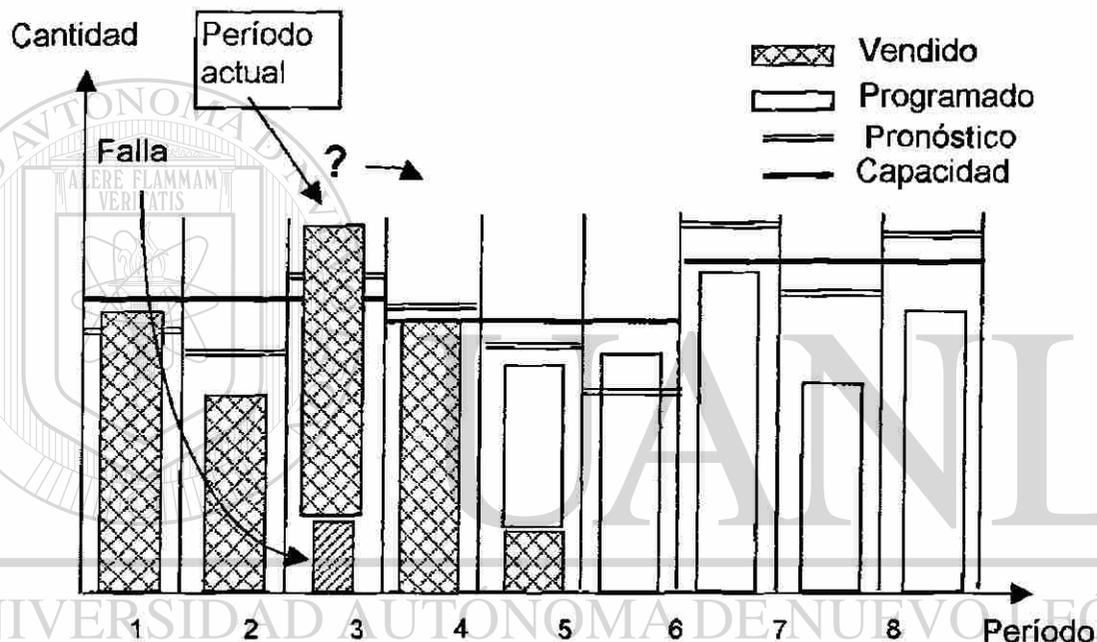


Figura 7.2.- Manejo de la capacidad en situaciones de fallas de equipo

en ella se ve que en el periodo 3 ocurre una falla, ¿a dónde mandar la producción que se desplaza por el tiempo de reparación?. Bueno; primero debemos ser capaces de cuantificar el daño (en tiempo, para propósitos de producción). Para esto disponemos de información de las horas disponibles, ocupadas y libres. Después vemos cómo correr la producción en el tiempo según el que tenemos registrado como libre. También sabremos cuándo nos recuperaremos del contratiempo. Se requiere exactitud en los registros. Una acción que podríamos tomar es correr sólo el lote de producción afectada hacia un hueco de capacidad más adelante y avisarle al cliente de una entrega posterior pero con una fecha segura, si

acaso acepta, todo según las posibilidades que visualizamos con el Sistema de Información.

Otra acción más que podemos efectuar es analizar si la producción se puede desviar a otras máquinas menos ocupadas para no parar las actividades. Esto se saca del Plan de Uso de Equipo, que nos dice qué podemos hacer, conociendo claro, las actividades de producción que necesitamos efectuar.

Si se trata de tiempo de reparación programado, simplemente se toma en cuenta éste al definir las horas disponibles en la planeación y respetar tales restricciones.

7.3.- Las Fallas en Reabastecimientos

Los programas de entregas de productos o materiales planeadas pueden retrasarse o no efectuarse por cualquier circunstancia, controlable o nó. O simplemente los resultados difieren de los pronósticos. Sabemos que para éstos casos debemos disponer de existencias de seguridad que amortigüen el impacto del desabasto sobre el proceso de fabricación. Para esto debemos definir un nivel de existencias de seguridad que estadísticamente nos den un rango de confianza de que nó nos quedaremos sin existencias de algún artículo durante el tiempo que se tarde una entrega o por exceso de ventas.

Aquí la estadística es importante. De esta se aplicarán los parámetros conocidos de una distribución 'normal', como son la media, la desviación estándar, y el nivel de significancia. El procedimiento a seguir más común es que la Administración defina un nivel de confianza en porcentaje para todos los artículos y productos ó para cada uno. Posteriormente, para cada artículo, se obtiene la varianza del error de los pronósticos históricos con respecto a las cantidades realmente ocurridas para obtener su desviación estándar. La media es cero ($\mu = 0$), porque el error se distribuye 'normalmente' alrededor de los pronósticos, ya que la realidad resulta a veces mayor y a veces menor que los pronósticos. Esto es en cuanto a las ventas de productos pronosticadas. En cuanto a los materiales comprados debemos estudiar la historia de abastecimientos de los proveedores para detectar su recurrencia de fallas de suministro para cada artículo y, en base a esto, fijar

un nivel de seguridad. Se puede empezar por asegurar un nivel de existencias que signifiquen algunos tres ó cuatro días de trabajo y observar cómo responde el suministro. Si nunca se llega al nivel de seguridad, podemos disminuir todavía más el nivel de seguridad a uno ó dos días ó menos todavía; pero si caemos en desabastos rápidamente deberemos aumentar los niveles de seguridad. Estos niveles de seguridad de los materiales son difíciles de manejar, y la mejor herramienta es el conocimiento de nuestras operaciones, la continua observación de los tiempos de suministro de nuestros proveedores, su posibilidad de falla y los niveles históricos de inventarios. Se puede consultar el tema de los inventarios en Narasimham, Sim [13] y en Sipper, Daniel [14]. La figura 7.3 siguiente, nos muestra los pasos del procedimiento para obtener los parámetros estadísticos del error de pronóstico para cada artículo, para que nos ayude a fijar un nivel de existencias de seguridad para los productos fabricados :

PARA CADA

PRON	REA	ERRO

1.- FIJAR NIVEL DE CONFIANZA AL 95%
($\alpha=0.95$, AREA BAJO LA CURVA)

2.- ENCONTRAR EL VALOR DE 'Z' QUE TIENE UNA DISTRIBUCIÓN 'NORMAL' CON $\alpha=0.95$; RESULTA $Z = 1.65$; PARA UN SOLO EXTREMO .

3.- OBTENER LA CANTIDAD DE SEGURIDAD CON LA EXPRESION:

$$NIV.SEG = 0 + Z \times (DESV. ESTANDAR ESTIMADA)$$

'n' lecturas anteriores; se recomienda $n \geq 30$

MEDIA DEL ERROR = 0

$$DESVIACION ESTANDAR DE LA MUESTRA = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - X_m)^2$$

MUESTRA DESVIACION - DESV. STD.

CRITERIOS:

- LA MEDIA DEL ERROR = 0

- SE USA SOLO EL EXTREMO SUPERIOR PARA GARANTIZAR QUE EL NIVEL DE EXISTENCIAS CUBREN EL 95% DE LAS VECES QUE LA DEMANDA RESULTA MAYOR QUE EL PRONOSTICO.

- NO SE USA EL EXTREMO INFERIOR PORQUE SI LA DEMANDA RESULTA MENOR AL PRONÓSTICO, NO PROVOCA DESABASTO.

Figura 7.3.- Obtención del Nivel de Seguridad para la Demanda de Productos

Es sencillo tabular los datos de cada producto para obtener los parámetros estadísticos del error. En el archivo de Materiales hay una columna para poner el nivel de seguridad de cada producto y material que se maneja .

7.4.- Las Fallas en La Calidad

No se tratará aquí de ver métodos de mejora de la Calidad. Más bien se verá la manera de tratar el nivel actual de la calidad en términos de producción.

La manera en que la buena ó mala calidad afecta nuestras operaciones la podemos cuantificar si la ponemos en forma de un **factor por calidad (fpc)**, para cada uno de los componentes ó actividades que hacemos. El factor se forma al dividir el número de componentes fabricados en total entre el número de componentes que en promedio salen 'buenos', como lo muestra la expresión siguiente :

$$\text{Factor por Calidad (fpc)} = \frac{\text{Núm. de pzs. fabricadas en total}}{\text{Núm. de pzs. aprovechables}}$$

Note que parece un factor de eficiencia, pero a la inversa. La razón es que es más fácil multiplicar la cantidad de productos ó componentes que tenemos que entregar, por el 'factor por calidad', para obtener los que en realidad debemos manufacturar, que dividir entre un factor de eficiencia. Se visualiza mejor el hecho de 'aumentar' (multiplicar) la producción en la medida que nos marque el factor, que 'disminuirla' (dividir) por el factor de eficiencia. Vea la expresión siguiente:

$$\text{Cantidad a Fabricar} = \text{Cantidad necesitada} \times \text{fpc}$$

el factor siempre será mayor que 1, y la diferencia del factor con respecto a 1 es el porcentaje que debemos aumentar la manufactura para obtener o que realmente necesitamos.

De manera que si tenemos que efectuar una cierta operación en 100 componentes y el factor por calidad vale 1.09, al aplicar el factor por calidad tenemos 100×1.09 , lo que da 109 componentes por fabricar para obtener 100 aprovechables.

No es que se tome como correcto un factor por calidad, es claro que el departamento

de calidad debe trabajar para disminuirlos continuamente. Pero para propósitos de planeación debemos tener procedimientos para tomarlos en cuenta, cualquiera que sea el valor de éste factor, de ésta manera calculamos los recursos exactos que realmente necesitamos para lograr los niveles de producción aprovechable que tenemos planeados.

Ahora, ¿cómo lo aplicamos a todos los componentes?. La respuesta la tenemos en el procedimiento que se vió en el punto 3.4 (pag. 74), al hablar de las operaciones entre matrices para tomar en cuenta los factores por calidad (en la operación 4, página 74). En ése procedimiento decíamos que se debe multiplicar la matriz de factores por calidad, por la matriz de demandas de productos y materiales. Lo que resultaba en aumentar los materiales y productos en el porcentaje dado por el factores por calidad. Es muy importante tomar en cuenta que el factor se va **'amplificando'** a medida que avanza en la estructura de cada producto, porque si un producto en el nivel '0' tiene un factor de 1.01 y un componente del producto en el nivel '1' tiene un factor de 1.04, el verdadero factor para el componente del nivel '1' es $1.01 \times 1.04 = 1.05$, el primero por el producto en sí y el segundo por su componente en sí; ¿se entiende?. Si se sigue avanzando en la estructura, el factor sigue 'amplificando' las necesidades de componentes inferiores. Por ésto es crucial que se tenga un buen sistema de mejora continua; porque mejora sustancialmente el costo de cada producto final. Mientras tanto, tendremos qué manejar los factores para reflejarlos en la producción.

Con todo y lo anterior, resulta difícil expresar éstos factores 'acumulativos' en una matriz. Por ésto se hace el procedimiento del punto 3.4; para minimizar el impacto de los factores acumulativos por calidad, y usarlos nó como factores acumulativos, sino como factores sencillos para cada elemento del archivo de inventarios (productos y materiales de fabricación).

Es necesario advertir que éste paso de aplicar los factores a los pronósticos se debe hacer antes de resolver el modelo de Planeación Agregada de la Producción, de cuya solución se derivan todos los planes de requerimientos de recursos, porque contribuye a aumentar tales recursos y debemos saber si nuestras restricciones lo permiten, o fijar otras nuevas. Después, se aplican los factores al Plan de Compras de Materiales, para compensar cantidades. En los Planes obtenidos nó se aplicó.

No se va a repetir dicho procedimiento aquí, sólo se recordará que la operación matricial es la siguiente:

Matriz de factores por Calidad (diagonal)

X

Matriz o archivo de necesidades de Materiales

recuerde que se deben idear procedimientos para generar las matrices (no necesariamente), realizar las operaciones y luego devolverlos al formato de los archivos ó planes. Se recomienda repasar el punto 4 del capítulo # 3, mencionado anteriormente (pag. 74).

7.5.- El Tamaño de Lote y El Tiempo de Entrega

La más grande ventaja de tener todas las operaciones cuantificadas es que las cantidades de producción se convierten en cantidades de tiempo. Esta es una gran ventaja para establecer fechas de entregas para los clientes externos ó internos. Reconozcamos que una de las fuentes de disgusto más frecuentes entra cliente y proveedor es el hecho de que no se cumplen las fechas de entrega y lo peor: no se dá con seguridad una fecha de entrega posterior porque no se tiene capacidad para definirla. O sea; el problema no es fallar alguna ocasión en una fecha de entrega, para eso tiene el cliente inventarios de seguridad; sino el hecho de nó poder dar otra fecha con seguridad. Recordemos la famosa frase: *'dime para cuándo, pero no me hagas dar vueltas'*, ¿la han usado alguna vez?. Todo ésto trastorna los planes de producción ó ventas de los clientes y optan por buscar quién ofrezca mejores garantías en las fechas de entrega. Por éso es importante la capacidad de definir fechas de entrega y de tener una organización del trabajo eficiente. Ciertamente hay qué considerar que una cosa es tener capacidad para definir fechas de entrega y otra cosa es tener una organización de operaciones que permita cumplir con éstas.

Debemos desarrollar un diagrama de actividades de cada producto. En la figura 7.4 se muestra el de la mesa revistera:

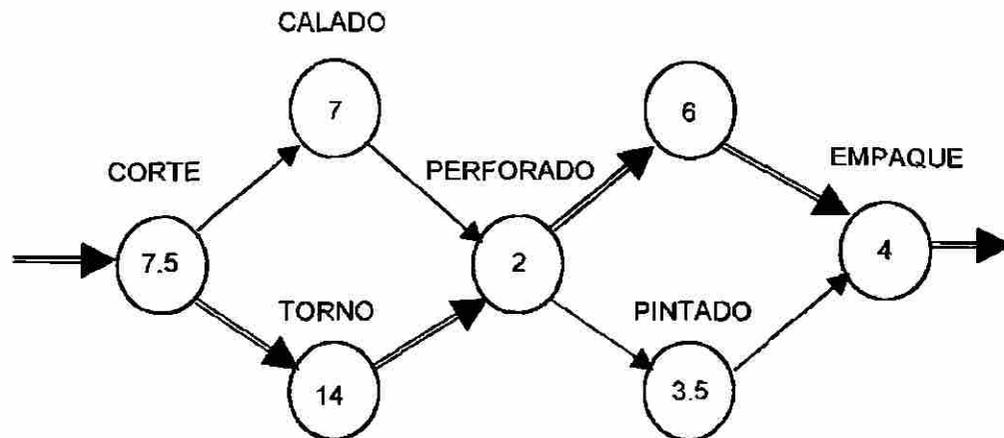


Figura 7.4.- Diagrama de Actividades y Tiempos unitarios (por producto) para la Mesa Revistera y su ruta crítica. (Lote de Transf.=1)

los tiempos que muestra cada actividad son los tiempos totales de trabajo en todas las piezas de un producto que pasan por la actividad. El cuello de botella será el que ocupe más tiempo. En la figura se observa que el taladro es el cuello de botella para la mesa revistera, con un lote de transferencia = 1. El camino crítico de las actividades de la mesa está marcado en la figura, por ser el camino que toma más tiempo.

Para definir los tiempos de lote y entrega debemos definir tres conceptos de tiempo :

1.- Tiempo de llenado: Es el tiempo que se tardan los materiales en invadir todos los puestos de trabajo (excepto el cuello de botella) a medida que avanzan por las líneas de producción. En la figura el tiempo de llenado es el tiempo total unitario del camino crítico ($7.5 + 14 + 6 + 4 = 31.5$ min). Este tiempo depende del tamaño de lote de transferencia, el cual se define como el tiempo unitario de producción de un determinado puesto, multiplicado por el tamaño del grupo de componentes de cada tipo de pieza que se trabajan antes de pasar el grupo de piezas a su respectivo siguiente puesto de trabajo. Si decidimos un lote de transferencia entre puestos de 5, estamos diciendo que al completar componentes para 5 productos terminados en cada actividad, los mandaremos a la siguiente. Con éste lote, tenemos que el tiempo de llenado es igual al tiempo unitario del camino crítico multiplicado por el lote de transferencia. Lo que da un llenado de $= 31.5 \times 5 = 157.5$ min (2.63 hrs) .

Veamos un detalle importante: la diferencia en tiempo de llenado entre un lote de transferencia de 1 y otro lote de 5 es $157.5 - 54.5$, que es igual a 103 min (1.72 hrs). Esta diferencia significa que no va a empezar a salir producto terminado sino hasta después de 1.72 hrs. con respecto a un lote de 1. Significa tiempo de espera de las demás estaciones para surtir de material para trabajar, es tiempo de producción perdido. Por éso es importante mantener lotes de transferencia pequeños y así minimizar el tiempo necesario para llenar las líneas y obtener lo más pronto posible producción terminada. Se pueden ver conceptos de producción sincronizada en Sipper [14] y de producción justo y Kanban en Hernández [7]. Estos conceptos ayudan a implementar lotes de transferencia pequeños.

2.- Tiempo de Ciclo: Es el tiempo que nos dice la velocidad de producción de cada producto terminado. Nos dice cada cuándo sale un nuevo producto terminado. Este tiempo lo establece el 'cuello de botella' del proceso para cada producto. No necesariamente es el mismo para cada producto.

3.- Tiempo de Preparación: Es el tiempo que ocupa cada estación de trabajo en ajustar sus herramientas para iniciar el cambio en la producción de un producto. Se tomaría como el tiempo de preparación de la estación que ocupe más en preparación, algo así como el 'cuello de botella en la preparación'.

4.- Tiempo de Producción o Entrega: Es la suma de los tres anteriores. Significa lo que se toma la fabricación completa de un lote de productos del mismo tipo. Se define de la siguiente manera:

$$\text{Tpo. de Entrega} = \text{Tpo. de Prep.} + \text{Tpo. de Llenado} + \text{Tpo. de Ciclo} \times \text{Tamaño de lote}$$

En nuestro caso, los tiempos de preparación son pequeños y no se toman en cuenta. Los tiempos de llenado son de aproximadamente una hora, también son manejables. Si fueran tiempos grandes, deben tomarse en cuenta desde el Modelo de Planeación Agregada y, tal vez usar otros modelos de Optimización como el de Programación Entera, ó Programación Dinámica con restricciones de recursos.

Se puede diseñar un formato para tabular éstos tiempos para cada producto. La tabla 7.1 muestra uno que podría realizarse en alguna hoja electrónica de cálculo. Se trata de un

pedido de 3 clientes , ver siguiente sección.

Tabla 7.1.- Cálculo del Tiempo de Entrega de un Lote de Fabricación.

PRT_001.-Mesa Revistera			
Concepto	Valor	Tamaño de Lote/Prod	Total (hrs.)
Tiempo Preparación	15 min.		.25 hrs.
Tiempo LLenado	31.5 min.	2 un.(lote de transf.)	0.525 hrs.
Tiempo Ciclo	23 min / un.	20 un. (cliente 1)	7.7 hrs.
	23 min / un.	20 un (cliente 2)	7.7 hrs.
	23 min / un.	10 un. (cliente 3)	3.83 hrs
		Suma T. de Entrega:	20.0 hrs.

los tiempos de preparación se deben medir para cada estación de trabajo y poner el más alto. Los tiempos de llenado se obtienen del diagrama que se haya hecho de las actividades del producto y sus tiempos se obtienen del archivo de máquinas. El tiempo de ciclo se obtiene de observar cuál máquina es la más ocupada para el producto de que se trate. El lote de transferencia es una decisión del Dpto. de Producción que sea un equilibrio entre un lote pequeño, que ocasiona constantes acarrees de material entre actividades y un lote grande que ocasiona tiempo perdido por espera al inicio de un cambio de producción.

Nota Importante: No es lo mismo lote de transferencia entre actividades que lote de producción. Y tampoco es lo mismo lote de producción que lote de pedido. El lote de transferencia es el lote de acarreo entre actividades. El lote de producción es el lote económico que se programa para cumplir el Plan de Producción. Y el lote de pedido es el número de piezas que nos ha pedido un cliente.

7.5.1.- Tiempo de Entrega para Nuevas Ordenes

El tiempo de entrega para nuevas órdenes se obtiene al sumar los tiempos de la tabla 7.1. En el caso de la mesa revistera, para un lote de 50 unidades (suponiendo que es un grupo de pedidos puede fabricar), proveniente de 3 clientes que piden respectivamente 20, 20, y 10 unidades, se obtuvo un tiempo de entrega de 1,200 min , que traducidos a horas nos

dá 20.0 hrs. ver figura 7.5, abajo:

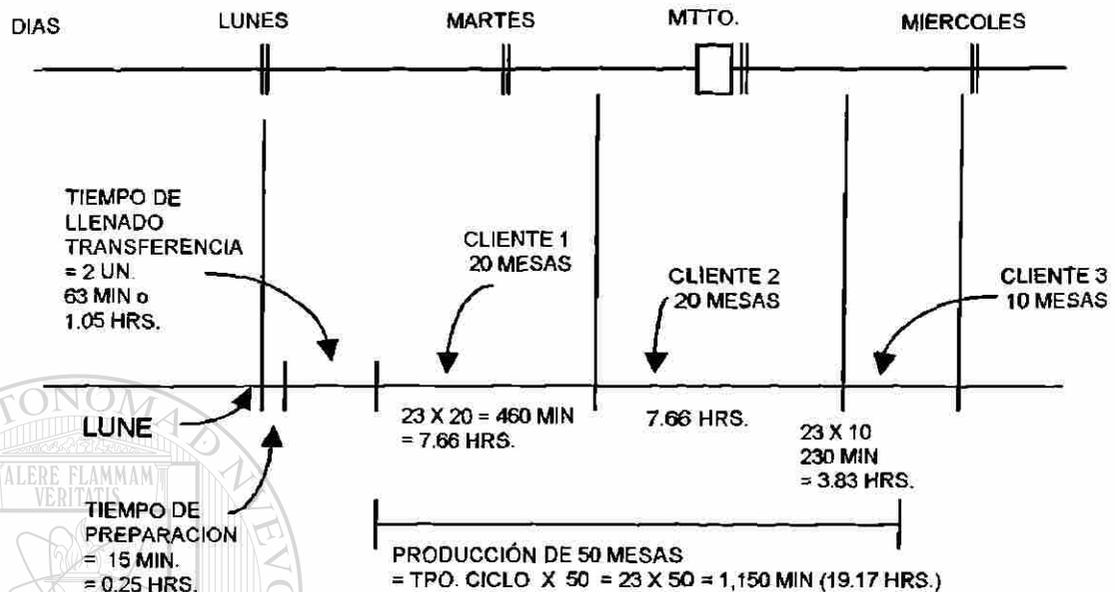


Figura 7.5.- Tiempo de Entrega para un lote de 50 mesas, repartido en 3 clientes.

Para obtener la fecha de entrega repartimos esas horas entre las disponibles en los días destinados a la producción y sabremos cuándo se terminará la orden. Como ejemplo: si suponemos que estamos un Lunes en la mañana y tenemos 8 hrs. en ese Lunes nos quedan, después de los tiempos de preparación y llenado sólo $8 - 1.3 = 6.7 \text{ hrs}$ para producir. Si necesitamos 7.7 para lo del cliente # 1, vemos que tendremos que tomar 1 hr. del siguiente día, Martes. Si el Martes tenemos 6 hrs. por algún mantenimiento programado entonces tendremos 5 hrs. para fabricar lo del cliente #2. Como necesitamos otras 7.7 hrs, para su orden, nos llevaremos $7.7 - 5 = 2.7 \text{ hrs}$, del Miércoles. Y si el Miércoles tenemos 8 hrs. disponibles nos quedan $8 - 2.7 = 5.3 \text{ hrs}$. para lo del cliente # 3, lo cual es suficiente para fabricar sus 10 unidades (3.8 hrs.). Parece complicado nó lo es, pero vean su lógica. Es aritmética de primaria. Se pueden idear instrucciones computacionales para obtener automáticamente las fechas. Lo visto en el punto 4.3, página 83, se relaciona con los tiempos tratados es ésta sección, sería bueno repasarlo.

Este conteo no afecta los planes ó programas de producción, solamente sirve para

establecer tiempos de terminación de las diferentes cantidades de producción que están destinadas a cada cliente (o están por asignarse).

7.5.2.- Manejo de Ordenes Urgentes , ¿ Se Pueden hacer ?

La manera de ver si se pueden fabricar órdenes urgentes es ver si hay capacidad de producción sobrante. Puede ser por tiempo extra, en cuyo caso se acordarían los precios por ser más costo de mano de obra, ó por tiempo normal o incluso por subcontratación. ¿Qué se debe hacer?; lo primero es cuantificar la cantidad de unidades que nos piden urgentes en tiempo de producción. Lo cual se obtiene usando los tiempos de las secciones anteriores. Después, ve la manera de reacomodar la producción para ver si hay cabida para el pedido en algún lote que esté en proceso ó que vaya a estarlo. Si nó se puede porque ya toda la producción está prometida pero si hay huecos de capacidad, entonces sumamos los huecos de capacidad en los diferentes períodos y vemos hasta qué tiempo se completa lo necesario para producir el pedido que nos hacen y lo comunicamos al cliente para ver si acepta. Como tal vez se extendería el plazo de entrega, se podrían negociar entregas parciales para que el cliente vaya disponiendo de los productos pedidos.

Las Capacidades libres se pueden obtener de los Planes de Uso de Equipo ó de MOD., ó del Plan de Producción (MPS, tabla 6.15) porque éste plan toma la capacidad libre que nos marca el Plan de Capacidad tabla 6.16 y la traduce en unidades de cada producto que podemos producir con la capacidad libre que tenemos. De ésta manera determinamos con una lectura directa la posibilidad de cubrir un pedido urgente. Se recomienda repasar el punto 6.3 para ver los conceptos que se manejan en tal plan.

La tabla 7.2 resume las capacidades libres de cada periodo y las traduce a unidades de cada producto que se fabrica .

Tabla 7.2.- Resumen de Capacidad Libre y conversión a Unidades de Producto

Concepto	1	2	3	4	5	6	Total
Total Horas Disponibles	220	220	156	220	220	176	1212
Total Horas Ocupadas	65	133	0	136	0	69	403
Total Horas Libres	155	87	156	84	220	107	809
Conversión de la capacidad libre a unidades de producto							
Mesa Revistera	404	228	407	220	574	280	2113
Banco de Dibujo	387	218	390	211	550	268	2024
Librero Estudiantil	221	125	223	120	314	153	1156

En la tabla tenemos las horas disponibles, ocupadas y libres de cada periodo, además del total de todos los periodos. En la parte de abajo, vemos las unidades de cada tipo de producto que se pueden fabricar con las horas libres de cada periodo. De ésta manera podemos ver de golpe las posibilidades de tomar pedidos nuevos.

La información de la parte superior de la tabla se obtiene del Plan de Capacidad, y la información de la parte baja viene del Plan de Producción. La conversión se hace con la operación siguiente :

$$(155 \text{ hrs. libres del periodo 1}) \times (2.6 \text{ mesas/hr.}) = 403 \text{ unid's mesas p/producir inmed.}$$

$$(155 \text{ hrs. libres del periodo 1}) \times (2.5 \text{ bancos/hr.}) = 387 \text{ unid's bancos p/producir inmed.}$$

$$(155 \text{ hrs. libres del periodo 1}) \times (1.43 \text{ libreros/hr.}) = 221 \text{ unid's libr's p/producir inmed.}$$

de la misma manera se va haciendo para los bancos y los libreros en cada periodo, para todos los periodos.

La información de la tabla se debe ir actualizando a medida que los planes van aceptando ó cancelando más producción. Es fácil diseñar procedimientos computacionales que actualicen la información cada vez que se cambian los planes. Otra forma sería relacionar las celdas de una hoja electrónica de cálculo para que reflejen los cambios en los Planes de Producción y Capacidad. Puede haber otras formas de checar la capacidad para pedidos urgentes. Aquí se ofrece un punto de partida.

7.6.- Cambios a Los Planes

Los planes no son estáticos. Puesto que son la guía de las operaciones, necesitan contener información actualizada. Y si las operaciones se apartan considerablemente de los planes, se requiere reflejar las nuevas situaciones en los planes, buscando siempre la forma más económica y más segura de operar. Algunos ejemplos de necesidad de actualización son:

- a).- Los pronósticos se salen de control y hay que hacer ajustes a los coeficientes de los modelos de pronósticos para volver a pronosticar.
- b).- No se cumplió alguna parte del Plan de Producción y se debe remodelar lo que resta del Plan.
- c).- El Plan MRP tomaba en cuenta ciertas existencias, pero resulta que faltan ó sobran y se necesita reajustar las Compras.

Con buenos procedimientos de Control podemos ir registrando resultados y saber cuándo nos apartamos de manera importante de los planes. Pero no es tema del presente trabajo ver procedimientos de control.

Si debemos re-pronosticar sería como volver a empezar. Aplicamos los modelos de pronósticos y los resultados, que serán diferentes a lo que teníamos los comparamos con lo anterior para obtener las diferencias. Si las diferencias las cubrimos con lo que se tiene actualmente más lo programado para recibir, entonces dejamos las cosas como están, pero reflejamos la nueva demanda y ajustamos el inventario proyectado en los planes. Si no se cubren con lo actual, debemos replanear ó ajustar los Planes de Producción y Capacidad de MOD y Maquinaria a la nueva situación. La figura 7.6 muestra el procedimiento de cambio en los planes:

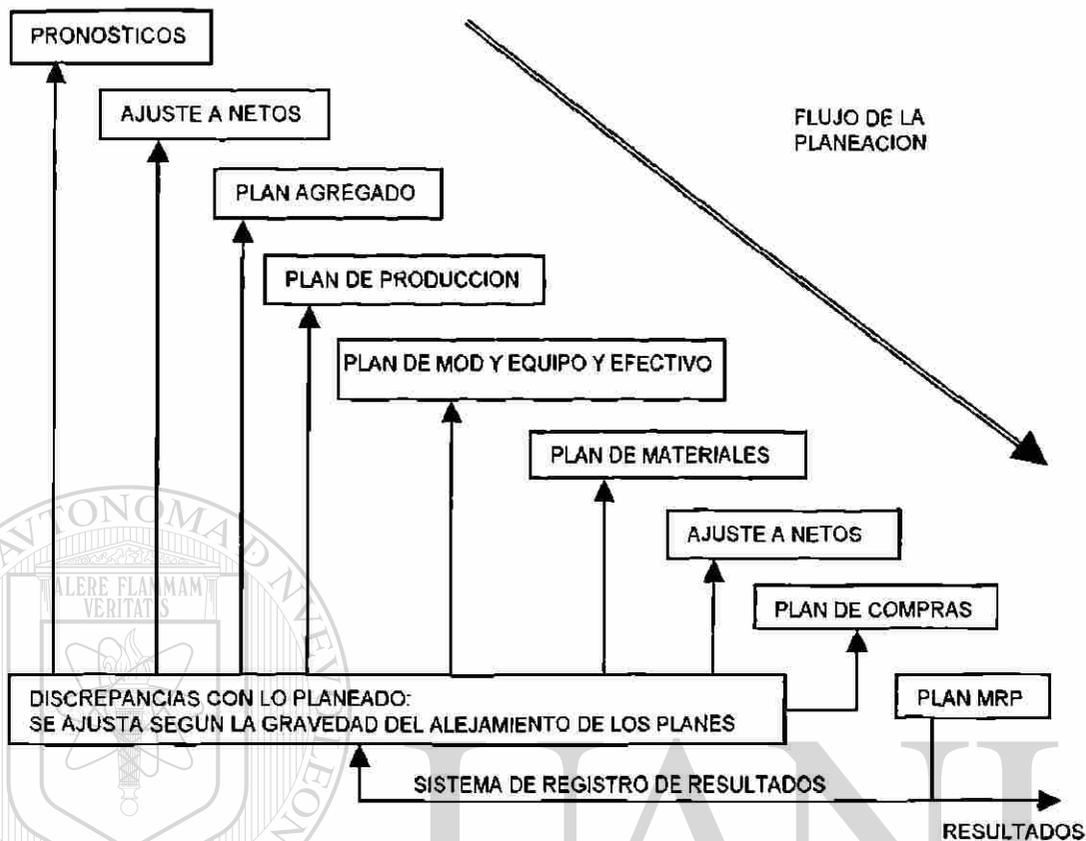


Figura 7.6.- Control y Ajuste de Los Planes

7.6.1.- Cambios al Plan MRP

Los cambios a los Planes MRP requieren una mención más clara. Los cambios que se pueden hacer a un Plan MRP, aparte de un replanteamiento, son los ajustes netos y las regeneraciones ;

- Los ajustes son aumentos o disminuciones menores en las cantidades netas de requerimientos en algunos materiales para cada período, debido a cambios en los inventarios disponibles o programados, ya sea por pérdidas o cancelaciones.
- Las regeneraciones son cambios importantes de las necesidades netas en los niveles de producto terminado o de componentes, que requieren modificaciones en los niveles inferiores de la estructura. Son como replaneamientos, parciales o totales.

Para hacer los ajustes simplemente se refinan las cantidades planeadas o programadas y los inventarios planeados o programados. Las fluctuaciones se absorben con las existencias.

Las regeneraciones son más complicadas y requieren uso extenso de cálculos de computadora. La manera de hacerlos es con las matrices de materiales de cada producto, que a su vez, son matrices parciales de lo que requiere cada componente del producto. Los cambios en la necesidad de un producto final determinado, se convierten en cambios en las diferentes cantidades para cada componente y material del producto. Por ejemplo: un cambio en la necesidad de bancos en el período 3, podría ser de 15 bancos, éste cambio se extendería a $15 \times 4 = 60$ patas y a $15 \times 8 = 120$ clavos del banco, pero en lugar de hacerlo de uno por uno, lo hacemos con la matriz de materiales del banco, que se puede formar del archivo de materiales del banco. Lo mismo para cada uno de los otros productos. Al final de juntan los cambios en los requerimientos y se reparten en todos los respectivos registros de los componentes en el Plan MRP en todos los períodos. Se obtienen nuevos requerimientos y se ajustan a netos para obtener las nuevas necesidades del Plan MRP. Se replantean tamaños de lote y se modifican los Planes de Compras en los períodos en los que se pueden cambiar los pedidos o que no se han hecho. Si ya están en proceso, no se puede hacer nada y sólo queda modificar los períodos más adelante.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

El proceso es igual al de la figura 6.9, capítulo # 6, sólo que las listas de materiales, convertidas a matrices, se multiplican por la matriz de cambios de necesidades netas, debidas a los cambios en los pronósticos ó en los cambios de los Planes de Producción, y después se agregan a lo que ya tiene el Plan MRP, se ajustan a netos los materiales y se definen compras.

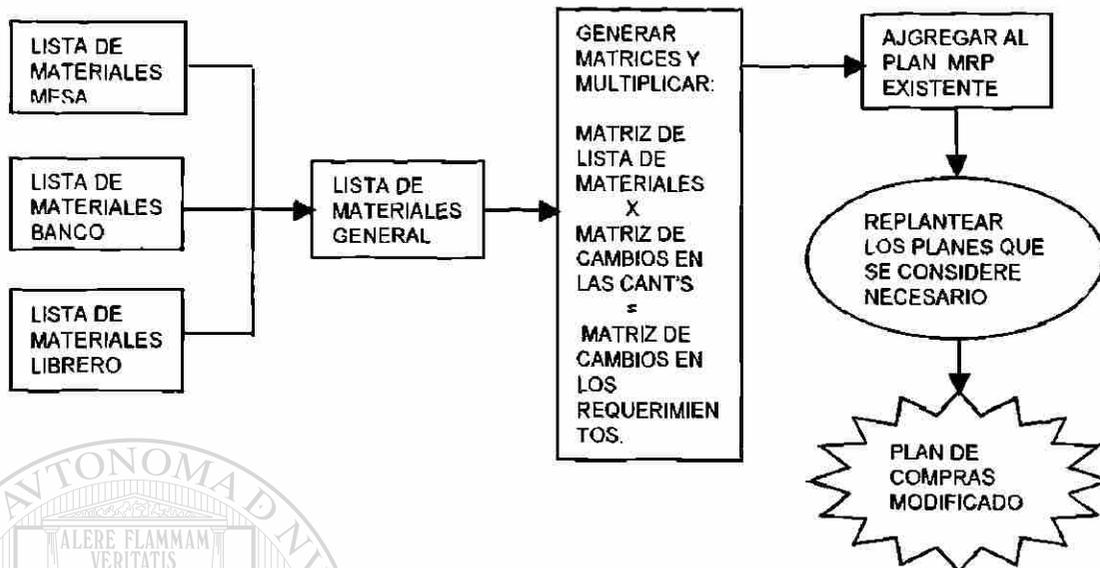


Figura 7.7 .- Modificación del Plan de Materiales y el Plan de Compras

7.7 Comentarios

En éste capítulo se ha visto la manera de aprovechar la información para resolver algunas interrogantes que surgen en el transcurso de las operaciones para el cumplimiento del Plan de Producción. Hay muchas situaciones que se pueden presentar en el manejo de un Sistema de Cálculo de Requerimientos de la Producción, pero no es el objetivo del presente capítulo mencionar todas, serian muchas. Sólo se trató de mostrar las situaciones más importantes y señalar la forma de consultar la información y generar otra nueva basados en la que tenemos con el Sistema de Información, con el fin mostrar las ventajas de disponer de un buen sistema, sea propio ó sea comprado. El conocimiento de las ventajas y la estructura de la información ayudará a la implementación de un sistema ó a saber qué buscar en un sistema de éste tipo en caso de que se busque comprar uno.

Algunas de las características que menciona Luber, Alan D. [10] en su libro sobre sistemas MRP II , que deben tener tales sistemas son:

- 1.- Capacidad para reprogramar pedidos.
- 2.- Capacidad para diferenciar inventario utilizable del no utilizable .

- 3.- Buen emparejamiento de Documentos requeridos y sus archivos.
- 4.- Capacidad para replanear ó reprogramar materiales
- 5.- Capacidad para registrar entradas de material bueno ó defectuoso y su seguimiento.
- 6.- Capacidad para reconocer programas no factibles.
- 7.- Capacidad para dar información sobre el estado de pedidos en proceso y sus fechas.
- 8.- Capacidad para definir itinerarios alternos.
- 9.- Capacidad de Integración con todas las Funciones de la Empresa
- 10.- Capacidad para gestionar ciclos de pago que optimizen el flujo de efectivo.
- 11.- Capacidad para predecir necesidades de flujos de efectivo.
- 12.- Capacidad de gestionar las cuentas por cobrar y por pagar.

Entre otras capacidades, éstas son sólo algunas de las que se menciona que debe tener un buen sistema MRP II. Como verá, son muchas y falta un mundo de ellas. Pero por algo se tiene que empezar, ¿verdad?, Pues éste es el propósito del presente capítulo. Se puede consultar el excelente libro de Luber mencionado unas líneas más atrás.

Capítulo # 8.- Interpretación de Resultados, Conclusiones y Recomendaciones

8.1.- Introducción

Llegó el Momento de dar por terminado el trabajo. Todo empieza, todo termina. Y desafortunadamente para los que hacemos una tesis, estamos con la premura del tiempo y no podemos hacer re-ediciones de nuestro trabajo como en los libros de texto, para corregir estructuras, redacciones, o presentaciones de los datos. Y éso nos deja un poco inquietos; ¿Habrá sido la mejor manera?, ¿Se podría haber incluido esto o lo otro?; no tenemos tiempo de reflexionar tranquilamente. Ni siquiera de hacer correcciones a medida que los lectores las van sugiriendo. Es un trabajo de una sola vez. Aunque no necesariamente porque se puede convertir en libro de texto si se encuentra patrocinador. Algo difícil.

Si hay algunas discrepancias, pido disculpas e invito a los que tomen la presente tesis como base para otros trabajos más adelantados, a que agreguen lo que consideren necesario para mejorarlo. He tratado de hacerlo con buen contenido y con ganas de que sea verdaderamente útil, pero estoy consiente de que se puede mejorar. En lo que resta de éste último capítulo hablaré de algunas interpretaciones de los datos que se obtienen con el Sistema. Después daré algunos consejos sobre la forma de utilizar los procedimientos que ofrece el Sistema. Por último, vendrá la despedida.

8.2.- Cómo Considerar El Presente Trabajo

Después de haber leído la Tesis y asimilado su contenido, se debe tener una idea de cómo utilizar cada uno de los datos de los que podemos disponer en un ambiente productivo para crear otros que nos ayuden a decidir cómo y cuánto vamos a operar. Una idea que tal vez ya la tenía el lector. En tal caso; entonces se debe utilizar éste trabajo como referencia para comparación con las ideas propias que se tengan y crear ó mejorar el sistema propio que

posea el lector. El presente trabajo debe considerarse como una aportación de ideas que se toman como son (o se modifican) si se consideran útiles, o se deshechan si no aportan nada nuevo a lo que ya se conoce. **No es el objetivo de éste libro el enseñar los temas que se tratan**, sino de dar una idea de cómo ponerlos a trabajar juntos para formar un bloque de recursos de información que se alimenten unos a otros y nos ofrezcan datos resultantes que nos sirvan de guía para dirigir las operaciones de producción. Es como un 'rompecabezas' que se arma de diferentes módulos o piezas. Lo que se muestra es cómo se unen, no se enseña el tema de cada uno de los módulos. Ahora; **se trata solamente el aspecto de la planeación de recursos**, nó de su ejecución o control, temas también muy importantes y extensos que desafortunadamente no se pueden abarcar aquí. Para éso se necesitaría más espacio. Pero lo que si se puede hacer es usar lo que se ofrece para utilizarlo como mejor se considere; modificándolo, tomándolo como está, en fin es cuestión opcional. El primer paso está dado, la planeación. Los siguientes pasos; control y ejecución, se pueden diseñar a partir de éste sistema. Este sistema puede ser la base para uno mucho más completo. Se debe sentir la libertad de 'jazzear' con los conocimientos; recuerde el lector el campo de la música, donde el buen músico aprende y domina la técnica y las reglas de la armonía, y después las maneja a su antojo para obtener los resultados espectaculares que busca. Ese es el concepto de 'jazz', y ésa debe ser la actitud en cualquier campo del conocimiento. En ése aspecto, mi trabajo sirve para confrontar ideas y reafirmar las propias; adoptándolas, modificándolas, probándolas ó descartándolas. Pero siempre manejando a nuestra antojo los conceptos técnicos en la búsqueda de los resultados deseados, porque para éso nos preparamos.

8.3.- Los Archivos y la Obtención de sus Datos

Los archivos propuestos contienen los datos más necesarios para calcular requerimientos. Se debe entender bien su estructura de datos, y la forma como cada archivo aporta información a los demás archivos. Pero hay qué tener en cuenta el trabajo que se debe efectuar para obtener éstos datos primarios; como los tiempos de actividades, las cantidades de insumos en cada actividad, la secuencia, etc., ya que deben ser lo suficientemente exactos

Tabla 8.1.- Formato de Resumen de Costos Directos de Producto Terminado

Maderas Industrializadas Torres, SA de CV
Resumen de Costos Variables Unitarios de Productos, x Rubros

PRT_001 MESA REVISTERA	ciclo (min.)	Veloc. (Un/Hr)	\$t.normal	\$t.extra
USO DE MAQUINARIA Y EQ.	23.00	2.61	\$ 4.37	\$ 4.37
USO DE MANO DE OBRA	23.00	2.61	\$ 25.89	\$ 51.93
MATERIA PRIMA Y ACC.			\$ 533.60	\$ 533.60
Total Costos Unitarios Directos : \$			563.86	589.90

PRT_002 BANCO DE DIBUJO	ciclo (min.)	Veloc. (Un/Hr)	\$t.normal	\$t.extra
USO DE MAQUINARIA Y EQ.	24.00	2.50	\$ 3.94	\$ 3.94
USO DE MANO DE OBRA	24.00	2.50	\$ 23.88	\$ 47.72
MATERIA PRIMA Y ACC.			\$ 64.90	\$ 64.90
Total Costos Unitarios Directos : \$			92.72	116.56

PRT_003 LIBRERO ESCOLAR	ciclo (min.)	Veloc. (Un/Hr)	\$t.normal	\$t.extra
USO DE MAQUINARIA Y EQ.	42.00	1.43	\$ 6.36	\$ 6.36
USO DE MANO DE OBRA	42.00	1.43	\$ 36.64	\$ 73.14
MATERIA PRIMA Y ACC.			\$ 442.00	\$ 442.00
Total Costos Unitarios Directos : \$			485.00	521.50

como para representar las operaciones de la fabricación. Y para éso se necesita realizar las adecuadas mediciones de Ingeniería Industrial en cuanto a tiempos, movimientos, materiales y secuencias de operaciones. Tema importante pero no tratado en éste trabajo.

También hay que considerar lo que viene después de obtener los datos primarios. ¿Qué datos secundarios debemos obtener para generar los planes y los reportes que usaremos?, ¿Qué otros procedimientos podemos diseñar para mejorar la administración de las operaciones que estamos efectuando y hacerlo de una manera más fácil y económica?. El presente libro dá algunos, pero puede haber muchos otras, cuestión de analizarlo.

De todos los archivos propuestos, el que considero más importante por la información que aporta es el de los costos variables del producto. Ya que nos vá diciendo los costos que lleva acumulados en sí misma cada pieza que llega a cada actividad (costos de materiales) y le agrega los costos de mano de obra y de máquina según el tiempo que tarda tal actividad. Obteniendo así una pieza ó componente resultante de la actividad, con costos acumulados ó valor agregado que a su vez pasan como insumos a la siguiente actividad, y así hasta llegar al producto terminado. Esto es un buen principio para llevar un método de costeo de producto en sus etapas intermedias y final. Un modelo de reporte de resumen de costos de producto terminado se muestra en la página anterior en la tabla 8.1 (atrás). La figura 8.1, adelante, muestra cómo se acumulan los costos en los componentes.

Los procedimientos ó algoritmos de computadora que van generando los costos se muestran en el anexo 1, pero nó se explican porque puede haber muchos diferentes que hagan lo mismo. Se recomienda ver ésto con un programador de sistemas para que sugiera la forma de llevar a cabo los costeos del producto (ver siguiente sección). Traten de entender bien la estructura y desarrollo del archivo de costos variables del producto.

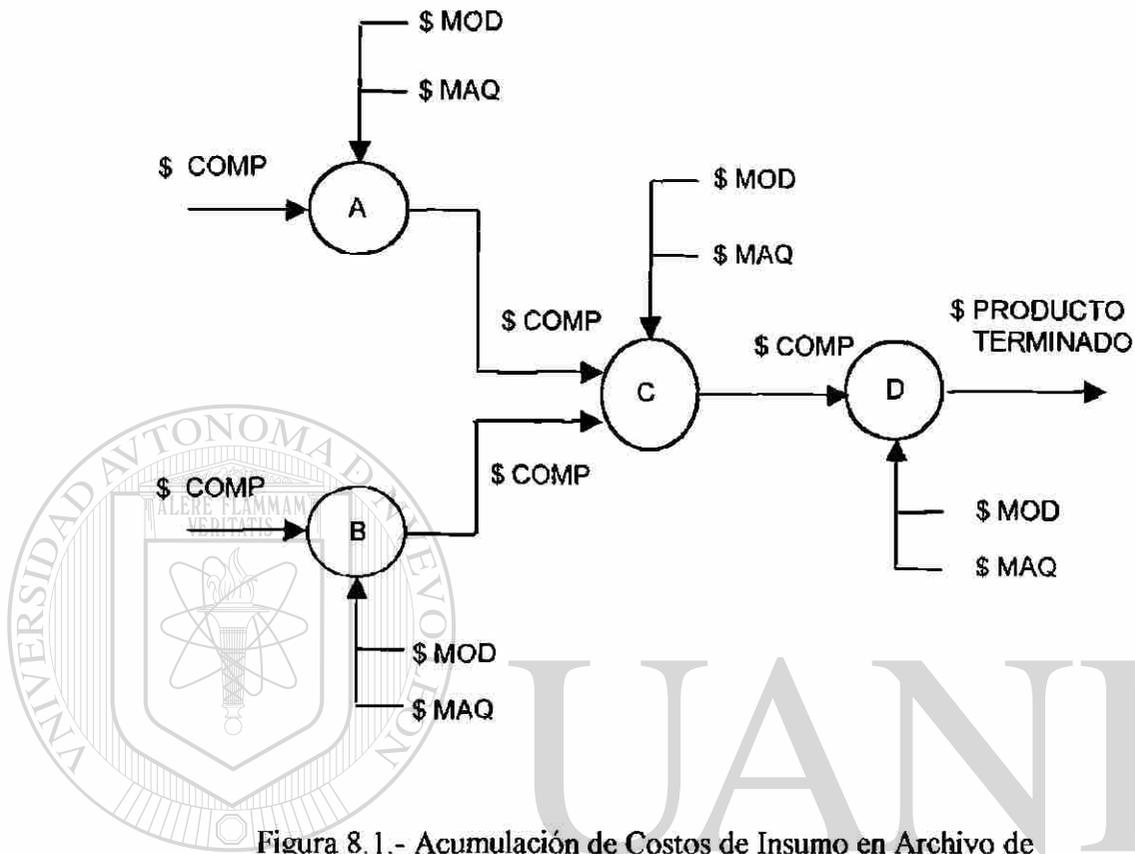


Figura 8.1.- Acumulación de Costos de Insumo en Archivo de Costos Variables de Producto. En sus Actividades.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

8.4.- La Ayuda de Un Especialista en Sistemas BIBLIOTECAS

Por el hecho de que una cosa es manejar nosotros los conceptos y otra es hacer que la computadora los maneje, si no conocemos de bases de datos y su gestión, es buena idea tener la asistencia de alguien que conozca de programación y de bases de datos para que se encargue de los detalles técnicos de los programas y, junto con nosotros, llegar a la realización de un buen sistema. Lo importante es trabajar en equipo uniendo conocimientos de diferentes disciplinas para lograr un objetivo común. Debe ser un equipo completo de gentes de diferentes disciplinas que aporten algo relevante para las diferentes áreas del proyecto del sistema.

8.5.- Interpretación de Algunos Datos Generados de los Archivos

Uno de los análisis que se pueden hacer con los datos del archivo de costos variables es el del margen de contribución de cada producto. El margen de contribución es lo que queda después de restarle al precio de venta de un producto, su costos variables, dándonos el margen con que contribuye cada producto para pagar los costos fijos de la empresa y después obtener una ganancia. Pues bien; al ver la tabla 6.12 (capítulo # 6, pag. 140), la cual usa los datos que se generaron para el archivo de costos variables, vemos que el banco da un margen de contribución negativo (- 12) cuando se fabrica en tiempo extra, para un precio de venta de \$110 en promedio (tabla 6.11). Además tiene un margen de contribución de \$3 si se fabrica subcontratado ($\$105$ de venta - $\$102$ de costo = $\$3$) y un costo de \$8 en promedio por almacenamiento mensual (tabla 6.7, pag. 139). Podríamos llegar a pensar que deberíamos fabricarlo solamente en tiempo normal para no caer en los márgenes negativos. Pero el modelo de Planeación Agregada, al minimizar costos nos generó un Plan de Producción que nos pide subcontratar la fabricación del banco. O sea, nuestros costos conjuntos de fabricación e inventarios son mayores que los del subcontratista. Y como conclusión deberíamos dejar de producir el banco y sólo revenderlo, ó buscar bajar sus costos o tal vez aumentar el precio, perdiendo competitividad. Esta y otras muchas oportunidades de análisis nos dá un buen sistema de costos y planeación de recursos.

8.6.- Minimizar Costos ó Maximizar Ganancias con el Modelo LP

Para quien no esté muy familiarizado con los modelos de optimización matemática como el que usamos en el capítulo # 6, debemos mencionar que los resultados obtenidos al **minimizar costos** y los obtenidos al **maximizar ganancias** son por lo general completamente diferentes, así como su planteamiento. Debemos aprender a plantear ambos criterios en tales modelos para que nuestros análisis sean más completos y podamos decidir con mayor seguridad nuestros planes de operación. Este tema pertenece al campo de la Investigación de Operaciones, que por lo general, trata de optimizar los recursos que se

manejan a través de modelos matemáticos que se resuelven para maximizar utilidades ó minimizar costos (o tiempo), ver Lieberman [9]. Los diferentes modelos se han ido creando a través del tiempo a medida que se avanza en la investigación y conviene familiarizarse con cada uno de ellos para entender sus posibilidades y su adaptación a los distintos casos de estudio que se presentan en la realidad, según lo que tengamos que resolver. La unión de éstos sistemas de optimización con los sistemas de planeación y programación de recursos se conoce como Sistemas Avanzados de Planificación y Control de Recursos Empresariales. En el futuro inmediato, una integración más con éstos sistemas será la del Control y Administración de la Calidad porque ésta pertenece al campo de la 'Ejecución' y complementa muy bien a la Planeación y Programación, relacionando directamente los resultados de las operaciones con los análisis y registros de calidad que se efectúan en las empresas (ISO-9000, QS-9000).

8.7.- Los Diferentes Planes Mostrados

De los diferentes planes que se mostraron en el capítulo #6, los más importantes son los de Ventas (tratado como Pronósticos), Producción, Materiales (Compras) y Efectivo. Ya que los demás planes como el de Mano de Obra, el de Uso de Equipo, etc., son sólo re-expresiones del de Producción pero traducidos al insumo que de que se trata (MOD, Maquinaria, etc.) y si se desea, se pueden omitir. Además, sus formatos se pueden cambiar si así lo decide el lector para adaptarlo a sus necesidades, aunque sus procedimientos podrían requerir modificaciones también. Consulte a su programador (como anuncio de TV).

Sabemos que las ventas anteriores sirven para pronosticar. Los datos de Mano de Obra y de Equipo sirven de base para cálculos de Costos de Actividades. Las Actividades nos sirven para costeo de producto (junto con los materiales). También nos sirven para manejar el tiempo como insumo para calcular qué tanto nos tardamos en fabricar los diferentes lotes que nos marque el Plan de Producción. Además de estimar tiempos de entrega para órdenes planeadas, pedidos urgentes de clientes, tiempos de recuperación por retrasos imprevistos, etc.

Los archivos de materiales, en general ó separados por producto sirven de base para formar las matrices para el cálculo de los requerimientos de materiales. La expresión siguiente muestra cómo se usarían las matrices en caso de cambios en la demanda de algún producto; para un cambio en : (cambios en cada producto, '00X')

Matriz Req's Mat'ls Gral. = Cambio '001' * Matriz Req's Mat. 001

+ Cambio '002' * Matriz Req's Mat's 002

+ Cambio '003' * Matriz Req's de Mat's 003

Las matrices individuales permiten manejar demandas y sus correcciones por producto.

La conjunción de todos los datos, obtenidos para cada período de tiempo, y por medio de diferentes procedimientos, es lo que nos dá los diferentes planes de recursos y nos ofrece información sobre la capacidad de cada recurso para posibles modificaciones en las cantidades por producir.

8.8.- Despedida

Sinceramente espero que mi trabajo le sea útil a alguien. El tema de la Planeación de la Producción me parece fascinante y lo considero un pilar en el logro de una buena competitividad en las empresas. Pienso que en la medida que las empresas menos favorecidas incluyan ésta etapa en sus operaciones, y me refiero a una aproximación académica estricta, mejorarán sustancialmente sus resultados en beneficio de ellos mismos, de sus clientes y de la sociedad porque habrá más oferta de bienes de buena calidad y a buen precio, tan necesarios en éstos tiempos de dura competencia. Las empresas grandes tienen recursos con qué defenderse para hacerse de tecnología. Pero las Pequeñas y Medianas Empresas (PyMEs), que ofrecen una gran variedad de mercancías, son las más vulnerables cuando se enfrentan a compañías extranjeras que vienen de gobiernos que si las apoyan con incentivos fiscales y costos de servicios estables. Por ésto debemos dar lo mejor de nosotros como profesionistas especializados, para que nuestros conocimientos lleguen a quienes no tienen acceso fácil al conocimiento, y ayudarles a aminorar un poco la carga de los costos y a elevar su productividad, porque ésto es para el 'bienestar de nuestras familias' en México entero.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Bazian Menachem, "Visual Fox-Pro", Edición Especial, Ed. Pearson Education, 2000.
- 2.- Chase Richard B. , Aquilano Nicholas J. , "Dirección y Administración de la Producción y de las Operaciones , Ed. Mc Graw Hill , 1997 .
- 3.- Chou Ya-Lun, "Análisis Estadístico", Ed. Mc. Graw Hill, 1993.
- 4.- Hall Jr. Owen P., "Computer Models for Operations Management", 2nd. Edition, 1993.
- 5.- Hanke John E., Reistch Arthur G., "Pronósticos en Los Negocios", 5ª Edición, Ed. Prentice Hall, 1996.
- 6.- Heizer Jay, Render Barry , "Dirección de la Producción: Decisiones Tácticas", Ed. Prentice Hall, 1997.
- 7.- Hernández Arnaldo , "Manufactura Justo a Tiempo , Un enfoque Práctico" , Ed. C.E.C.S.A., 1996 .
- 8.- Horngreen Charles T., Foster George, Datar Srikant M., "Contabilidad de Costos ; Un Enfoque Gerencial" , Ed. Prentice Hall , 1996 .
- 9.- Lieberman Gerald J., Hillier Frederick S., "Introducción a la Investigación de Operaciones", Ed. Mc. Graw Hill, 1996.
- 10.- Luber Alan D. , "MRP II: Como Optimizar la Productividad, la Calidad y el Circulante" , Ed. Gestión 2000, 1998.
- 11.- Meyers Fred E., "Motion and Time Study for Lean Manufacture", 2nd. Edition, Ed. Prentice Hall, 1999.
- 12.- Mize Joe H., White Charles R., Brooks George H., "Planificación y Control de Operaciones", Ed. Prentice Hall, 1982.
- 13.- Narasimham Sim, McLeavey Dennis W., Billington Peter, "Planeación de la Producción y Control de Inventarios", Ed. Prentice Hall, 1996.
- 14.- Sipper Daniel, Bulfin Jr. Robert L., "Planeación y Control de la Producción", Ed. Mc.Graw Hill, 1998.

LISTA DE TABLAS

	Pág.
<u>Capítulo 1: Introducción</u>	
No Tiene Tablas	
<u>Capítulo 2: El Ambiente Industrial Actual</u>	
2.1.- Las Capacidades Estratégicas más Valoradas Actualmente	24
2.2.- Diez Pasos en la Comparación Competitiva	26
2.3.- Plan de Necesidades de Materiales para 200 un. de 'X', Modelo 'C', Semana 8	34
2.4.- Aplicaciones de MRP en la Industria y Beneficios Esperados	38
<u>Capítulo 3: Base Matemática; El Método Matricial Gozinto</u>	
3.1.- Lista Inicial de partes para los 2 Estantes	52
3.2.- Hoja de Operaciones	54
3.3.- Pronósticos de Demanda Mensual y Acumulada de los Estantes	55
<u>Capítulo 4: Cómo se usa la Planeación Agregada y el MRP II en el Plan Maestro de Producción y Calidad : Complemento al Método Gozinto</u>	
4.1.- Cantidades Acumuladas del Horizonte de Planeación (Piezas)	87
<u>Capítulo 5: Presentación del Caso de Estudio y Preparación de los Datos</u>	
5.1.- Tabla del Archivo de Mano de Obra Directa (MOD)	105
5.2.- Tabla del Archivo de Estaciones de Trabajo	109
5.3.- Tabla del Archivo de Actividades de Fabricación	111
5.4.- Tabla del Archivo de Materiales y Componentes	114
5.5.- Tabla del Archivo de Costos Variables (Directos) de Componentes	117
<u>Capítulo 6: Procedimientos de Cálculo de los Requerimientos para Producción</u>	
6.1.- Datos Históricos (1 - 36) y Pronósticos (37* - 48*), en Meses	126
6.2.- Correlograma de Datos Históricos de Pedidos	128
6.3.- Resumen de Demanda Pronosticada	131
6.4.- Demanda de los 6 Periodos (Pronosticada)	138
6.5.- Costo Unitario de Productos , sin MOD	138

	Pág.
6.6.- Costo Unitario de Productos Subcontratados	139
6.7.- Costo Unitario de Almacenar Inventarios	139
6.8.- Costo de MOD/Hr.	139
6.9.- Horas Disponibles en los Períodos	139
6.10.- Tiempos de Ciclo, en minutos	139
6.11.- Precios de Venta de los Productos	140
6.12.- Márgenes de Contribución de los Productos	140
6.13.- Solución del Modelo LP	141
6.14.- Cuadro de Resultados Proyectados con la Solución del Modelo LP	142
6.15.- Plan de Producción	145
6.16.- Plan de Capacidad	147
6.17.- Plan de Mano de Obra	150
6.18.- Plan de Uso de Equipo	152
6.19.- Ejemplo de Matriz a partir del Archivo de Materiales	156
6.20.- Matriz del Plan de Producción	157
6.21.- Matriz Resultante de Requerimientos de Materiales para Producción	158
<hr/>	
6.22.- Plan MRP parcial para un sólo elemento : La Mesa	161
6.23.- Aplicación del Algoritmo de Wagner-Whitin para el Material # 22; Melamina	167
6.24.- Plan de Compras	171
6.25.- Plan de Flujos de Efectivo	173
<u>Capítulo 7: Manejo de Situaciones</u>	
7.1.- Cálculo del Tiempo de Entrega de un Lote de Fabricación	186
7.2.- Resumen de Capacidad Libre (Hrs.) y Conversión a Unidades de Productos	189
<u>Capítulo 8.- Interpretación de Resultados, Conclusiones y Recomendaciones</u>	
8.1.- Formato de Resumen Costos de Producto Terminado	197

LISTA DE GRAFICAS

	Pág.
<u>Capítulo 1: Introducción</u>	
1.1.- Un Sistema de Control de Manufactura Idealizado	4
1.2.- Concepto de Función de Transferencia	5
1.3.- Producción Interactúa con otras Funciones	13
1.4.- Técnicas de Administración de la Capacidad	15
1.5.- Diagrama Patrón de Flujo; Sistema de Planificación y Control de Operaciones	17
<u>Capítulo 2: El Ambiente Industrial Actual</u>	
2.1.- Cambio en la Importancia de las Capacidades desde 1984	25
2.2.- Ingeniería Convencional	27
2.3.- Competencia Basada en el Tiempo; Ingeniería Concurrente	27
2.4.- Ingeniería de Reversa	28
2.5.- Unión de la Información	30
2.6.- Plan Agregado y Plan de Maestro para Producción de un producto 'X'	32
2.7.- Estructura de un producto 'X'	32
2.8.- Diagrama de Fases de Tiempo de Fabricación de un producto 'X'	33
2.9.- Causas Principales de Fallos con el MRP	41
2.10.- Restricciones de una Instalación Productiva	46
2.11.- Flujos de Procesos de Producción y Kanban	48
<u>Capítulo 3: Base Matemática; El Método Matricial Gozinto</u>	
3.1.- Estantes de 3 y 6 anaqueles	51
3.2.- Estructura de Ensamble de los Estantes	53
3.3.- Diagrama de Operaciones en Fases de Tiempo del Estante 1	55
3.4.- Pronóstico Acumulado , Estantes	56
3.5.- Pronóstico Mensual , Estantes	56
<u>Capítulo 4: Cómo se usa la Planeación Agregada y el MRP II en el Plan Maestro de Producción y Calidad : Complemento al Método Gozinto</u>	

	Pág.
4.1.- Proceso de Planificación en Varios Niveles	79
4.2.- Manejo de la Capacidad	83
4.3.- Actividades Seriadadas	84
4.4.- Actividades en Paralelo, Niveles en Serie	85
4.5.- Niveles Resultantes Seriadados	86
4.6.- Cantidades Acumuladas	87
<u>Capítulo 5: Presentación del Caso de Estudio y Preparación de los Datos</u>	
5.1.- Mesa Revistera	91
5.2.- Dimensiones Básicas de la Mesa Revistera	91
5.3.- Otras Dimensiones de la Mesa Revistera	91
5.4.- Actividades en la Mesa Revistera	93
5.5.- Estructura de Producto de la Mesa Revistera	94
5.6.- El Banco de Dibujo	96
5.7.- Medidas Generales del Banco de Dibujo	96
5.8.- Actividades en el Banco de Dibujo	97
5.9.- Estructura de Producto del Banco de Dibujo	98
5.10.- El Librero y sus Medidas Generales	100
5.11.- Diagrama de Actividades en el Librero	101
5.12.- Estructura de Producto del Librero	103
5.13.- Pantalla para Introducción de Datos de MOD	106
5.14.- Diagrama de Flujo de Búsqueda de Información como respuesta a un evento de captura en un Campo	107
5.15.- Pantalla para Introducción de Datos de Estaciones de Trabajo	110
5.16.- Pantalla para Introducción de Datos de Actividades de de Fabricación	112
5.17.- Flujo de acciones para obtener Costos/Hr. normal y extra de una Actividad y cualquier otro dato complementario	113
5.18.- Pantalla de Registro de Materiales en Inventarios	115
5.19.- Pantalla de Registro de Componentes en Archivo de Costos Variables	118

	Pág.
5.20.- Diagrama de Flujo para completar datos de Costos Variables de Producto	120
5.21.- Resultados de Estudios que usa el Sistema como Punto de Partida	121
5.22.- Etapas en el Análisis para Obtención de los Datos iniciales del Sistema	122
<u>Capítulo 6: Procedimientos de Cálculo de los Requerimientos para Producción</u>	
6.1.- Proceso Genérico de Cálculo de los Requerimientos para Producción	122
6.2.- Secuencia para Obtención de Pronósticos en Horizonte Planeado	126
6.3.- Gráfica de los Datos Históricos de Pedidos	127
6.4.- Correlograma de Datos Históricos de los Productos	129
6.5.- Pronósticos para los Periodos 37 - 48	130
6.6.- Diagrama de Flujo para Pronosticar	131
6.7.- Horas Disponibles , Usadas y Libres , por Período	146
6.8.- Horas Disponibles y Usadas Acumuladas	147
6.9.- Obtención del Plan de Materiales y el Plan de Compras	155
6.10.- Ajustes a las Necesidades cuando hay Existencias en Inventarios	161
6.11.- Obtención del Plan de Compras de Materia Prima y Accesorios	164
6.12.- Construcción del Plan de Flujos de Efectivo	172
6.13.- Gráfica del Plan de Flujos de Efectivo	173
<u>Capítulo 7: Manejo de Situaciones</u>	
7.1.- Descomposición de un Plan en Programas Parciales para Control	177
7.2.- Manejo de la Capacidad en Situaciones de Fallas de Equipo	178
7.3.- Obtención del Nivel de Seguridad para la Demanda de Productos	180
7.4.- Diagrama de Actividades y Tiempo Unitarios para la Mesa. Su Ruta Crítica, Lote de Transferencia = 1	184
7.5.- Tiempo de Entrega para un Lote de 50 Mesas, Repartido en 3 Clientes	187
7.6.- Control y Ajuste de los Planes	191
7.7.- Modificación del Plan de Materiales y el Plan de Compras	193
<u>Capítulo 8.- Interpretación de Resultados, Conclusiones y Recomendaciones</u>	
8.1.- Acumulación de Costos Variables de Insumos en Archivo	199

ANEXO A .- OTROS ARCHIVOS DE DATOS Y EJEMPLOS DE REPORTES OBTENIDOS CON LOS DATOS QUE SE TIENEN EN EL SISTEMA

Se presentan otras dos estructuras de archivos que participan en el sistema. Se muestra la lista de las columnas que contienen y sus encabezados, junto con una descripción del tipo de campo y de lo que representan.

- *Archivo matriz de insumos.* Concentra los costos, tiempos, máquinas usadas y mano de obra de los insumos que se usan en la fabricación (Las actividades también se toman como insumos). Nos dice lo que requiere cada pieza para fabricarse. Los datos se ordenan por Producto+Clave de insumo. Su estructura es:

Columna	Tipo de campo	Descripción
1.-PRODUCTO	C(7) (Caracter)	Es el producto o pieza que abarca los insumos
2.-CL_INSUMO	C(7)	Clave del insumo que usa la pieza
3.-INSUMO	C(25)	Descripción del insumo usado por la pieza
4.-NIVEL	N(1,0)(Num,0 Dec.)	Nivel que tiene en la estructura del producto
5.-CL_MAQ	C(7)	Clave de máquina de la actividad como insumo
6.-CL_MOD	C(7)	Clave de Mano de Obra de la actividad
7.-PZ_UNID	N(6,2)	Número que requiere cada unidad de producto
8.-MIN_PZA	N(6,2)	Minutos que requiere el insumo p/realizarse
9.-MIN_UNID	N(6,2)	Multiplicar Min_Pza X Pz_Unid
10.-CO_PZA	N(6,2)	Lo que cuesta la pieza de que se trate
11.-CO_MIN_N	N(7,2)	Costo en tiempo normal de cada pieza e insumo
12.-CO_MIN_X	N(7,2)	Costo en tiempo extra de cada pieza o insumo
13.-CO_UNID_N	N(7,2)	Costo t. normal de c/unidad de producto final
14.-CO_UNID_X	N(7,2)	Costo t. extra de c/unidad de producto final

- *Archivo de pronósticos*. El archivo de pronósticos muestra la historia de las ventas y los valores que resultan al realizar el pronóstico. En las demás columnas se muestran los valores de los parámetros que se van usando en el modelo de pronósticos, según se trate de modelo de Brown (demanda estacionaria), de Holt (demanda con tendencia), o de Winter (demanda con tendencia y periodicidad). Se recomienda ver hanke John [10], o algún otro tratado de pronósticos con series de tiempo (ver 6.2, pág. 125). La estructura es la siguiente:

Columna	Tipo de campo	Descripción
1.-PRODUCTO	C(7)	Es el producto cuya demanda se pronostica
2.-T	N(3,0)	Número de periodo (mes, semana, día, etc.)
3.-Yt	N(5,0)	Valor real de demanda que resultó en periodo
4.-At	N(8,2)	Componente estacionario del modelo.
5.-Tt	N(8,2)	Componente de tendencia del modelo. Si aplica
6.-St	N(8,2)	Componente estacional del modelo. Si aplica
7.-Ytp	N(8,2)	Pronóstico de 'p' periodos a futuro
8.-Et	N(8,2)	Error del pronóstico del periodo (Ytp-Yt)
9.-MODELO	C(10)	Modelo de pronóstico usado (Holt, Etc.)
10.-ALFA	N(4,2)	Valor de alfa (atenuación) del modelo
11.-BETA	N(4,2)	Valor de beta (tendencia) del modelo. Si aplica
12.-GAMA	N(4,2)	Valor de gama (estacional) del modelo. Si aplica

En la siguiente hoja se muestran los datos de los archivos usados como ejemplo del contenido de los archivos. Estos archivos son los que se usan en los cálculos de los costos de las piezas y de los pronósticos de ventas como base para los planes de producción.

En el siguiente anexo se muestra el listado de algunas rutinas de cálculos, y que usaron los datos de los archivos anteriores y los que se comentan en el capítulo 5.

Datos del archivo matriz de insumos. Se muestra los de los productos 1 y 2 (mesa y banco).

Producto	Ci_insumo	Insumo	Nivel	Ci_maq	Ci_mod	Pz_und	Min_pza	Min_und	Co_pza	Co_min_n	Co_min_x	Co_und_n	Co_und_x
PRT_001	ACD_062	LIMPIEZA Y EMPAQUE	0	MAQ_014	MOD_014	1	4	4	0	0	0	0	0
PRT_001	ACD_049	ENCINTAR BASE SUPERIOR	0	MAQ_011	MOD_013	1	3	3	0	0	0	0	0
PRT_001	ACD_048	ENCINTAR BASE INFERIOR	0	MAQ_011	MOD_013	1	3	3	0	0	0	0	0
PRT_001	ACD_047	PINTAR PATA DELANTERA	0	MAQ_010	MOD_009	2	0.5	1	0	0	0	0	0
PRT_001	ACD_046	PINTAR PATA TRASERA	0	MAQ_010	MOD_009	2	0.5	1	0	0	0	0	0
PRT_001	ACD_045	PINTAR POSTES	0	MAQ_010	MOD_009	3	0.5	1.5	0	0	0	0	0
PRT_001	ACD_037	PERFORADO BASE SUPERIOR	0	MAQ_008	MOD_007	1	4	4	0	0	0	0	0
PRT_001	ACD_036	PERFORADO BASE INFERIOR	0	MAQ_008	MOD_007	1	5	5	0	0	0	0	0
PRT_001	ACD_035	PERF UNIR PRNPTSOVCSQ	0	MAQ_008	MOD_007	2	2	4	0	0	0	0	0
PRT_001	ACD_034	PERF UNIR PRNPTSTVCSQ	0	MAQ_008	MOD_007	2	2	4	0	0	0	0	0
PRT_001	ACD_033	PERF UNIR PRNPTSTS	0	MAQ_008	MOD_007	3	2	6	0	0	0	0	0
PRT_001	ACD_025	CALAR Y RANURAR B SUP	0	MAQ_003	MOD_003	1	3	3	0	0	0	0	0
PRT_001	ACD_024	CALAR Y RANURAR B INF	0	MAQ_003	MOD_003	1	4	4	0	0	0	0	0
PRT_001	ACD_023	TORNEAR Y AFINAR PATAS	0	MAQ_009	MOD_008	4	2	8	0	0	0	0	0
PRT_001	ACD_022	TORNEAR Y AFINAR POSTES	0	MAQ_009	MOD_008	3	2	6	0	0	0	0	0
PRT_001	ACD_014	MARCAR Y CORTAR B SUP	0	MAQ_001	MOD_001	1	2	2	0	0	0	0	0
PRT_001	ACD_013	MARCAR Y CORTAR B INF	0	MAQ_001	MOD_001	1	2	2	0	0	0	0	0
PRT_001	ACD_012	CORTAR PATAS	0	MAQ_001	MOD_001	4	0.5	2	0	0	0	0	0
PRT_001	ACD_011	CORTAR POSTES	0	MAQ_001	MOD_001	3	0.5	1.5	0	0	0	0	0
PRT_001	PRT_001	MESA REVISTERA	0			1	0	0	0	0	0	0	0
PRT_001	SBE_001	SUB ENS BASE SUPERIOR	1			1	0	0	0	0	0	0	0
PRT_001	SBE_002	SUB ENS BASE INFERIOR	1			1	0	0	0	0	0	0	0
PRT_001	SBE_003	SUB ENS PATA DELANTERA	1			2	0	0	0	0	0	0	0
PRT_001	SBE_004	SUB ENS PATA TRASERA	1			2	0	0	0	0	0	0	0
PRT_001	SBE_005	SUB ENS POSTE	1			3	0	0	0	0	0	0	0
PRT_001	PRP_001	BASE SUPERIOR	2			1	0	0	0	0	0	0	0
PRT_001	PRP_002	BASE INFERIOR	2			1	0	0	0	0	0	0	0
PRT_001	PRP_004	PATA TRASERA	2			2	0	0	0	0	0	0	0
PRT_001	PRP_004	PATA DELANTERA	2			2	0	0	0	0	0	0	0
PRT_001	PRP_003	POSTE	2			3	0	0	0	0	0	0	0
PRT_001	MTP_009	CINTA DE BORDE SUP	2			15	0	0	0	0	0	0	0
PRT_001	MTP_009	CINTA DE BORDE INF	2			3	0	0	0	0	0	0	0
PRT_001	MTP_010	PLACA	2			8	0	0	0	0	0	0	0
PRT_001	MTP_008	PERNO CORTO	2			5	0	0	0	0	0	0	0
PRT_001	MTP_007	PERNO LARGO	2			3	0	0	0	0	0	0	0
PRT_001	MTP_011	CASQUILLO	2			4	0	0	0	0	0	0	0
PRT_001	MTP_016	ARANDELA	2			1	0	0	0	0	0	0	0
PRT_001	MTP_018	PINTURA	2			0.03	0	0	0	0	0	0	0
PRT_001	MTP_013	GRAPA	2			2	0	0	0	0	0	0	0
PRT_001	MTP_001	AGLOMERADO MEL B SUP	3			0.35	0	0	0	0	0	0	0
PRT_001	MTP_001	AGLOMERADO MEL B INF	3			0.83	0	0	0	0	0	0	0
PRT_001	MTP_004	BARRA RED PATAS	3			0.35	0	0	0	0	0	0	0
PRT_001	MTP_004	BARRA RED POSTES	3			0.83	0	0	0	0	0	0	0
PRT_002	ACD_053	LIMPIEZA Y EMPAQUE	0	MAQ_014	MOD_014	1	2	2	0	0	0	0	0
PRT_002	ACD_051	ENSAMBLE FINAL	0	MAQ_013	MOD_010	1	3	3	0	0	0	0	0
PRT_002	ACD_050	ENSAMBLE INFERIOR	0	MAQ_012	MOD_010	1	3	3	0	0	0	0	0
PRT_002	ACD_044	AMORTAJAR PATAS	0	MAQ_006	MOD_006	4	0.5	2	0	0	0	0	0
PRT_002	ACD_043	ESPIGAR LADO SUPERIOR	0	MAQ_002	MOD_002	4	0.5	2	0	0	0	0	0
PRT_002	ACD_042	ESPIGAR LADO INFERIOR	0	MAQ_002	MOD_002	4	0.5	2	0	0	0	0	0
PRT_002	ACD_030	CEPILLAR Y AFIN ASIENTO	0	MAQ_005	MOD_005	1	4	4	0	0	0	0	0
PRT_002	ACD_029	CEPILLAR PATAS	0	MAQ_005	MOD_005	4	3	12	0	0	0	0	0
PRT_002	ACD_028	CEPILLAR LADO SUPERIOR	0	MAQ_005	MOD_005	4	1	4	0	0	0	0	0
PRT_002	ACD_027	CEPILLAR LADO INFERIOR	0	MAQ_005	MOD_005	4	1	4	0	0	0	0	0
PRT_002	ACD_026	CALAR ASIENTO	0	MAQ_003	MOD_003	1	2	2	0	0	0	0	0
PRT_002	ACD_018	CORTAR PATAS	0	MAQ_001	MOD_001	4	1	4	0	0	0	0	0
PRT_002	ACD_017	CORTAR LADO SUPERIOR	0	MAQ_001	MOD_001	4	1	4	0	0	0	0	0
PRT_002	ACD_016	CORTAR LADO INFERIOR	0	MAQ_001	MOD_001	4	1	4	0	0	0	0	0
PRT_002	ACD_015	CORTAR ASIENTO	0	MAQ_001	MOD_001	1	1	2	0	0	0	0	0
PRT_002	PRT_002	BANCO DE DIBUJO	0			1	0	0	0	0	0	0	0
PRT_002	SBE_006	SUBENS INFERIOR	1			1	0	0	0	0	0	0	0
PRT_002	PRP_005	ASIENTO CIRCULAR	1			1	0	0	0	0	0	0	0
PRT_002	PRP_006	PATA	2			4	0	0	0	0	0	0	0
PRT_002	PRP_008	LADO INFERIOR	2			4	0	0	0	0	0	0	0
PRT_002	PRP_007	LADO SUPERIOR	2			4	0	0	0	0	0	0	0
PRT_002	MTP_014	CLAVOS	1			4	0	0	0	0	0	0	0
PRT_002	MTP_015	TAPAS ANTIDERRAP	1			4	0	0	0	0	0	0	0
PRT_002	MTP_006	BARRA CUAD PATAS	3			0.33	0	0	0	0	0	0	0
PRT_002	MTP_006	BARRA CUAD LADO SUP	3			0.05	0	0	0	0	0	0	0
PRT_002	MTP_006	BARRA CUAD LADO INF	3			0.07	0	0	0	0	0	0	0
PRT_002	MTP_006	TABLA P/ASIENTO	3			0.1	0	0	0	0	0	0	0
PRT_003	ACD_054	LIMPIEZA Y EMPAQUE	0	MAQ_014	MOD_014	1	5	5	0	0	0	0	0
PRT_003	ACD_055	ENSAMBLE FINAL	0	MAQ_013	MOD_010	1	15	15	0	0	0	0	0

Datos del archivo de pronosticos. Se muestra el producto 3 (Librero).

Producto	T	Yt	At	Tt	St	Ytp	Et	Modelo	alfa	beta	gamma
PRT_003	1	50	50	0	1	50	0		0	0	0
PRT_003	2	147	88.8	3.88	1.2	50	97	Winter	0.4	0.1	0.3
PRT_003	3	125	105.61	5.17	1.06	50	75	Winter	0.4	0.1	0.3
PRT_003	4	117	113.27	5.42	1.01	50	67	Winter	0.4	0.1	0.3
PRT_003	5	85	105.21	4.07	0.94	50	35	Winter	0.4	0.1	0.3
PRT_003	6	40	81.57	1.3	0.85	50	-10	Winter	0.4	0.1	0.3
PRT_003	7	52	70.52	0.07	0.92	82.87	-30.87	Winter	0.4	0.1	0.3
PRT_003	8	173	100.02	3.01	1.36	84.7	88.3	Winter	0.4	0.1	0.3
PRT_003	9	136	113.14	4.02	1.1	109.22	26.78	Winter	0.4	0.1	0.3
PRT_003	10	116	116.24	3.93	1.01	118.33	-2.33	Winter	0.4	0.1	0.3
PRT_003	11	85	108.27	2.74	0.89	112.95	-27.95	Winter	0.4	0.1	0.3
PRT_003	12	10	71.31	-1.23	0.64	94.36	-84.36	Winter	0.4	0.1	0.3
PRT_003	13	61	68.57	-1.38	0.91	64.48	-3.48	Winter	0.4	0.1	0.3
PRT_003	14	182	93.84	1.29	1.53	91.38	90.62	Winter	0.4	0.1	0.3
PRT_003	15	110	97.08	1.48	1.11	104.64	5.36	Winter	0.4	0.1	0.3
PRT_003	16	116	105.08	2.13	1.04	99.55	16.45	Winter	0.4	0.1	0.3
PRT_003	17	85	102.53	1.66	0.87	95.42	-10.42	Winter	0.4	0.1	0.3
PRT_003	18	50	93.76	0.62	0.61	66.68	-16.68	Winter	0.4	0.1	0.3
PRT_003	19	52	79.49	-0.87	0.83	85.89	-33.89	Winter	0.4	0.1	0.3
PRT_003	20	167	90.83	0.35	1.62	120.28	46.72	Winter	0.4	0.1	0.3
PRT_003	21	128	100.83	1.32	1.16	101.21	26.79	Winter	0.4	0.1	0.3
PRT_003	22	120	107.44	1.85	1.06	106.24	13.76	Winter	0.4	0.1	0.3
PRT_003	23	90	106.95	1.62	0.86	95.09	-5.09	Winter	0.4	0.1	0.3
PRT_003	24	32	86.13	-0.62	0.54	66.23	-34.23	Winter	0.4	0.1	0.3
PRT_003	25	57	78.78	-1.29	0.8	70.97	-13.97	Winter	0.4	0.1	0.3
PRT_003	26	183	91.68	0.13	1.73	125.52	57.48	Winter	0.4	0.1	0.3
PRT_003	27	180	117.15	2.66	1.27	106.5	73.5	Winter	0.4	0.1	0.3
PRT_003	28	126	119.43	2.62	1.06	127.01	-1.01	Winter	0.4	0.1	0.3
PRT_003	29	95	117.42	2.16	0.84	104.97	-9.97	Winter	0.4	0.1	0.3
PRT_003	30	55	112.49	1.45	0.52	64.57	-9.57	Winter	0.4	0.1	0.3
PRT_003	31	62	99.36	-0.01	0.75	91.15	-29.15	Winter	0.4	0.1	0.3
PRT_003	32	198	105.39	0.59	1.77	171.89	26.11	Winter	0.4	0.1	0.3
PRT_003	33	130	104.53	0.45	1.26	134.6	-4.6	Winter	0.4	0.1	0.3
PRT_003	34	133	113.18	1.27	1.09	111.28	21.72	Winter	0.4	0.1	0.3
PRT_003	35	100	116.29	1.45	0.85	96.13	3.87	Winter	0.4	0.1	0.3
PRT_003	36	35	105.13	0.19	0.5	61.23	-26.23	Winter	0.4	0.1	0.3
	37	0	0	0	0	78.99	-78.99	Winter	0.3	0.1	0.1
	38	0	0	0	0	186.75	-186.75	Winter	0.3	0.1	0.1
	39	0	0	0	0	133.18	-133.18	Winter	0.3	0.1	0.1
	40	0	0	0	0	115.42	-115.42	Winter	0.3	0.1	0.1
	41	0	0	0	0	90.17	-90.17	Winter	0.3	0.1	0.1
	42	0	0	0	0	53.13	-53.13	Winter	0.3	0.1	0.1
	43	0	0	0	0	79.84	-79.84	Winter	0.3	0.1	0.1
	44	0	0	0	0	188.76	-188.76	Winter	0.3	0.1	0.1
	45	0	0	0	0	134.61	-134.61	Winter	0.3	0.1	0.1
	46	0	0	0	0	116.66	-116.66	Winter	0.3	0.1	0.1
	47	0	0	0	0	91.13	-91.13	Winter	0.3	0.1	0.1
	48	0	0	0	0	53.7	-53.7	Winter	0.3	0.1	0.1

A continuación se muestra un tipo de resumen que se puede obtener con los datos que tenemos en el sistema. Se trata de un concentrado de Información de los Costos de los Productos y sus velocidades de producción.

Maderas Industrializadas Torres, SA de CV
Resumen de Costos Variables Unitarios de Productos, x Rubros

PRT_001 MESA REVISTERA	ciclo (min.)	Veloc. (Un/Hr)	\$t.normal	\$t.extra
USO DE MAQUINARIA Y EQ.	23.00	2.61	\$ 4.37	\$ 4.37
USO DE MANO DE OBRA	23.00	2.61	\$ 25.89	\$ 51.93
MATERIA PRIMA Y ACC.			\$ 533.60	\$ 533.60
Total Costos Unitarios Directos : \$			563.86	589.90

PRT_002 BANCO DE DIBUJO	ciclo (min.)	Veloc. (Un/Hr)	\$t.normal	\$t.extra
USO DE MAQUINARIA Y EQ.	24.00	2.50	\$ 3.94	\$ 3.94
USO DE MANO DE OBRA	24.00	2.50	\$ 23.88	\$ 47.72
MATERIA PRIMA Y ACC.			\$ 64.90	\$ 64.90
Total Costos Unitarios Directos : \$			92.72	116.56

PRT_003 LIBRERO ESCOLAR	ciclo (min.)	Veloc. (Un/Hr)	\$t.normal	\$t.extra
USO DE MAQUINARIA Y EQ.	42.00	1.43	\$ 6.36	\$ 6.36
USO DE MANO DE OBRA	42.00	1.43	\$ 36.64	\$ 73.14
MATERIA PRIMA Y ACC.			\$ 442.00	\$ 442.00
Total Costos Unitarios Directos : \$			485.00	521.50

El siguiente y último reporte es un desglose de los costos de los insumos de los componentes de salida de las actividades del Librero Estudiantil. Revise bien cómo se acumulan los costos. Tome en cuenta los diferentes insumos repetidos que usa cada componente. Este reporte puede ayudar a comprender el archivo de Costos Variables.

Maderas Industrializadas Torres, SA de CV
Desglose de Costos Acumulados de Componentes del Librero Estudiantil

RA MA	CLAVE ACTIV.	ACTIVIDAD	ESTA CION	ID	CLAVE	INSUMO	COMP. SALIDA	\$ COSTO NORMAL	\$ COSTO EXTRA		
01	ACD_021	Cortar Lados	A		MAQ_001	Sierra De Banco	PRP_009	0.08	0.08		
01	ACD_021	Cortar Lados	A	0	MOD_001	Mtro. Sierra Banco	PRP_009	0.42	0.83		
01	ACD_021	Cortar Lados	A	0	MTP_006	Tablon Cepillado	PRP_009	63.00	63.00		
Componente de Salida :							PRP_009	Lados	PRP_009	63.50	63.91
1	ACD_03	Afinar Lados	B	0	MAQ_007	Lijadora	PRP_009	0.20	0.20		
01	ACD_032	Afinar Lados	B	0	MOD_014	Ayudante De	PRP_009	0.75	1.50		
01	ACD_032	Afinar Lados	B	0	PRP_009	Lados	PRP_009	63.50	63.91		
Componente de Salida :							PRP_009	Lados	PRP_009	64.45	65.61
1	ACD_038	Ranurar Lados	C		MAQ_006	Router	PRP_009	0.67	0.67		
01	ACD_038	Ranurar Lados	C	0	MOD_006	Mtro. Router	PRP_009	4.17	8.33		
1	ACD_038	Ranurar Lados	C	0	PRP_009	Lados	PRP_009	64.45	65.61		
Componente de Salida :							PRP_009	Lados	PRP_009	69.29	74.61
01	ACD_041	Perforar Lados	D	0	MAQ_008	Taladro De Banco	PRP_009	0.33	0.33		
01	ACD_041	Perforar Lados	D	0	MOD_007	Mtro. Taladro	PRP_009	2.08	4.17		
01	ACD_041	Perforar Lados	D	0	PRP_009	Lados	PRP_009	69.29	74.61		
Componente de Salida :							PRP_009	Lados	PRP_009	71.70	79.11
02	ACD_020	Cortar	E	0	MAQ_001	Sierra De Banco	PRP_010	0.08	0.08		
2	ACD_020	Cortar	E	0	MOD_001	Mtro. Sierra Banco	PRP_010	0.42	0.83		
02	ACD_020	Cortar	E	0	MTP_006	Tablon Cepillado	PRP_010	34.65	34.65		
Componente de Salida :							PRP_010	Anaqueles	PRP_010	35.15	35.56
2	ACD_031	Afinar	F		MAQ_007	Lijadora	PRP_010	0.13	0.13		
02	ACD_031	Afinar	F	0	MOD_014	Ayudante De	PRP_010	0.50	1.00		
02	ACD_031	Afinar	F	0	PRP_010	Anaqueles	PRP_010	35.15	35.56		
Componente de Salida :							PRP_010	Anaqueles	PRP_010	35.78	36.69
2	ACD_040	Perforar	G	0	MAQ_008	Taladro De Banco	PRP_010	0.10	0.10		
02	ACD_040	Perforar	G	0	MOD_007	Mtro. Taladro	PRP_010	0.63	1.25		
2	ACD_040	Perforar	G	0	PRP_010	Anaqueles	PRP_010	35.78	36.69		
Componente de Salida :							PRP_010	Anaqueles	PRP_010	36.51	38.4
03	ACD_019	Cortar Espalda	H		MAQ_001	Sierra De Banco	PRP_011	0.42	0.42		
03	ACD_019	Cortar Espalda	H	0	MOD_001	Mtro. Sierra Banco	PRP_011	2.08	4.17		
3	ACD_019	Cortar Espalda	H	0	MTP_003	Triplay	PRP_011	56.10	56.10		
Componente de Salida :							PRP_011	Espalda	PRP_011	58.6	61.69
03	ACD_039	Perforar	I	0	MAQ_008	Taladro De Banco	PRP_011	0.27	0.27		
03	ACD_039	Perforar	I	0	MOD_007	Mtro. Taladro	PRP_011	1.67	3.33		
03	ACD_039	Perforar	I	0	PRP_011	Espalda	PRP_011	58.60	60.69		
Componente de Salida :							PRP_011	Espalda	PRP_011	60.54	64.29
04	ACD_055	Ensamble Final	J		MAQ_013	Ensamble	PRT_003	0.75	0.75		
4	ACD_055	Ensamble Final	J	0	MOD_010	Mtro. Ensamble	PRT_003	6.25	12.5		
04	ACD_055	Ensamble Final	J	0	MTP_012	Pijas	PRT_003	0.50	0.50		
04	ACD_055	Ensamble Final	J	0	MTP_017	Apoyos Niveladores	PRT_003	8.00	8.00		
04	ACD_055	Ensamble Final	J	0	PRP_009	Lados	PRT_003	71.70	79.11		
04	ACD_055	Ensamble Final	J	0	PRP_010	Anaqueles	PRT_003	36.51	38.04		
04	ACD_055	Ensamble Final	J	0	PRP_011	Espalda	PRT_003	60.54	64.29		
Componente de Salida :							PRT_003	Librero	PRT_003	482.00	516.00
04	ACD_054	Limpieza	F	0	MAQ_014	Empaque	PRT_003	0.50	0.50		
04	ACD_054	Limpieza Y	K	0	MOD_014	Ayudante De	PRT_003	2.50	5.0		
04	ACD_054	Limpieza Y	K	0	PRT_003	Librero	PRT_003	482.0	516.00		
Componente de Salida :							PRT_003	Librero	PRT_003	485.0	521.50

ANEXO B.- CODIGO EN FOX-PRO DE ALGUNOS PROCEDIMIENTOS DE CALCULO

Enseguida se muestra el código de algunos procedimientos importantes que se crearon en Fox-Pro para completar los datos de los archivos. Se ofrecen para el lector que desee profundizar en el aspecto lógico del Sistema de Información. No se muestran todos los procedimientos porque cada caso y cada programador tendrá su propia forma de realizar las diferentes tareas. El objetivo es mostrarlos como ejemplo de lo que se puede hacer con los datos. Hay comentarios en el listado del código de cada procedimiento (empiezan con &&), aparte de los comentarios iniciales de cada procedimiento. Las variables usadas comienzan con 'M'. Los campos de los archivos se ponen como es su nombre, precedidos a veces de las letras 'A','B','C','D','E','F'; según el area en la que están abiertos. Consulte a un programador.

B.1.- Apertura de Archivos

El siguiente procedimiento es para abrir la base de datos y dejarla lista para usarse por el programa. Es un procedimiento sencillo. Un conjunto de archivos ó tablas forman una base de datos. Los archivos se abren en diferentes espacios de trabajo que se numeran secuencialmente y se identifican con '1','2','3','4','5','6' ó 'A','B','C','D','E','F'. Note las instrucciones SELE 'X' (de Select area 'X'). El procedimiento se manda llamar desde un programa que sirva como programa base. Los archivos que se abren deben estar creados y su estructura definida (ver anexo A). Note la activación de los Indices, (segmento ORDE - nombre del indice- de la instrucción USE), es importante porque ordena los datos de la manera adecuada para los diferentes procedimientos que se efectúan en los datos.

PROCEDURE ABRIR01

CLOSE DATA

SET PROCEDURE TO ERP

set point to " "

set sepa to " , "

SELE 1

&& Usa área 1

USE MOD

&& Abre archivo de Mano de Obra (T 5.1, pág. 105)

SELE 2

&& Usa área 2

USE MAQUINAS

&& Abre archivo de Máquinas (T 5.2, pág. 109)

SELE 3

&& Usa área 3

USE ACT

&& Abre archivo de Actividades (T 5.3, pág. 111)

SELE 4

&& Usa área 4

USE BOM

&& Abre archivo de Materiales (T 5.4, pág. 114)

SELE 5

&& Usa área 5

USE CVP ORDE COMP

&& Abre archivo de Costos Variables de Prod. (pág.117)

SELE 6

&& Usa área 6

USE PROD

&& Abre archivo de materiales de los Prod's (pág. 209)

SELE 1

&& Usa área 1 (se posiciona en 1 para sig. procedimiento)

B.2.- Llenado de Archivo de Actividades

El siguiente procedimiento llena el archivo de actividades con los datos de costos. Busca el costo de cada puesto y cada máquina y, si los encuentra escribe la suma de los dos en el campo correspondiente a horas normales y a horas extras.

Este procedimiento se efectúa en todo el archivo de actividades, leyéndolo de principio a fin y buscando los precios para cada registro (ó renglón) que contiene. El procedimiento es bueno para reactualizar los costos de todas las actividades, pero el procedimiento de búsqueda de datos se puede incorporar en la pantalla de captura de actividades y buscar el costo de cada mano de obra ó máquina a medida que se captura la clave de cada una en la pantalla, para así visualizarla en la pantalla. Posteriormente, se grabaría cada actividad con sus costos para pasar al siguiente registro de alguna otra actividad. El campo que contiene el tiempo es parte de la captura normal porque viene de otro estudio de tiempos, no entra en los cálculos en éste momento porque el costo que se busca en los archivos de MOD y Máquinas es unitario (\$/hr). Sólo hay que estar **conscientes de que los costos unitarios están por horas y el tiempo de duración está en minutos**, con el fin de hacer las adecuadas transformaciones al calcular costo total de alguna actividad en el costeo del producto.

PROCEDURE LLEN_ACT

```

SELE 3                                &&   Se sitúa en archivo Actividades
SCAN
SELE 2
LOCATE FOR CL_MAQ=C.CL_MAQ           &&   Busca la Máquina de la Actividad
IF FOUND()
SELE 1
LOCATE FOR CL_MOD=B.CL_MOD           &&   Busca la MOD de la Actividad
IF FOUND()
SELE 3
  REPL CL_MOD WITH A.CL_MOD           &&   Escribe abajo $/hr/norm de MOD/Máq.
  REPL CO_ACT_HRN WITH A.CO_HR_N+B.CO_MAQ_HR,CO_ACT_HRX WITH
  A.CO_HR_X+B.CO_MAQ_HR
ELSE
  GO BOTT
SELE 3
IF CO_ACT_HRN<>0
  REPL CO_ACT_HRN WITH 0              &&   Si no se encontró, se pone en cero
ENDIF
SELE 1
?? CHR(7)
WAIT WIND "CL_MOD: "+CL_MOD+"(B) NO SE ENCONTRO EN 1.[ENT]"
SELE 2
BROW NOED

```

```

SELE 1
ENDIF
ELSE
SELE 3
IF CO_ACT_HRN<>0
REPL CO_ACT_HRN WITH 0
ENDIF
SELE 2
?? CHR(7)
WAIT WIND "CL_MAQ: "+CL_MAQ+(3) NO SE ENCONTRO EN 2.[ENT]"
SELE 3
BROW NOED
SELE 1
ENDIF
SELE 3
ENDSCAN
SELE 1

```

B.3.- Llenar Archivo de Costos Variables de Producto

El procedimiento que sigue es para llenar el archivo de los costos variables de los productos. Es un procedimiento importante, porque se pueden extraer muchas subrutinas útiles para incorporarlas a la pantalla de captura de costos variables. El procedimiento es algo complejo y por lo tanto, su código requiere examinarlo detenidamente para entender lo que se quiere hacer en el programa y porqué. Busque la ayuda de un programador en Fox-Pro.

Este procedimiento, al igual que el anterior lee cada renglón en todo el archivo y si se detecta que el renglón pertenece a un componente de salida de una actividad (ID=2), busca todos los insumos (ID=1) que tengan como componente de salida (columna COMP_SAL) a ése componente, para sumarle los costos de insumos que abarca (en tiempo normal y extra). Los costos los acumula en variable y después regresa al registro del componente de salida (ID=2) y le escribe las cantidades de costos acumuladas en sus respectivos campos.

El procedimiento es algo complejo, porque según el tipo de componente que sea procede de distinta manera, ayudándose con los diferentes campos que sirven de identificadores. Como la E_AN (estación anterior), para ver de qué actividad viene y el E_AC (estación actual), para ver a qué estación pertenece la actividad del registro que se esté leyendo en el momento. Esto ayuda al programa a hacer diferentes búsquedas de los diferentes insumos y componentes para el cálculo de las diferentes cantidades de costo de los diferentes elementos.

```

PROCEDURE LLEN_CVP (Reactualizar archivo de Costos Variables de Producto)
SELE 5                                && Se posiciona en rchivo de CV
SET FILT TO
SET ORDE TO COMP                      && Reordena datos según Prod./Act./Insumos
GO TOP
SCAN
REPL CO_PZA_N WITH 0,CO_PZA_X WITH 0  && Pone todo en ceros
REPL CO_UND_N WITH 0,CO_UND_X WITH 0
ENDSCAN
SCAN                                  && Inicia reordenamiento
IF ID=2                               && Identifica pieza resultante de Actividad
  MREG=RECNO()
  MPROD=PRODUCTO
  MRAMA=RM
  MCL_ACT=CL_ACT
  ME_ACT=E AC
  MCOMP_SAL=COMP_SAL
  STOR 0 TO MCO_PZA_N,MCO_PZA_X,MCO_UND_N,MCO_UND_X
  SCAN FOR PRODUCTO=MPROD .AND. RM=MRAMA .AND.
  CL_ACT=MCL_ACT .AND. E AC=ME_ACT .AND. COMP_SAL=MCOMP_SAL
  .AND. ID=1  && Busca Costos de Insumos de Pieza Resultante de Act. y los acumula
  MCO_PZA_N=MCO_PZA_N+CO_UND_N
  MCO_PZA_X=MCO_PZA_X+CO_UND_X
  MCO_UND_N=MCO_UND_N+CO_UND_N
  MCO_UND_X=MCO_UND_X+CO_UND_X
ENDSCAN
GO MREG                               && Regresa al registro y escribe costos acumulados
REPL CO_PZA_N WITH MCO_PZA_N,CO_PZA_X WITH MCO_PZA_X
REPL CO_UND_N WITH MCO_UND_N,CO_UND_X WITH MCO_UND_X
LOOP
ENDIF
DO CASE && Si es insumo, busca costo en archivos MOD/MAQ y transforma a min.
CASE LEFT(CL_INSUMO,3)="MOD"
  SELE 1
  LOCATE FOR CL_MOD=E.CL_INSUMO
  IF FOUND()
  SELE 5
  REPL CO_PZA_N WITH ((A.CO_HR_N/60)*CAN_MED),CO_PZA_X WITH
  ((A.CO_HR_X/60)*CAN_MED)
  REPL CO_UND_N WITH (CO_PZA_N*MULT),CO_UND_X WITH
  (CO_PZA_X*MULT)
  REPL INSUMO WITH PROPER(A.PUESTO)
  ELSE
  SELE 5

```

```

REPL CO_PZA_N WITH 0,CO_PZA_X WITH 0
REPL CO_UND_N WITH 0,CO_UND_X WITH 0
REPL INSUMO WITH " No Existe "
GO BOTT
ENDIF
CASE LEFT(CL_INSUMO,3)="MAQ"
SELE 2
LOCATE FOR CL_MAQ=E.CL_INSUMO
IF FOUND()
SELE 5
REPL CO_PZA_N WITH ((B.CO_MAQ_HR/60)*CAN_MED),CO_PZA_X WITH
((B.CO_MAQ_HR/60)*CAN_MED)
REPL CO_UND_N WITH (CO_PZA_N*MULT),CO_UND_X WITH
(CO_PZA_X*MULT)
REPL INSUMO WITH PROPER(B.MAQUINA)
ELSE
SELE 5
REPL CO_PZA_N WITH 0,CO_PZA_X WITH 0
REPL CO_UND_N WITH 0,CO_UND_X WITH 0
REPL INSUMO WITH " No Existe "
GO BOTT
ENDIF
OTHERWISE  && Si viene de almacén ( E_AN=X ), busca costo en Mat'ls
IF E_AN="X" .AND. LEFT(CL_INSUMO,3)="MTP"
SELE 4
LOCATE FOR CL_MAT=E.CL_INSUMO
IF FOUND()
SELE 5  && Escribe costo de material en registro de Material de almacén
REPL CO_PZA_N WITH (D.CO_PRES*CAN_MED),CO_PZA_X WITH
CO_PZA_N
REPL CO_UND_N WITH (CO_PZA_N*MULT),CO_UND_X WITH CO_UND_N
ELSE
SELE 5
REPL CO_PZA_N WITH 0,CO_PZA_X WITH 0
REPL CO_UND_N WITH 0,CO_UND_X WITH 0
GO BOTT
ENDIF
ELSE  && Si no viene de almacén, viene de actividad y busca su pieza resultante
MREG=RECNO()  && para escribirle su costo de pieza.
ME_AN=E_AN
MCL_INS=CL_INSUMO
MPROD=PRODUCTO
LOCATE FOR PRODUCTO=MPROD .AND. CL_INSUMO=MCL_INS .AND.
E_AC=ME_AN .AND. ID=2

```

```

IF FOUND()
MCO_PZA_N=CO_PZA_N
MCO_PZA_X=CO_PZA_X
GO MREG
REPL CO_PZA_N WITH MCO_PZA_N,CO_PZA_X WITH MCO_PZA_X
REPL CO_UND_N WITH (CO_PZA_N*MULT),CO_UND_X WITH
(CO_PZA_X*MULT)
ELSE
REPL CO_PZA_N WITH 0,CO_PZA_X WITH 0
REPL CO_UND_N WITH 0,CO_UND_X WITH 0
GO MREG
ENDIF
ENDIF
ENDCASE
SELE 5
ENDSCAN
SELE 5
GO TOP
?? CHR(7)
WAIT WIND "COMPLETO LLEN_CVP" NOWAIT

```

B.4.- Cálculo de Pronósticos con Método de Atenuación Exponencial

El siguiente listado de órdenes de Fox-Pro se hizo para calcular los pronósticos con el Método de Atenuación Exponencial Simple (con coeficiente alfa=0.1). Usado en los Pronósticos del Banco de Dibujo, ver sección 6.2. Se pronostica para 12 periodos futuros.

```

PROCEDURE PRON_ATEXPS
MMODELO="Aten_Exp_S"
MREG=RECNO()
MALFA=0.1
GO MREG
P=12
IF BOF() .OR. T=1                && Condición por si es apenas el primer Pronóstico
MYTP=YTP
REPL YTP WITH MYTP,AT WITH 0,TT WITH 0,ST WITH 0,ET WITH YT-YTP
ELSE
MYTP=(MALFA*YT)+((1-MALFA)*YTP)    && Aplicación de la fórmula
ENDIF
FOR I=1 TO P                      && Pronóstico de P' periodos futuros de demanda
SKIP

```

```

IF EOF()
  APPEND BLANK
  REPL T WITH RECNO()
ENDIF
REPL YTP WITH MYTP,AT WITH 0,TT WITH 0,ST WITH 0,ET WITH YT-YTP
REPL MODELO WITH MMODELO,ALFA WITH MALFA,BETA WITH 0,GAMA
WITH 0
ENDFOR
GO MREG

```

B.5.- Pronósticos con el Método de Holt

El método de Holt se usó en el pronóstico de la demanda de la Mesa Revistera, por tener su demanda una clara tendencia creciente. Se pronostica para 12 periodos futuros.

PROCEDURE PRON_HOLT

```

MMODELO="Holt"
MREG=RECNO()
MALFA=0.6
MBETA=0.1
P=12
MAAC=YT
MTAC=0

```

&& Valor de Coeficientes

```
IF BOF() .OR. T=1
```

&& Condiciones de Pronóstico Inicial

```
  REPL AT WITH YT,TT WITH 0,ST WITH 0,YTP WITH YT,ET WITH YT-YTP
```

```
  MAAC=YT
```

```
  MTAC=TT
```

```
ENDIF
```

```
IF T>1
```

```
  SKIP -1
```

```
  MAAN=AT
```

```
  MTAN=TT
```

```
  GO MREG
```

```
  MAAC=(MALFA*YT)+((1-MALFA)*(MAAN+MTAN))
```

```
  MTAC=(MBETA*(MAAC-MAAN))+((1-MBETA)*MTAN)
```

```
  REPL AT WITH MAAC,TT WITH MTAC,ET WITH YT-YTP
```

```
ENDIF
```

```
FOR I=1 TO P
```

&& Pronostica para varios periodos futuros

```
  MREGPRON=RECNO()
```

```
  IF T>1
```

```
    MYTP=MAAC+(I*MTAC)
```

&& Aplica fórmula

```

ELSE
  MYTP=YTP
ENDIF
SKIP
IF EOF()
  APPEND BLANK
  REPL T WITH RECNO()
ENDIF
REPL YTP WITH MYTP,ST WITH 0,ET WITH YT-YTP,MODELO WITH
MMODELO
  REPL MODELO WITH MMODELO,ALFA WITH MALFA,BETA WITH
MBETA,GAMA WITH 0
ENDFOR
GO MREG

```

B.6.- Pronóstico con el Método de Winter

El método de Winter se usó para pronosticar la demanda del Librero Estudiantil por tener una mezcla de Tendencia creciente y estacionalidad en su demanda.

El código del Procedimiento de Cálculo se muestra enseguida. Este procedimiento también es complejo por la naturaleza del método, porque se deben calcular varios parciales de su fórmula y compararlos con los valores de pronóstico anterior. Además, se usa un lapso 'L' de longitud de estacionalidad y se debe checar que haya suficientes datos anteriores. Se pronostica para 12 periodos futuros. Se recomienda consultar Literatura al respecto. ver Hanke, John E. [5].

PROCEDURE PRON_WINTER

```

MMODELO="Winter"
MREG=RECNO()
MALFA=0.25                                && Coeficientes usados del Modelo
MBETA=0.1
MGAMA=0.1
L=6
P=12
MAAC=YT
MTAC=0
MSAC=1
IF BOF() .OR. T=1                          && Condiciones de pronóstico inicial
  REPL AT WITH YT,TT WITH 0,ST WITH 1,YTP WITH YT,ET WITH YT-YTP
  MAAC=YT
  MTAC=TT
  MSAC=ST

```

```

ENDIF
IF T>1
  SKIP -1
  MAAN=AT
  MTAN=TT
  GO MREG
  SKIP -(L)
  MSTL=ST
  GO MREG
  MAAC=(MALFA*(YT/MSTL))+((1-MALFA)*(MAAN+MTAN))
  MTAC=(MBETA*(MAAC-MAAN))+((1-MBETA)*MTAN)
  MSAC=(MGAMA*(YT/MAAC))+((1-MGAMA)*MSTL)
  REPL AT WITH MAAC,TT WITH MTAC,ST WITH MSAC,ET WITH YT-YTP
ENDIF
MCONT=L
MREGPRON=RECNO()
FOR I=1 TO P
  MCONT=MCONT+1
  IF MCONT>L
    MCONT=1
  ENDIF
  GO MREG
  SKIP -(L-MCONT)
  MSTLP=ST
  GO MREG
  IF T>L-1
    MYTP=(MAAC+(I*MTAC))*MSTLP
  ELSE
    SKIP -(L)
    MYTP=YTP
  ENDIF
  GO MREGPRON
  SKIP
  IF EOF()
    APPEND BLANK
    REPL T WITH RECNO()
  ENDIF
  REPL YTP WITH MYTP,ET WITH YT-YTP,MODELO WITH MMODELO
  REPL MODELO WITH MMODELO,ALFA WITH MALFA,BETA WITH
  MBETA,GAMA WITH MGAMA
  MREGPRON=RECNO()
ENDFOR
GO MREG

```

&& Pronóstico de 'P' periodos futuros

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



REGISTRACIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

GLOSARIO

Algoritmo. - Procedimiento lógico computacional para obtención de un resultado.

Conjunto de Instrucciones para resolver un problema.

A.P.I.C.S. - Acrónimo de American Production and Inventory Control Society. Sociedad que agrupa empresas e Institutos dedicados a la investigación y educación en las áreas de la Producción.

Archivo. - Unidad de Información que agrupa datos que tienen algo en común. Su estructura es en forma de tabla con columnas (campos) y renglones (registros).

Base de datos. - Es un conjunto de Archivos ó Tablas relacionados entre sí que contienen la Información que usa un sistema para controlar algún área de funcionamiento de una organización.

Campos. - Es el nombre que se le dá a las columnas de un archivo. Ahí se guarda información de una cierta naturaleza estrictamente. Ejemplos: Edad, Sueldo, Costo/Hr, etc.

Correlograma. - Gráfica ó Tabla que se hace de los datos históricos de una serie para ayudarnos a descifrar si su comportamiento es estacionario, con tendencia, con ciclos, ó una mezcla de lo anterior. Requiere saber interpretarla.

Diagrama de Fases de Tiempo. - Es un diagrama que se hace de las operaciones pero indicando el tiempo que toma cada una de ellas y guardando la precedencia entre ellas. De tal manera que podemos saber el tiempo total que se llevan y los tiempos de las diferentes ramas.

Filtrar. - En el sentido del manejo de datos, es ignorar algunos datos de una tabla para que nó entorpezcan las operaciones con otros datos. Es una operación básica con las Bases de Datos. Como ejemplo: Si tenemos en una tabla datos de la mesa, banco, y librero, identificados por un cierto campo (columna), podemos filtrar los que no pertenecen a la mesa (banco y librero) para poder realizar sumas con los datos de la mesa solamente.

Flujos de Efectivo. - Son las salidas ó entradas de Dinero en Efectivo. Se usan para saber

qué tanta liquidez se necesita para operar.

Función de Transferencia. - Es una operación que sufren algunos datos ó señales de entrada y se convierten en datos ó señales de salida para aprovecharlas en otra parte.

Ejemplo: El costo unitario se multiplica por el plan de compras para obtener el Costo total. Pueden ser desde muy sencillas hasta muy complejas.

Indexar. - En el sentido de las Bases de Datos, significa ordenar los registros ó renglones en sentido ascendente ó descendente de acuerdo a algún criterio que se toma con respecto al contenido de algún campo ó conjunto de ellos. Ejemplo: Indexar por Sueldo y Antigüedad.

Kanban. - Sistema de Control de Flujo de Materiales en el Piso de taller de acuerdo al tamaño seleccionado de los contenedores que alimentan las operaciones subsecuentes. Si nó se ha llenado, nó pasa todavía a la siguiente operación.

Lote. - Número de Unidades de producto que se fabrican de una sola corrida de producción.

Lote de Transferencia. - Número de componentes que pasan en grupo a la siguiente operación. Se determina en base la facilidad ó dificultad de transportar grupos pequeños, si es posible, para alimentar las operaciones siguientes lo más pronto posible para nó

hacerlas esperar mucho. No siempre se puede, su busca el mínimo económico y práctico.

Método Gozinto. - Método Matricial para operaciones entre archivos para obtener las cantidades de Planeación de los diferentes requerimientos de recursos.

Parámetro. - Lo que se mide. Es una característica que se mide en un sistema porque se usa para determinar otras. Ejemplo: el tiempo unitario de una actividad se mide porque nos ayuda a saber el tiempo total de uso de la máquina que usa cuando se produce un lote.

Plan. - Es un conjunto de acciones propuestas para llegar a una meta. Es como un presupuesto de ejercicio de alguna capacidad.

Programa. - Es un conjunto de acciones que se van a efectuar para el logro de algún plan.

Programador Maestro. - Es la persona encargada de efectuar las operaciones que pide el Plan Maestro de Producción. Debe de disponer de muchos recursos para tener éxito.

Programación Orientada a Objetos.- Es una técnica de programación moderna que le dá 'vida' a los objetos con los que interactúa un usuario de un sistema. El objeto tiene algoritmos que entran en acción como respuesta a eventos como: un 'enter', un click del ratón, un 'doble click' , etc. De ésta manera se efectúan acciones inmediatas, controladas a voluntad. que le ofrecen información generada al usuario del sistema.

Registros.- Son los renglones de una tabla ó archivo de datos. Guardan un conjunto de datos ó campos relacionados con cada elemento que está en cada registro.

Secuenciación.- Es el orden de trabajo que se le dá a las diferentes tareas por efectuar, con el objeto de ocupar el menor tiempo.

Tabla.- Refiriéndonos a los datos; es lo mismo que archivo.

Tiempo de Ciclo.- Es el tiempo que tarda cada producto terminado en salir . Es la velocidad de producción. Nó es el tiempo que tarda en recorrer todo el proceso. Está determinado por la estación más lenta de la línea de producción (el cuello de botella).

Tiempo de Espera.- Es el tiempo que tarda en llegar, surtirse ó producirse un artículo.

Tiempo de LLenado.- Es el tiempo que tarda una línea en llenarse de los componentes de un producto después de un cambio de producción. Una línea se tarda en llenarse y luego produce a la velocidad dada por el Tiempo de Ciclo.

Tiempo Guía.- Es lo mismo que Tiempo de Espera. Se usa en el Plan de Requerimientos de Materiales (MRP).

AUTOBIOGRAFIA

Ing. Salvador Isaac González Wallmark

Nació en Monterrey, N.L., el 26 de Septiembre de 1959. Es Ingeniero Mecánico Electricista por la Universidad Autónoma de Nuevo León (1988). Tiene una Certificación como Auditor Interno y Lead Assessor en la norma ISO-9000 (1998), y otra como Auditor Interno y Lead Assesor en el Manejo de Las Herramientas de la Norma Automotriz QS-9000 (2000). Se ha desempeñado como Instructor de Paquetes de Computación, entre ellos; el Autocad y el Lenguaje de Programación Fox-Pro de los cuales es especialista. Desempeñó el cargo de Cuantificador de Obra en el Departamento de Fiscalización Técnico-Administrativa de Obras de PEMEX (1986). Desempeñó el puesto de jefe de mantenimiento en la empresa Equipos de Alta Presión, S.A. (1988). Ha participado como asesor y como auditor de sistemas de calidad en empresas del territorio nacional. Ha tenido participación como evaluador de proyectos de mejora continua en empresas de grupos industriales. Ha diseñado sistemas de información de una variedad de áreas para diversos clientes y ha sido el encargado del diseño e implantación de sistemas en el Centro de Apoyo y Servicios Académicos de la Universidad Autónoma de Nuevo León (1998). El Ing. González tiene preparación musical y ha sido socio de un grupo musical desde 1982.

Vive actualmente en San Nicolás de Los Garza. Su teléfono actual es 83-76-33-41.

Si existe alguna duda sobre la presente tesis, ó alguna aplicación de la misma, que se pueda aclarar con el Ing. González para mayor aprovechamiento de la misma; se puede contactar por teléfono con toda confianza. Gracias.

