

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 .

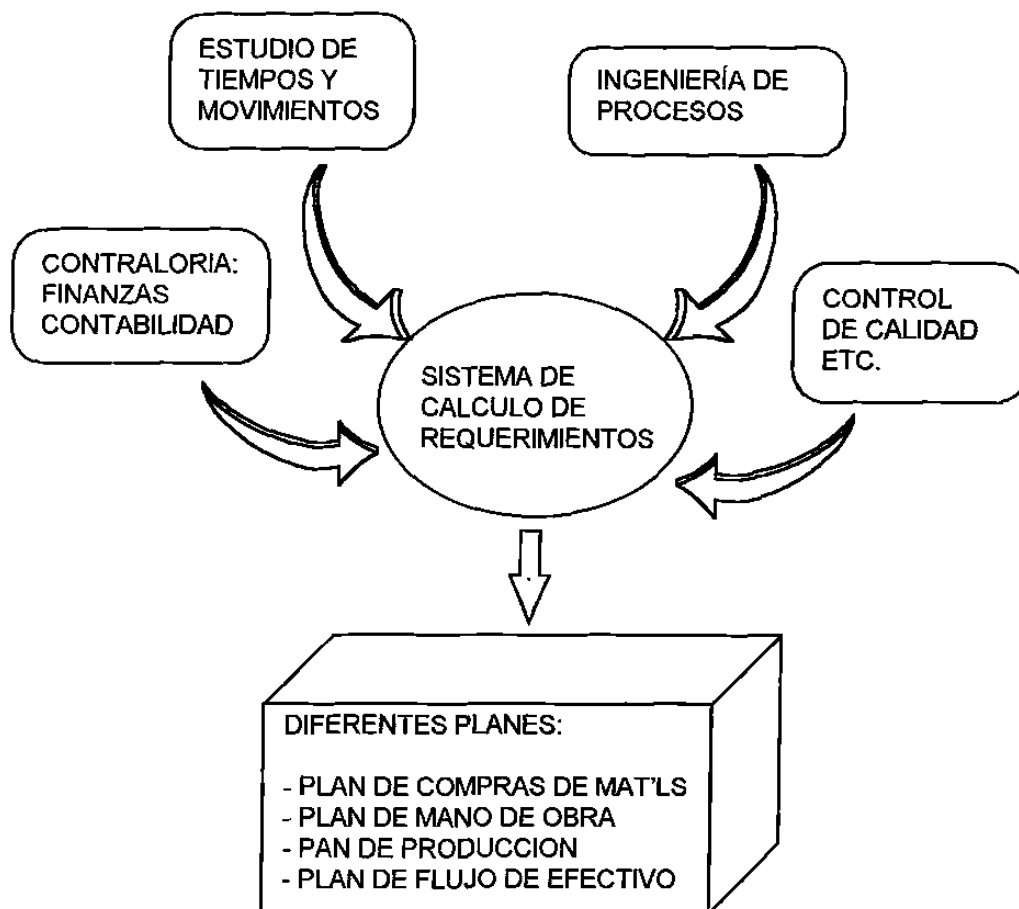


Figura 5.22.- Resultados de Estudios que usa el Sistema como Punto de Partida.

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:

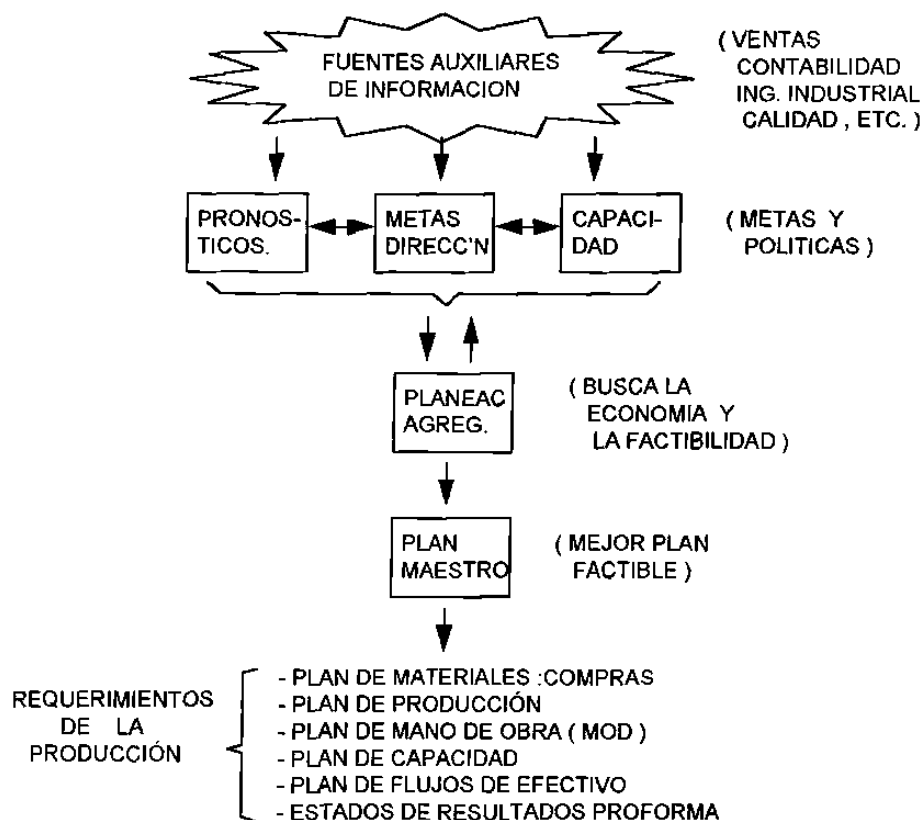


Figura 6.1 .- Proceso Genérico del Cálculo de Requerimientos de la Producción .

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.

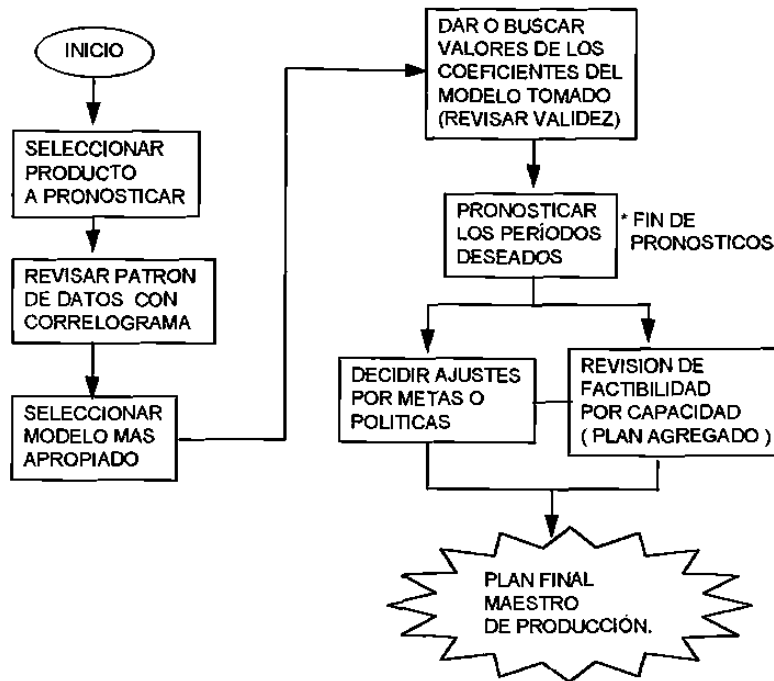


Figura 6.2 .- Secuencia para obtención de Pronósticos en horizonte planeado .

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
1	122	105	50
2	114	86	147
3	111	99	125
4	108	104	117
5	123	113	85
6	132	100	40
7	110	95	52
8	120	100	173
9	115	103	136
10	126	115	116
11	117	107	85
12	114	95	10
13	110	97	61
14	116	109	182
15	114	116	110
16	122	103	116
17	116	104	85

PER	MESA	BANCO	LIBRERO
25	144	88	57
26	157	110	183
27	151	88	180
28	156	121	126
29	150	94	95
30	156	101	55
31	158	113	62
32	156	86	198
33	158	95	130
34	174	101	133
35	164	103	100
36	168	103	35
37 *	170	101	79
38 *	172	101	187
39 *	174	101	133
40 *	176	101	115
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

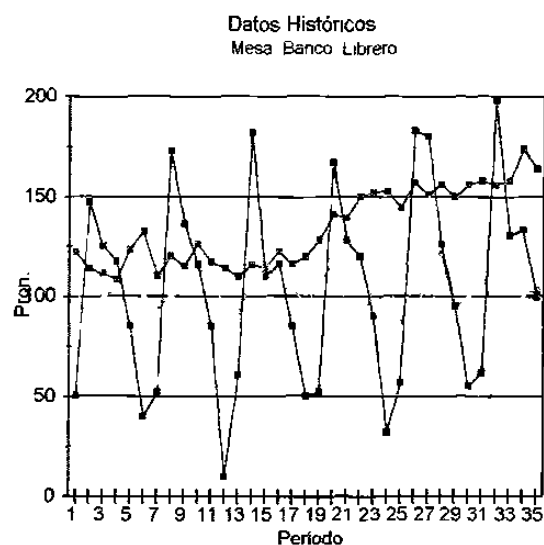


Figura 6.3 .- Gráfica de los datos Históricos de Pedidos

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 $1/\sqrt{n}$; ($\sqrt{\text{rt}} = \text{raíz cuad.}$). 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 $H_0, rk=0$; $H_1, rk > 0$.

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

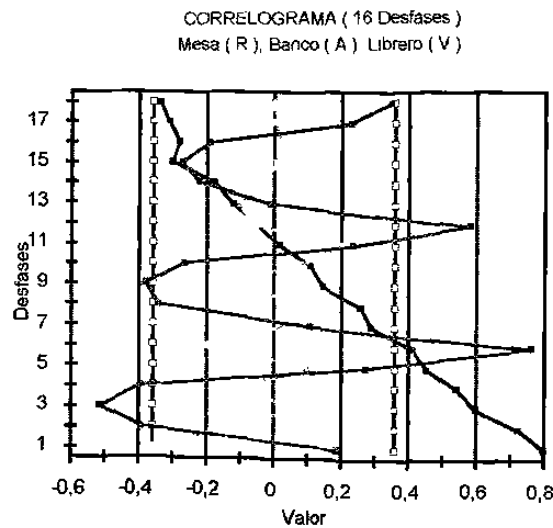


Figura 6.4 .- Correlograma de datos de los Productos .

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 Librero 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 esto, se elige el Modelo de Winter para pronosticar la demanda del Librero.

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.

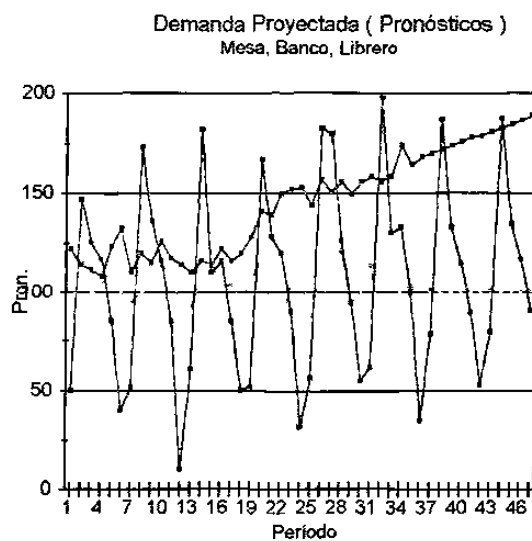


Figura 6.5 .- Pronósticos para los periodos 37-48.

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 período, con el fin de que no salga de ciertos límites 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.

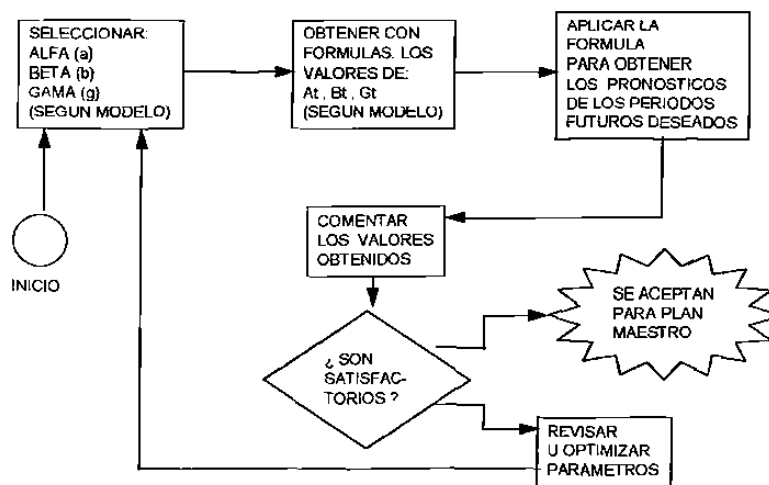


Figura 6.6.- Diagrama de Flujo para Pronosticar

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:

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

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

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

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

donde:

A_t = nuevo valor atenuado

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

Y_t = nueva observación, valor real resultante al fin de período 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 ($0 < G < 1$)

St = estimación de la estacionaliad momentánea actual

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

L = longitud del patrón estacional , en períodos

Y_{t+p} = pronóstico de p períodos 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. Sermejante 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 períodos 37,38,39,40,41 y 42. Es decir; solamente se harán los planes sobre los seis períodos que siguen al número 36, que es el que se considera como período presente.** Si se quiere usar el modelo para más períodos, 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 períodos 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, Iit.

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.

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

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

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

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

$$0.383O15+ 0.400O25+ 0.700O35 \leq \text{MOX5}$$

$$0.383O16+ 0.400O26+ 0.700O36 \leq \text{MOX6}$$

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 período, (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

Período	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

Período	(\$) 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	MONt	MOXt
	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

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 .

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 \$	Unid	Valor \$	Unid	Valor \$	Unid	Valor \$	Unid	Valor \$	Unid	Valor \$	
Ventas													
Demanda de Mesa	170	132,600	172	134,160	174	142,508	176	144,144	178	153,080	179	156,840	860,430
Demanda de Banco	101	10,605	101	10,605	101	11,110	101	11,110	101	11,718	101	11,718	66,862
Demanda de Librero	79	59,250	187	140,250	433	104,804	788	90,620	80	74,430	53	43,631	513,185
Suman Ventas		202,455		285,015		259,430		245,874		236,228		209,467	1,443,477
Costos													
Costos Unitarios													
Prod normal (P1t)	170	538	346	186,148	0	565	354	565	0	593	179	593	583,785
Prod extra (O1t)	0	538	0	0	0	565	0	565	0	593	0	593	0
Prod Subcont (S1t)	0	880	0	0	0	714	0	714	0	750	0	750	0
Total C U Mesa(1)		880		186,148		714		200,010		750		750	0
Prod normal (P2t)	0	69	0	0	0	72	0	72	0	76	0	76	583,785
Prod extra (O2t)	0	69	0	0	0	72	0	72	0	76	0	76	0
Prod Subcont (S2t)	101	102	101	10,302	101	107	101	10,807	101	112	101	112	84,842
Total C U Banco(2)		102		10,302		107		10,807		112		112	11,312
Prod normal (P3t)	79	448	68	30,464	133	470	1	470	90	484	53	484	64,842
Prod extra (O3t)	0	448	0	0	0	470	0	470	0	494	0	494	199,478
Prod Subcont (S3t)	0	650	119	77,350	0	683	114	683	0	717	0	717	155,212
Total C U Librero(3)		650		107,814		683		76,332		717		717	26,182
Suman Costos Unit		137,154		304,284		73,317		286,149		55,772		26,182	364,960
Mano de Obra (Hrs)													143,641
Normal Prod 1	65.11	260	132.52	34,458	0.00	273	0	273	0.00	287	88.56	287	108,073
Normal Prod 2	0.00	260	0.00	0	0.00	273	0	273	0.00	287	0	287	0
Normal Prod 3	55.30	260	47.60	12,376	93.10	273	26,416	191	63.00	287	37.10	287	10,648
Suma MONT (norm.)	120.41	780	180.12	46,834	93.10	546	25,416	37,205	83.00	574	105.66	574	81,090
Extra Prod 1	0.00	520	0.00	0	0.00	546	0	546	0.00	574	0	574	189,163
Extra Prod 2	0.00	520	0.00	0	0.00	546	0	546	0.00	574	0	574	0
Extra Prod 3	0.00	520	0.00	0	0.00	546	0	546	0.00	574	0	574	0
Suma MONT (extra)	0.00	1,560	0.00	0	0.00	1,638	0	1,638	0.00	1,722	0	1,722	30,324
Suma Total MOD	120.41	37,307	180.12	48,831	93.10	25,416	136.28	37,205	83.00	574	105.66	574	189,163
Costo Inventarios													
Inventario final (1t)	0	18	0	3,132	0	19	19	3,362	0	20	0	20	6,514
Inventario final (2t)	0	8	0	0	0	8	8	0	0	9	0	9	0
Inventario final (3t)	0	23	0	0	24	24	24	0	0	25	0	25	0
Suman Costos Inv		49		3,132		51		3,362		54		54	6,514
Suman Costos Totales		165,461		354,227		86,733		329,736		73,653		26,182	1,193,974
Utilidad													
Utilidad Mesa (1)		24,211		-86,575		142,508		-86,282		153,080		28,117	162,078
Utilidad Banco (2)		303		303		303		303		404		404	2,020
Utilidad Librero (3)		9,480		20,080		16,878		12,097		11,889		7,001	77,405
Utilidad Bruta		33,994		-68,212		169,687		-83,662		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 periodo y que debían entregarse. Se acumulan al siguiente periodo.

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

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

Es el inventario planeado anterior más lo que se produce en periodo 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 periodo en t. normal del producto 'x'.

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

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

12.- Suman Producc. 'x'; Suma de todo lo producido y subcontratado en el periodo. 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 periodo. Faltaría que se programe la producción a medida que se van llegando los periodos, 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 .

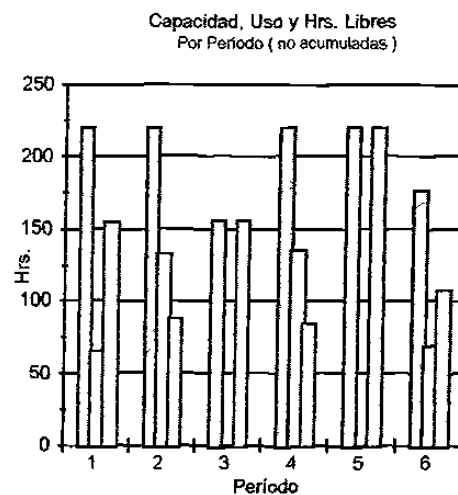


Figura 6.7.- Horas Disponibles, Usadas y Libres por Período.

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	0	0	0	0	0	0
Ocup. Subc. Mesa							0
Ocup. Subc. Banco							0
Ocup. Subc. Librero							0
SUM. Hrs. Subcont	0	0	0	0	0	0	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

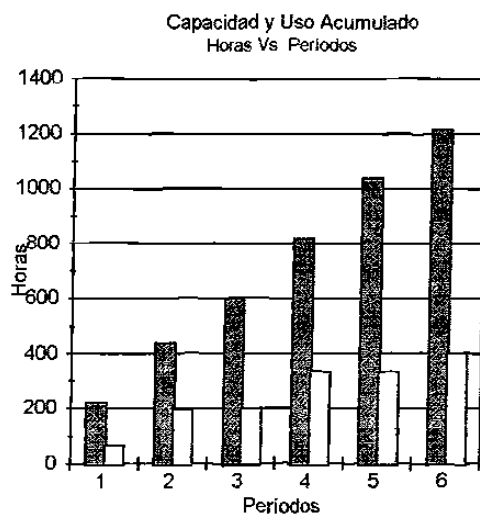


Figura 6.8.- Horas Disponibles y Horas Usadas acumuladas.

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

*** Período #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
*** Período # 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
*** Período # 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
*** Período # 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
*** Período # 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
*** Período # 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 sí 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 dá 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 ésto 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.

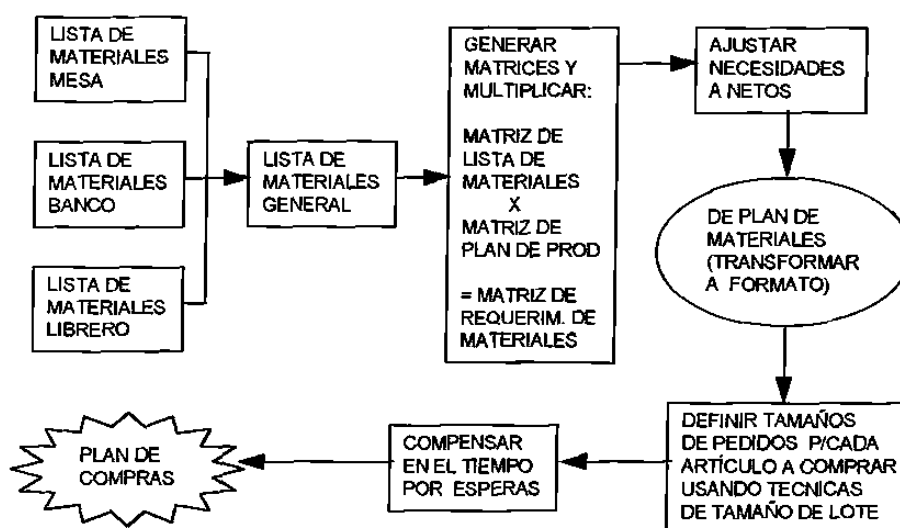


Figura 6.9 .- Obtención del Plan de Materiales y el Plan de Compras

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 6.20.- 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-Silv	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	268.00	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	765.00	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 períodos 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 periodos por la liberación de órdenes planeadas. Los inventarios proyectados son las existencias que se tendrán si se cumple lo planeado.

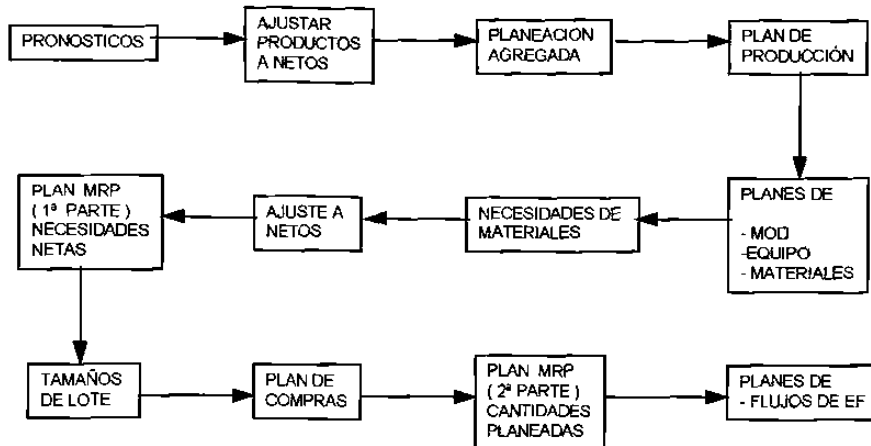


Figura 6.10.- Ajustes a necesidades cuando hay existencias en inventarios

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:

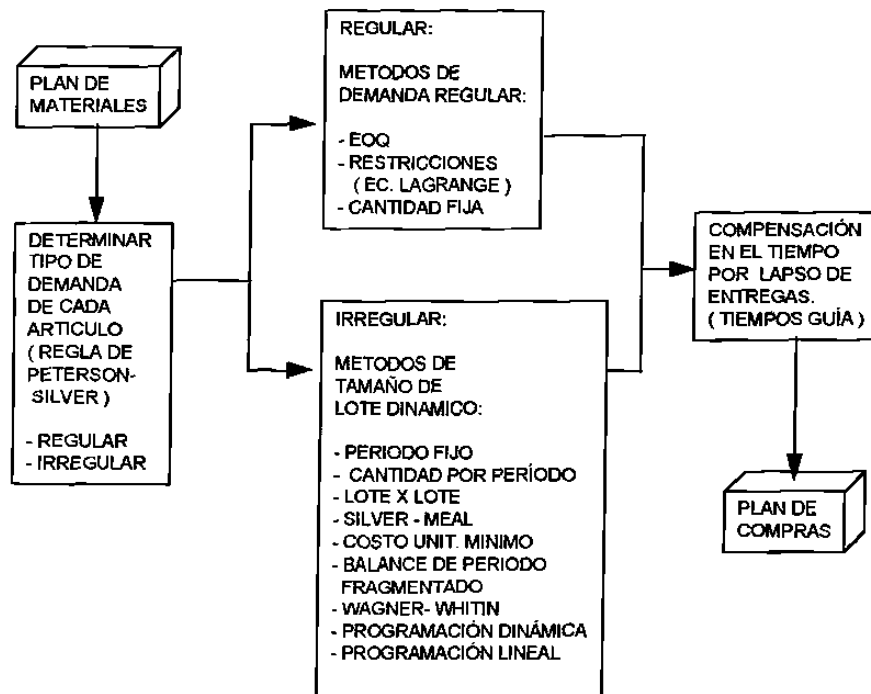


Figura 6.11 .- Obtención del Plan de Compras de Materia Prima y Accesorios.

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' periodos 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):

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

La fórmula a aplicar es la siguiente:

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

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 período 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 período. 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	MULTYPLY	23	1 mes	usar : pedir :	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	367.15
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	147.68	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/CEPILL.	27	1 mes	usar : pedir :	296.25	296.25	255.00	498.75	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 :	3,955.50	1,190.00	2,422.00	0.00	2,478.00	0.00	1,253.00	5,245.00
B	CASQUILLOS	32	1 mes	usar : pedir :	680.00	680.00	1,384.00	0.00	1,416.00	0.00	716.00	4,720.50
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	1,049.00
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	29.01	11.42	0.00	11.68	0.00	5.91	26.23
B	CAJAS P/EMPAQUE	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						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:

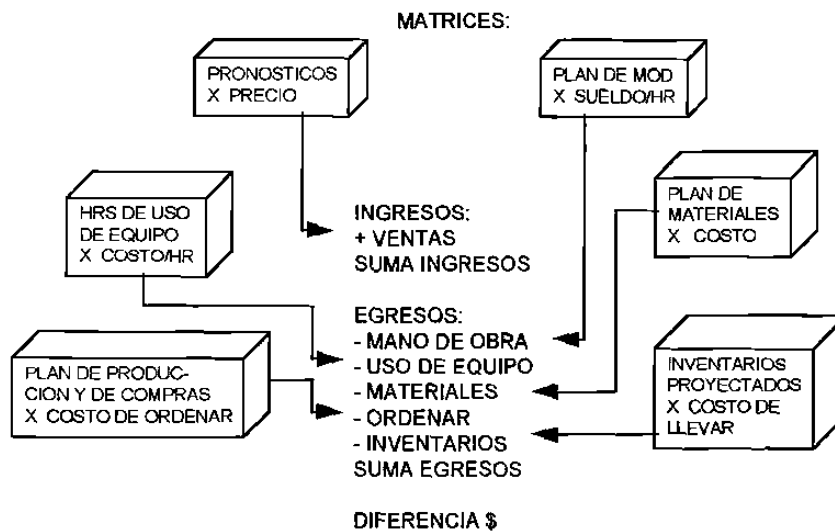


Figura 6.12.- Construcción del Plan de Flujos de Efectivo.

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.

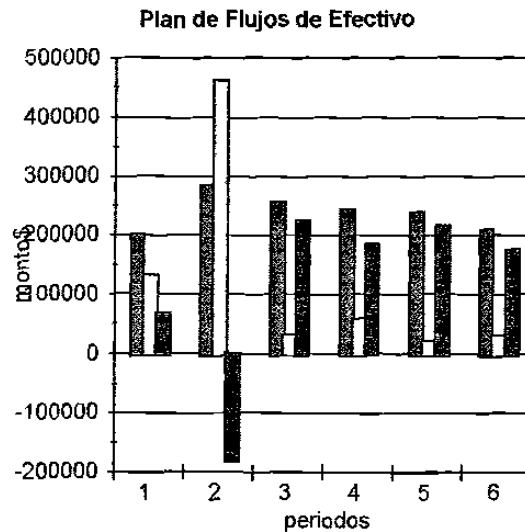


Figura 6.13.- Gráfica del Plan de Flujo de Efectivo

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 :

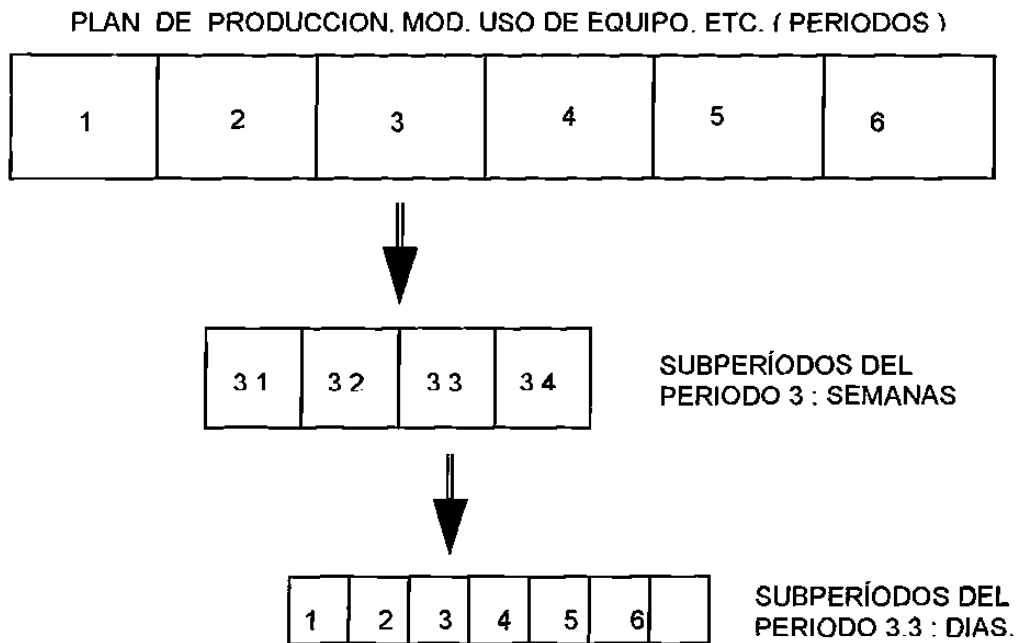


Figura 7.1.- Descomposición de un Plan en Programas parciales para control.

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

7.2.-Reparaciones Programadas y Fallas en Maquinaria

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 ésto 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).

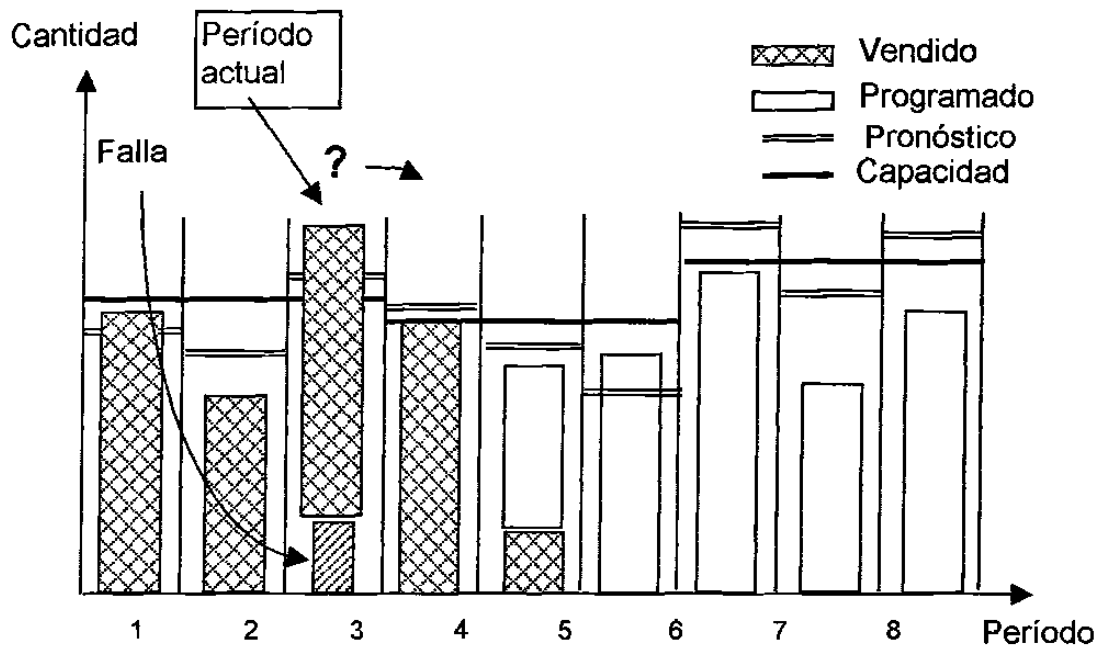


Figura 7.2.- Manejo de la capacidad en situaciones de fallas de equipo

en ella se ve que en el período 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 ésto 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 :

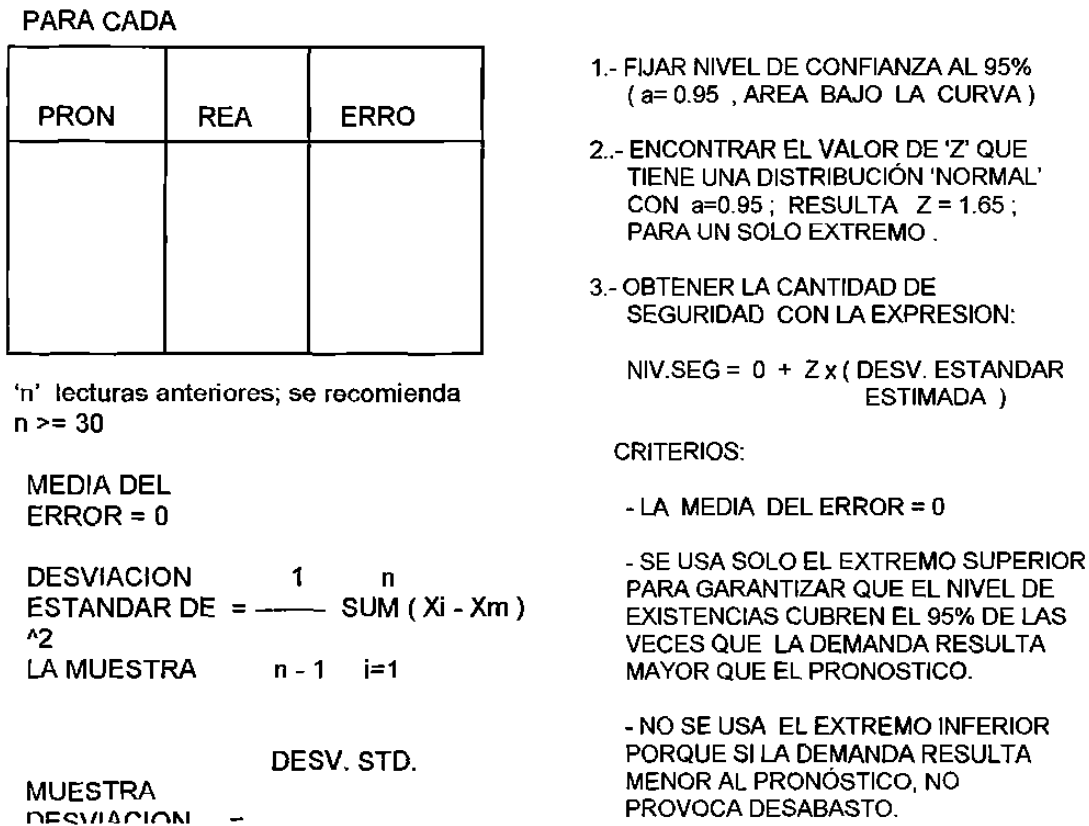


Figura 7.3.- Obtención del Nivel de Seguridad para la Demanda de Productos

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:

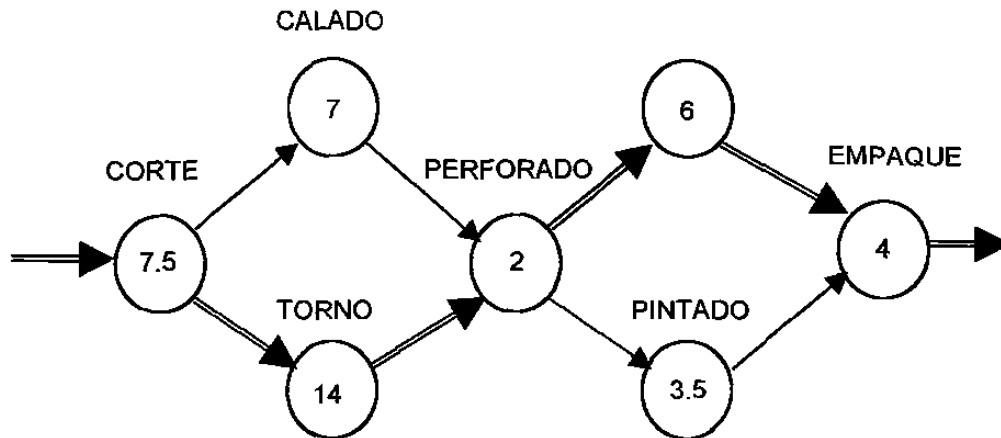


Figura 7.4.- Diagrama de Actividades y Tiempos unitarios (por producto) para la Mesa Revistera y su ruta crítica. (Lote de Transf.=1)

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, las 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 surtirse 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:

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

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 acarreo 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:

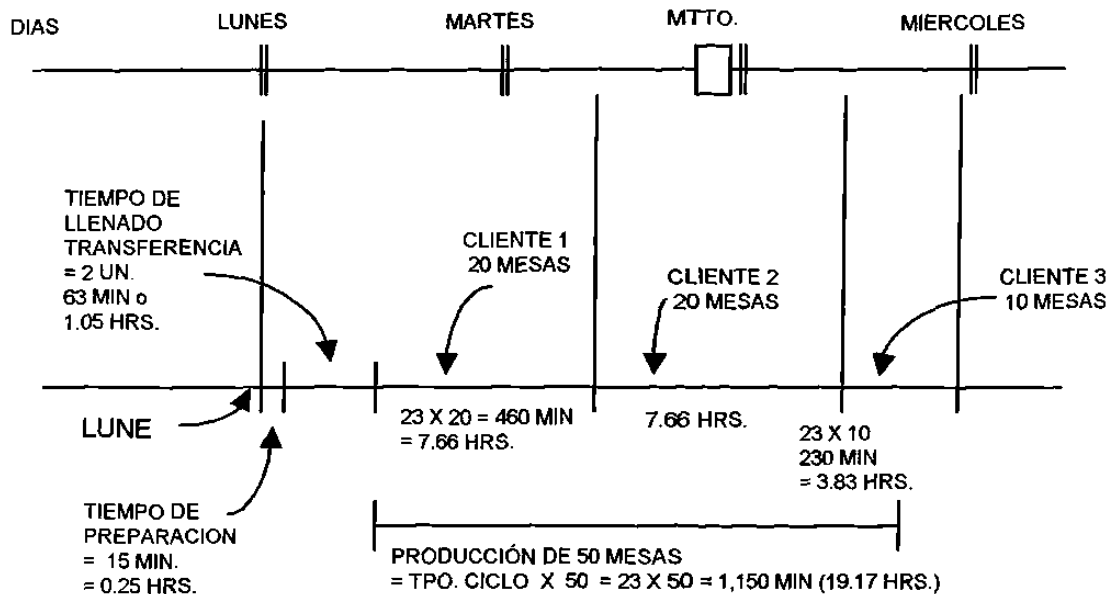


Figura 7.5.- Tiempo de Entrega para un lote de 50 mesas, repartido en 3 clientes.

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 en 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 período 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 período, 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 período. 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 :

$$\begin{aligned} (155 \text{ hrs. libres del período } 1) \times (2.6 \text{ mesas/hr.}) &= 403 \text{ unid's mesas p/producir inmed.} \\ (155 \text{ hrs. libres del período } 1) \times (2.5 \text{ bancos/hr.}) &= 387 \text{ unid's bancos p/producir inmed.} \\ (155 \text{ hrs. libres del período } 1) \times (1.43 \text{ libreros/hr.}) &= 221 \text{ unid's libr's p/producir inmed.} \end{aligned}$$

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

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:

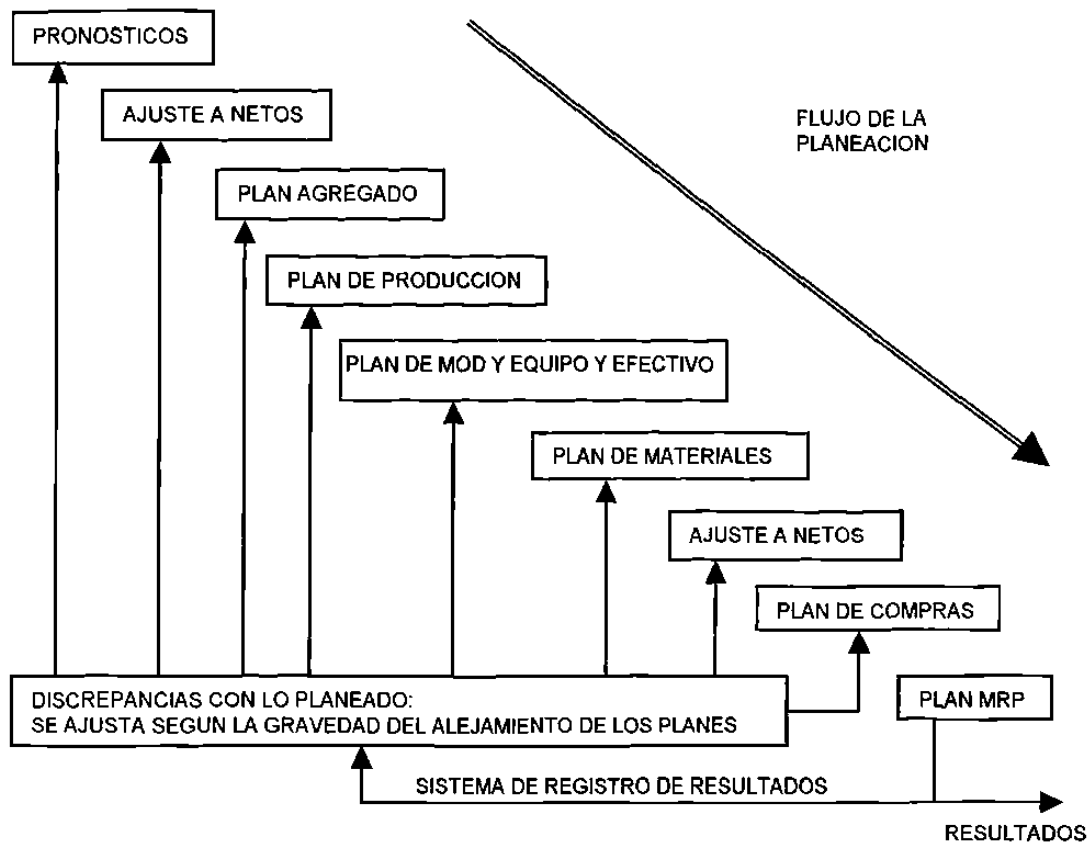


Figura 7.6.- Control y Ajuste de Los Planes

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.

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.

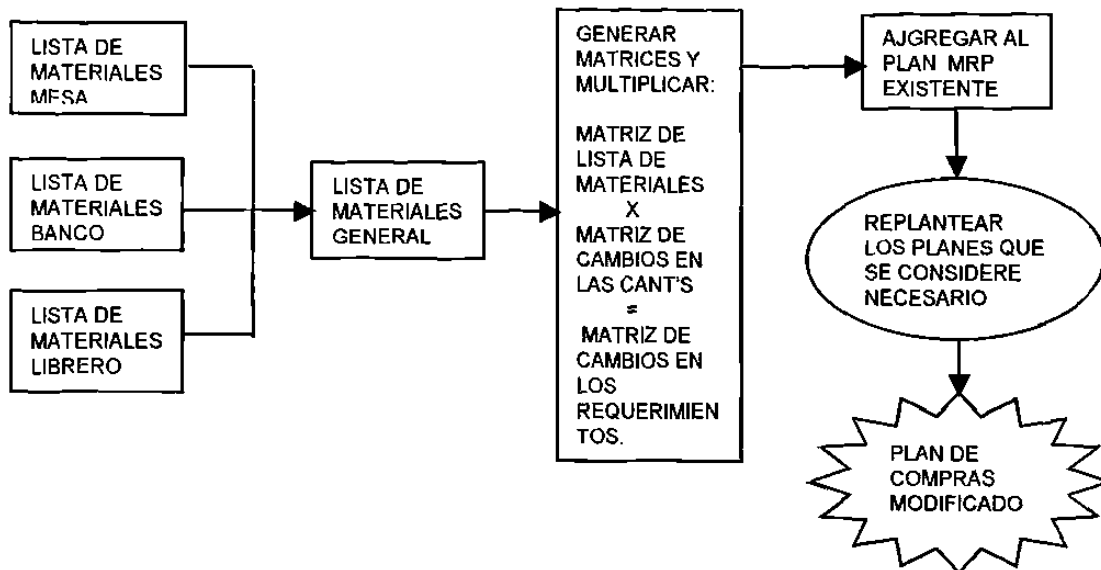


Figura 7.7 .- Modificación del Plan de Materiales y el Plan de Compras

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; ¿Habría 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 sí 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

	ciclo (min.)	Veloc. (Un/Hr)	\$t.normal	\$t.extra
PRT_001 MESA REVISTERA				
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				
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				
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.

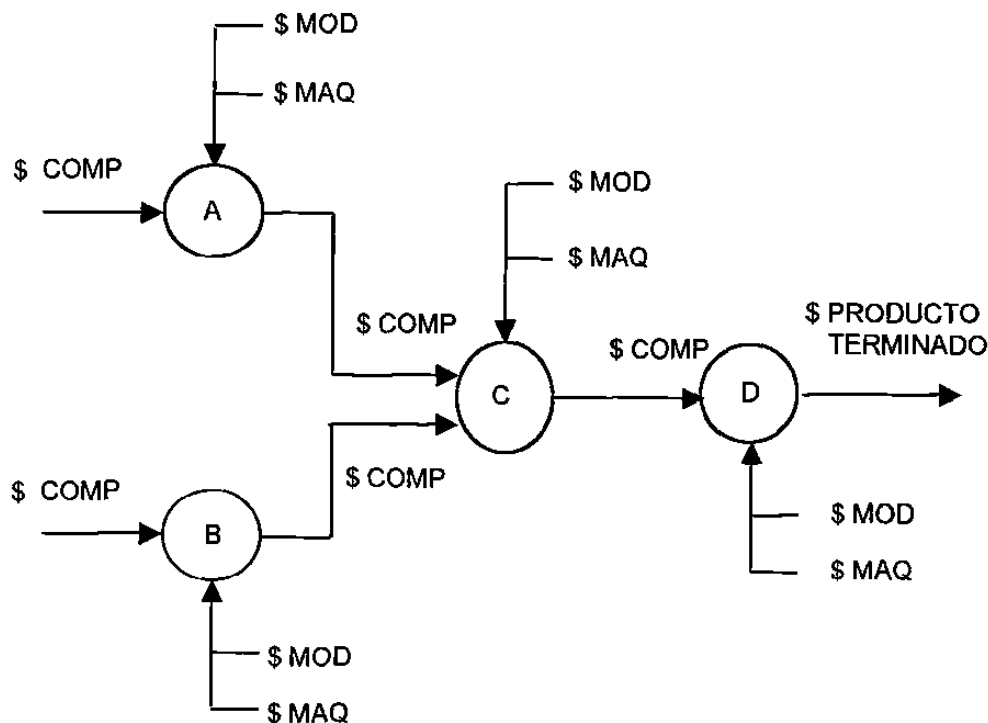


Figura 8.1.- Acumulación de Costos de Insumo en Archivo de Costos Variables de Producto. En sus Actividades.

8.4.- La Ayuda de Un Especialista en Sistemas

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 sí 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
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)	Mínutos 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 período (mes, semana, día, etc.)
3.-Yt	N(5,0)	Valor real de demanda que resultó en período
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' períodos a futuro
8.-Et	N(8,2)	Error del pronóstico del período (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	Mín_pza	Mín_und	Co_pza	Co_min_n	Co_min_x	Co_und_n	Co_und_x
PRT 001	ACD 052	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 PRNPTS/CSQ	0	MAQ 008	MOD 007	2	2	4	0	0	0	0	0
PRT 001	ACD 034	PERF UNIR PRNPTST/CSQ	0	MAQ 008	MOD 007	2	2	4	0	0	0	0	0
PRT 001	ACD 033	PERF UNIR PRNPSTS	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 005	BARRA CUAD PATAS	3			0.33	0	0	0	0	0	0	0
PRT 002	MTP 005	BARRA CUAD LADO SUP	3			0.05	0	0	0	0	0	0	0
PRT 002	MTP 005	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	gama
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_033	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	60.69
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	K	0	MAQ_014	Empaque	PRT_003	0.50	0.50
04	ACD_054	Limpieza	K	0	MOD_014	Ayudante De	PRT_003	2.50	5.0
04	ACD_054	Limpieza	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 área 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
  ENDSKAN
  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 $\alpha=0.1$). 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 períodos futuros.

```

PROCEDURE PRON_HOLT
  MMODELO="Holt"
  MREG=RECNO()
  MALFA=0.6                                && Valor de Coeficientes
  MBETA=0.1
  P=12
  MAAC=YT
  MTAC=0
  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 períodos 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 enseñada. 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                                && Pronóstico de 'P' periodos futuros
  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

```

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.

