

**PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA
COLDIDACTICAS LTDA.**

**JOHN JAIRO PALOMINO CASTAÑO
MONICA MARIA MOLANO ROJAS**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
PROGRAMAS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE PRODUCCIÓN
SANTIAGO DE CALI**

2000

**PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA
COLDIDACTICAS LTDA**

**JOHN JAIRO PALOMINO CASTAÑO
MONICA MARIA MOLANO ROJAS**

**Monografía para optar al
título de Ingenieros Industrial y de Producción**

**Asesor
LUIS ALFONSO GARZÓN
Ingeniero Industrial**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
PROGRAMAS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE PRODUCCIÓN**

SANTIAGO DE CALI

2000

NOTA DE ACEPTACIÓN

Aprobado por el comité de trabajo de grado
en cumplimiento de los requisitos exigidos
por la Universidad Autónoma de Occidente
para optar al título de Ingenieros Industrial y
de Producción

**Ing. LUIS ALFONSO GARZON A.
ASESOR DEL PROYECTO**

**Ing. FELIPE ALBERTO MURCIA
JURADO**

**Ing. ABDUL CAÑAS
JURADO**

**A mis Padres, a mi hermano con
todo mi amor,
a la familia Bolaños Celis
Mónica**

**A mis Padres, a mis hermanos
y a la familia Palomino Usma
John J.**

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Universidad Autónoma de Occidente, por su formación tanto académica como humanística y por la gran inversión social en los jóvenes del mañana

Luis Alfonso Garzón Aguirre, Ingeniero Industrial y Asesor del proyecto, por sus valiosas orientaciones.

Gloria López, Ingeniera Industrial, profesora del programa de ingeniería de producción, por su valiosa colaboración e información.

COLDIDACTICAS LTDA por su colaboración y apoyo en el desarrollo de este proyecto

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	
INTRODUCCIÓN	
1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	2
2. JUSTIFICACIÓN	3
3. OBJETIVOS	4
3.1 OBJETIVO GENERAL	4
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	5
4. MARCO GENERAL	6
4.1 OBJETO SOCIAL	6
4.2 SECTOR	6
4.3 ANTECEDENTES	6
4.4 MISIÓN DE LA EMPRESA	8
4.5 VISIÓN DE LA EMPRESA	8
5. PRONÓSTICOS	9
5.1 DIFERENCIA ENTRE PRONÓSTICOS Y PREDICCIONES	11
5.2 HORIZONTES TEMPORALES DE LOS PRONÓSTICOS	12
5.2.1 Pronósticos a corto plazo	12
5.2.2 Pronósticos a mediano plazo.	12
5.2.3 Pronósticos a largo plazo.	12

5.3 PRONÓSTICOS DE LAS ORGANIZACIONES	13
5.3.1 Pronósticos del mercado.	14
5.3.2 Pronóstico financiero.	14
5.3.3 Pronóstico de ventas.	15
5.3.4 Pronóstico de la producción.	15
5.4 PRECISIÓN DE LOS PRONÓSTICOS	15
5.5 CARACTERÍSTICAS DE LA DEMANDA	16
5.6 DEMNADA DEPENDIENTE VS DEMANDA INDEPENDIENTE	29
5.7 TECNICAS CUALITATIVAS	29
5.7.1 Método Delphi	30
5.7.2 Técnica de grupo nominal.	31
5.8 TECNICAS CUALITATIVAS	31
5.8.1 Promedio móvil simple.	32
5.8.2 Promedio móvil ponderado.	32
5.8.3 Suavizamiento exponencial simple.	33
5.9 ERROR EN EL PRONÓSTICO	45
6. CONTROL DE INVENTARIOS	57
6.1 DEFINICIÓN DE INVENTARIO	58
6.2 CLASIFICACIÓN DE INVENTARIOS POR SU FORMA	59
6.2.1 Inventarios de materias primas.	59
6.2.2 Inventarios de productos en proceso.	60
6.2.3 Inventarios d productos terminados.	60
6.3 CLASIFICACIÓN DE INVENTARIOS POR SU FUNCIÓN	60
6.3.1 Inventario de seguridad.	61

6.3.2 Inventario de desacoplamiento.	62
6.3.3 Inventario en transito.	62
6.3.4 Inventario de ciclo.	62
6.3.5 Inventario de previsión o estacional.	63
6.4 POLITICA DE ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS	63
6.5 COSTOS DE INVENTARIOS	64
6.5.1 Costos de producto.	64
6.5.2 Costos de adquisición.	65
6.5.3 Costos de manejo de inventarios.	65
6.5.4 Costos por falta de existencias.	66
6.5.5 Costos de operación del sistema de procesamiento.	66
6.6 FACTORES PERTINENTES A LOS INVENTARIOS	67
6.6.1 Descuentos por cantidad.	67
6.6.2 Costo de horas extras y primas de turno.	68
6.6.3 Costo de contrato, adiestramiento y despido.	69
6.7 CLASIFICACIÓN DE LOS INVENTARIOS	70
6.8 METODOS DE ANÁLISIS CUANTITATIVO	71
6.9 SISTEMA DE MÁXIMO –MINIMO	71
6.9.1 Inventario mínimo.	72
6.9.2 Punto de nuevo pedido.	72
6.9.3 Cantidad de nuevos pedidos.	88
7. PLANEACIÓN AGREGADA	91
7.1 DEFINICIÓN	93
7.2 PASOS DEL PROCESO DE PLANEACIÓN AGREGADA	95

7.2.1 Selección del horizonte de planeación.	95
7.2.2 Elaboración de pronósticos en cada periodo de planeación.	96
7.2.3 Cambio de la duración y nivel de la demanda.	97
7.2.4 Comparación de la capacidad real con los requerimientos.	98
7.2.5 Selección de una estrategia de planeación agregada.	98
7.3 METAS DE LA PLANEACIÓN AGREGADA	99
7.4 ESTRATEGIAS PURAS	100
7.4.1 Cambios en los niveles de la fuerza laboral.	101
7.4.2 Cambios en los niveles del inventario.	102
7.4.3 Subcontratación.	103
7.4.4 Acumulación de pedidos de los clientes.	103
7.4.5 Agotamientos.	104
7.5 ESTRATEGIAS COMBINADAS	104
7.6 METODOS DE PLANEACIÓN AGREGADA	105
7.7 ESTRATEGIAS	105
7.7.1 Plan inventario cero.	105
7.7.2 Plan fuerza de trabajo nivelada.	106
7.7.3 Plan estrategia mixta.	106
7.7.4 Plan horas extras.	106
7.7.5 Plan 2 jornadas laborales.	106
8. PLANEACION DE REQUERIMIENTOS DE MATERIALES MRP I	107
8.1 OBJETIVOS DEL MRP I	108
8.2 COMPONENTES DEL SISTEMA MRP I	110
8.2.1 Programa maestro de producción (MPS)	112

8.2.2	Lista de materiales (BOM)	115
8.2.3	Archivo del estado legal del inventario	124
8.2.4	Lógica del procesamiento del MRP	124
8.2.5	Información para la gerencia derivada del MRP	124
8.3	TERMINOLOGIA EMPLEADA EN L MRP	125
8.4	SECUENCIA DE PROCESAMIENTO DEL MRP	127
8.5	PLANEACION DETALLADA DE L CAPACIDAD	140
8.6	PLANEACION DE LOS RECURSOS DE FABRICACION MRP II	151
8.7	DETERMINACION DE LAS NECESIDADES DE CAPACIDAD	152
8.7.1	Tiempos de ejecución.	153
8.7.2	Tiempos de carga.	155
8.7.3	Tiempos de carga de un ITEM.	157
8.7.4	Consideración de las defectuosas.	158
	CONCLUSIONES	160
	RECOMNDACIONES	165
	BIBLIOGRFIA	167

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 5-1. Demanda de los productos elaborados	18
Tabla 5-2. Demanda silla universitaria con bandeja	21
Tabla 5-3. Demanda silla universitaria con cruceta	23
Tabla 5-4. Demanda pupitre unipersonal primaria	25
Tabla 5-5. Demanda tableros	27
Tabla 5-6. Demanda tabla de cocido	30
Tabla 5-7. Pronóstico silla universitaria con bandeja	37
Tabla 5-8. Pronóstico silla universitaria con cruceta	39
Tabla 5-9. Pronóstico pupitre unipersonal primaria	41
Tabla 5-10. Pronóstico tableros	43
Tabla 5-11. Pronóstico tabla de cocido	47
Tabla 5-12. Pronóstico lamina triplex 12mm para pupitre	48
Tabla 5-13. Pronóstico lamina cold roll C20 240x120 para pupitre	49
Tabla 5-14. Pronóstico lamina cold roll C20 para silla con bandeja	50
Tabla 5-15. Pronóstico lamina triplex 12mm para silla con bandeja	51
Tabla 5-16. Pronóstico juego de tubos 1" C20 para silla con bandeja	52
Tabla 5-17. Pronóstico lamina triplex 12mm para silla con cruceta	54

Tabla 5-18.	Pronóstico juego de tubos 1" C20 para silla con cruceta	55
Tabla 5-19.	Pronóstico tubos de 5/8" C20 para silla con cruceta	56
Tabla 6-1.	Relación de costos asociados con el inventario	66
Tabla 6-2.	Costo de mano de obra	71
Tabla 6-3.	Lista de materiales según clasificación por tornillería	76
Tabla 6-4.	Lista de materiales según clasificación por tubería	78
Tabla 6-5.	Lista de materiales según clasificación por madera	81
Tabla 6-6.	Lista de materiales según clasificación por laminas	82
Tabla 6-7.	Lista de materiales según clasificación por pinturas	83
Tabla 6-8.	Lista de materiales según clasificación por insumos	84
Tabla 6-9.	Lista de materiales según clasificación por químicos	85
Tabla 6-10.	Lista de materiales según clasificación por eléctricos	86
Tabla 6-11.	Lista de materiales según clasificación por física	87
Tabla 8-1.	Plan maestro de producción	114
Tabla 8-2.	Proyecto de materiales que se pretenden para la silla universitaria con bandeja.	117
Tabla 8-3.	Proyecto de materiales que se pretenden para la silla universitaria con cruceta.	119
Tabla 8-4.	Proyecto de materiales que se pretenden para el pupitre unipersonal primaria.	121
Tabla 8-5.	Proyecto de materiales que se pretenden para el tablero.	123
Tabla 8-6.	Plan de requerimientos para la silla universitaria con bandeja.	128
Tabla 8-7.	Plan de requerimientos para la silla universitaria con cruceta.	132
Tabla 8-8.	Plan de requerimientos para el pupitre unipersonal primaria.	135

Tabla 8-9.	Plan de requerimientos de material para el tablero.	138
Tabla 8-10.	Centros de trabajo.	141
Tabla 8-11.	Operaciones y tiempos de producción para la silla universitaria con bandeja.	143
Tabla 8-12.	Operaciones y tiempos de producción para la silla universitaria con cruceta.	146
Tabla 8-13.	Operaciones y tiempos de producción para el pupitre unipersonal primaria.	148
Tabla 8-14.	Operaciones y tiempos de producción para el tablero.	150

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 5-1. Demanda silla universitaria con bandeja	22
Figura 5-2. Demanda silla universitaria con cruceta	24
Figura 5-3. Demanda pupitre unipersonal primaria	26
Figura 5-4. Demanda tableros	28
Figura 5-5. Demanda tabla de cocido	31
Figura 5-6. Demanda y pronóstico silla universitaria con bandeja	38
Figura 5-7. Demanda y pronóstico silla universitaria con cruceta	40
Figura 5-8. Demanda y pronóstico pupitre unipersonal primaria	42
Figura 5-9. Demanda y pronóstico tableros	44
Figura 7-1. Sistema de planeación y programación de operaciones	94
Figura 8-1. Sistema de planeación de requerimientos de materiales	111
Figura 8-2. Árbol de estructura para la silla universitaria con bandeja	116
Figura 8-3. Árbol de estructura para la silla universitaria con cruceta	118
Figura 8-4. Árbol de estructura para el pupitre unipersonal primaria	120
Figura 8-5. Árbol de estructura para el tablero	122

RESUMEN

Con este proyecto se busca proporcionar a los estudiantes de ingeniería industrial y de producción una visión detallada de las etapas que deben tenerse en cuenta para crear un modelo de planeación y programación de un sistema de producción. La etapa preliminar del proyecto es la concerniente a los pronósticos. Para la obtención de estos se adquirieron datos pasados de la demanda de la compañía, tomando como base los últimos 18 meses, luego se procedió a emplear el modelo de pronóstico más adecuado a las circunstancias de la empresa, siendo este un modelo de series cronológicas, el suavizamiento exponencial simple. La etapa siguiente es la de inventarios, en la cual fue necesario crear políticas acordes a la situación de la empresa, estas consistieron en asignación de stocks mínimos y máximos para los artículos tanto de materia prima como de productos terminados. Una vez establecidos todos estos factores, al igual que otros elementos como un estudio detallado de las operaciones y procesos, se procedió a realizar el plan agregado, el cual consistió en plantear varias alternativas utilizando diferentes variables que la empresa pudiera llegar adoptar en el futuro, como lo son la contratación y despido de personal, manejo de inventarios, horas extras, etc, escogiendo al final la alternativa que represente menor costo. Finalmente se desarrolló el MRP, sistema que contiene toda la información concerniente al producto terminado, por lo cual facilita la planeación y programación de la diferentes ordenes de producción.

INTRODUCCION

Gran parte de los problemas que provocan que una empresa no sea competitiva se pueden adjudicar a problemas de fabricación, calidad, entregas retrasadas, costos de fabricación altos y falta de existencias adecuadas en el lugar que se necesitan.

El presente trabajo establece la base del sistema de producción, iniciando primero con la estimación de los pronósticos, tomando como base una demanda previamente establecida a fin de estar en posibilidad de planear la capacidad, los niveles de inventario, los niveles de existencia de seguridad adecuados y las actividades que se deben llevar a cabo en la planta. Otra etapa de vital importancia en la elaboración de un proyecto de estas características, es la concerniente a los inventarios. Para dar inicio a tal etapa, es necesario contar con una política de inventarios establecida. Dado que la empresa carecía de dicha política, fue indispensable crearla, estableciendo así, niveles mínimos y máximos tanto para materia prima como para producto terminado, al igual que la determinación de los tiempos de obtención y tasas de consumo de dichos materiales.

Posteriormente está la etapa de planeación agregada en donde se establecen diversos planes que la empresa puede llegar a adoptar en un momento determinado, tales planes contienen factores determinantes como lo son los costos relacionados con el manejo y mantenimiento de inventarios, costos por contratación y despido de personal y cantidad de horas extras entre otras. Estos planes ayudarán a la compañía a tomar la decisión mas adecuada de acuerdo a las características del sistema de producción, que se este empleando.

Por ultimo nos encontramos con los sistemas MRP I y MRP II, los cuales se encargarán de establecer un equilibrio entre los requerimientos tanto de materiales como de recursos físicos y la capacidad de repuesta que tenga la compañía ante estos.

1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Características del sistema de producción

- Bajo volumen de producción por producto
- Gran diversidad de los productos por fabricar
- Alto grado de especialización en mano de obra
- Flexibilidad de la producción
- Posibilidad de fabricar ciertos productos estándar durante los periodos de baja demanda.

La empresa cuenta con un programa de producción manual que consiste en la fabricación de ordenes de producción según los pedidos de los clientes, la cual resulta inadecuada ya que presenta los siguientes problemas:

- Incumplimiento en la entrega de pedidos.
- Ausencia de una política de inventarios.
- Recursos físicos insuficientes.
- Descontrol en la programación de las actividades y los recursos físicos.
- No se conoce la capacidad productiva real de la planta.

2. JUSTIFICACIÓN

COLDIDACTICAS LTDA es una empresa consciente de la necesidad de internacionalizar la organización a fin de abarcar nuevos mercados y cumplir las metas propuestas en el campo de exportación, por lo tanto la compañía ha seleccionado una serie de actividades que permitirán desarrollar estrategias que haga realidad este proceso.

Respecto al departamento de producción la empresa está rediseñando los procedimientos, métodos, tiempos y movimientos, además de programación de producción, labor que se está ejecutando, (desde agosto de 2.000) a través de la asesoría del ING. ALFONSO GARZÓN de la Universidad Autónoma de occidente y la participación de los Ingenieros Mónica Molano y John Jairo Palomino de la misma institución.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO PRINCIPAL

- Diseñar un sistema adecuado de producción para la fabricación de productos bajo el concepto de producción con base en pedidos con el fin de asegurar tiempos de entrega y eficiencia en la producción en la empresa COLDIDACTICAS LTDA. Dicho sistema será diseñado para cuatro productos.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estimar un pronóstico a corto plazo necesario para la planeación de las líneas de producción, aplicando modelos de series cronológicas.

- Establecer una política de inventarios para mantener una cantidad optima de producto terminado, y materia prima garantizando existencias a un mínimo costo.

- Establecer un plan de producción en un intervalo de tiempo.

- Establecer un plan maestro de producción.

- Implementar un modelo de programación de requerimientos de materiales aplicando el modelo MRPI.

- Implementar un modelo de programación de requerimientos de recursos físicos aplicando el modelo MRPII.

- Documentar el sistema actual de producción de los principales productos manufacturados en COLDIDACTICOS LTDA.

4. MARCO GENERAL

4.1 OBJETO SOCIAL

Fabricación de material didáctico, artículos y equipos para laboratorio, compra, venta y distribución, su importación y exportación.

4.2 SECTOR

Manufacturero y de servicios.

4.3 ANTECEDENTES

La empresa COLDIDACTICAS LTDA, inicio labores en 1973 en la ciudad de Santiago de Cali siendo su principal objetivo la producción de figuras geométricas, material cristalográfico y equipos de química. Es una fabrica que a través del tiempo ha mejorado su tecnología y productividad e incrementado su portafolio de productos: Comenzó con 5 trabajadores y una producción de 4 paquetes de figuras geométricas y cristalográficas, y 2 equipos de química semanales.

Actualmente la empresa maneja 1800 referencias de producto, de los cuales 900 son manufacturados en la planta y los 900 restantes son productos de distribución.

Dichas referencias se dividen en 6 líneas de producción a saber:

- Preescolar
- Física
- Biología
- Mobiliario
- Mapas y laminas

En la actualidad la empresa cuenta con 60 empleados, sus productos son colocados en el mercado nacional y con proyección hacia el mercado internacional.

4.4 MISIÓN DE LA EMPRESA

Investigar, diseñar, desarrollar y producir material didáctico y mobiliario para todos los niveles educativos, desde grado cero hasta universitario, brindando asesorías a los directivos docentes, sobre el uso efectivo de este material a fin de obtener el mejor provecho de los procesos pedagógicos, de esta manera contribuimos al fortalecimiento de la calidad de la educación.

Para lograrlo proporcionamos el trabajo en equipo y la participación individual, con un ambiente sano, brindando los medios necesarios para el mejoramiento continuo de nuestra gente, nuestra organización, sus procesos, sistemas, tecnología y maquinaria, como también trabajamos en conjunto con clientes y proveedores, a fin de generar productos de optima calidad que ofrezcan plena satisfacción.

4.5 VISIÓN DE LA EMPRESA

Para el año 2003 ser la compañía líder en Investigar, Diseñar, Fabricar y Distribuir material didáctico que fortalezca el proceso pedagógico y la generación de conocimiento en entidades gubernamentales, Ong's e Instituciones educativas con participación en el mercado nacional y proyección internacional.

5. PRONÓSTICOS

Basándose en el hecho de que para las organizaciones puede ser inapropiado y peligroso a nivel económico y productivo tomar decisiones sin saber lo que ocurrirá en el futuro, surge la necesidad de desarrollar un proceso de elaboración de pronósticos. Muchas decisiones de negocios dependen de algún tipo de pronóstico. En estas decisiones están involucradas cada una de las áreas de la compañía, como lo son la financiera, contable, recursos humanos, mercadotecnia y por supuesto la de producción, es por ello que la estimación de la demanda futura de los productos de una compañía, resulta ser una herramienta eficiente en la planeación tanto a corto como a largo plazo, al igual que la posterior programación y control de su sistema productivo, garantizando así, efectividad en la elaboración de bienes y servicios. La decisión sobre diseñar o rediseñar procesos, operaciones y productos depende en gran parte de la información que se tenga acerca de demandas futuras. Dicha información será crucial en el momento en que se adopte la iniciativa de invertir en maquinaria, equipos, personal e instalaciones, al igual que el grado al que se desee automatizar la producción.

Otro aspecto directamente relacionado con este tema es el concerniente

a la capacidad, la cual puede llegar a originar serias implicaciones de carácter económico, en el instante en que se sub o sobrestime la misma, por lo cual, para mitigar o evitar esta situación, se hace indispensable el desarrollo de pronósticos.

En lo que respecta a la programación y control del sistema, es trascendental tener un conocimiento previo del comportamiento que pueda llegar a tomar la demanda, en aras de adoptar estrategias o planes específicos de producción. De la misma forma se deberán establecer niveles de fuerza laboral y ritmo de producción, a partir de pronósticos. Estas estimaciones futuras ayudarán a la gerencia establecer métodos para manejar y controlar inventarios, costos y mano de obra, entre otros.

En este modulo se analizarán los aspectos concernientes a los distintos modelos existentes de pronóstico y su respectiva aplicación a las distintas situaciones, al igual que el grado de efectividad que puedan arrojar los mismos.

5.1 DIFERENCIA ENTRE PRONÓSTICO Y PREDICCIÓN

En el transcurso de este capítulo se empleará el término *pronóstico*, comúnmente utilizado por los sistemas de administración de operaciones, y que en ocasiones tiende a ser relacionado o confundido con el de *predicción*. De hecho tienen un aspecto en común, y es que ambos son procesos de estimación de un acontecimiento o suceso futuro, basándose en información del pasado; la diferencia entre ellos radica básicamente, en la forma que cada uno basa su proceso de estimación. El pronóstico, por un lado, proyecta hacia el futuro los datos históricos empleando algún modelo matemático o estadístico, el cual se encarga de combinar sistemáticamente en forma predeterminada dichos datos.

Mientras tanto, la predicción basa sus proyecciones en consideraciones subjetivas diferentes a los simples datos del pasado, los cuales no necesariamente deben combinarse de manera predeterminada. Otros autores en cambio, utilizan el concepto de previsión, el cual puede interpretarse como pronóstico o predicción o una combinación de estas, es decir, emplear un modelo matemático ajustado al buen juicio del directivo. En el caso en cuestión se trabajara basándose en aspectos estadísticos, tomando uno en especial, del cual se hablara en detalle más adelante.

5.2 HORIZONTES TEMPORALES DEL PRONÓSTICO

Los pronósticos normalmente se clasifican según el horizonte de tiempo futuro que abarcan. Hay tres clases de pronósticos, a saber:

5.2.1 Pronósticos a corto plazo.

Este pronóstico tiene una cobertura de hasta un año, aunque generalmente inferior a tres meses. Se utiliza para la planificación de compras, programación de trabajos, programación de las necesidades de mano de obra, asignación de tareas y planificación de los niveles de producción, sirven de parámetro para las operaciones en curso.

5.2.2 Pronósticos a mediano plazo.

Un pronóstico a medio plazo o intermedio, generalmente abarca entre tres meses y tres años. Es útil para la planificación de las ventas, de la producción, del presupuesto y del presupuesto de caja, así como para el análisis de varios planes operativos.

5.2.3 Pronósticos a largo plazo.

Generalmente abarcan periodos superiores a tres años y son utilizados para la planificación de nuevos productos, desembolsos de capital, localización de instalaciones o expansión, así como para la investigación y desarrollo, sirven de apoyo para las decisiones acerca de la ubicación y la capacidad de la planta.

Los pronósticos por artículo tienen como objetivo los pedidos o el tiempo de espera debido a la producción, que a menudo es cuestión de algunas semanas o meses. Por lo regular, se desea conocer la demanda promedio durante el tiempo de espera con el propósito de controlar los inventarios.

5.3 PRONÓSTICOS DE LAS ORGANIZACIONES

Un pronóstico de demanda es una estimación de las futuras demandas de los clientes por productos o servicios: Suministra la base para establecer el nivel general de actividad de las operaciones. El pronóstico orienta sobre que productos se requerirán, cuantos serán solicitados por los clientes, y cuando ocurrirán estas demandas. La principal entrada de las demás funciones del sistema de planeación y control de producción es suministrada por el pronóstico de ventas. A través de las otras funciones este pronóstico se traduce en pedidos de materiales, listas de piezas, requerimientos de personal, programas y en otras decisiones.

Los diferentes niveles de planeación administrativa requieren diferentes tipos de estimativos sobre las futuras actividades de la empresa. La junta directiva estará interesada en estimar los volúmenes totales de ventas en varios años. A su vez, el gerente de producción estará mas interesado en una estimación del numero de unidades de cada producto que se venderá en un periodo corto de tiempo. Se pueden identificar cuatro grandes tipos de predicciones en las organizaciones:

5.3.1 Pronóstico del Mercado.

Esta predicción cubre un periodo entre uno y veinte años, y se hace para orientar los esfuerzos de investigación y desarrollo y para planear la expansión de la planta a largo plazo. Fija el rumbo que seguirá la empresa, por lo tanto es muy importante y debe prepararse con gran cuidado.

5.3.2 Pronóstico Financiero.

Con base en este, que estima las ganancias futuras, se determinan los requerimientos de flujo de caja y de capital. El presupuesto puede estimarse para periodos de un mes o dos años, pero en la mayoría de las empresas se proyecta para un año.

5.3.3 Pronóstico de ventas.

Este pronóstico se hace para las ventas a corto plazo y se usa para planear campañas de ventas y otras estrategias de mercado. Puede hacerse para periodos de un mes a un año, pero en general el más útil es el trimestral.

5.3.4 Pronóstico de producción.

Estima la demanda en unidades de cada producto que se vende. Se hace un estimativo para cada periodo de tiempo (usualmente una semana o un mes) dentro del periodo de planeación (usualmente un trimestre o un año). Los estimativos para periodos de tiempo individuales se acumulan sobre el periodo de planeamiento para un estimativo total. A partir de este periodo de planeamiento para un estimativo total. A partir de esta estimación se determina el plan de operaciones a largo plazo.

5.4 PRECISIÓN DE LOS PRONÓSTICOS

Los pronósticos jamás son perfectos. Debido a que básicamente, se utilizan métodos que generan pronósticos con base en información previa, los pronósticos serán menos confiables cuanto mayor sea el lapso que se pronostique a futuro.

Por lo general los modelos causales o explicativos son más precisos, sobre todo en el pronóstico referente a los puntos de rotación, pero logran su precisión con costos considerables en cuanto al tiempo dedicado a los cálculos y el almacenamiento de información. Para un grupo o familia de productos, es probable que se obtengan pronósticos más o menos precisos si se utilizan modelos explicativos. Un pronóstico en grupo también será más exacto que un pronóstico de artículos por separado, ya que es más fácil realizar pronósticos para un grupo de productos que para un solo artículo.

Se ha resaltado la importancia de los pronósticos como un elemento crítico de la planeación estratégica y operacional. Dado que son diversas las situaciones que puedan presentarse en la práctica, a continuación se presenta una descripción breve de los distintos modelos y técnicas existentes para la elaboración y aplicación de los mismos.

5.5 CARACTERÍSTICAS DE LA DEMANDA

La etapa preliminar a la elaboración o desarrollo de pronósticos es la obtención de los datos históricos de la demanda de los diferentes productos de la compañía. Debido a que Coldidáticas carece de un método o control estadístico para medir su demanda, fue necesario recurrir a información histórica contenida en las facturas de venta de la empresa para determinar el comportamiento de los últimos meses. Se tomó como referencia todo el año de 1999 y el primer semestre del año

2000, lo cual da un total de 18 meses. La información extraída de estos documentos esta dada en unidades, esto con la finalidad de analizar el comportamiento de los diferentes productos y/o áreas de la compañía.

Dadas las características de la misma empresa en cuanto a la demanda, no fue posible realizar un estudio con un portafolio más amplio de productos, debido a que para el análisis requerido era necesario hacer un seguimiento de la correspondiente fabricación del artículo, la cual solo se dio para unos cuantos durante el periodo en que se llevo a cabo el proyecto. Cabe anotar que fueron elaborados otros productos, pero desafortunadamente pertenecían a líneas de movimiento relativamente bajo, además, por lo general se trataba de pedidos esporádicos, por lo cual no fueron tomados en cuenta. La tabla 5-1 contiene los productos que fueron objeto de análisis, y su respectiva demanda para los 18 meses.

PERIODOS (Meses)	SILLA UNIVERSITARIA CON BANDEJA (Unidades)	SILLA UNIVERSITARIA CON CRUCETA (Unidades)	PUPITRE UNIPERSONAL (Unidades)	TABLEROS (Unidades)
1	0	192	0	4
2	0	20	0	4
3	0	8	0	4
4	25	18	0	4
5	85	800	0	19
6	0	0	0	6
7	0	58	81	8
8	45	4	36	9
9	420	61	2	11
10	100	217	0	13
11	380	4	219	14
12	242	40	28	18
13	0	2	0	22
14	180	200	0	11
15	22	10	7	7
16	34	91	54	14
17	40	0	0	5
18	78	0	240	16

Tabla 5 –1. Demanda de los productos elaborados.

Colocando los datos obtenidos contra una escala de tiempo, se puede observar que los patrones de la demanda clasifican dentro de un modelo de temporada, es decir, no presentan una tendencia constante, o por lo menos un poco más estable, por el contrario, existen datos individuales que se salen de todos los parámetros, ya sea por representar puntos demasiados elevados o extremadamente bajos (nulos). Considerando esto, se opto por tratar de nivelar la demanda, (ver tabla 5-2).

Los datos contenidos en esta tabla corresponden a la demanda de los 18 meses de la silla universitaria con bandeja. La columna de demanda real representa los datos obtenidos en la recolección inicial de información, como se puede observar el comportamiento que presento este producto durante este lapso de tiempo fue bastante variable, ya que no hay un patrón o una tendencia establecida, claramente esto se puede evidenciar por ejemplo en el periodo 12, donde se tiene una demanda de 242 unidades, la cual pasa a ser de 0 en el periodo siguiente (13), para luego incrementarse repentinamente en 180 unidades en el mes 14. Teniendo en cuenta esta situación y como se menciona con anterioridad se opto por reemplazar en estos periodos inactivos, la demanda promedio, la cual es de 92, tal como se detalla en la columna adjunta.

Posteriormente se tomaron periodos de tres meses y se promediaron con el objetivo de nivelar aun más la demanda, finalmente esta columna de demanda promedio será la que se utilizara para efectos del calculo de los pronósticos.

En la gráfica 5-1 se puede ver con más detalle el comportamiento de la demanda según su estado inicial y sus respectivos ajustes. Tratando así de establecer una tendencia.

NOTA: El procedimiento llevado a cabo para la silla universitaria con bandeja, es el mismo empleado para los productos restantes, a excepción de los tableros, los cuales presentan una demanda más o menos constante. Las tablas 5-3 a 5-8 ilustran lo anterior. De igual forma las gráficas correspondientes a estas tablas ilustran este comportamiento.

Periodo (Meses)	Demanda Inicial (Unid.)	Demanda Ajustada (Unid.)	Demanda Promedio (Unid.)
1	0	92	92
2	0	92	92
3	0	92	92
4	25	25	67
5	85	85	67
6	0	92	67
7	0	92	215
8	45	45	215
9	420	420	215
10	100	100	258
11	380	380	258
12	242	243	258
13	0	92	98
14	180	180	98
15	22	22	98
16	34	34	51
17	40	40	51
18	78	78	51
PROMEDIO	92		

Tabla 5-2. Demanda silla universitaria con bandeja.

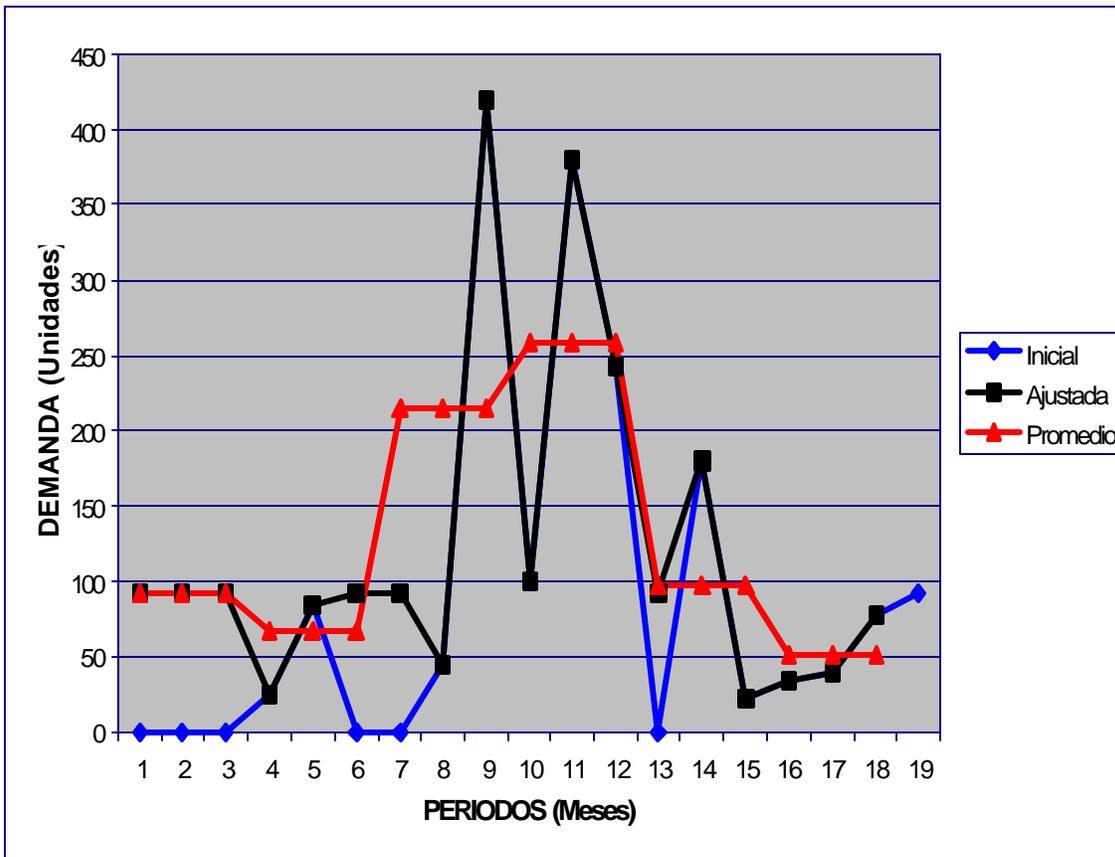


Figura 5-1. Demanda silla universitaria con bandeja.

Periodo	Demanda Real	Demanda Ajustada	Demanda Promedio
(Meses)	(Unid.)	(Unid.)	(Unid.)
1	192	192	103
2	20	20	103
3	8	96	103
4	18	18	305
5	800	800	305
6	0	96	305
7	58	58	72
8	4	96	72
9	61	61	72
10	217	217	118
11	4	96	118
12	40	40	118
13	2	96	131
14	200	200	131
15	10	96	131
16	91	91	94
17	0	96	94
18	0	96	94
PROMEDIO	96		

Tabla 5-3. Demanda silla universitaria con cruceta.

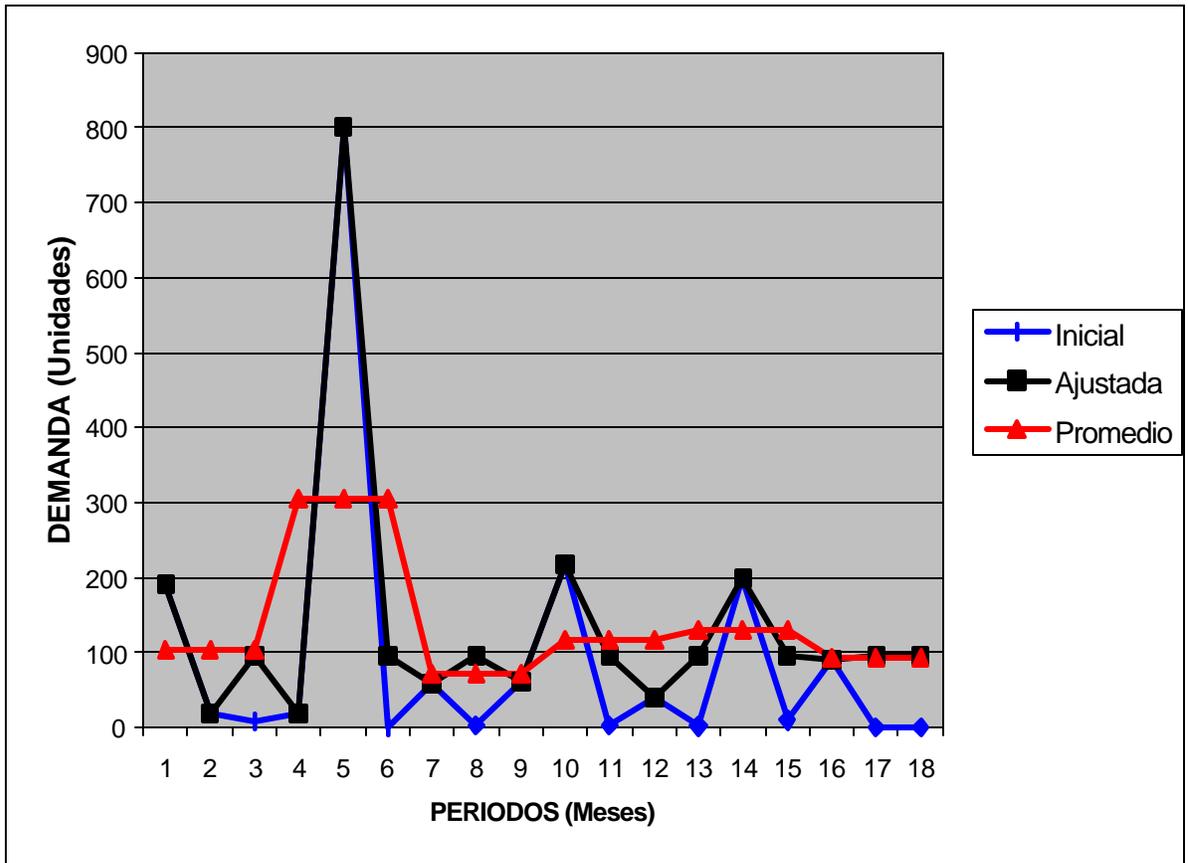


Figura 5-2. Demanda silla universitaria con cruceta.

Periodo	Demanda Inicial	Demanda Ajustada	Demanda Promedio
(Meses)	(Unid.)	(Unid.)	(Unid.)
1	0	37	37
2	0	37	37
3	0	37	37
4	0	37	37
5	0	37	37
6	0	37	37
7	81	81	51
8	36	36	51
9	2	37	51
10	0	37	95
11	219	219	95
12	28	28	95
13	0	37	37
14	0	37	37
15	7	37	37
16	54	54	110
17	0	37	110
18	240	240	110
PROMEDIO	37		

Tabla 5- 4. Demanda pupitre unipersonal primaria.

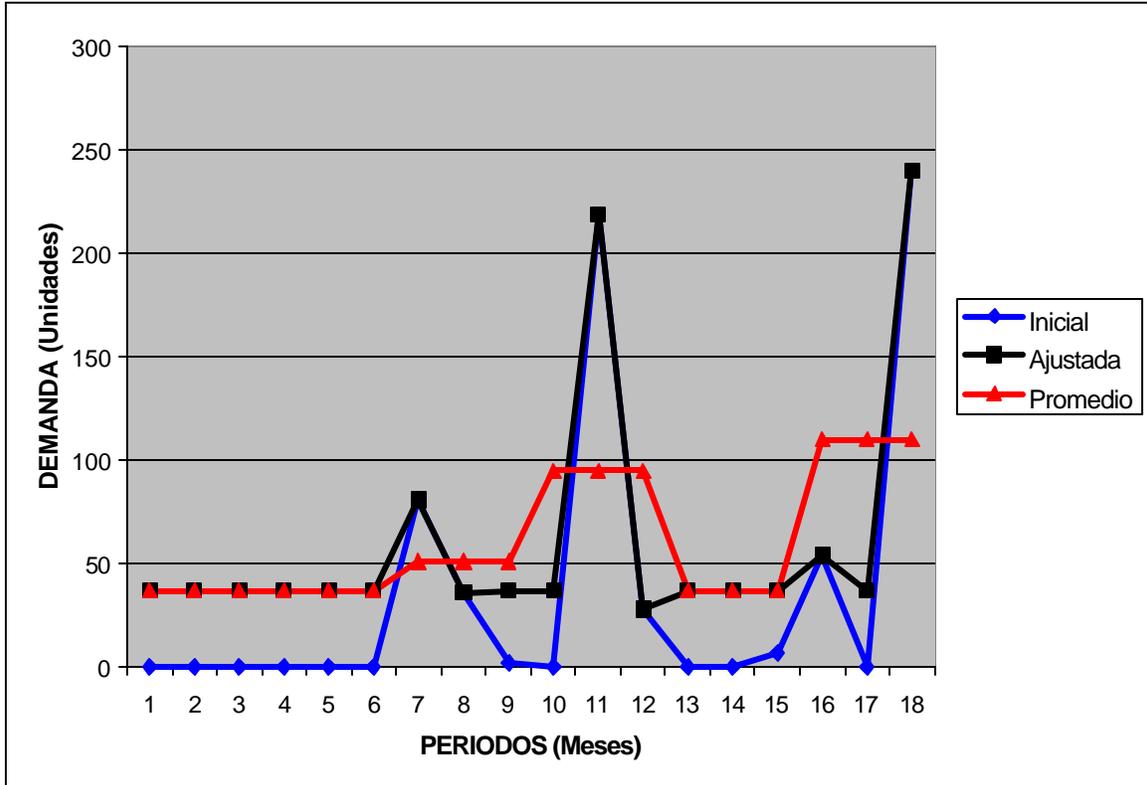


Figura 5- 3. Demanda pupitre unipersonal primaria.

Periodo	Demanda
(Meses)	(Unid.)
1	4
2	4
3	4
4	4
5	19
6	6
7	8
8	9
9	11
10	13
11	14
12	18
13	22
14	11
15	7
16	14
17	5
18	16

Tabla 5- 5. Demanda tableros.

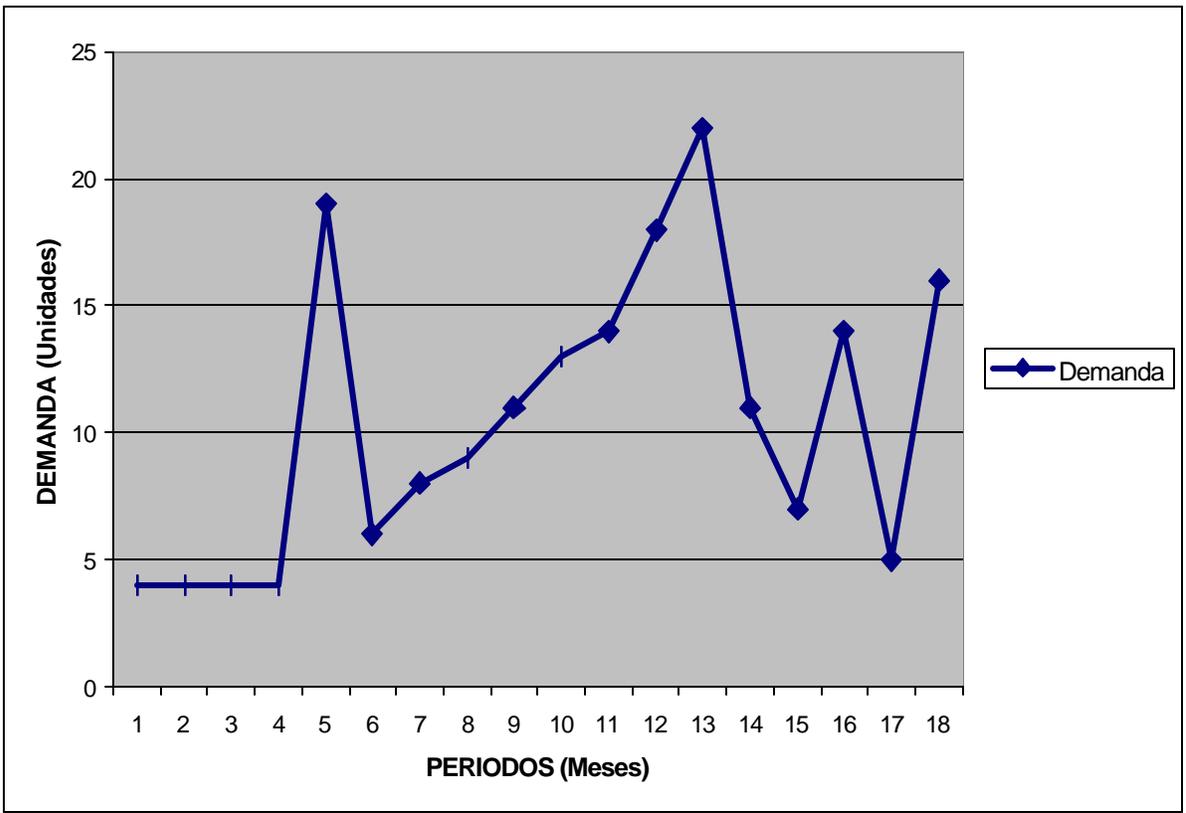


Figura 5- 4. Demanda tableros.

5.6 DEMANDA DEPENDIENTE VS DEMANDA INDEPENDIENTE

La demanda de un producto o servicio es independiente cuando no está relacionada con la demanda de algún otro producto o servicio. Contrariamente, en la demanda dependiente para un producto o servicio se tiene que existe una interrelación en la demanda de 2 o más elementos. La dependencia puede ocurrir cuando la demanda de uno de los elementos se deriva de un segundo elemento (dependencia vertical) o cuando un elemento se relaciona de otra manera con el segundo elemento (dependencia vertical). Cuando existe demanda dependiente en la administración de operaciones solo es necesario hacer el pronóstico del elemento principal, todos los elementos dependientes pueden ser relacionados con esta predicción. Si los elementos son independientes, es necesario que exista un pronóstico par cada uno de ellos. En el capítulo correspondiente a Planeación de requerimientos de materiales (MRP) se tratara este aspecto con mayor detenimiento.

5.7 TÉCNICAS CUALITATIVAS

Las técnicas cualitativas se usan cuando no es fácil la consecución o aplicación de datos históricos y en cambio es preferible tener en cuenta el juicio o apreciación de aquellas personas más directamente relacionadas con el área cuyo pronóstico se desea hacer, por ejemplo mercadeo si es pronóstico de ventas el objeto.

Estas técnicas están poco desarrolladas, son costosas y solo son utilizadas por grandes compañías, además de ser populares tienen limitaciones en cuanto a precisión se refiere. Dentro de estos modelos cuantitativos se encuentran los siguientes:

5.7.1 Método delphi.

Esta técnica es un proceso de grupo cuyo objetivo es un pronóstico por consenso, a menudo un pronóstico de carácter tecnológico. El proceso requiere de un grupo de expertos internos o externos de la empresa para recabar opiniones por escrito sobre el punto sujeto a discusión. Tales opiniones serán evaluadas por un moderador, quien se encargara de plasmarlas y editarlas e términos claros, de estos resúmenes proporcionan la base para que el coordinador o moderador genere preguntas a los expertos, este proceso finalizara cuando el moderador quede totalmente satisfecho con las respuestas.

La clave para este método radica en las personas que están involucradas, ya que en la mayoría de las situaciones, los miembros tienen perfiles completamente distintos, lo cual genera un sin número de opiniones, las cuales deben ser sintetizadas y estructuradas para llegar así a la elaboración del pronóstico. La ventaja de esta técnica, es que como se evitan las relaciones directas e interpersonales, no hay conflictos personales ni dominio de parte de los miembros del grupo que tienen carácter mas fuerte.

5.7.2 Técnica de grupo nominal.

A diferencia del método anterior, esta técnica consiste en un proceso que permite la participación con votación forzada, no se está hablando de un consenso general, sino uno de carácter mayoritario, en el cual todos y cada uno de los miembros o participantes de la reunión exponen sus ideas y opiniones, para una posterior discusión. Después de haber acabado la discusión cada participante vota de forma independiente, ordenando las ideas en orden prioritario. La técnica de grupo nominal llega a dar un pronóstico, que es la alternativa que recibe la mayoría de votos del grupo.

5.8 TÉCNICAS CUANTITATIVAS

Estas técnicas son las usadas con más frecuencia para las situaciones de la administración de operaciones, y se basan en el uso de datos históricos o pasados, para hacer predicciones de valores futuros. Los pronósticos menos analíticos y cuantitativos se emplean frecuentemente en la planeación estratégica a largo plazo y para la decisión sobre instalaciones; los modelos de análisis, que son de carácter más analítico, como series de tiempo, que se emplean con frecuencia para la planeación de operaciones, o como sucede con la producción y el control de inventarios.

Los métodos más comunes y, con frecuencia, menos difíciles para desarrollar un pronóstico con base en información previa son los promedios móviles simples, los promedios móviles ponderados, el análisis de regresión y el suavizamiento exponencial. Tales métodos son conocidos como modelos de pronóstico en series de tiempo común. A continuación se describirán cada uno de estos métodos.

5.8.1 Promedio móvil simple.

Un promedio móvil se obtiene al promediar datos de la demanda, correspondientes a varios de los periodos más recientes. Cuando la información, o los datos, referentes a la demanda no muestran crecimiento rápido ni características de estacionalidad, la técnica quizá resulte para eliminar fluctuaciones aleatorias para los pronósticos. A medida que se incrementa el número de observaciones n , el modelo tiende a suavizar o atenuar el ruido. Sin embargo, conforme n se incrementa, se incluyen más datos, y el modelo presenta menor capacidad de respuesta ante los cambios en los patrones de venta. Un promedio variable de un periodo n se define así:

$$\text{Promedio móvil} = \frac{\text{Suma de la demanda para los últimos } n \text{ periodos}}{\text{Numero de periodos que se utilizan en el modelo}}$$

5.8.2 Promedio móvil ponderado.

El promedio móvil asigna igual peso a cada observación de la demanda anterior que se haya utilizado para obtenerlo. En ocasiones, el responsable de elaborar los pronósticos desea utilizar un promedio móvil, pero no quiere que todos los periodos n se ponderen de igual manera. Un promedio móvil ponderado permite asignar los pesos que se desee a la demanda antigua. Un promedio móvil ponderado para un periodo n se define de la siguiente manera:

$$\text{Promedio móvil ponderado} = \sum C_t D_t$$

Donde

$$0 \leq C_t \leq 1$$

es decir, C_t es una fracción que se utiliza como un peso para el periodo t , y

$$\sum C_t = 1$$

En general, a la demanda más antigua se le asigna más peso y, por tanto, el modelo de promedio móvil ponderado descarta el valor de la información anterior. Así, el pronóstico tiende a tener mayor capacidad de respuesta ante los cambios auténticos en la demanda.

5.8.3 Suavizamiento exponencial simple.

Los modelos de suavizado exponencial son bien conocidos y se usan a menudo en la administración de operaciones.

El suavizamiento exponencial simple es un tipo de técnica para obtener promedios, resultando optimo para en proceso de demanda en el cual $D_t = \mu + E_t$, donde E_t , se distribuye normalmente con media cero.

La ecuación correspondiente al suavizamiento exponencial simple solo utiliza dos elementos de información: La demanda real para el periodo mas reciente y el pronostico mas reciente. Dicha ecuación se define así:

$$\text{Nuevo promedio exponencial} = \text{Antiguo promedio exponencial} + \\ \text{Fracción (Demanda actual – pronostico)}$$

Si se utiliza el promedio exponencial de un periodo como pronostico para el periodo siguiente, se obtiene un proceso que permite revisar el promedio en forma ascendente o descendente, dependiendo del error en el pronostico. Si restamos a la demanda actual el pronóstico, obtenemos el error en el pronostico. Cuando la demanda resulta ser mayor que el pronostico, es necesario revisar el promedio en forma ascendente; si la demanda es menor que el pronostico habrá que hacer una revisión en forma descendente. El suavizamiento exponencial simple presenta la ecuación siguiente:

$$F_t = F_{t-1} + \alpha (D_t - F_{t-1})$$

Donde F_t es el promedio exponencial en el momento t , D_t es la demanda real en el periodo t , y α es la constante de suavizamiento entre 0 y 1. Si se utiliza F_{t-1} como un pronostico para D_t , entonces el termino de error será:

$$\alpha (D_t - F_{t-1}).$$

Las técnicas de pronósticos causales, a menudo son más costosas en su implantación y no ofrecen una precisión creciente para los problemas de predicción a corto plazo a los que casi siempre se enfrenta el gerente de producción / operaciones, es por ello que dichas técnicas se emplean en una gran diversidad de situaciones de planeación, son especialmente útiles en la planeación agregada a mediano plazo.

El modelo escogido para realizar los pronósticos de los productos anteriormente mencionados fue precisamente el de suavizamiento exponencial simple, los resultados obtenidos se pueden observar en las tablas 5 –8 a 5- 13, dichas tablas incluyen de igual forma el error, del cual se hablara en la sección siguiente.

Periodo	Dmda	a=0.1	a=0.1	a=0.2	a=0.2	a=0.3	a=0.3	a=0.4	a=0.4	a=0.5	a=0.5	a=0.6	a=0.6	a=0.7	a=0.7	a=0.8	a=0.8	a=0.9	a=0.9
(Meses)	(Unid.)	Prono	Error																
1	92	92	0	92	0	92	0	92	0	92	0	92	0	92	0	92	0	92	0
2	92	92	0	92	0	92	0	92	0	92	0	92	0	92	0	92	0	92	0
3	92	92	0	92	0	92	0	92	0	92	0	92	0	92	0	92	0	92	0
4	67	92	25	92	25	92	25	92	25	92	25	92	25	92	25	92	25	92	25
5	67	90	48	87	45	85	43	82	40	80	38	77	35	75	33	72	30	70	28
6	67	87	68	83	61	79	55	76	49	73	44	71	39	69	35	68	31	67	28
7	215	85	198	80	196	76	194	72	192	70	189	69	185	68	182	67	179	67	176
8	215	98	314	107	304	117	292	129	277	143	261	156	244	171	226	185	208	200	191
9	215	110	419	128	391	147	360	164	328	179	297	192	267	202	240	209	214	214	192
10	258	120	557	146	503	167	451	184	402	197	358	206	320	211	287	214	258	215	235
11	258	134	681	168	593	194	514	214	447	227	389	237	341	244	301	249	267	254	239
12	258	147	792	186	665	213	559	231	473	243	404	250	349	254	305	256	269	258	240
13	98	158	852	201	767	227	688	242	617	250	557	255	506	257	464	258	429	258	400
14	98	152	906	180	849	188	778	184	704	174	633	161	568	146	511	130	461	114	416
15	98	146	954	164	915	161	841	150	756	136	671	123	593	112	525	104	467	100	417
16	51	142	1045	151	1014	142	932	129	834	117	737	108	650	102	577	99	515	98	465
17	51	132	1126	131	1094	115	996	98	880	84	770	74	673	66	592	61	525	56	469
18	51	124	1199	115	1158	96	1041	79	909	68	786	60	682	56	597	53	527	51	470
ERROR			67		64		58		50		44		38		33		29		26

Tabla 5- 7. Pronóstico silla universitaria con bandeja. Se utilizaron 9 posibles valores de constante de suavizamiento.

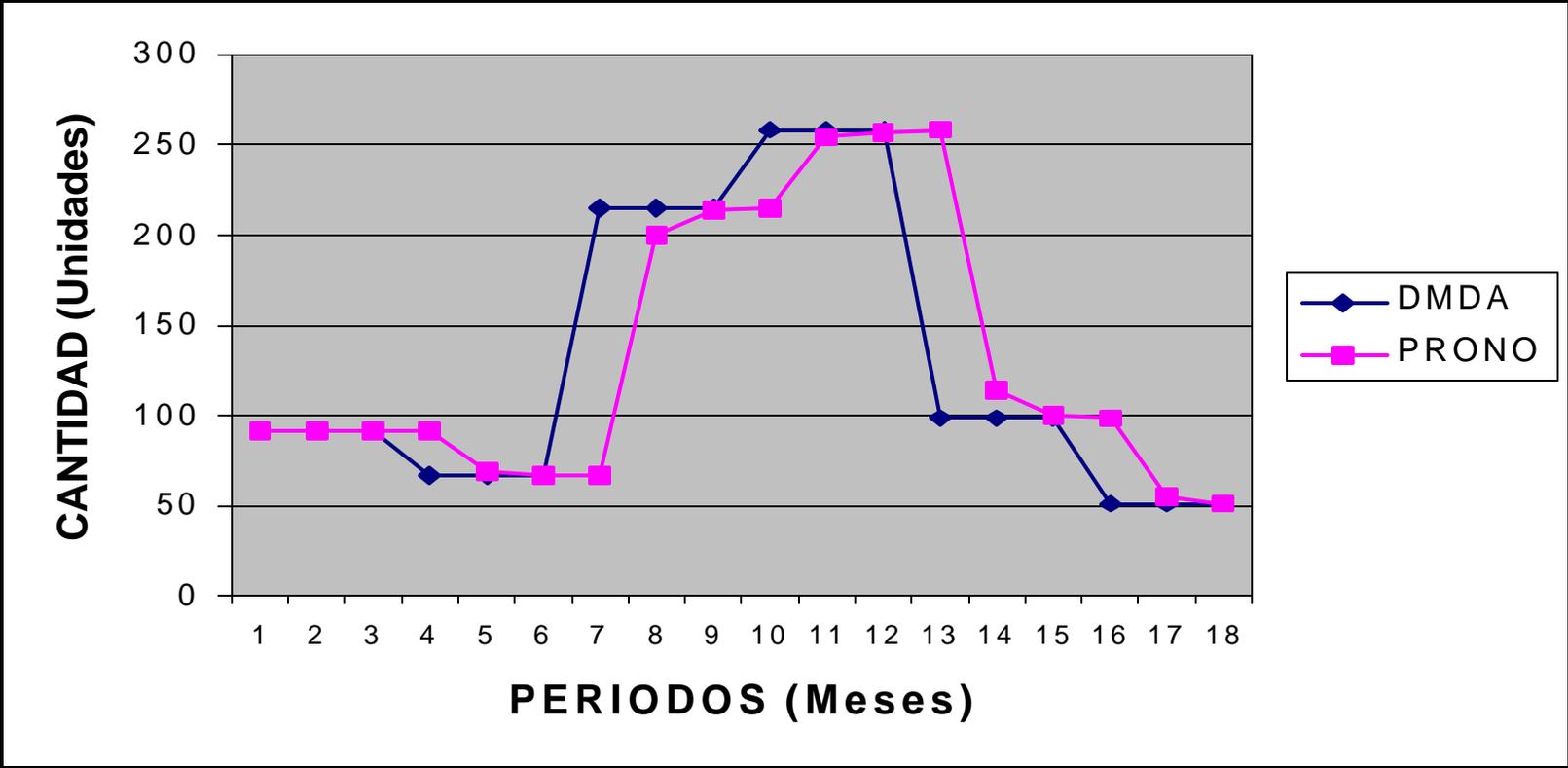


Figura 5- 6. Demanda y pronóstico de la silla universitaria con bandeja.

Periodo	Dmda	a=0.1	a=0.1	a=0.2	a=0.2	a=0.3	a=0.3	a=0.4	a=0.4	a=0.5	a=0.5	a=0.6	a=0.6	a=0.7	a=0.7	a=0.8	a=0.8	a=0.9	a=0.9
(Meses)	(Unid.)	Prono.	Error																
1	103	103	0	103	0	103	0	103	0	103	0	103	0	103	0	103	0	103	0
2	103	103	0	103	0	103	0	103	0	103	0	103	0	103	0	103	0	103	0
3	103	103	0	103	0	103	0	103	0	103	0	103	0	103	0	103	0	103	0
4	305	103	202	103	202	103	202	103	202	103	202	103	202	103	202	103	202	103	202
5	305	123	384	143	364	164	343	184	323	204	303	224	283	244	263	265	242	285	222
6	305	141	547	176	493	206	442	232	396	255	354	273	315	287	281	297	250	303	224
7	72	158	633	202	622	236	606	261	585	280	561	292	535	300	508	303	482	305	457
8	72	149	710	176	726	187	721	186	699	176	665	160	623	140	577	118	528	95	480
9	72	141	780	155	809	152	801	140	767	124	717	107	658	92	597	81	537	74	483
10	118	135	796	138	829	128	811	113	772	98	737	86	690	78	637	74	582	72	528
11	118	133	811	134	846	125	818	115	775	108	747	105	703	106	649	109	590	113	533
12	118	131	825	131	859	123	823	116	777	113	752	113	708	114	652	116	592	118	533
13	131	130	825	128	861	121	833	117	791	115	768	116	723	117	667	118	605	118	546
14	131	130	826	129	863	124	839	123	800	123	775	125	729	127	671	128	608	130	548
15	131	130	827	129	865	126	844	126	805	127	779	129	732	130	672	130	609	131	548
16	94	130	863	130	901	128	878	128	839	129	814	130	768	131	709	131	646	131	585
17	94	127	896	123	929	118	901	114	859	112	832	108	782	105	720	101	653	98	589
18	94	123	925	117	952	111	918	106	871	103	841	100	788	97	723	95	654	94	589
ERROR			51		53		51		48		47		44		40		36		33

Tabla 5- 8. Pronóstico silla universitaria con cruceta. Se utilizaron 9 posibles valores de constante de suavizamiento.

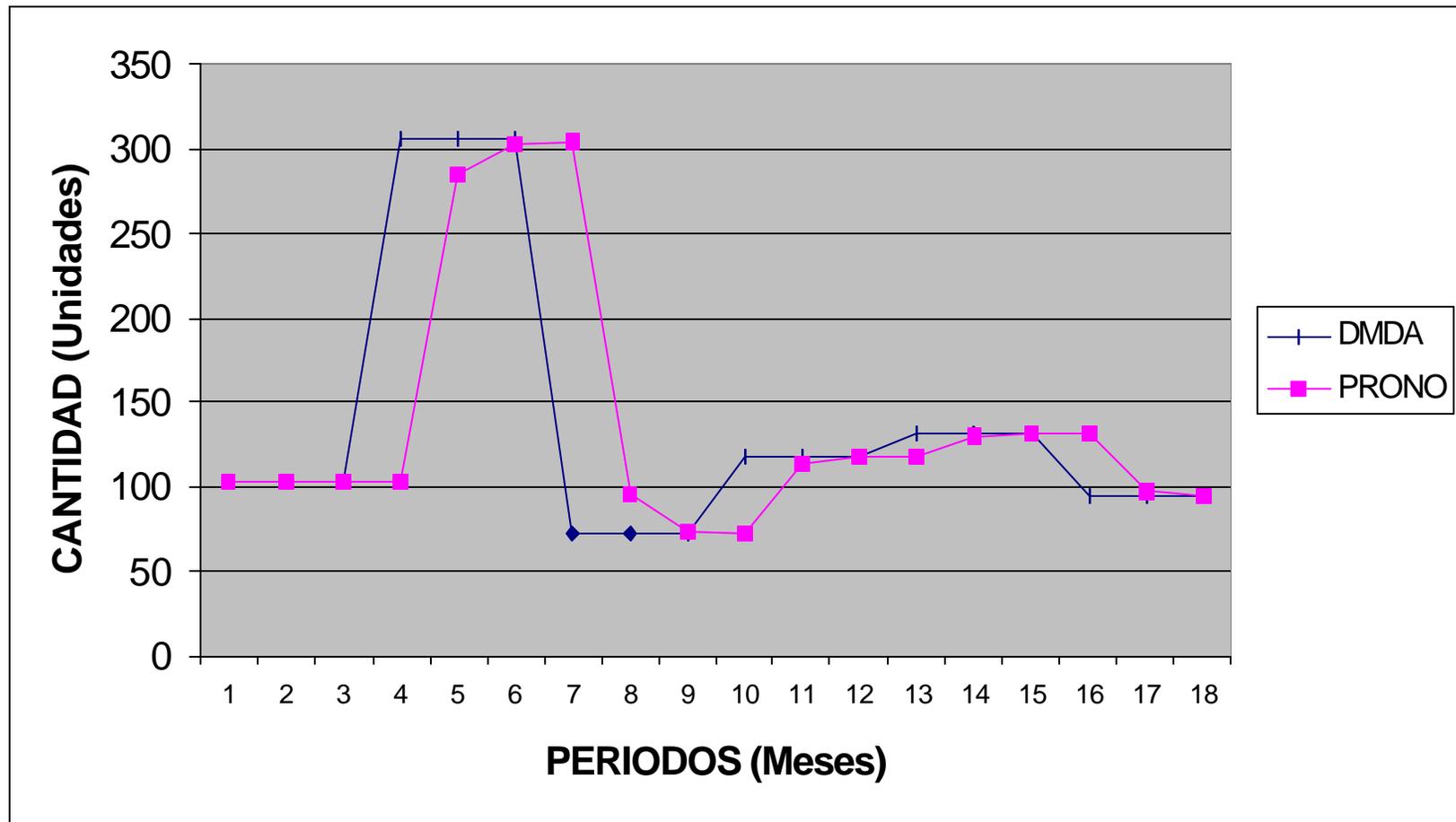


Figura 5-7. Demanda y pronóstico de la silla universitaria con cruceta

Periodo	Dmda	a=0.1	a=0.1	a=0.2	a=0.2	a=0.3	a=0.3	a=0.4	a=0.4	a=0.5	a=0.5	a=0.6	a=0.6	a=0.7	a=0.7	a=0.8	a=0.8	a=0.9	a=0.9
(Meses)	(Unid.)	Prono.	Error	Prono	Error	Prono.	Error	Prono.	Error	Prono	Error								
1	37	37	0	37	0	37	0	37	0	37	0	37	0	37	0	37	0	37	0
2	37	37	0	37	0	37	0	37	0	37	0	37	0	37	0	37	0	37	0
3	37	37	0	37	0	37	0	37	0	37	0	37	0	37	0	37	0	37	0
4	37	37	0	37	0	37	0	37	0	37	0	37	0	37	0	37	0	37	0
5	37	37	0	37	0	37	0	37	0	37	0	37	0	37	0	37	0	37	0
6	37	37	0	37	0	37	0	37	0	37	0	37	0	37	0	37	0	37	0
7	51	37	14	37	14	37	14	37	14	37	14	37	14	37	14	37	14	37	14
8	51	38	27	40	25	41	24	43	22	44	21	45	20	47	18	48	17	50	15
9	51	40	38	42	34	44	31	46	27	48	25	49	22	50	19	50	17	51	16
10	95	41	92	44	85	46	79	48	74	49	70	50	67	51	64	51	61	51	60
11	95	46	141	54	126	61	114	67	103	72	93	77	85	82	77	86	70	91	64
12	95	51	185	62	159	71	138	78	120	84	105	88	92	91	81	93	72	95	64
13	37	55	203	69	191	78	179	85	167	89	157	92	147	94	138	95	130	95	122
14	37	54	220	62	216	66	208	66	196	63	183	59	169	54	155	49	141	43	128
15	37	52	235	57	237	57	228	54	213	50	196	46	178	42	160	39	144	38	129
16	110	50	294	53	293	51	287	47	276	44	263	41	247	39	232	37	216	37	202
17	110	56	348	65	339	69	328	72	314	77	296	82	275	89	253	95	231	103	209
18	110	62	396	74	375	81	357	87	336	93	312	99	286	104	259	107	233	109	210
ERROR			22		21		20		19		17		16		14		13		12

Tabla 5- 9. Pronóstico pupitre unipersonal primaria. Se utilizaron 9 posibles valores de constante de suavizamiento.

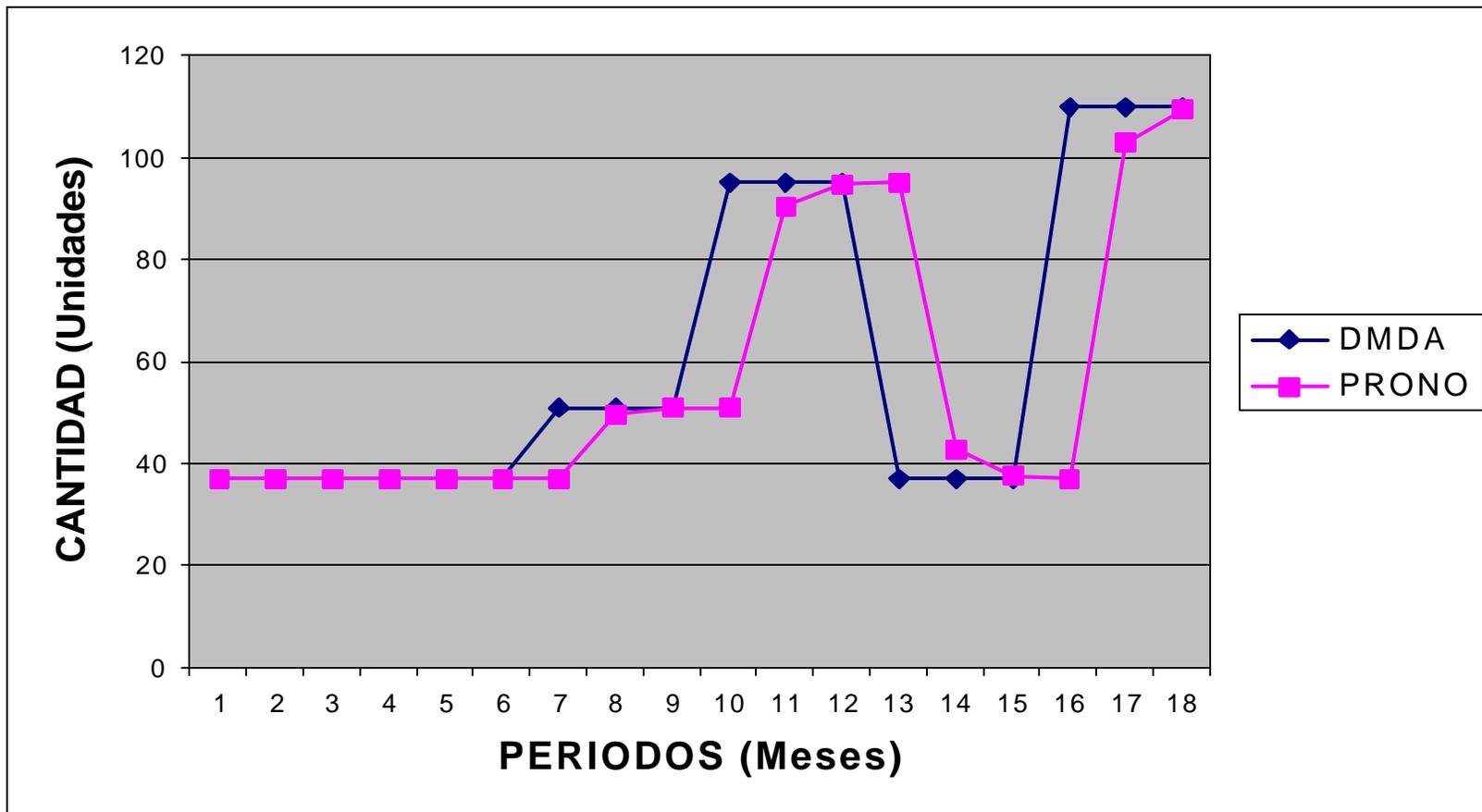


Figura 5-8. Demanda y pronóstico del pupitre unipersonal primaria.

Periodo	Dmda	a=0.1	a=0.1	a=0.2	a=0.2	a=0.3	a=0.3	a=0.4	a=0.4	a=0.5	a=0.5	a=0.6	a=0.6	a=0.7	a=0.7	a=0.8	a=0.8	a=0.9	a=0.9
(Meses)	(Unid.)	Prono.	Error																
1	4	4	0	4	0	4	0	4	0	4	0	4	0	4	0	4	0	4	0
2	4	4	0	4	0	4	0	4	0	4	0	4	0	4	0	4	0	4	0
3	4	4	0	4	0	4	0	4	0	4	0	4	0	4	0	4	0	4	0
4	4	4	0	4	0	4	0	4	0	4	0	4	0	4	0	4	0	4	0
5	19	4	15	4	15	4	15	4	15	4	15	4	15	4	15	4	15	4	15
6	6	6	16	7	16	9	18	10	19	12	21	13	22	15	24	16	25	18	27
7	8	6	18	7	17	8	18	8	19	9	21	9	23	9	24	8	25	7	27
8	9	6	21	7	19	8	19	8	20	8	22	8	23	8	25	8	26	8	28
9	11	6	26	7	23	8	22	9	23	9	24	9	26	9	27	9	28	9	31
10	13	7	32	8	28	9	26	10	26	10	27	10	29	10	30	11	31	11	33
11	14	7	39	9	32	10	30	11	29	11	30	12	31	12	32	13	32	13	34
12	18	8	49	10	40	11	36	12	35	13	35	13	36	13	36	14	36	14	38
13	22	9	62	12	51	13	45	14	43	15	42	16	42	17	42	17	41	18	43
14	11	10	63	14	53	16	50	17	49	19	50	20	50	20	51	21	51	22	53
15	7	10	66	13	60	14	57	15	57	15	57	14	58	14	58	13	57	12	58
16	14	10	70	12	62	12	59	12	59	11	60	10	62	9	63	8	63	8	65
17	5	10	76	12	69	13	67	13	67	12	68	12	69	13	70	13	71	13	73
18	16	10	82	11	74	10	72	10	73	9	75	8	77	7	79	7	80	6	83
ERROR			5		4		4		4		4		4		4		4		5

Tabla 5-10. Pronóstico tableros. Se utilizaron 9 posibles valores de constante de suavizamiento.

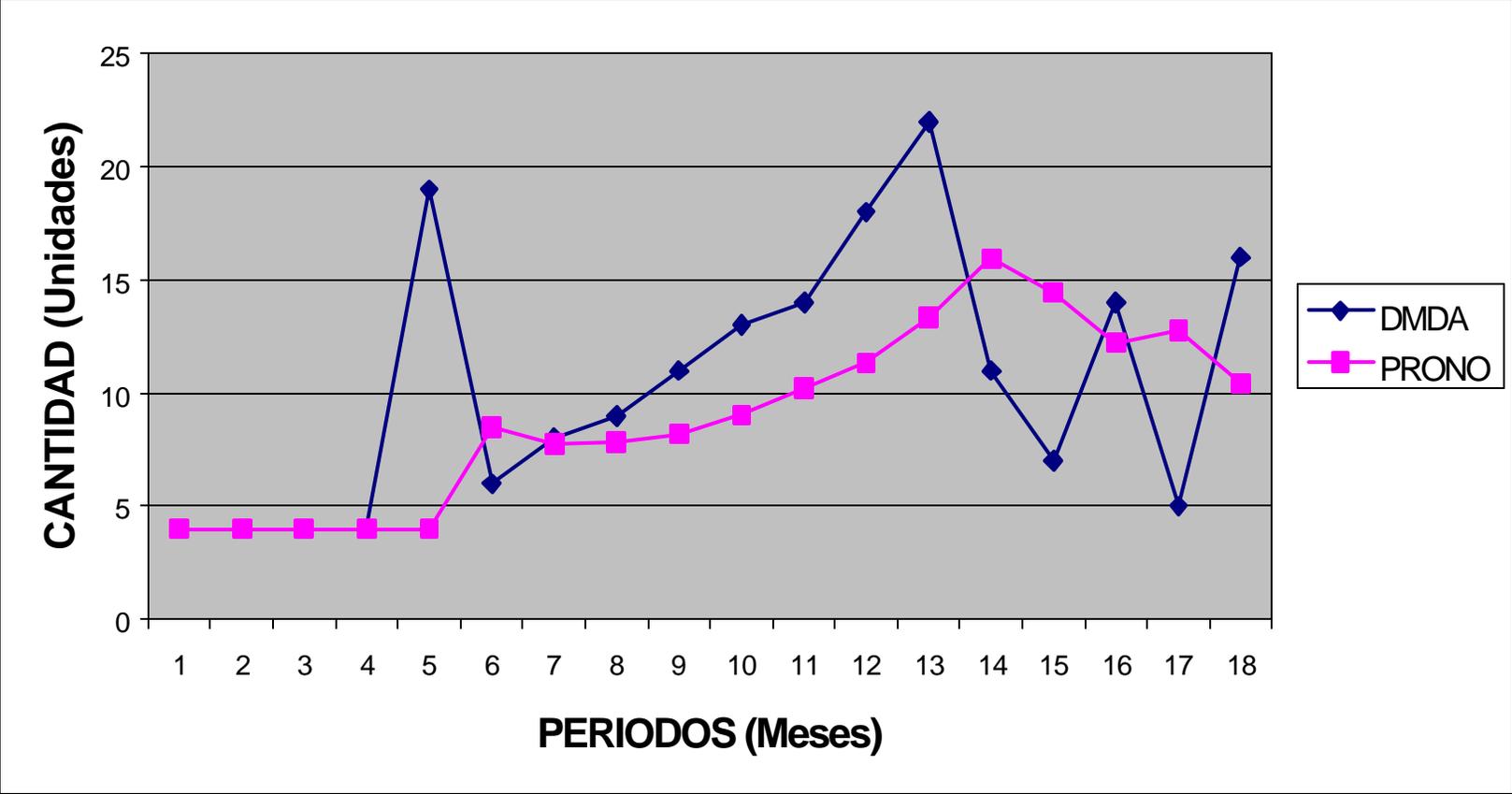


Figura 5-9. Demanda y pronóstico de los tableros.

5.9 ERROR EN EL PRONÓSTICO

Como es de suponerse, cualquiera que haya sido el modelo empleado en la determinación de los pronósticos, debe ser lo más confiable que sea posible, ya que de incurrir en demasiados errores de predicción, este método resultara menos atractivo y poco recomendable para su utilización. Es por ello que después de haber elaborado la respectiva evaluación del suavizamiento exponencial; el paso a seguir es la medición de la efectividad de dicho método. Para ello se recurre a la herramienta comúnmente utilizada, *el error en el pronóstico*. Tal error no es más que la diferencia numérica entre la demanda pronosticada y la real.

Las tablas presentadas en la sección anterior muestran el error arrojado por el método de pronóstico escogido, dependiendo de los diferentes valores empleados en la constante de suavizamiento. Los resultados obtenidos indican que las sillas universitarias con bandeja y cruceta presentan errores del 26% y 33% respectivamente, estos valores son elevados debido a la gran irregularidad de la demanda, pero dadas las circunstancias originadas por este comportamiento se trabajara así. Por otro lado los demás productos presentan valores un más bajos, inferiores al 15%. A continuación se podrá observar mas acerca del error en términos generales y como logro ser calculado.

MAD La siguiente ecuación define una medida del error, la desviación media absoluta (**MAD**).

$$\begin{aligned} \text{MAD} &= \frac{\text{Suma de desviaciones absolutas de todos los periodos}}{\text{Número total de periodos evaluados}} \\ &= \frac{\sum | \text{Demanda pronosticada} - \text{Demanda real} |}{n} \end{aligned}$$

En cada uno de los periodos (*i*) se compara la demanda actual contra la pronosticada. Si la predicción fue perfecta, lo actual es igual a lo predicho, y el error es existente es nulo. Como el pronóstico sigue adelante, el grado de error se acumula y se registra periodo a periodo. Después de cualquier periodo (*n*) transcurrido se puede utilizar la ecuación anterior para calcular el tamaño promedio (la media) del error en el pronóstico hasta ese momento. Es necesario tener en cuenta que MAD es un promedio de las desviaciones absolutas. Los errores son medidos sin tomar en consideración el signo algebraico. La MAD expresa la dimensión pero no la dirección del error. A diferencia de la MAD, el sesgo indica la tendencia direccional de los errores de predicción. Si el procedimiento de predicción sobreestima constantemente la demanda actual, el sesgo tendrá un valor positivo; si la subestimación muestra una tendencia constante, entonces el sesgo tendrá un valor negativo.

Después de haber obtenido el pronóstico con el menor error posible para cada uno de los productos, se procede a expresar dicho pronóstico en términos de la materia prima empleada en su elaboración. Estas materias primas se dividirán en tres grandes grupos, que son: Láminas, madera y tubería. Dicha división fue elaborada así, ya que son las materias primas más representativas y las que marcan la pauta en el proceso productivo.

Periodos (Meses)	Demanda Pupitre	Pronóstico 0.9	Error 0.9	Necesidades x Unidad (cm ^2)	Total Pronóstico (cm ^2)	Total Pronóstico (Laminas)
1	37	37	0	2.400	88.800	3
2	37	37	0	2.400	88.800	3
3	37	37	0	2.400	88.800	3
4	37	37	0	2.400	88.800	3
5	37	37	0	2.400	88.800	3
6	37	37	0	2.400	88.800	3
7	51	37	14	2.400	88.800	3
8	51	50	15	2.400	119.040	4
9	51	51	16	2.400	122.064	4
10	95	51	60	2.400	122.366	4
11	95	91	64	2.400	217.437	7
12	95	95	64	2.400	226.944	8
13	37	95	122	2.400	227.894	8
14	37	43	128	2.400	102.709	3
15	37	38	129	2.400	90.191	3
16	110	37	202	2.400	88.939	3
17	110	103	209	2.400	246.494	8
18	110	109	210	2.400	262.249	9
					2.447.928	82

Tabla 5- 12..Pronóstico de Lamina Triplex 12 mm 244 x 122. Para pupitre unipersonal primaria.

Periodos (Meses)	Demanda Pupitre	Pronostico 0.9	Error 0.9	Necesidades x Unidad (cm ^2)	Total Pronóstico (cm ^2)	Total Pronóstico (Laminas)
1	37	37	0	3.108	114.996	4
2	37	37	0	3.108	114.996	4
3	37	37	0	3.108	114.996	4
4	37	37	0	3.108	114.996	4
5	37	37	0	3.108	114.996	4
6	37	37	0	3.108	114.996	4
7	51	37	14	3.108	114.996	4
8	51	50	15	3.108	154.157	5
9	51	51	16	3.108	158.073	5
10	95	51	60	3.108	158.464	6
11	95	91	64	3.108	281.580	10
12	95	95	64	3.108	293.892	10
13	37	95	122	3.108	295.123	10
14	37	43	128	3.108	133.009	5
15	37	38	129	3.108	116.797	4
16	110	37	202	3.108	115.176	4
17	110	103	209	3.108	319.210	11
18	110	109	210	3.108	339.613	12
					3.170.067	110

Tabla 5- 13..Pronóstico de Lamina Cold Roller C20 240 x 120. Para pupitre unipersonal primaria.

Periodos (Meses)	Demanda Silla	Pronóstico 0.9	Error 0.9	Necesidades x Unidad (cm ^2)	Total Pronóstico (cm ^2)	Total Pronóstico (Laminas)
1	92	92	0	1.829	168.245	6
2	92	92	0	1.829	168.245	6
3	92	92	0	1.829	168.245	6
4	67	92	25	1.829	168.245	6
5	67	70	28	1.829	127.098	4
6	67	67	28	1.829	122.983	4
7	215	67	176	1.829	122.572	4
8	215	200	191	1.829	366.120	13
9	215	214	192	1.829	390.475	14
10	258	215	235	1.829	392.911	14
11	258	254	239	1.829	463.927	16
12	258	258	240	1.829	471.028	16
13	98	258	400	1.829	471.739	16
14	98	114	416	1.829	208.470	7
15	98	100	417	1.829	182.143	6
16	51	98	465	1.829	179.510	6
17	51	56	469	1.829	101.891	4
18	51	51	470	1.829	94.129	3
					4.367.975	152

Tabla 5- 14. Pronóstico de Lamina Cold Roller C20 240 x 120. Para silla universitaria con bandeja.

Periodos (Meses)	Demanda Silla	Pronóstico 0.9	Error 0.9	Necesidades x Unidad (cm ^2)	Total Pronóstico (cm ^2)	Total Pronóstico (Laminas)
1	92	92	0	3.248	298.839	10
2	92	92	0	3.248	298.839	10
3	92	92	0	3.248	298.839	10
4	67	92	25	3.248	298.839	10
5	67	70	28	3.248	225.753	8
6	67	67	28	3.248	218.445	7
7	215	67	176	3.248	217.714	7
8	215	200	191	3.248	650.308	22
9	215	214	192	3.248	693.567	23
10	258	215	235	3.248	697.893	23
11	258	254	239	3.248	824.033	28
12	258	258	240	3.248	836.647	28
13	98	258	400	3.248	837.908	28
14	98	114	416	3.248	370.286	12
15	98	100	417	3.248	323.524	11
16	51	98	465	3.248	318.848	11
17	51	56	469	3.248	180.979	6
18	51	51	470	3.248	167.193	6
					7.758.455	261

Tabla 5- 15. Pronóstico de Lamina Triplex 12 mm 244 x 122. Para silla universitaria con bandeja.

Periodos (Meses)	Demanda Silla	Pronóstico 0.9	Error 0.9	Necesidades x Unidad (Juegos)	Total Pronóstico (Juegos)
1	92	92	0	1	92
2	92	92	0	1	92
3	92	92	0	1	92
4	67	92	25	1	92
5	67	70	28	1	70
6	67	67	28	1	67
7	215	67	176	1	67
8	215	200	191	1	200
9	215	214	192	1	214
10	258	215	235	1	215
11	258	254	239	1	254
12	258	258	240	1	258
13	98	258	400	1	258
14	98	114	416	1	114
15	98	100	417	1	100
16	51	98	465	1	98
17	51	56	469	1	56
18	51	51	470	1	51
					2.389

Tabla 5-16. Pronóstico de Juego de Tubos 1" C20 curvos. Silla universitaria con bandeja.

Periodos (Meses)	Demanda Silla	Pronóstico 0.9	Error 0.9	Necesidades x Unidad (cm ^2)	Total Pronóstico (cm ^2)	Total Pronóstico (Laminas)
1	103	103	0	3.248	334.544	11
2	103	103	0	3.248	334.544	11
3	103	103	0	3.248	334.544	11
4	305	103	202	3.248	334.544	11
5	305	285	222	3.248	925.030	31
6	305	303	224	3.248	984.079	33
7	72	305	457	3.248	989.984	33
8	72	95	480	3.248	309.469	10
9	72	74	483	3.248	241.417	8
10	118	72	528	3.248	234.612	8
11	118	113	533	3.248	368.399	12
12	118	118	533	3.248	381.777	13
13	131	118	546	3.248	383.115	13
14	131	130	548	3.248	421.251	14
15	131	131	548	3.248	425.064	14
16	94	131	585	3.248	425.446	14
17	94	98	589	3.248	317.325	11
18	94	94	589	3.248	306.513	10
					8.051.659	270

Tabla 5- 17. Pronóstico de Lamina Triplex 12 mm 244 x 122. Para silla universitaria con cruceta.

Periodos	Demanda	Pronóstico	Error	Necesidades x Unidad	Total Pronóstico
(Meses)	Silla	0.9	0.9	(Juegos)	(Juegos)
1	103	103	0	1	103
2	103	103	0	1	103
3	103	103	0	1	103
4	305	103	202	1	103
5	305	285	222	1	285
6	305	303	224	1	303
7	72	305	457	1	305
8	72	95	480	1	95
9	72	74	483	1	74
10	118	72	528	1	72
11	118	113	533	1	113
12	118	118	533	1	118
13	131	118	546	1	118
14	131	130	548	1	130
15	131	131	548	1	131
16	94	131	585	1	131
17	94	98	589	1	98
18	94	94	589	1	94
					2.479

Tabla 5-18. Pronóstico de Juego de Tubos 1" C20 curvos. Para silla universitaria con cruceta

Periodos (Meses)	Demanda Silla	Pronóstico 0.9	Error 0.9	Necesidades x Unidad (Unidad)	Total Pronóstico (Unidad)
1	103	103	0	2	206
2	103	103	0	2	206
3	103	103	0	2	206
4	305	103	202	2	206
5	305	285	222	2	570
6	305	303	224	2	606
7	72	305	457	2	610
8	72	95	480	2	191
9	72	74	483	2	149
10	118	72	528	2	144
11	118	113	533	2	227
12	118	118	533	2	235
13	131	118	546	2	236
14	131	130	548	2	259
15	131	131	548	2	262
16	94	131	585	2	262
17	94	98	589	2	195
18	94	94	589	2	189
					4.958

Tabla 5- 19. Pronóstico de Tubos 5/8" C20. Silla universitaria con cruceta.

6. ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DE INVENTARIOS

El control de inventarios constituye una pieza esencial en el engranaje conformado por todos los factores relacionados con el proceso de planeación de la producción de una empresa. Son diversas las razones que justifican la existencia de inventarios dentro de una compañía, pudiéndose dar todas o solo una parte de las mismas, según el tipo de empresa, ya sea que esta pertenezca al sector manufacturero o al de servicios. Tales argumentos están sujetos al hecho de hacer frente a la demanda de productos finales, evitar interrupciones en el proceso productivo, causadas por falta de suministros internos y/o externos; nivelar el flujo de producción, obtener ventajas económicas, o por la misma naturaleza de proceso de producción.

Sin lugar a dudas la existencia de inventarios esta dada por el afán de proteger a la compañía contra la incertidumbre, la cual se trata de mitigar manteniendo grandes niveles de piezas, materiales o subcomponentes en deposito. Sin embargo cantidades elevadas de estos, lo único que lograrán será una disminución de la capacidad de respuesta de la empresa frente a los mercados, al igual que un incremento en los costos asociados, los cuales juegan un papel

determinante en el momento de adoptar planes o programas alternativos de producción.

Dependiendo de la alternativa que la empresa adopte, algunos de estos costos se comportaran de manera ascendente, mientras que otros en forma descendente. En párrafos posteriores veremos con mas detenimiento las características de dichos costos y como afectan el desarrollo de los distintos planes de la compañía en cuestión. De igual forma, en este modulo analizaremos los modelos empleados para controlar los niveles de inventario, de manera que se puedan mantener económicamente.

6.1 DEFINICIÓN DE INVENTARIO

Los inventarios, o los llamados stocks, son considerados tradicionalmente como una inversión, pues se definen como las existencias de cualquier recurso ocioso, (ya sea este material o subcomponente) que se encuentra almacenado en espera de ser utilizado en aras de satisfacer la demanda del mercado. Con lo cual se puede deducir que éstos se encuentran presentes en cualquier empresa: Las empresas manufactureras mantienen stocks de materias primas, componentes de elaboración propia o adquiridos en el exterior, productos en curso y terminados, así como herramientas, piezas de repuesto para la maquinaria y otros múltiples elementos; las compañías de distribución almacenan básicamente productos terminados; etc. En definitiva, tanto en empresas de producción como en las de servicios están presentes los inventarios.

El inventario puede clasificarse por la forma, la función o la naturaleza de su demanda.

6.2 CLASIFICACIÓN DE INVENTARIOS POR SU FORMA

El almacenamiento es una forma de asegurar la continuidad de las operaciones de un sistema de producción. Sin embargo al mismo tiempo dicha actividad desencadena costos suplementarios, lo que tiene como efecto una reducción del margen de utilidad.

Los inventarios varían dependiendo de las actividades. En una empresa industrial se encuentran inventarios de materias primas, de productos en curso, y de productos terminados.

6.2.1 Inventario de materias primas.

Existencias que se almacenan para suplir los requerimientos del proceso productivo. Eliminan la necesidad de que el material se entregue en el mismo momento para el cual esta programado el comienzo de su elaboración.

6.2.2 Inventario de productos en proceso.

Cantidad que se acumula en distintos puntos o etapas del proceso de producción. Eliminan la necesidad de interrumpir la producción, a causa de inexistencias de productos en alguna etapa intermedia.

6.2.3 Inventario de productos terminados.

Existencias que almacenan para suplir los requerimientos o cambios que pueda presentar la demanda. Eliminan la necesidad de completar la última operación en el mismo momento en que el producto se debe despachar al cliente.

6.3 CLASIFICACIÓN DE INVENTARIOS POR SU FUNCIÓN

Los inventarios desempeñan varias funciones importantes en el interior de una compañía. Dentro de estas funciones se destaca el servir como compensatorio de los errores que se presentan en la predicción de la demanda de los productos de la firma, o lo que es lo mismo sirven para proteger contra la incertidumbre. De igual forma permiten con frecuencia la utilización más económica de equipo, construcciones y trabajo humano, cuando la naturaleza de los negocios es tal que existen fluctuaciones en la demanda.

A continuación se presentan algunos tipos de inventarios que las compañías adoptan según sea el caso a tratar:

6.3.1 Inventario de seguridad.

Si por un momento se considerara la posibilidad de tener una predicción exacta de la demanda de una empresa, sería innecesario mantener niveles mínimos de inventario, lo cual resultaría ideal por razones de costos de mantenimiento y demás, pero la realidad es otra, no porque sea imposible de tener datos precisos de futuras demandas, sino por que raras veces se alcanza tal fin. Es por ello que se tienen existencias de seguridad o de reserva, las cuales se mantienen para compensar los riesgos de paros no planeados de la producción o incrementos inesperados en la demanda de los clientes.

Enfocando este caso en particular dicha predicción se hace aun más complicada ya que las características de la empresa COLDIDACTICAS LTDA, no permiten tener datos precisos, por tratarse de una compañía que trabaja sobre pedidos, la cual maneja una extensa línea de productos que no son de consumo masivo y que además tienen un ciclo de vida prolongado; por estas razones deben mantenerse niveles de inventario adecuados a las circunstancias de la empresa. Debido a factores como espacio se hace necesario no tener inventarios muy grandes de productos del área de mobiliario, como b son muebles de oficina, bibliotecas, y

demás productos que demanden un área extensa para su almacenamiento, a excepción de sillas, de las cuales se puede tener un poco más.

6.3.2 Inventario de desacoplamiento.

Es el que se requiere entre dos procesos u operaciones adyacentes cuyas tasas de producción no pueden sincronizarse; esto permite que cada proceso funcione como se planea.

6.3.3 Inventario en tránsito.

Esta constituido por materiales que avanzan en la cadena de valor; estos materiales son artículos que se han pedido pero no se han recibido todavía.

6.3.4 Inventario de ciclo.

Resulta cuando la cantidad [de unidades compradas (o producidas) con el fin de reducir los costos por unidad de compra (o incrementar la eficiencia de la producción) es mayor que las necesidades inmediatas de la empresa. Es precisamente aquí en donde se aplica la clasificación del tamaño del lote, la cual plantea que puede resultar más económico pedir una gran cantidad de unidades y

almacenar algunas de ellas, para utilizarlas más adelante, que ordenar una serie de pedidos pequeños.

6.3.5 Inventario de previsión o estacional.

Se acumula cuando una empresa produce mas de los requerimientos inmediatos durante los periodos de demanda baja para satisfacer los de demanda alta. Al aumentar los inventarios de previsión, la empresa modera sus requerimientos de producción.

6.4. POLÍTICA DE ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS

Para dar comienzo a la etapa correspondiente a los inventarios debe contarse con una política establecida, la cual direcciona la forma como deben de administrarse dichos inventarios. Esta política consiste en un conjunto de reglas y procedimientos que aseguran la continuidad de la producción de una empresa, permitiendo una seguridad razonable en cuanto a la escasez de materia prima e impidiendo el exceso de inventarios, con el objeto de mejorar la tasa de rendimiento. Las políticas ayudan a que los administradores respondan interrogantes como ¿Cuánto debe pedir la empresa?, ¿Cuándo debe pedir? Y ¿Con qué frecuencia debe hacerlo?

Uno de los problemas que se encontró al dar inicio el proyecto fue precisamente la ausencia de tal política, por lo cual el primer paso fue reunirse con la alta gerencia y demás dependencias involucradas directamente con el manejo de inventarios. De tal encuentro resultaron políticas relacionadas con los niveles mínimos y máximos que se deberían tener tanto para materias primas como para producto terminado, cantidades que se pudieran mantener económicamente; de igual forma se designó la responsabilidad del control de los inventarios al área financiera. Por otro lado se establecieron procedimientos para la administración y manejo de los mismos.

6.5 COSTOS DEL INVENTARIO

Previamente se mencionó el papel trascendental que juegan los costos en el área de inventarios, dichos costos son los que se encargan de estimular o no la tenencia de elevados niveles de piezas o productos, ya sea en bodega o en el mismo proceso productivo. Básicamente existen 5 tipos de costos pertinentes y que se tienen en cuenta en la mayoría de las situaciones, y son:

6.5.1 Costos del producto.

Este análisis de costo del producto debe hacerse bajo 2 perspectivas, una de las cuales se refiere a las materias primas e insumos adquiridos externamente, la otra

tiene que ver directamente con los productos que son fabricados por la compañía. Ambas situaciones generan unos costos distintos. Los costos de la primera están relacionados con el valor que se le paga al proveedor por el producto recibido, de igual forma pueden llegar a incluirse costos de transporte, recepción o inspección dentro de esta situación. Por otro lado los costos asociados a los productos elaborados son aquellos en los que incurre la empresa en el mismo proceso de fabricación, conocidos también como costos directos de manufactura.

6.5.2 Costos de adquisición.

Están directamente relacionados con los anteriores, y en ocasiones resultan ser iguales. De igual forma que en los costos de productos, estos varían dependiendo de la clase de elemento que se este refiriendo, es decir, si se trata de materias primas e insumos, o productos terminados. Para manufactura se consideran los costos de preparación; y para los demás se toman en cuenta aquellos en los que se incurre al colocar la orden de compra. Los costos de adquisición incluyen costos de servicio de corre, llamadas telefónicas a proveedores, costos de mano de obra en compras y contabilidad, costos de recepción, tiempo de computo para el mantenimiento de los registros y abastecimientos para la elaboración de las ordenes de compra.

6.5.3 Costos de manejo de inventarios.

Los costos de manejo o de llevar inventarios son los costos reales, los que “salen del bolsillo” y se relacionan con tener inventario disponible. Estos costos incluyen los seguros, la renta de bodegas, calefacción, energía, impuestos, y las pérdidas por robos, descomposición de los productos o por ruptura. Otros costos de oportunidad, aunque no directos, se deben de considerar, o sea los costos en los que se incurre por tener el capital ocioso en los inventarios.

6.5.4 Costos por falta de existencias.

Estos son los costos ocasionados por la demanda, cuando las existencias se agotan, o sea, son los costos de ventas perdidas o de pedidos no surtidos. Cuando las ventas se pierden por falta de existencias, la empresa pierde el margen de utilidad de las ventas no realizadas y la confianza del cliente.

6.5.5 Costos de operación del sistema de procesamiento de información.

Debido a que hay que actualizar los registros a medida que varían los niveles de existencias, se incurre en un costo de operación, y más aun cuando dichos niveles de inventario, no se registran diariamente, este costo se hace mayores por obtener un recuento físico preciso de tales inventarios.

Conociendo de antemano las características de estos costos se procede a evaluar cuales de estos se presentan en la empresa Coldidácticas Ltda. o dicho de otra forma, en cuales incurre la misma. La tabla 6-1 resume los costos asociados con el manejo de inventario.

6.6 FACTORES PERTINENTES A LOS INVENTARIOS

Independientemente de los costos que generan los inventarios, hay ciertas variables que incentivan la acumulación de grandes existencias, mientras que otras por el contrario estimulan el mantenimiento de inventarios más bajos. A continuación se presentara un resumen y una descripción breve de tales factores.

Dentro de los factores que estimulan la tenencia de inventarios elevados están:

6.6.1. Descuentos por cantidad.

Este es uno de los más comunes en las empresas, ya que siempre se estará en función de obtener los mejores precios, por tal motivo con frecuencia se opta por comprar artículos en lotes más grandes a los realmente requeridos para obtener una reducción en el precio unitario de compra. La empresa Coldidácticas Ltda., no podría ser la excepción, es por ello que en el caso de eléctricos, física, insumos, pintura, químicos y tortillería se hará uso de esta categoría, ya que se trata de piezas que no ocuparan mayor espacio, en lo que respecta a tubería, madera y

laminas, resulta inapropiado pedir cantidades por encima de las necesarias, debido a que son materiales que se ordenan sobre pedido.

6.6.2 Costos de horas extras y primas de turno.

Estos costos tienen directa relación con los periodos en los cuales la demanda es demasiado elevada y la capacidad de la planta es inadecuada a tales requerimientos. Es precisamente aquí, en donde la compañía optaría por añadir uno o más turnos extras para lograr suplir dichas necesidades, con lo cual lo único que estaría logrando sería incrementar los costos por conceptos de bonificación de horas extras y primas de turno, al igual que el aumento de los costos relacionados con la eficiencia de los operarios en producción, ya que esta comprobado que en turnos extras la eficiencia se ve seriamente afectada. Son por estas razones que la solución inmediata sería producir grandes niveles de piezas o productos en los periodos en los que la demanda es relativamente baja, así de esta forma se aprovecharía al máximo la mano de obra existente en el momento y se evitaría incurrir en esta clase de costos, para incurrir en otra: los de manejo de inventario.

Para Coldidácticas ésta representaría una excelente solución, ya que se ha logrado determinar que los costos originados por horas extras están ocasionando serios estragos en la estructura contable de la misma. Por otro lado la adopción de la alternativa planteada en el párrafo anterior no llegaría a representar la mejor

solución, ya que como se ha mencionado en repetidas ocasiones no existe una tendencia de la demanda que garantice que las empresa demandara una cantidad elevada de un producto o productos específicos en un periodo e tiempo determinado, por la misma forma de trabajar sobre pedido, por lo cual resultaría arriesgado este tipo de soluciones.

6.6.3 Costos de contrato, adiestramiento y despido.

Tomando como marco de referencia el hecho de que no se elija la programación de horas y turnos extras, se llegaría a la alternativa del contrato y despido de personal en periodos de demanda alta y demanda baja respectivamente, lo cual traería consigo serias repercusiones a nivel económico, ya que se incurriría en costos originados por documentación, reclutamiento y entrevista del personal en el caso de la contratación; al igual que costo asociados con indemnización en el caso de despidos. Por otro lado generaría un ambiente de incertidumbre e inestabilidad entre el personal, ya que no se estarían ofreciendo suficientes garantías tanto económicas como sociales, lo cual puede en un momento determinado llegar a afectar el buen desempeño del operario, disminuyendo su eficiencia; constituyendo esto otro factor que incrementa los costos anuales.

Es por ello que esta situación estimula la fabricación de grandes lotes en periodos flojos, aumentando de esta forma los niveles de existencias. La empresa en cuestión opta por el despido y contrato de personal.

Dentro de otros costos que incentivan el acumular grandes niveles de inventario se encuentran: Costos de instalación, costos directos de material y trabajo, costos de depreciación, etc.

De igual forma dentro de aquellos costos que por el contrario, estimulan un nivel mínimo de existencias están: Costos por deterioro y obsolescencia, impuestos e intereses, costos de almacenamiento y manejo, cambios de precio, etc. En la tabla 6-2 se presentan la relación de costos según los factores anteriores.

6.7 CLASIFICACIÓN DE LOS INVENTARIOS

El problema de control de inventarios es un problema difícil por la única razón de que una compañía puede considerar necesario mantener inventarios de bastantes materias primas, accesorios, piezas, subconjuntos y conjuntos diferentes. Un intento por mantener un control estrecho sobre el surtido de cada uno de esos artículos puede llegar a ser antieconómico desde el punto de vista de la demanda de tiempo y personal que originaría este control; consciente de esto se opto por mantener inventarios bajos de algunas de las referencias que maneja la empresa.

Existen diferentes criterios con base en los cuales se puede desarrollar un sistema de clasificación. El más común es la tasa anual en dólares del consumo de estos artículos. Esta se podría obtener multiplicando el costo de producción o compra de

cada unidad de l artículo, por el numero de unidades compradas o producidas anualmente.

6.8 MÉTODOS DE ANÁLISIS CUANTITATIVO

La técnica básica para realizar comparaciones de costo es el método del costo anual uniforme. Pero además de esta técnica, se han desarrollado otros métodos de análisis cuantitativo para usarlos en el campo del control de inventarios. Son estos enfoques los que consideraremos ahora, comenzando con el método para determinar los tamaños de lote en los cuales es más económico producir o comprar artículos cuando se conocen con certeza las demandas para estos artículos.

6.9 SISTEMA DE MÁXIMO - MÍNIMO

El enfoque del tamaño económico de lote para el mantenimiento de inventarios esta mejor representado por el sistema de máximos y mínimos del control de inventarios. Para llevar a cabo la elaboración de dicho sistema se hace necesario que la compañía establezca tres elementos para un conjunto de materiales, piezas o producto determinados, tales elementos son: Inventario mínimo, punto de nuevos pedidos y la cantidad de nuevos pedidos o tamaño del lote.

6.9.1 Inventario mínimo.

Denominado también como existencias o "stock" de seguridad, este inventario representa la cantidad de materia prima y producto terminado que la compañía desea tener disponible en bodega. Este inventario se hace indispensable ya que la tasa de consumo y el tiempo de obtención de los diferentes elementos puede llegar a ser en algunos casos mayor a los esperados. De no presentarse esta situación, la compañía estaría en capacidad de establecer un inventario mínimo de cero, lo cual garantizaría una reposición de existencias casi inmediata en el momento en que la cantidad de piezas se agotara. Pero como se acaba de mencionar hay factores que afectan de manera negativa la adopción de esta política de existencia nulas, es por ello que la empresa COLDIDACTICAS LTDA, estableció unas cantidades máximas y mínimas tanto para materia prima como para producto terminado. En resumen la función de los inventarios mínimos es anticiparse a aumentos inesperados en la demanda.

6.9.2 Punto de nuevos pedidos.

El interrogante que se presenta en la mayoría de los casos, es: ¿En que momento una compañía debe realizar un nuevo pedido, garantizando con esto el cumplimiento de las políticas de inventario mínimo establecidas previamente?. Es decir, si se desea hacer un pedido de determinado artículo, con el fin de

reposición de existencias, de las cuales debe existir una cantidad mínima, cual sería el momento exacto en que se debería emitir la orden de compra. Para resolver tal interrogante es necesario manejar dos conceptos, mencionados con anterioridad, uno de ellos es la tasa de consumo del artículo. El otro es el tiempo de obtención del artículo, es decir el periodo de tiempo necesario para obtener un pedido después de que se ha hecho.

Para ilustrar lo anterior, tomaremos una de las referencias de materia prima de mayor movimiento en la empresa COLDIDACTICAS LTDA, se trata de la TCJ-001 correspondiente a un Tornillo de Carriaje 1/4 x 1 1/2, el cual forma parte de las sillas universitarias, las cuales tienen una de las mayores demandas dentro de la compañía. Para este artículo se ha inventario mínimo de 300 unidades, y se desea hacer un pedido de 700 unidades. La tasa de consumo de tal artículo es de 100 unidades por mes y se requiere de 1 mes para su obtención. Como la empresa no desea que su inventario disminuya menos de 300 unidades, se debe hacer el pedido cuando el nivel del inventario llegue a 400 unidades. Esto es igual al nivel de inventario mínimo de 300 unidades más las 100 que se van a consumir mientras se realiza el procedimiento para la obtención del pedido. En forma de ecuación se puede expresar de la siguiente forma:

$$\text{Punto nuevo pedido} = \text{Inventario mínimo} + (\text{Tiempo obtención} \times \text{Tasa de consumo})$$

Por consiguiente se obtiene:

Punto nuevo pedido = 300 Unidades + (1 Mes x 100 Unidades)

= 300 Unidades

Como se acaba de observar, para conocer el punto de un nuevo pedido fue necesario tener la información concerniente a los inventarios mínimos, tiempo de obtención y tasa de consumo. Cuando se inicio al proyecto se vio la necesidad de adoptar ciertas políticas de inventario, de las cuales carecía la empresa COLDIDACTICAS LTDA, en tales políticas quedaron establecidos valores mínimos y máximos de cantidades que la compañía desea tener disponibles en bodega. Estas cantidades cobijan tanto a los materiales e insumos, como a productos terminados. De igual forma se estableció el tiempo de obtención de las diferentes piezas empleadas en la elaboración de los productos. Dichos tiempos oscilan en un rango de 1 a 2 días para algunos productos, y de 2 a 3 días para otros, esta variación depende básicamente de la cantidad que se solicite al proveedor, a mayor cantidad mayor será la demora. Anticipándose a posibles inconvenientes que se puedan presentar en el transcurso de tiempo después de que se haya emitido la orden de compra y por efectos de uniformidad en el momento de realizar los cálculos debidos, se opto por trabajar con el rango mayor, más adelante en el capítulo correspondiente a los requerimientos de materiales (MRP I), se emplearan los LT (Lead Time), los cuales normalmente se expresan en términos de semanas, por tal motivo se utilizara un LT de una semana, ya que se hará mas sencillo trabajarlo así, que empleando periodos de 1 o 2 días. En los cuadros del 6-3 al 6-11, se podrá observar la relación entre los materiales, los valores mínimos y máximos y el tiempo de obtención de tales piezas. Estos

materiales se encuentran clasificados en 10 áreas, las cuales son eléctricos, física, insumos, pinturas, químicos, tortillería, tubería, madera, lamina y varios.

COD.	ARTICULO	CANTIDAD		UNID.	(DIAS)
		MINIMA	MAXIMA		
TAM-001	ARGOLLA MEDIALUNA 1/2	100	500	UNIDAD	1.....2
TAR-001	ARANDELA 1/4	50	100	UNIDAD	1.....2
TAR-002	ARANDELA 3/16	50	100	UNIDAD	1.....2
TAR-003	ARANDELA 5/32	50	100	UNIDAD	1.....2
TAV-001	TORNILLO AVELLAN 3/16 X 3/4	50	100		1.....2
TCA-001	CANCAMOS GRANDES	0	0	UNIDAD	1.....2
TCA-002	CANCAMOS PEQUENOS	0	0	UNIDAD	1.....2
TCH-001	TORNILLO CAB. HEX. 5/16 x 1	50	100	UNIDAD	1.....2
TCH-002	TORNILLO CAB. HEX. 1/4 X 1	50	100		1.....2
TCH-003	TORNILLO CAB. HEX. 1/4 X 1 1/4	50	100		1.....2
TCH-004	TORNILLO CAB. HEX. 1/4 X 1 1/2	50	100		1.....2
TCH-005	TORNILLO CAB. HEX. 1/2 X 1 1/2	50	100		1.....2
TCJ-001	TORNILLO CARRIAJE 1/4 x 1 1/2	300	1000	UNIDAD	1.....2
TCJ-002	TORNILLO CARRIAJE 1/4 x 2	300	1000	UNIDAD	1.....2
TCJ-003	TORNILLO CARRIAJE 1/4 x 1 1/4	300	1000	UNIDAD	1.....2
TCJ-004	TORNILLO CARRIAJE 1/4 x 2 1/2	300	1000	UNIDAD	1.....2
TCL-001	TORNILLO CL 3/16 x 1/2	50	100	UNIDAD	1.....2
TCL-002	TORNILLO CL 3/16 x 3/8	50	100	UNIDAD	1.....2
TCL-003	TORNILLO CL 1/4 X 1/2	50	100		1.....2
TCL-004	TORNILLO CL 5/32 X 1/2	50	100		1.....2
TCO-001	TORNILLO CONTACTO 1/8 x 1/4	50	100	UNIDAD	1.....2
TCP-001	TORNILLO CP 1/4 x 1/2	50	100	UNIDAD	1.....2
TCP-002	TORNILLO CP 5/32 x 3/8	50	100	UNIDAD	1.....2
TCP-003	TORNILLO CP PHILIPS 12 x 1/2	50	100		1.....2
TCP-004	TORNILLO CP 3/16 X 1	50	100	UNIDAD	1.....2
TCP-005	TORNILLO CP 1/4 X 3/4	50	100		1.....2
TCR-001	TORNILLO CR 1/4 x 1 1/2	50	100	UNIDAD	1.....2
TCR-002	TORNILLO CR 1/4 x 3/4	50	100	UNIDAD	1.....2
TCR-003	TORNILLO CR 3/16 x 1	50	100	UNIDAD	1.....2
TCR-004	TORNILLO CR 3/16 x 1 1/2	50	100	UNIDAD	1.....2
TCR-005	TORNILLO CR 3/16 x 1/2	50	100	UNIDAD	1.....2
TCR-006	TORNILLO CR 3/16 x 3/4	50	100	UNIDAD	1.....2
TCR-007	TORNILLO CR 3/16 x 3/8	50	100	UNIDAD	1.....2
TCR-008	TORNILLO CR 5/32 x 1/2	50	100	UNIDAD	1.....2
TCR-009	TORNILLO CR 5/32 x 3/8	50	100	UNIDAD	1.....2
TCR-010	TORNILLO CR 3/16 X 2	50	100		1.....2
TCR-011	TORNILLO CR 1/8 X 1	50	100		1.....2
TCR-012	TORNILLO CR 1/4 X 1 1/4	50	100		1.....2
TCR-013	TORNILLO CR 1/8 X 1/2	50	100		1.....2
TDR-001	TORNILLO DRIWALL 7 x 1 5/8	50	100	UNIDAD	1.....2

Tabla 6-3. Lista de materiales según clasificación por tornillería.

TMA-001	TORNILLO PARA MADERA 4 x 3/8	50	100	UNIDAD	1.....2
TMA-002	TORNILLO PARA MADERA 6 x 1/2	50	100	UNIDAD	1.....2
TPA-001	TORNILLO PAN 10 x 1 1/2	50	100	UNIDAD	1.....2
TPA-002	TORNILLO PAN 12 x 1 1/2	50	100	UNIDAD	1.....2
TPA-003	TORNILLO PAN 4 x 1/2	50	100	UNIDAD	1.....2
TPA-004	TORNILLO PAN 4 x 1/4	50	100	UNIDAD	1.....2
TPA-005	TORNILLO PAN 12 X 1"	50	100	UNIDAD	1.....2
TPA-006	TORNILLO PAN 8 X 1	50	100		1.....2
TPA-007	TORNILLO PAN 1/4 X 1/2	50	100		1.....2
TPA-008	TORNILLO PAN 6 X 3/4	50	100		1.....2
TPP-001	TORNILLO PAN PHILIPS 8 x 3/8	50	100	UNIDAD	1.....2
TPP-002	TORNILLO PAN PHILIPS 6 x 3/8	50	100	UNIDAD	1.....2
TPP-003	TORNILLO PAN PHILIPS 12 x 3/4	50	100	UNIDAD	1.....2
TPP-004	TORNILLO PAN PHILIPS 12 x 5/8	50	100	UNIDAD	1.....2
TPP-005	TORNILLO PAN PHILIPS 12 x 1/2	50	100	UNIDAD	1.....2
TPP-006	TORNILLO PAN PHILIPS 12 X 2	50	100		1.....2
TPP-007	TORNILLO PAN PHILIPS 4 X 3/8	50	100		1.....2
TPP-008	TORNILLO PAN PHILIPS 12 X 1 1/4	50	100		1.....2
TPR-001	TORNILLO BSC PRISIONERO 3/16 x 1	50	100	UNIDAD	1.....2
TPR-002	TORNILLO PRISIONERO 1/4	50	100	UNIDAD	1.....2
TPU-001	TORNILLO PUPITRE 1/4 x 1	300	1000	UNIDAD	1.....2
TPU-002	TORNILLO PUPITRE 1/4 x 1 1/2	300	1000	UNIDAD	1.....2
TPU-003	TORNILLO PUPITRE 1/4 x 1 1/4	300	1000	UNIDAD	1.....2
TPU-004	TORNILLO PUPITRE 1/4 x 3/4	300	1000	UNIDAD	1.....2
TPU-005	TORNILLO PUPITRE 1/4 X 1 3/4	300	1000		1.....2
TTU-001	TUERCA 3/16	50	100	UNIDAD	1.....2
TTU-002	TUERCA 5/32	50	100	UNIDAD	1.....2
TTU-003	TUERCA CUADRADA DE 1/4 NEGRA	50	100	UNIDAD	1.....2
TTU-004	TUERCA MARIPOSA 1/4	50	100	UNIDAD	1.....2
TTU-005	TUERCAS HEXAGONALES 1/4	500	1500	UNIDAD	1.....2
TTU-006	TUERCAS HEXAGONALES 3/8	500	1500		1.....2
TTU-007	TUERCAS HEXAGONALES 5/16	500	1500		1.....2
TTU-008	TUERCA CUADRADA DE 1/8	50	100		1.....2
TTU-009	TUERCA MARIPOSA 3/16	50	100		1.....2
TTU-010	TUERCAS HEXAGONALES 1/2	500	1000		1.....2
TTE-001	TORNILLO TERMINAL 5/16	50	100		1.....2
TTE-002	TORNILLO TERMINAL 1/4	50	100		1.....2
TWA-001	WASAS DE 3/16	500	1500	UNIDAD	1.....2
TWA-002	WASAS DE 1/4	500	1500	UNIDAD	1.....2
TIY-001	TORNILLOS INYECTADOS	50	100	UNIDAD	1.....2
TBR-001	TORNILLOS BRISTOL 3/16 X 3/8	50	100	UNIDAD	1.....2

Tabla 6-3. Lista de materiales según clasificación por tornillería. (Continuación).

COD.	ARTICULO	CANTIDAD		UNID.	LT
		MINIMA	MAXIMA		(DIAS)
UAA-001	ALUMINIO ANGULO 2 x 1/8	0	0	METROS	1.....2
UAA-002	ALUMINIO ANGULO 1 1/2 X 1/8	0	0	METROS	1.....2
UAA-003	ALUMINIO ANGULO 1/2 X 1/16	0	0	METROS	1.....2
UAB-001	ALUMINIO RED. BARRA 1/4 CRUDO	0	0	METROS	1.....2
UAB-002	ALUMINIO RED. BARRA 7/32 CRUDO	0	0	METROS	1.....2
UAB-003	ALUMINIO CUAD. EN BARRA 1/2	0	0	METROS	1.....2
UAB-004	ALUMINIO RED. EN BARRA 3/8	0	0	METROS	1.....2
UAB-005	ALUMINIO RED. EN BARRA 5/16	0	0	METROS	1.....2
UAB-006	ALUMINIO RED. EN BARRA 1 1/2	0	0	METROS	1.....2
UAB-007	ALUMINIO REDONDO EN BARRA 2"	0	0	METROS	1.....2
UAP-001	ALUMINIO PLATINA 1/2 x 1/8	0	0	METROS	1.....2
UAP-002	ALUMINIO PLATINA 3/4 X 3/16	0	0	METROS	1.....2
UAP-003	ALUMINIO PLATINA 1 X 1/16	0	0	METROS	1.....2
UAP-004	ALUMINIO PLATINA 1 X 3/8	0	0	METROS	1.....2
UAP-005	ALUMINIO PLATINA 5/8 X 1/16	0	0	METROS	1.....2
UHP-001	HIERRO PLATINA 3/4 x 1/8	0	0	METROS	1.....2
UHP-002	HIERRO PLATINA 1/2	0	0	METROS	1.....2
UHP-003	HIERRO PLATINA 3/4 X 1/4	0	0	METROS	1.....2
UHP-004	HIERRO PLATINA 1/8 X 1	0	0	METROS	1.....2
UHP-005	HIERRO PLATINA 1 1/2 X 3/16	0	0	METROS	1.....2
UHP-006	HIERRO PLATINA 1/8 X 3	0	0	METROS	1.....2
UAT-001	ALUMINIO TUBULAR 1 X1	0	0	METROS	1.....2
UAL-001	ALUMINIO EN BANDA	0	0	METROS	1.....2
UAC-001	ALUMINIO CANAL DOBLE	0	0	METROS	1.....2
UHA-001	HIERRO ANGULO 3/16 X 1	0	0	TRAMO	1.....2
UHA-002	HIERRO ANGULO 3/16 X 1 1/4	0	0	TRAMO	1.....2
UHA-003	HIERRO ANGULO 3/16 X 1/8	0	0	TRAMO	1.....2
UHA-004	HIERRO ANGULO 2" X 1/8	0	0	TRAMO	1.....2
UHA-005	HIERRO ANGULO 3/16 X 1 1/2	0	0	TRAMO	1.....2
UHA-006	HIERRO ANGULO 1 1/2 X 1/8	0	0	TRAMO	1.....2
UHA-007	HIERRO ANGULO 2 1/2 X 1/4	0	0	TRAMO	1.....2
UHA-008	HIERRO ANGULO 2 1/2 X 3"	0	0	TRAMO	1.....2
UKI-001	KIT SILLA UNIVERSITARIA FIJA	0	0	KIT	20
UKI-002	KIT SILLA KINDER	0	0	KIT	20
UKI-003	KIT BUTACO CON ESPALDAR	0	0	KIT	20
UKI-004	KIT SILLA PRIMARIA	0	0	KIT	20
UKI-005	KIT SILLA PRIMARIA	0	0	KIT	20
UKI-006	KIT SILLA PROFESOR	0	0	KIT	20
UKI-007	KIT PUPITRE BIPERSONAL	0	0	KIT	20
UKI-008	KIT SILLA UNIVERSITARIA APILABLE	0	0	KIT	20

Tabla 6-4. Lista de materiales según clasificación por tubería.

UKI-009	KIT SILLA UNIV. CON CRUCETA	0	0	KIT	20
UPM-001	PERFIL MANIJA	0	0	METROS	1.....2
UTA-001	TUBO REC. 1/2 x 1 1/4 CAL.18	0	0	METROS	1.....2
UTA-002	TUBO REC. 3/4 x 1 1/2 CAL.18	0	0	METROS	1.....2
UTA-003	TUBO REC. 20 X 40 CAL. 18	0	0	METROS	1.....2
UTC-001	TUBO CUA. 1 1/2 CAL.18	0	0	METROS	1.....2
UTC-002	TUBO CUA. 1" CAL.20	0	0	METROS	1.....2
UTC-003	TUBO CUA. 1 1/2 CAL. 20	0	0	METROS	1.....2
UTC-004	TUBO CUA. 1" CAL.18	0	0	METROS	1.....2
UTC-005	TUBO CUA. 3/4 CAL. 18	0	0	METROS	1.....2
UTC-006	TUBO CUA. 3/4 CAL. 20	0	0	METROS	1.....2
UTR-001	TUBO RED. 1 1/4 CAL.18	0	0	METROS	1.....2
UTR-002	TUBO RED. 3/8 CAL.20	0	0	METROS	1.....2
UTR-003	TUBO RED. 7/8 CAL.18	0	0	METROS	1.....2
UTR-004	TUBO RED.C. R. 1 1/8 CAL.20.	0	0	METROS	1.....2
UTR-005	TUBO RED. 1/2 CAL. 18	0	0	METROS	1.....2
UTR-006	TUBO RED. 1/2 CAL. 20	0	0	METROS	1.....2
UTR-007	TUBO RED. 5/8 CAL. 18	0	0	METROS	1.....2
UTR-008	TUBO RED. 5/8 CAL. 20	0	0	METROS	1.....2
UTR-009	TUBO RED. 3/4 CAL. 18	0	0	METROS	1.....2
UTR-010	TUBO RED. 3/4 CAL. 16	0	0	METROS	1.....2
UTR-011	TUBO RED. 3/4 CAL. 20	0	0	METROS	1.....2
UTR-012	TUBO RED. 1" CAL. 18	0	0	METROS	1.....2
UTR-013	TUBO RED. 1" CAL. 16	0	0	METROS	1.....2
UTR-014	TUBO RED. 1" CAL. 20	0	0	METROS	1.....2
UTR-015	TUBO RED. 1 1/2 CAL. 18	0	0	METROS	1.....2
UTR-016	TUBO RED. 1 1/2 CAL. 20	0	0	METROS	1.....2
UTR-017	TUBO RED. 1 1/2 CAL. 16	0	0	METROS	1.....2
UTR-018	TUBO RED. 1,9 CAL. 18	0	0	METROS	1.....2
UTR-019	TUBO RED. 1,9 CAL. 20	0	0	METROS	1.....2
UTR-020	TUBO RED. 1,9 CAL. 16	0	0	METROS	1.....2
UTR-021	TUBO RED. 1 1/8 CAL. 20	0	0	METROS	1.....2
UTR-022	TUBO RED. 7/8 CAL. 20	0	0	METROS	1.....2
UTR-023	TUBO RED. 7/8 CAL. 16	0	0	METROS	1.....2
UTP-001	TUBO DE PVC	0	0	METROS	1.....2
UNB-002	NAVE DIVISION DE BAÑO PESADA	0	0	METROS	1.....2
ULA-001	LATON REDONDO1"	0	0	METROS	1.....2
ULA-002	LATON REDONDO 3/8	0	0	METROS	1.....2
ULA-003	LATON REDONDO 5/8	0	0	METROS	1.....2
ULA-004	LATON REDONDO 3/4	0	0	METROS	1.....2
UVA-001	VARILLA ACERO 1020 1/4	0	0	METROS	1.....2
UVA-002	VARILLA DE ACERO 3/16	0	0	METROS	1.....2

Tabla 6-4. Lista de materiales según clasificación por tubería. (Continuación).

UVA-003	VARILLA 1020 DE ACERO 7/16	0	0	METROS	1.....2
UVA-004	VARILLA 1020 DE 1/2	0	0	METROS	1.....2
UVA-005	VARILLA DE BRONCE	0	0	METROS	1.....2
UVA-006	VARILLA DE HIERRO SOLD. 1/16	0	0	METROS	1.....2
UVA-007	VARILLA DE ACERO RED. 3/8	0	0	METROS	1.....2
UVA-008	VARILLA 1020 DE ACERO RED. 2"	0	0	METROS	1.....2
UVA-009	VARILLA 1020 ACERO 3/4	0	0	METROS	1.....2
UVA-010	VARILLA 1020 ACERO 5/16	0	0	METROS	1.....2
UVA-011	VARILLA 1020 CUADRADA 3/4	0	0	METROS	1.....2
UVA-012	VARILLA 1020 ACERO HEXAGONAL	0	0	METROS	1.....2
UVA-013	VARILLA 1020 ACERO 1"	0	0	METROS	1.....2
UVA-014	VARILLA DE ALUMINIO	0	0	METROS	1.....2
UVA-015	VARILLA DE HIERRO SOLDADURA 1/8	0	0	METROS	1.....2
UVA-016	VARILLA DE ACERO 1020 7/16	0	0	METROS	1.....2
UVA-017	VARILLA DE ACERO 1020 5/8	0	0	METROS	1.....2
UVA-018	VARILLA DE ACERO 1020 1 1/4	0	0	METROS	1.....2

Tabla 6-4. Lista de materiales según clasificación por tubería. (Continuación).

CODIGO	ARTICULO	CANTIDAD		UNIDAD	LT
		MINIMA	MAXIMA		(DIAS)
MTU-001	TRUPAM (MDF) 2.7MM	0	0	LAMINA	1.....2
MTU-002	TRUPAM (MDF) 6MM	0	0	LAMINA	1.....2
MTU-003	TRUPAM (MDF) 4MM	0	0	LAMINA	1.....2
MTU-004	TRUPAM (MDF) 19MM	0	0	LAMINA	1.....2
MTU-005	TRUPAM (MDF) 12MM	0	0	LAMINA	1.....2
MTU-006	TRUPAM (MDF) 10MM	0	0	LAMINA	1.....2
MTU-007	TRUPAM (MDF) 3MM	0	0	LAMINA	1.....2
MTU-008	TRUPAM (MDF) 9MM	0	0	LAMINA	1.....2
MTU-009	TRUPAM (MDF) 15MM	0	0	LAMINA	1.....2
MTU-010	TRUPAM (MDF) 25MM	0	0	LAMINA	1.....2
MTU-011	TRUPAM (MDF) 5.5MM	0	0	LAMINA	1.....2
MTU-012	TRUPAM (MDF) 30MM	0	0	LAMINA	1.....2
MTI-001	TRIPLEX 12MM	0	0	LAMINA	1.....2
MTI-002	TRIPLEX 10MM	0	0	LAMINA	1.....2
MTI-003	TRIPLEX 15MM	0	0	LAMINA	1.....2
MTI-004	TRIPLEX 19MM	0	0		1.....2
MTI-005	TRIPLEX 14MM	0	0		1.....2
MMC-001	MADECOR 12MM	0	0	LAMINA	1.....2
MMC-002	MADECOR 10MM	0	0	LAMINA	1.....2
MMC-003	MADECOR 15MM	0	0	LAMINA	1.....2
MMC-004	MADECOR 19MM	0	0	LAMINA	1.....2
MMR-001	MADECRAF 12MM	0	0	LAMINA	1.....2
MMR-002	MADECRAF 10MM	0	0	LAMINA	1.....2
MMR-003	MADECRAF 4MM	0	0	LAMINA	1.....2
MMR-004	MADECRAF 19MM	0	0	LAMINA	1.....2
MMR-005	MADECRAF 6MM	0	0	LAMINA	1.....2
MMR-006	MADECRAF 9MM	0	0	LAMINA	1.....2
MMR-007	MADECRAF 15MM	0	0	LAMINA	1.....2
MMR-008	MADECRAF 25MM	0	0	LAMINA	1.....2
MMR-009	MADECRAF 30MM	0	0	LAMINA	1.....2
MMF-001	MADEFLEX PERFORADO	0	0	LAMINA	1.....2
MMF-002	MADEFLEX 4MM	0	0	LAMINA	1.....2
MMF-003	MADEFLEX 3MM	0	0	LAMINA	1.....2
MMO-001	MODULOS CURVOS	0	0		1.....2
MBO-001	MADERA BOLICHE	0	0	LAMINA	1.....2
MLI-001	MADERA LISTON	0	0	LAMINA	1.....2
MMA-001	MADECANTO	0	0		1.....2
MFO-001	FORMICA COLORES VIVOS	0	0	LAMINA	1.....2
MFO-002	FORM. COLORES MADERA	0	0	LAMINA	1.....2
MFO-003	FORMICA PIZARRON	0	0	LAMINA	1.....2

Tabla 6- 5. Lista de materiales según clasificación por madera.

COD.	ARTICULO	CANTIDAD		UNIDAD	LT
		MINIMA	MAXIMA		(DIAS)
LCR-001	LAMINA CR 4 X 8 CALIBRE 18	0	0	LAMINA	1.....2
LCR-002	LAMINA CR 4 X 8 CALIBRE 16	0	0	LAMINA	1.....2
LCR-003	LAMINA CR 1 X 2 CALIBRE 18	0	0	LAMINA	1.....2
LCR-004	LAMINA CR 1 X 2 CALIBRE 16	0	0	LAMINA	1.....2
LCR-005	LAMINA CR 4 X 8 CALIBRE 20	0	0	LAMINA	1.....2
LCR-006	LAMINA CR 1 X 2 CALIBRE 20	0	0	LAMINA	1.....2
LCR-007	LAMINA CR 4 X 8 CALIBRE 22	0	0	LAMINA	1.....2
LCR-008	LAMINA CR 1 X 2 CALIBRE 22	0	0	LAMINA	1.....2
LCR-009	LAMINA CR 1 X 2 CALIBRE 3/16	0	0	LAMINA	1.....2
LCR-010	LAMINA CR 4 X 8 CALIBRE 3/16	0	0	LAMINA	1.....2
LCR-011	LAMINA CR 4 X 8 CALIBRE 24	0	0	LAMINA	1.....2
LCR-012	LAMINA CR 4 X 4 CALIBRE 26	0	0		1.....2
LGA-001	LAMINA GALVANIZADA 4 X 8 C 18	0	0	LAMINA	1.....2
LGA-002	LAMINA GALVANIZADA 4 X 8 C 23	0	0	LAMINA	1.....2
LGA-003	LAMINA GALVANIZADA 1 X 2 C 18	0	0	LAMINA	1.....2
LGA-004	LAMINA GALVANIZADA 4 X 8 C 20	0	0	LAMINA	1.....2
LGA-005	LAMINA GALVANIZADA 1 X 2 C 20	0	0	LAMINA	1.....2
LGA-006	LAMINA GALVANIZADA 1 X 2 C 30	0	0		1.....2
LGA-007	LAMINA GALVANIZADA 4 X 8 C 24	0	0		1.....2
LHR-001	LAMINA HR 4 X 8 CALIBRE 16	0	0	LAMINA	1.....2
LHR-002	LAMINA HR 4 X 8 CALIBRE 3/16	0	0		1.....2
LHR-003	LAMINA HR 4 X 8 CALIBRE 2.5	0	0		1.....2

Tabla 6-6. Lista de materiales según clasificación por laminas.

COD.	ARTICULO	CANTIDAD		UNIDAD	L T (DIAS)
		MINIMA	MAXIMA		
PBA-001	BASE VINILICA PROCOPII	1/2	1	GALON	1.....2
PBA-002	BASE BLANCA	1/2	1		1.....2
PBA-003	BASE TINTA SCREEN	1/2	1		1.....2
PBA-004	BASE VERDE OLIVA	1/2	1		1.....2
PBR-001	BARNIZ DIELECTRICO	0	0	GALON	1.....2
PBR-002	BARNIZ INTEMPERIE BRILLANTE 557	1/2	1	GALON	1.....2
PBR-003	BARNIZ VITRIFLEX	1/2	1		1.....2
PBR-004	BARNIZ VITRIFLEX ENDURESEDOR	1/2	1		1.....2
PCA-001	CATALIZADOR ULTRALAC 18448	1/2	1	GALON	2.....3
PDE-001	PINTURA PARA DEMARCACION AMARILLO 659	1/2	1	GALON	1.....2
PES-001	PINTURA ESM. ANOLOCK	1/2	1	GALON	1.....2
PES-002	PINTURA ESM. BLANCO	1/2	1	GALON	1.....2
PES-003	PINTURA ESM. DORADO 112228	1/2	1	GALON	1.....2
PES-004	PINTURA ESM. HORNEABLE AMARIL.ORO 1476	1/2	1	GALON	1.....2
PES-005	PINTURA ESMALTE HORNEABLE AZUL 1475	1/2	1	GALON	1.....2
PES-006	PINTURA ESMALTE MARTILLADO VERDE 1411	1/2	1	GALON	1.....2
PES-007	PINTURA ESM.PINTULUX VERDE ESMERALDA	1/2	1	GALON	1.....2
PES-008	PINTURA ESMALTE HORNEABLE VERDE SELVA	1/2	1		1.....2
PES-009	PINTURA ESMALTE HORNEABLE BLANCA.	1/2	1		1.....2
PES-010	PINTURA ESMALTE HORNEABLE NEGRO	1/2	1		1.....2
PES-011	PINTURA ESMALTE HORNEABLE ROJO	1/2	1		1.....2
PEM-001	EMULSION GAMA SCREEN	1/2	1		1.....2
PLA-001	LACA AZUL CLARO	1	1	GALON	1.....2
PLA-002	LACA CATALIZADA ULTRALAC INCOLORO 118449	1	1	GALON	1.....2
PLA-003	LACA NEGRA	1	1	GALON	1.....2
PLA-004	LACA PARA MADERA	1	1	GALON	1.....2
PLA-005	PINTURA LACA AMARILLO CR MEDIO 7501	1/2	1	GALON	1.....2
PLA-006	PINTURA LACA ROJO CLARO 7508	1/2	1	GALON	1.....2
PLA-007	PINTURA LACA ROJO MEDIANOCHE 7580	1/2	1	GALON	1.....2
PLA-008	PINTURA LACA TRANSP.BRILLANTE 7400	5	10	GALON	1.....2
PLA-009	PINTURA LACA BLANCA	1/2	1		1.....2
PLA-010	PINTURA LACA AZUL ENTONADOR	1/2	1		1.....2
PLA-011	PINTURA LACA OCRE	1/2	1		1.....2
PLA-012	PINTURA LACA GRIS	1/2	1		1.....2
PMA-001	MASILLA GRIS CLARO 119139	1/2	1	GALON	1.....2
PPA-001	PASTA VERDE	1/2	1	KG	1.....2
PPO-001	PINTURA EN POLVO AMARILLO ORO BRILLANTE	25	25	KG	2.....3
PPO-002	PINTURA EN POLVO BEIGE GOFRADO	25	25	KG	2.....3
PPO-003	PINTURA EN POLVO MARRON GOFRADO	25	25	KG	2.....3
PPO-004	PINTURA EN POLVO GRIS RAL 7030	25	25	KG	2.....3

Tabla 6-7. Lista de materiales según clasificación por pinturas.

COD.	ARTICULO	CANTIDAD		UNID.	LT
		MINIMA	MAXIMA		(DIAS)
ICI-001	CINTA EMPAQUE 2" (ANCHA)	6	20	ROLLOS	1.....2
	CINTA AUTOADHESIVA 1/2	1	2	ROLLOS	1.....2
ICI-002	CINTA PARA ENMASCARAR 1/2"	2	5	ROLLOS	1.....2
	CINTA PARA ENMASCARAR 3/4"	1	3	ROLLOS	1.....2
ICI-003	CINTA TEFLON (PARA TUBERIA)	1	1	ROLLOS	1.....2
	CINTA AISLANTE (NEGRA)	1	2	ROLLOS	1.....2
	CINTA DE COLORES	4	8		1.....2
ICU-001	CUCHILLAS BISTURI GRANDE	10	10	UNIDAD	1.....2
ICU-002	CUCHILLAS BISTURI RED.	0	0	UNIDAD	1.....2
ICE-001	CEPILLO DE ACERO	0	0		1.....2
IEM-001	EMPAQUE PISTOLA SPRAYIT	5	10	UNIDAD	1.....2
IFI-001	FILTRO PARA COMPRESOR	10	20	UNIDAD	1.....2
IFI-002	FILTRO PARA MASCARILLA COMFO	10	20	UNIDAD	1.....2
IFI-003	FILTRO REDONDO	10	20	UNIDAD	1.....2
IFI-004	FILTRO TIPO CORBATIN	10	20	UNIDAD	1.....2
IFI-005	FILTRO TRIANGULAR	10	20	UNIDAD	1.....2
IHS-001	HOJA SEGUETA 12" HIERRO	5	20	UNIDAD	1.....2
IHS-002	HOJA SEGUETA 12" LAMINA	5	20	UNIDAD	1.....2
IHS-003	HOJA DE SIERRA PARA CALADORA	10	20	UNIDAD	1.....2
ILI-001	LJA DE AGUA No.100	20	100	PLIEGOS	1.....2
ILI-002	LJA DE AGUA No.150	20	100	PLIEGOS	1.....2
ILI-003	LJA DE AGUA No.220	20	100	UNIDAD	1.....2
ILI-004	LJA DISCO No.150	5	10	UNIDAD	2.....3
ILI-005	LJA DISCO No.36	5	10	UNIDAD	2.....3
ILI-006	LJA DISCO No.50	5	10	UNIDAD	2.....3
ILI-007	LJA DISCO No.60	5	10	UNIDAD	2.....3
ILI-008	LJA DISCO PULIMETAL 1/4 x 7"	5	10	UNIDAD	2.....3
ILI-009	LJA PULIMETAL No.60 (EN BANDA)	2	20	METROS	2.....3
IMA-001	MASCARILLA AZUL	5	10	UNIDAD	1.....2
IMT-001	MACARRON TERMOENCOGIBLE 1/4	0	0	UNIDAD	1.....2
IPU-001	PUNTA PHILIPS No.2	1	1	UNIDAD	1.....2
IPU-002	PUNTA PHILIPS No.3	1	1	UNIDAD	1.....2
IPA-001	PASADOR ALEMAN	0	0		2.....3
IRO-001	ROLLO PEL. STRECH FILM PEQUEÑO	1	5	ROLLOS	2.....3
IRO-002	ROLLO PEL. STRECH FILM GRANDE	1	5	ROLLOS	2.....3
IRO-003	ROLLO DE TERMOENCOGIBLE	5	8	ROLLOS	2.....3
ISO-001	SOLDADURA MIG WEST ARCO	1	30	ROLLOS	2.....3
ITA-001	TAPAOIDOS	5	10	UNIDAD	1.....2
ITO-001	TOVERAS M15 13 MM. NOZZLES	2	10	UNIDAD	2.....3
ITU-001	TUBO DE CONTACTO 0.9 MM.	2	10	UNIDAD	2.....3

Tabla 6-8. Lista de materiales según clasificación por insumos.

COD.	ARTICULO	CANTIDAD		UNIDAD	L T
		MINIMA	MAXIMA		(DIAS)
QAC-001	ACIDO SULFURICO	1	1	LITRO	1.....2
QAZ-001	AZUFRE MICROMIZADO	0	0	KG	1.....2
QAE-001	ACEITE TELLUS 100	1	3,78	LITRO	1.....2
QCA-001	CAUCHOLATEX	0	0	KG	1.....2
QCB-001	CARBOSIL	1/2	1	KG	1.....2
QCE-001	CEMENTO DE POLIURETANO	0	0	BOTELLA	1.....2
QCR-001	CERA DESMOLDANTE	1	1	CAJA	1.....2
QDI-001	DISOLVENTE MIL	2	5	GALON	1.....2
QPE-001	PEGANTE AXW	1	5	GALON	1.....2
QSI-001	SIKA TRANSP. PARA FACHADA	0	0	GALON	1.....2
QSI-002	SIKA-1	0	0	GALON	1.....2
QSO-001	SODA CAUSTICA	0	0		1.....2
QTA-001	TAPAGOTERAS	0	0	GALON	1.....2
QPE-002	PEGANTE COLMADERA	1	2	GALONES	1.....2
QDI-002	DISOLVENTE XILOL	3	5	GALONES	1.....2
QDI-003	DISOLVENTE PVC	1	3	GALONES	1.....2
QPE-003	PEGANTE BOXER	1	5	CUÑETE	2.....3
QSL-001	SILICONA TRANSP. EN TUBO FRIA	1	3	TUBO	1.....2
QLA-001	LAMINA DE ESPUMA POLIURETANO	0	0	LAMINA	1.....2
QRE-001	RESINA CRISTALAN	0	0	KILOS	1.....2
QRE-002	RESINA CRISTACOLOR 173	0	0		1.....2
QCC-001	CARBONATO DE CALCIO)	0	0	KILOS	1.....2
QCO-001	DIOXIDO DE CARBONO PIPA	1	1	PIPA	1.....2
QME-001	MECK PEROXIDO	200	1000	GRAMOS	1.....2
QMA-001	MATT (CATALIZADOR RESINA)	200	1000	GRAMOS	1.....2
QHP-001	HIPOCLORITO DE SODIO (H3PO4)	1	1	GALON	1.....2
QGA-001	GASOLINA AMARILLA	1	1	GALON	1.....2
QGA-002	GASOLINA BLANCA	1	1	GALON	1.....2
QTR-001	TRICLOROETILENO	1	3,78	LITRO	1.....2
QRS-001	ESTIRENO	1/2	1	LITRO	1.....2
QTH-001	THINER	10	55	GALONES	1.....2
QFO-001	FOSBOND 224 R (DESENGRASANTE)	15	25	KILOS	1.....2
QFO-002	FOSBOND AMC (DESOXIDANTE)	5	17	GALONES	1.....2
QFO-003	FORINCE (SELLADOR)	1	5	GALONES	1.....2
QDO-001	DOWANOL	0	0		1.....2
QTA-001	TAPAGOTERAS	0	0	GALON	1.....2
QTA-002	TAPAPOROS	1/4	1	GALON	1.....2

Tabla 6-9. Lista de materiales según clasificación por químicos.

CODIGO	ARTICULO	CANTIDAD		UNIDAD	L T (DIAS)
		MININA	MAXIMA		
EBA-001	BALASTO PARA 2 TUBOS FLUORES. DE 20 W.	0	0	UNIDAD	1
EBA-002	BALASTO PARA UN TUBO FLUORES. DE 20 W.	0	0	UNIDAD	1
EBN-001	BANANA MACHO	100	500	UNIDAD	2.....3
EBN-002	BANANAS HEMBRA	100	500	UNIDAD	2.....3
EBO-001	BOMBILLO 12 V.	0	0	UNIDAD	1
EBO-002	BOMBILLO 2.2 V.	0	0	UNIDAD	1
EBO-003	BOMBILLO 6 V.	0	0	UNIDAD	1
EBO-004	BOMBILLOS DE 110 V A 7.5 W	0	0	UNIDAD	1
EBO-005	BOMBILLOS EQUIPOS DE MECANICA	0	0	UNIDAD	1
EBO-006	BOMBILLO PARA STROBER	0	0		1
ECA-001	CABLE DUPLEX 2 x 18	0	0	METROS	1
ECA-002	CABLE VEHICULO No.20	0	0	METROS	1
ECA-003	CABLE VEHICULO No. 18	0	0		1
ECA-004	CABLE DUPLEX 2 X 16	0	0		1
ECL-001	CLAVIJAS DE CAUCHO	0	0	UNIDAD	1
ECM-001	CAIMANES GRANDES	100	500	UNIDAD	2.....3
ECM-002	CAIMANES PEQUEÑOS	100	500	UNIDAD	2.....3
ECO-001	CODILLO INTERRUPTOR 2 PATAS	50	100	UNIDAD	2.....3
ECO-002	CODILLO INTERRUPTOR 3 PATAS	50	100	UNIDAD	2.....3
EFU-001	FUSIBLES	20	50	UNIDAD	2.....3
ELA-001	LAMPARA APLIQUE	0	0	UNIDAD	2.....3
EPB-001	PORTABOMBILLOS PEQUEÑO	0	0	UNIDAD	2.....3
EPF-001	PORTAFUSIBLES	20	50	UNIDAD	2.....3
EPI-001	PILOTOS DE NEON	0	0	UNIDAD	2.....3
EPL-001	PLAFON LOZA PEQUEÑO	0	0	UNIDAD	2.....3
EPR-001	PUENTE RECTIFICADOR 6 AMP. 800 V.	0	0	UNIDAD	2.....3
EPU-001	PULSADORES	20	50	UNIDAD	2.....3
ESO-001	SOCKER JUEGO	0	0	UNIDAD	2.....3
EST-001	STARTES DE 20 W	0	0	UNIDAD	2.....3
EST-002	STARTES DE 40 W	0	0	UNIDAD	2.....3
ETA-001	TOMA AEREO	0	0	UNIDAD	2.....3
ETA-002	TOMA DOBLE LEVINGTON	0	0		2.....3
ETI-001	TIMBRE	0	0	UNIDAD	2.....3
ETR-001	TRANSFORMADOR 115 V. 2	0	0	UNIDAD	2.....3
ETR-002	TRANSFORMADOR 500	0	0	UNIDAD	2.....3
ETR-003	TRANSFORMADOR 508	0	0	UNIDAD	2.....3
ETR-004	TRANSFORMADOR 509	0	0	UNIDAD	2.....3

Tabla 6-10. Lista de materiales según clasificación por eléctricos.

COD.	ARTICULO	CANTIDAD		UNIDAD	LT (DIAS)
		MINIMA	MAXIMA		
FAG-001	AGUJAS PARA VITROLA	500	500	UNIDAD	1.....2
FBO-001	BOLA PERFOR.PARA ABACO 20 MM	5000	10000	UNIDAD	4
FBO-002	BOLA PERFOR. PARA ABACO	5000	10000	UNIDAD	4
FBO-003	BOLAS DE PING PONG	0	0	UNIDAD	1
FCA-001	CALIBRADOR PLASTICO PEQUEÑO	0	0	UNIDAD	2
FIM-001	IMAN EN BANDA	20	50	METROS	4
FIM-002	IMANES (BARRA GRANDE)	100	200		4
FLA-001	LAMINA DE CORCHO 9 MM.	0	0	UNIDAD	1.....2
FPM-001	POLEA MAXWELL 3 HUECOS	5	20	UNIDAD	2.....3
FPM-002	POLEA ALUMINIO	5	20		2.....3
FPO-001	POLIESTILENO BLANCO DE 1.5 MM	50	200	LAMINA	2.....3
FPO-002	POLIESTILENO GRIS DE 4 MM.	0	0	UNIDAD	2.....3
FPL-001	PLOMO	0	0		2.....3
FPA-001	PASTA PARA BRILLAR W-100	0	0		1.....2
FRM-001	RUEDA MAXWELL 6 HUECOS	5	20	UNIDAD	2.....3
FRE-001	RESORTES EN GENERAL	0	0		2.....3
FRS-001	RESISTENCIAS	0	0		2.....3
FRO-001	REOSTATOS	0	0		2.....3
FTA-001	SENSOR DE ALUMINIO	10	20	UNIDAD	2.....3
FLA-002	LAMINA DE ACRILICO	1/2	1	LAMINA	2.....3
FTE-001	TELA PARA BRILLAR 8"	1	2	FELPAS	2.....3
FTE-002	TELA ESCORIAL	0	0		2.....3
FSE-001	SWICHE CODILLO	20	50		2.....3
FOJ-001	OJALES DE CAUCHO	0	0		2.....3
FVU-001	VU - GALVANOMETROS	0	0		2.....3
FKI-001	KIT STROBER	0	0		2.....3
FDI-001	DIODOS	0	0		2.....3
FFR-001	FRASCOS EN PLASTICO	0	0		1.....2
FTU-001	TUBOS DE CARTON (PARA PESAS)	50	200	UNIDAD	2.....3

Tabla 6-11. Lista de materiales según clasificación por física.

6.9.3 Cantidad de nuevos pedidos o tamaño del lote.

Con un inventario mínimo determinado, a medida que aumenta la cantidad de nuevo pedido, aumenta el inventario promedio. Este inventario, como su nombre lo indica es el promedio entre el inventario mínimo que se ha determinado y el inventario máximo, este último es la suma del inventario mínimo y la cantidad de nuevo pedido, ya que esta cantidad se realizara solo cuando las existencias lleguen al tope mínimo establecido. Lo anterior se puede expresar en forma de ecuación, así:

$$\text{Inventario promedio} = \frac{\text{Inventario mínimo} + \text{Inventario máximo}}{2}$$

Donde

$$\text{Inventario máximo} = \text{Cantidad de nuevo pedido} + \text{Inventario mínimo}$$

Retomando lo mencionado al principio del párrafo anterior podemos observar que en verdad a medida que aumenta la cantidad de nuevo pedido se incrementa el inventario máximo, y por ende el inventario promedio. En consecuencia se espera que un aumento en el tamaño de lote este acompañado por una elevación en costos tales como almacenamiento, interés, caída en desuso, deterioro e impuestos por periodo de tiempo. Por otra parte a medida que aumenta la cantidad de nuevo pedido, se deben pedir menos lotes por periodo de tiempo.

Como resultado de esto, se espera que un aumento en el tamaño del lote este acompañado por una disminución por unidad y por periodo de tiempo de costos tales como material, mano de obra, precio de compra, manejo de materiales y pedidos. Como resultado de lo anterior se obtendrán 2 fuerzas opuestas. Una estimula y la otra desanima la producción y compra de lotes más grandes.

Por lo general a medida que comienza a aumentar el tamaño de lote de un artículo determinado, aquellos costos por periodo de tiempo que tienden a disminuir mientras que el tamaño de lote aumenta disminuirán a una tasa más rápida que la tasa a la cual aumentarán los demás costos. En consecuencia, el costo total por periodo de tiempo continuara disminuyendo a medida que aumenta el tamaño del lote. Sin embargo, este costo alcanzará un mínimo en un punto determinado. Mas allá de este punto, los costos que tienden a disminuir mientras que aumenta el tamaño de lote disminuirán a una tasa más lenta que la tasa a la cual aumentaran los demás costos. En resumen, el costo total por periodo de tiempo comenzara a aumentar a medida que aumenta el tamaño de lote mas allá del punto en el cual se ha alcanzado el costo mínimo.

Para la determinación del tamaño de lote existen varios métodos, algunos de los cuales pueden resultar un poco demorados de llevar a cabo, debido a que emplean la opción del tanteo. Para eliminar este enfoque recurriremos al empleo de la formula de tamaño de lote económico, esta ecuación es:

$$Y = (CB)/X + (XE)/2$$

Donde

Y= Costo anual total.

C = Tasa de consumo.

B = Costo de pedido.

E = Costo de mantenimiento.

X = Tamaño del lote.

El primer termino de esta expresión representa el costo anual de pedido y el segundo el costo anual de mantenimiento. Se ha encontrado que la naturaleza de esta función de costo total es tal que el costo total será mínimo para el valor de tamaño de lote X con el cual el costo de pedido es igual al costo anual de mantenimiento. Por lo tanto, podemos decir que el costo anual total será mínimo cuando

$$(CB) / X = (XE)/2$$

Resolviendo esta expresión para el tamaño de lote X desconocido, obtenemos

$$X = \sqrt{2CB/E}$$

7. PLANEACIÓN AGREGADA

La planeación agregada forma parte integral del sistema de planeación y programación de operaciones de una organización, en donde se involucran todos y cada uno de los niveles de la misma. Dicho sistema tiene como ejes centrales, el volumen y tiempo de producción de los productos, la capacidad de las operaciones y el equilibrio existente entre esta producción y capacidad. La estructura jerárquica de este sistema se inicia a partir de un plan de carácter estratégico, el cual está conformado por los aspectos referentes a las ventas, producción, y financiación, enmarcados todos dentro de un horizonte temporal de largo plazo; tales aspectos tienen como soporte la información originada a partir de los pronósticos de demanda y pedidos de los clientes, requerimientos y disponibilidad de recursos físicos, económicos, y humanos, estado económico y financiero de la empresa, condiciones laborales en el mercado y demás factores, al igual que los objetivos empresariales trazados para el horizonte temporal definido; por lo cual este plan enlaza todas las áreas funcionales de la compañía, como lo son marketing, producción e ingeniería, finanzas, talento humano y hasta compras.

A medida que el sistema se va desarrollando, se va dando una transición de lo general a lo particular, de igual forma la orientación de tiempo va de largo a corto

plazo, según como se va avanzando en forma descendente por los diferentes niveles de jerarquización de este sistema de planeación y programación de operaciones. Después de haber definidos los parámetros del plan estratégico (plan de negocios o empresarial), aparece el desarrollo de las operaciones como tal, las cuales se pueden clasificar en dos grandes áreas: Planeación de la producción y planeación de la capacidad), tal como se muestra en la grafica 7-1. El primer paso de esta etapa es la planeación de la producción agregada, y es precisamente en este punto en donde se centran los intereses y atención de este capítulo. Las etapas posteriores conforman el cúmulo de actividades que fueron llevadas a cabo para el desarrollo de este proyecto, las cuales serán analizadas en detalle en los siguientes módulos. Por el momento se tratarán los aspectos concernientes a la planeación agregada, lo cual básicamente consiste en realizar planes a mediano plazo consistentes con las políticas y decisiones de capacidad a largo plazo previamente establecidas.

Para tener una visión más amplia de lo que representa la planeación agregada, y la importancia de su gestión dentro de una organización, puede plantarse un derrotero de preguntas que normalmente se hacen los administradores, y que seguirán de guía para el desarrollo de este tema, tales preguntas son:

- ¿Cuánto necesita producir la empresa el año próximo?
- ¿Cuál es la capacidad de sus recursos?

- ¿Cómo variará la empresa el nivel de producción mensual para satisfacer la demanda?
- ¿Cuántas personas debe contratar?
- ¿Qué clase de bienes y servicios debe comprar la empresa y en qué cantidad?
- ¿Es necesario construir o ampliar las instalaciones en plantas nuevas o n las existentes?
- ¿Se hace necesario negociar la oferta de parte de los vendedores?

Sobre la base de estos interrogantes esta definido el horizonte y los objetivos de la planeación agregada. A lo largo de este capítulo se analizarán los diferentes pasos que deben seguirse en este proceso, al igual que las diferentes estrategias, modelos y técnicas empleados en el mismo.

7.1. DEFINICIÓN

Como ya se menciona, el plan de producción agregada indica la manera como la empresa debe proveer capacidad para satisfacer la demanda a mediano plazo. Dicho plan determinará los niveles de la fuerza laboral, el tiempo extra y el inventario, con el objetivo de minimizar costos. Los niveles de la fuerza laboral se traducirán al presupuesto laboral y lo niveles de inventario podrán utilizarse con el fin de determinar los requisitos de espacio para el almacenamiento.

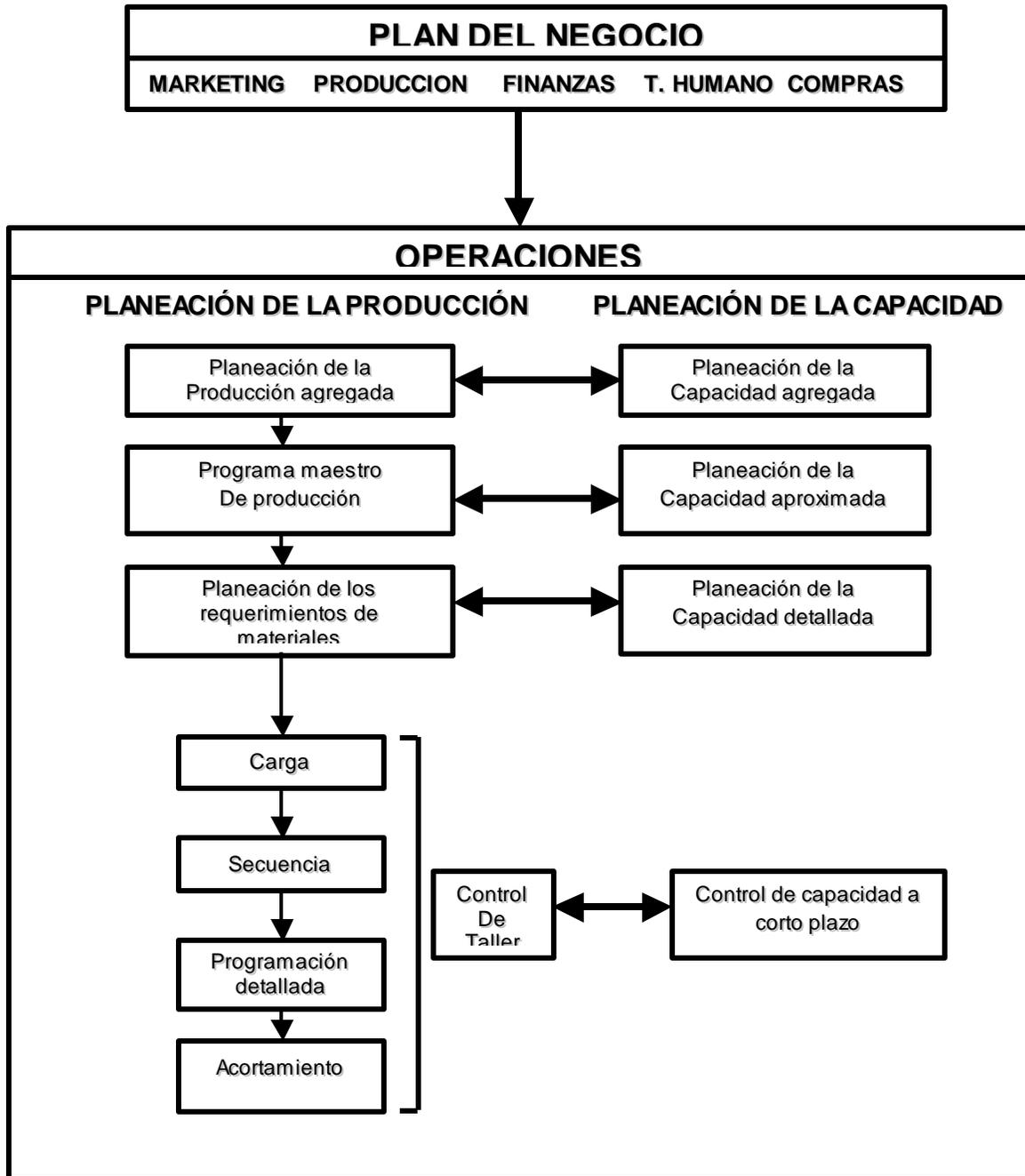


Figura 7-1. Sistema de planeación y programación de operaciones.

7.2. PASOS DEL PROCESO DE PLANEACIÓN AGREGADA

Para llevar a cabo este proceso, se hace necesario desarrollar seis pasos básicos, los cuales son:

7.2.1 Selección del horizonte de planeación y creación de grupos de productos agregados.

La selección de este horizonte se hace en base a los ciclos presupuestales de la compañía, posteriormente se divide en intervalos temporales o intervalos de planeación. La duración de tales intervalos es de una semana o un mes, dependiendo del sistema productivo que se está analizando. Para el caso de la empresa Coldidácticas Ltda., el horizonte elegido fue de 3 meses y los intervalos temporales de 1 semana, lo cual da un total de 12 semanas, debido a que se trata de productos cuya producción no requiere gran cantidad de tiempo, además de que el tiempo exigido por los clientes para su entrega es relativamente corto, por lo cual se exige un mayor dinamismo por parte de la planta, lo cual a su vez demanda un control más estricto sobre el comportamiento de la producción, y que mejor control que el semanal, de esta forma se agilizará la evacuación de productos, haciendo más flexible el sistema productivo.

El otro elemento que conforma este paso inicial es la creación de grupos de producto agregados. Esto se lleva a cabo cuando las empresas producen gran

cantidad de bienes o servicios, dada esta situación se emplean más los productos agregados o líneas de productos, que los individuales porque, en general los pronósticos de demanda para grupos de producto son más precisos a mediano plazo que los pronósticos de los productos individuales, igualmente esta clase de productos presentan requerimientos comunes de procesamiento, trabajo y/o materiales. Como se ha repetido en varias oportunidades, Coldidácticas cuenta con 5 líneas de producción a saber: mobiliario, preescolar, laminas y mapas, biología y física, no obstante resulta complicado el proceso de trabajar la planeación agregada basándose en tales líneas, ya que a pesar de contar con la información correspondiente a la demanda para establecer pronósticos, no se logro efectuar un seguimiento a la totalidad de productos que forma parte de estas líneas, debido a las misma características de la demanda, permitiendo así, solo la evaluación de seis productos, los cuales hacen parte de la línea de mobiliario, que precisamente es la que presenta mayor movimiento dentro de todo el sistema productivo de la empresa.

7.2.2 Elaboración de pronósticos en cada periodo del horizonte de planeación.

Este paso fue previamente elaborado en el capítulo 5 dedicado a los pronósticos, los cuales se hicieron para los productos que lograron ser analizados durante el desarrollo del proyecto, con base en la demanda igualmente establecida con anterioridad. Un requisito indispensable en este paso, es expresar los pronósticos

de demanda en términos de requerimientos de recursos, es decir, seleccionar una unidad homogénea de medida, como por ejemplo horas de trabajo, valor en dólares de la producción mensual, o la cantidad de unidades producidas. Para esta situación se tomo la ultima alternativa. En cuanto a la elaboración de pronósticos, tal como se observo en el capitulo dedicado a los mismos, se logro constatar que la demanda de los diferentes productos es bastante incierta y compleja, no obstante, se pudo homogenizar un poco. Dada esta situación y la necesidad latente que tiene la compañía de adoptar todo este proceso a su propia realidad se tuvo en cuenta para efectos de los cálculos de la silla universitaria un pedido de 24.000 sillas que podría darse en un futuro no muy lejano, es por ello que la planeación agregada, el programa maestro de producción y el MRP se harán con base a esta cantidad. Los productos restantes serán analizados con los respectivos cálculos origen de los pronósticos.

7.2.3 Cambio de la duración y el nivel de la demanda.

Si la variación de los requerimientos de producción es bastante grande de un periodo a otro, la opción mas cercana es la fijación de precios, promociones y demás técnicas que traten de mitigar un poco este comportamiento variable. Como se pudo constatar en el capitulo 5, la conducta de la demanda de la empresa en cuestión, es bastante irregular, lo cual es difícil de controlar con este tipo de técnicas acabadas de mencionar, ya que son productos cuyo comportamiento esta sujeto a otras variables, una de las cuales y las más

importante es que la mayoría de los pedidos provienen de entidades gubernamentales, por lo cual cada cambio de administración, trae consigo una notable disminución en el volumen de los pedidos, de igual forma se trata de productos cuyo segmento del mercado se encuentra limitado y reducido, con lo anterior se quiere decir que el tratar de amortiguar los desfases de la demanda con reducciones de precios y demás factores, no es la opción más viable a seguir. Para evitar estas situaciones tan extremas, se optó por nivelar la demanda, tal como se detalló en capítulos anteriores.

7.2.4 Comparación de la capacidad real con los requerimientos de producto.

Es precisamente aquí en donde comienzan a vislumbrarse las verdaderas aplicaciones de la planeación agregada, al iniciar un proceso de búsqueda y evaluación de diferentes alternativas que logren ajustar la capacidad , en aquellos periodos en los cuales la capacidad requerida no coincide con la disponible. Tales alternativas son conocidas también como estrategias puras, de las cuales se hablará con mas detalle en secciones posteriores. Por el momento solo se nombraran las posibles disyuntivas que pueden llegar a adoptarse, estas son: cambios en los niveles de inventario, cambios en los niveles de la fuerza de trabajo, subcontratación, entre otros.

7.2.5. Selección de una estrategia de planeación agregada

La empresa puede optar por 3 diferentes tipos de estrategias a implantar: Estrategia de adaptación, de nivelación o mixta. La estrategia de adaptación consiste en ajustar la tasa de producción en cada periodo de planeación agregada para equiparar la tasa de demanda en ese lapso. La de nivelación mantiene la misma tasa de producción en cada horizonte temporal en que se desarrolla la planeación. Por otro lado la estrategia mixta consiste en la combinación de las 2 anteriores, y es la que mas se adapta a las circunstancias y entorno de la compañía. Como en el caso de las estrategias puras, las combinadas se analizaran un poco más adelante.

7.3 METAS DE LA PLANEACIÓN AGREGADA

La planeación agregada debe satisfacer simultáneamente varias metas. Primero debe proporcionar los niveles generales de producción, inventario y pedidos pendientes que fueron establecidos en el plan de negocios o plan empresarial.

Una segunda meta de esta planeación es el emplear las instalaciones a toda su capacidad, de manera que sea compatible con la estrategia de la organización. Una capacidad subutilizada puede significar un dispendio considerable de recursos.

Finalmente el plan debe ser compatible con las metas de la empresa y con los sistemas que utilice con sus empleados. La empresa puede recalcar la

importancia de la estabilidad en los empleados, en particular en donde las habilidades para los puestos de trabajo son escasas, y por tanto mostrarse renuente a la contratación o despido de personal.

Debe tenerse en claro que la finalidad de los planes agregados no es reducir costos en cada uno e los periodos, sino hacerlo a largo plazo, pues esta minimización a corto plazo puede llegar ser cara a largo plazo . Es por tal razón que los horizontes a corto plazo pueden llegar a ser indeseables, por lo que surge la posibilidad de extenderse el tiempo del horizonte, al hacer esto se incrementa de un manera impresionante el numero de posibles planes alternativos.

7.4 ESTRATEGIAS PURAS

Como se mencionó en secciones pasadas, la empresa tiene la posibilidad de elegir una o mas alternativas que le permitan manipular y modificar variables como lo niveles de inventario, índices de producción, necesidades de la fuerza de trabajo, capacidad, entre otras. Lo anterior con la finalidad de enfrentar los cambio que se presenten en los niveles de producción. A continuación se analizarán las diferentes alternativas posibles que puedan presentarse en la organización a nivel general, y como pueden aplicarse o afectar las actividades de la empresa en cuestión. De igual forma se presentarán las ventajas y limitaciones de cada una.

7.4.1 Cambios en los niveles de la fuerza laboral.

Con el animo de igualar el índice de producción de modo que se cubra la demanda con exactitud, se modifican los niveles de la fuerza de trabajo, por medio de la contratación o despidos de empleado de producción, tal alternativa puede resultar efectiva en algunas situaciones. Coldidácticas recurre a este tipo de disyuntiva en repetidas ocasiones, ya que la irregularidad de la demanda es tal, que no permite otra opción. Por otro lado llevar al exceso tal decisión puede llegar a traer consecuencias negativas, ya que crea un ambiente de inseguridad e inestabilidad en la actitud de los operarios, los cuales pueden ver disminuidos sus niveles de productividad y eficiencia ante la posibilidad de que la empresa decida prescindir de ellos. De igual forma, el abuso de esta medida afectaría la imagen de la empresa, la cual podría verse imposibilitada para atraer empleado calificados.

Por otro lado, tales niveles de fuerza laboral pueden mantenerse constantes, y entonces recurrir por ejemplo al trabajo en horas extras, tiempo ocioso o despidos temporales. Las horas extras son útiles en la medida que evitan el contratar trabajadores que deban ser despedidos en la temporada de menor actividad, pero a su vez representan un problema según como se abuse de ellas, ya que un exceso trae consigo fatiga, decaimiento y reducción en la productividad del empleado, de igual forma constituyen un serio inconveniente en cuanto a los costos asociados con las mismas, como los son las gratificaciones a los turnos, primas, supervisión y gastos generales. Coldidácticas ha evaluado su posición frente al empleo de estos tiempos extras, y ha encontrado que el comportamiento

de los costos de producción ha sido afectado negativamente por el aumento del uso de estas, lo cual representa un punto crítico en la estructura de costos de la compañía. En lo que respecta al tiempo ocioso, puede resultar menos costoso que despedir trabajadores durante tiempos cortos, este tiempo ocioso consiste en mantener empleados (a quienes se les paga), inactivos o dedicados de modo transitorio a otros quehaceres.

7.4.2 Cambio en los niveles de inventario.

El inventario puede acumularse en la estación baja para satisfacer los requerimientos de la demanda máxima en periodos subsecuentes. La acumulación de estos inventarios durante los periodos inactivos de la demanda, aumentaran el capital laboral y los costos asociados con la obsolescencia, el almacenamiento, los seguros y el manejo. Por el contrario durante los periodos de demanda en aumento, los cambios en los niveles de inventario o acumulaciones pueden llevar a un servicio inadecuado al cliente, tiempos de entrega mas prolongados, posibles ventas perdidas y la entrada potencial de nuevos competidores en el mercado.

Además, tal como se observo en capítulo 6, dedicado al administración y control de inventarios, resulta complicado e inadecuado mantener grandes existencias de piezas, artículos o productos para esta empresa, dado que las zonas de almacenamiento de la compañía no son lo suficientemente extensas para tal fin, además las variables que controlan el comportamiento de la demanda no son lo

realmente flexibles para permitir la producción de enormes lotes para el caso de las líneas de producción como mobiliario, la cual presenta el mayor movimiento.

7.4.3 Subcontratación.

Como una alternativa para el inventario a la fuerza laboral en constante cambio, quizá la compañía podría subcontratar mano de obra durante los periodos de demanda más alta para incrementar la capacidad y cubrir la demanda. Una vez mas existe el peligro potencial de abrir las puertas a la competencia. Por otro lado existe la posibilidad de contratar a otra empresa para que elabore algunos productos, lo cual puede llegar a ser más rentable que perder ventas actuales y posiblemente futuras, pero si incurrir en una perdida sobre los controles de calidad y tiempos de entrega.

7.4.4 Acumulación de pedidos de los clientes o utilizar listas de espera.

Una alternativa más, sería que los clientes estuvieran de acuerdo con esperar un poco para que les enviarán los pedidos o los registrarán en lista de espera. Esta opción se torna negativa si la industria tiene exceso de capacidad y la competencia es excesiva, lo cual originaría perdidas actuales y futuras. Enfocando el caso particular de la empresa Coldidácticas Ltda., resulta inapropiado tratar de acoplar esta alternativa, ya que el funcionamiento de todo el sistema productivo se

basa en la producción sobre pedido, lo cual quiere decir, que las necesidades de los clientes deben y tienen que suplirse de forma rápida y casi inmediata.

7.4.5 Agotamientos.

Otra opción podría ser el no satisfacer todos los requerimientos de la demanda, esto sería aplicable a empresas cuyas características económicas y comportamiento del mercado fueran lo suficientemente flexibles para permitirlo, es decir, empresas cuyo segmento sea realmente amplio al igual que su demanda. Aún dadas estas circunstancias, la empresa al decidir adoptar esta alternativa, no estaría libre de perder ventas actuales y posiblemente ventas futuras. Como es de suponerse y conociendo de antemano las características del sistema productivo de Coldidácticas, acoger esta disyuntiva no sería lo más recomendable, ya que la empresa no esta en posición para hacerlo, es más, en la actualidad tiene serios inconvenientes por falta de pedidos y cliente, como para tomar la decisión de prescindir en alguna proporción de ellos.

7.5 ESTRATEGIAS COMBINADAS

Como puede constatarse todas las estrategias puras tienen un costo compensatorio asociado con ellas, y con frecuencia son poco factibles. Por tanto suele utilizarse una combinación de estrategias o estrategia combinada. Las

estrategias combinadas implican el uso de dos o más variables controlables para llegar a un plan de producción factible.

7.6 MÉTODOS DE PLANEACIÓN AGREGADA

La planeación agregada es responsabilidad del gerente de producción, quien debe desarrollar una estrategia para cubrir las necesidades cambiantes, de modo que el costo total se minimice y se logren los objetivos de la empresa. Existen varios métodos de planeación agregada, incluyendo tanto los métodos cualitativos como los cuantitativos. Los métodos cualitativos comprenden el consenso entre los grupos y las razones del inventario. Los métodos cuantitativos consisten en reglas heurísticas, soluciones matemáticas explícitas, simulación y otros procedimientos avanzados de búsqueda.

7.7 ESTRATEGIAS

7.7.1 Plan Inventario cero

Este plan consiste en producir mes a mes justo la cantidad demandada y no se almacena, los trabajadores aumentan cuando la demanda crece y se despiden cuando decrecen.

La capacidad depende del número de trabajadores que se determinó para satisfacer la demanda, así la capacidad siempre es tan grande como la demanda

7.7.2 Plan Fuerza de trabajo nivelada

Fabrica una cantidad constante cada periodo, las variaciones en la demanda se satisfacen manteniendo un inventario variable, se usa el mismo número de trabajadores en todos los periodos, minimiza los costos de contratación y despido pero aumenta los costos de almacenaje y de faltantes, pueden ocurrir órdenes atrasadas o faltantes que se repondrán más adelante.

7.7.3 Plan estrategia mixta.

Se dispone tanto de un inventario como de una fuerza de trabajo constante

7.7.4 Plan horas extras

Se dispone de una fuerza de trabajo constante, inventario cero, se trabajan horas extras cuando la demanda así lo requiera

7.7.5 Plan dos jornadas laborales

Se manejan dos turnos de 8 horas, día y noche y la fuerza de trabajo se mantiene constante.

8. PLANEACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE MATERIALES MRP I

La planificación de materiales es la pieza central de todos los sistemas de manufactura. La clave para una buena administración en la producción y en las operaciones en una empresa de manufactura es el equilibrio entre los requerimientos y las capacidades. El sistema de planeación reduce los inventarios y sus costos por que maneja solo aquellos artículos y componentes que necesitan. Al mirar hacia el futuro para asegurar que todos los materiales están disponibles cuando se necesitan para la integración del producto, disminuyen los retrasos en el procesamiento de las ordenes de trabajo, logra que los trabajos estén hechos a tiempo. Las promesas de cumplimiento de una fecha se cumplen y los tiempos de espera en la producción se acortan.

El MRP es un sistema para planear y programar los requerimientos de los materiales en el tiempo para las operaciones de producción. Como tal esta orientado a satisfacer los productos finales que aparecen en el programa maestro de producción, también proporciona resultados tales como fechas limite para los componentes, las que posteriormente se utilizan para el control de taller. Y posteriormente permiten calcular los requerimientos de capacidad detallada para los centros de trabajo en el área de producción.

8.1 OBJETIVOS DEL MRP

8.1.1 Disminución de inventarios.

El MRP determina cuantos componentes de cada uno se necesitan y cuando hay que llevar a cabo el plan maestro de producción. Permite que el gerente adquiera el componente a medida que se necesite, por tanto, evita los costos de almacenamiento continuo y la reserva excesiva de existencias en inventario.

8.1.2 Disminución de tiempos de espera en la producción y en la entrega.

El MRO identifica cuales de lo muchos materiales y componentes necesita (cantidad y ritmo), disponibilidad, y que acciones (adquisición y producción) son necesarias para cumplir con los tiempos limites de entrega. El coordinar las decisiones sobre inventarios, adquisiciones y producción resulta de gran utilidad para evitar las demoras en la producción. Concede prioridad a las actividades de producción, fijando fechas realistas a los pedidos de los clientes.

8.1.3 Obligaciones realistas.

Las promesas de entrega realistas pueden reforzar la satisfacción del cliente. Al emplear el MRP el departamento de producción puede darle a mercadotecnia la información oportuna sobre los probables tiempos de entrega a los clientes en perspectiva. Las ordenes de un nuevo cliente potencial pueden añadirse al sistema para mostrarle al administrador como se puede manejar la carga total revisada con la capacidad existente. El resultado puede ser un fecha de entrega mas realista.

8.1.4. Incremento de la eficiencia.

El MRP proporciona una coordinación mas estrecha entre los departamentos y lo centros de trabajo a medida que la integración del producto avanza a través de ellos. Por consiguiente, la producción puede proseguir con menos personal indirecto, tales como los expedientes de materiales, y con menos interrupciones no planeadas en la producción, porque la base del MRP es tener todos los componentes disponibles en tiempos adecuadamente programados. La información proporcionada por el MRP estimula y apoya las eficiencias en la producción.

8.2 COMPONENTES DEL SISTEMA MRP

Tres elementos de información son determinantes en el sistema MRP un programa maestro de producción, un archivo de estado legal del inventario y un archivo de las listas de materiales para la estructura del producto. La figura 8-1 muestra de manera global la interrelación de estos elementos con el sistema de planeación de requerimientos de materiales y los resultados que arroja la misma.

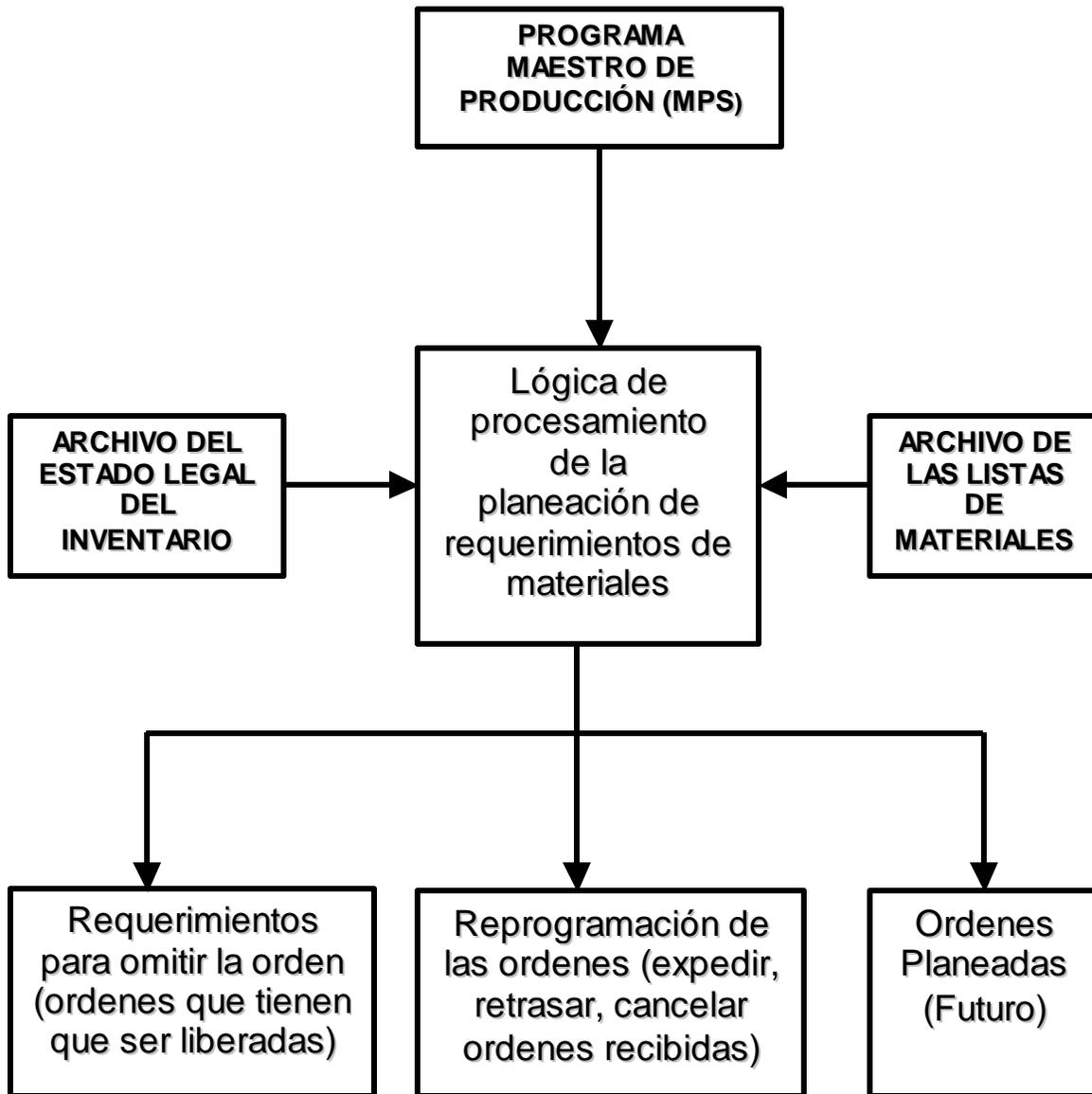


Figura 8-1. Sistema de planeación de requerimientos de materiales.

8.2.1 Programa Maestro de Producción (MPS)

Un programa maestro de producción (MPS por sus siglas en inglés master production schedule) representa un plan para la fabricación. Cuando se utiliza el sistema MRP, el MPS proporciona los requerimientos de insumos del nivel superior. Desarrolla las cantidades y fechas que se deben explotar a fin de generar los requerimientos por periodo para componentes, piezas y materias primas. El MPS determina la economía de la producción mediante el agrupamiento de diversas demandas y la elaboración de tamaños de lotes. De esta manera, el MPS conserva la integridad de las acumulaciones anticipadas y los requerimientos de componentes de nivel inferior.

El MPS debe ser consistente con el plan de producción agregada del cual se deriva. Debe considerar, con detalle la unidad de medida, la eficiencia y los factores de uso del sistema.

Se inicia a partir de los pedidos de los clientes de la empresa o de pronósticos de la demanda anteriores al inicio del MRP. El MPS identifica las cantidades de cada uno de los productos terminados, cuando es necesario producirlos

El programa maestro requiere de supervisión y revisiones constantes a fin de reflejar pedidos, problemas y nuevas decisiones, es probable que estas funciones se lleven de 1 a 5 días durante un periodo de un mes.

La frecuencia de las revisiones depende del tipo de sistema en operación, es decir el cambio neto en comparación con la regeneración. Las revisiones se realizan en forma trimestral. Mensual semanal o diaria. Las revisiones trimestrales comprenden los nuevos pronósticos,, las revisiones mensuales comprenden las sumas de mas semanas nuevas en el futuro y la re programación de pedidos anteriores. Las revisiones semanales o diarias incluyen la carga de pedidos nuevos. La clave radica en mantener al día el programa maestro. La tabla 8-1 presenta el resumen de l plan maestro de producción para los productos analizados, este plan tiene un horizonte temporal de 12 semanas.

PERIODOS (Semanas)	SILLA UNIVERSITARIA CON BANDEJA (Unidades)	SILLA UNIVERSITARIA CON CRUCETA (Unidades)	PUPITRE UNIPERSONAL (Unidades)	TABLEROS (Unidades)
1	2000	25	10	10
2	2000	25	10	10
3	2000	25	10	10
4	2000	25	10	10
5	2000	25	10	10
6	2000	25	10	10
7	2000	25	10	10
8	2000	25	10	10
9	2000	25	10	10
10	2000	25	10	10
11	2000	25	10	10
12	2000	25	10	10

Tabla 8-1. Plan maestro de producción para los productos analizados.

8.2.2 Lista de materiales (BOM).

Identifica como se manufactura cada uno de los productos terminados, especificando todos los artículos subcomponentes, su secuencia de integración, su cantidad en cada una de las unidades terminadas y cuales centros de trabajo realizan la secuencia de integración en las instalaciones. Esta información se obtiene de los documentos de diseño del producto, del análisis de flujo de trabajo y de otra documentación estándar de manufactura y de ingeniería industrial.

La información más importante que suministra la lista de materiales a el MRP, es la estructura del producto, o árbol de estructura, la cual se encuentra divididas por niveles, iniciando desde un nivel 0, en donde se encuentra el producto final como tal, a partir de este punto se comienza a desglosar el articulo en cada una de sus subcomponentes, los cuales se encuentran en niveles inferiores. Las figuras 8-2 hasta 8-5 presentas las estructuras de los productos objeto de estudio. De igual forma las tablas 8-2 hasta 8-5 presentan dicha información para efectos de registros.

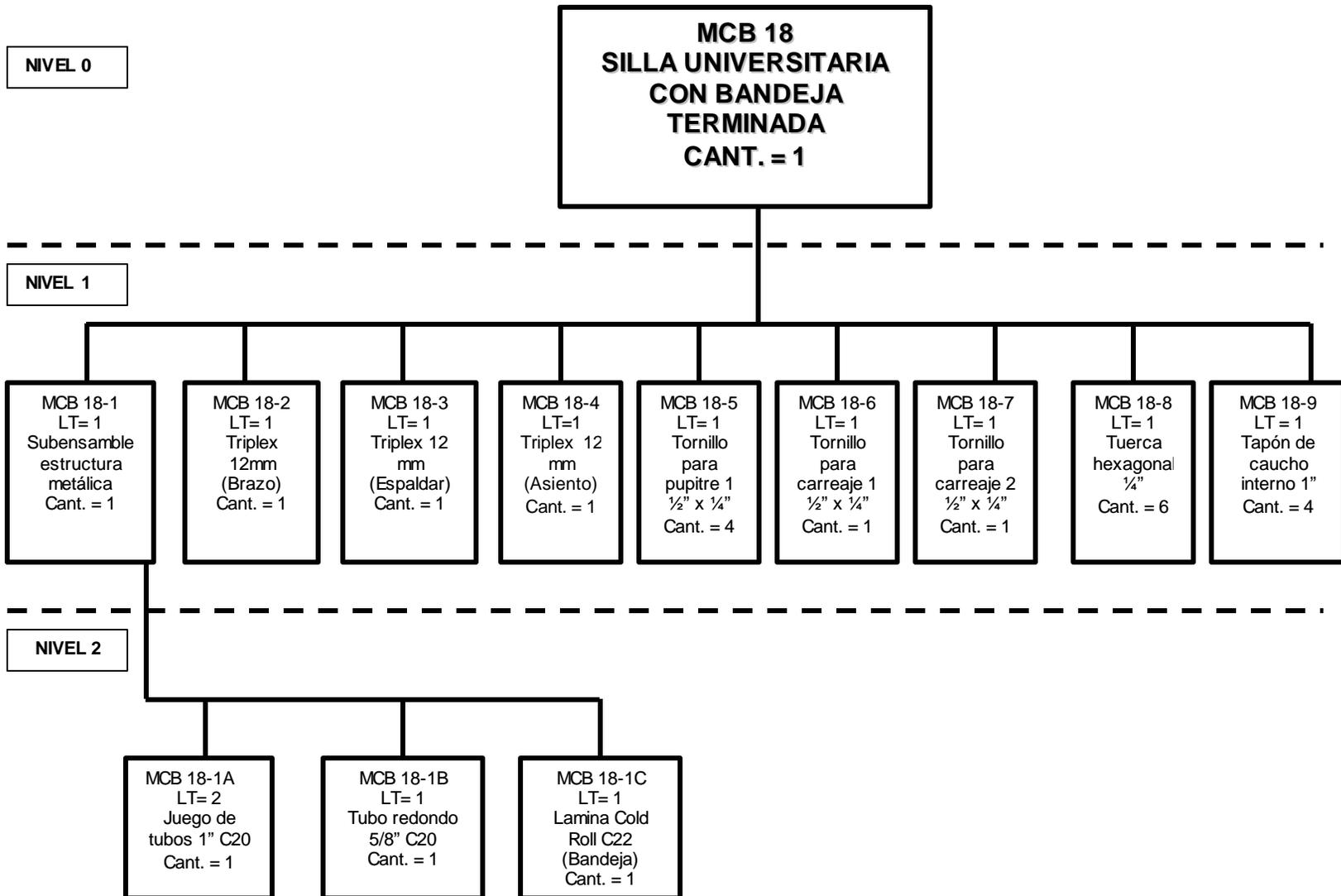


Figura 8-2. Árbol de estructura para la silla universitaria con bandeja. El LT esta dado en semanas.

NIVEL	CANTIDAD	CODIGO DE LA PARTE	DESCRIPCIÓN
.1	1	MCB 18 -1	Subensamble estructura metálica.
..2	1	MCB 18 -1A	Juego de tubos 1" C20.
..2	1	MCB 18 -1B	Tubo redondo 5/8" C20.
..2	1	MCB 18 -1C	Bandeja (Lamina Cold Roll).
.1	1	MCB 18 - 2	Brazo (Lamina Triplex 12mm).
.1	1	MCB 18 - 3	Espaldar (Lamina Triplex 12mm).
.1	1	MCB 18 - 4	Asiento (Lamina Triplex 12mm).
.1	4	MCB 18 - 5	Tornillo para pupitre 1 ½x ¼".
.1	1	MCB 18 - 6	Tornillo para carreaje 1 ½x ¼".
.1	1	MCB 18 - 7	Tornillo para carreaje 2 ½x ¼".
.1	6	MCB 18 - 8	Tuerca hexagonal ¼".
.1	4	MCB 18 - 9	Tapón de caucho interno 1".

Tabla 8-2. Proyecto de materiales que se pretenden para la silla universitaria con bandeja.

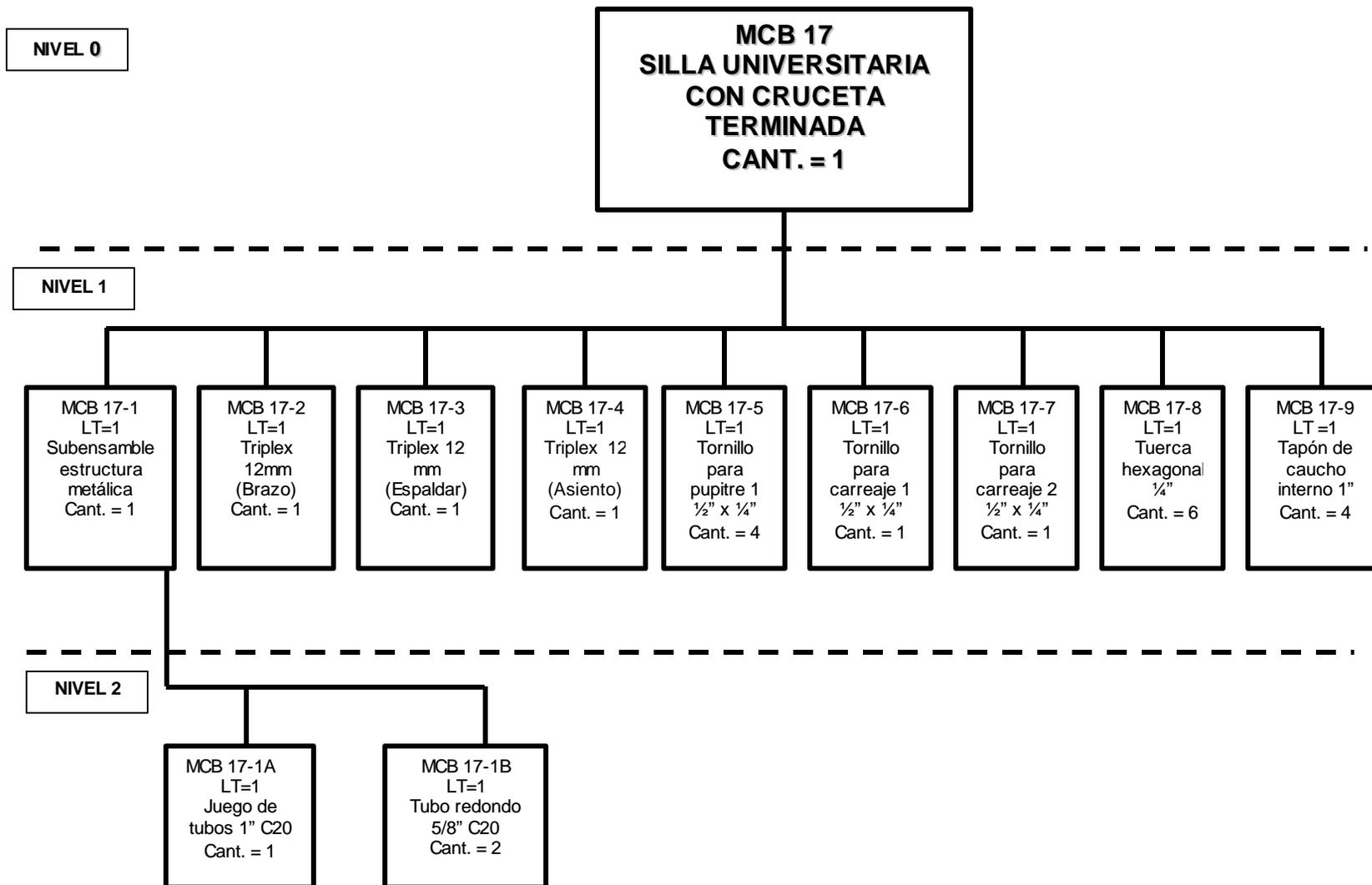


Figura 8-3. Árbol de estructura para la silla universitaria con cruceta. El LT esta dado en semanas.

NIVEL	CANTIDAD	CODIGO DE LA PARTE	DESCRIPCIÓN
.1	1	MCB 17 -1	Subensamble estructura metálica.
..2	1	MCB 17 -1A	Juego de tubos 1" C20.
..2	2	MCB 17 -1B	Tubo redondo 5/8" C20.
.1	1	MCB 17 - 2	Brazo (Lamina Triplex 12mm).
.1	1	MCB 17 - 3	Espaldar (Lamina Triplex 12mm).
.1	1	MCB 17 - 4	Asiento (Lamina Triplex 12mm).
.1	4	MCB 17 - 5	Tornillo para pupitre 1 ½x ¼".
.1	1	MCB 17 - 6	Tornillo para carreaje 1 ½x ¼".
.1	1	MCB 17 - 7	Tornillo para carreaje 2 ½x ¼".
.1	6	MCB 17 - 8	Tuerca hexagonal ¼".
.1	4	MCB 17 - 9	Tapón de caucho interno 1".

Tabla 8-3. Proyecto de materiales que se pretenden para la silla universitaria con cruceta.

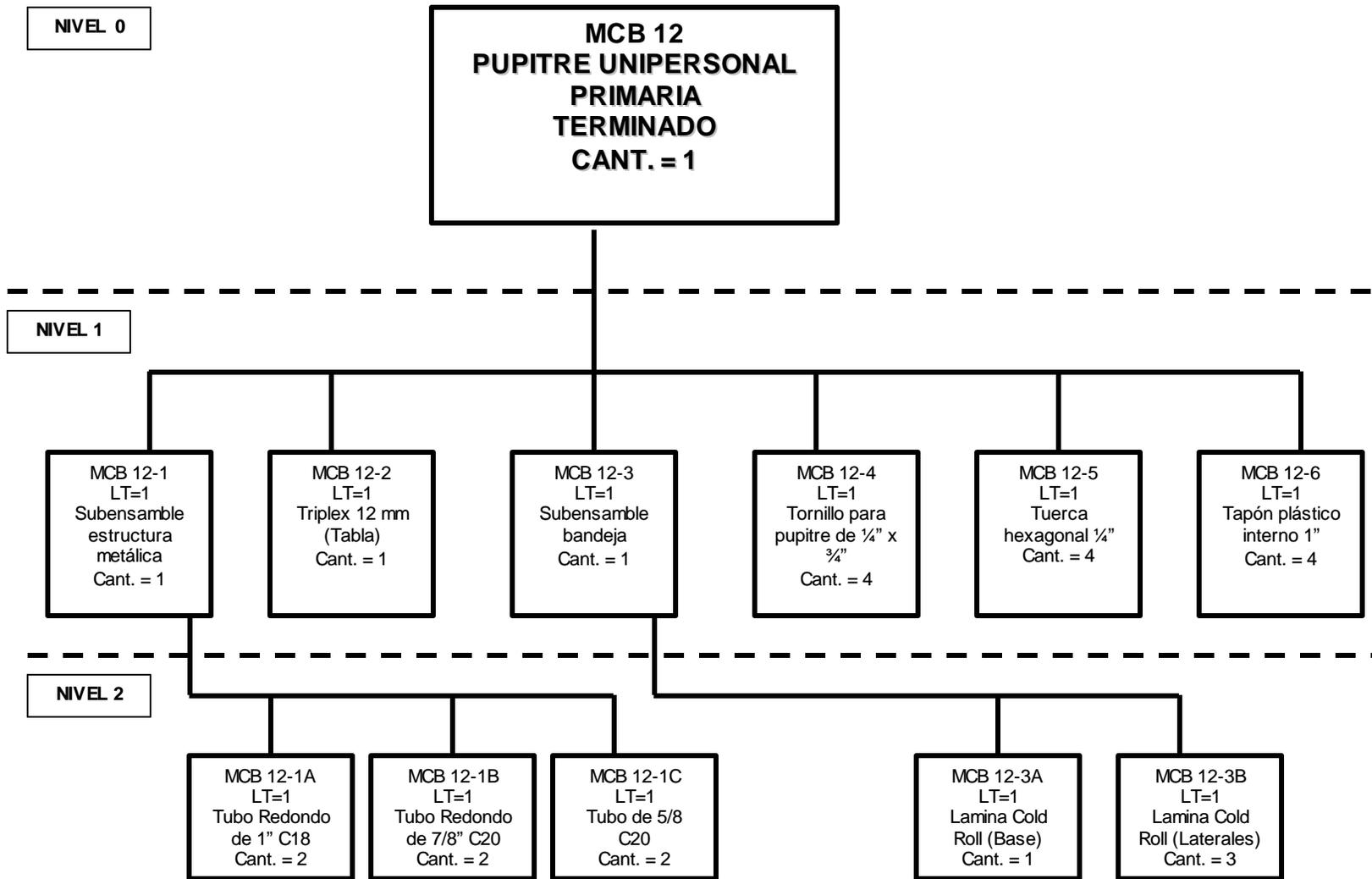


Figura 8-4 . Árbol de estructura del pupitre unipersonal primaria. El LT esta dado en semanas.

NIVEL	CANTIDAD	CODIGO DE LA PARTE	DESCRIPCIÓN
.1	1	MCB 12 -1	Subensamble estructura metálica.
..2	2	MCB 12 -1A	Tubo redondo 1" C18.
..2	2	MCB 12 -1B	Tubo redondo 7/8" C20.
..2	2	MCB 12 -1C	Tubo de 5/8" C20.
.1	1	MCB 12 - 2	Tabla (Lamina Triplex 12mm).
.1	1	MCB 12 - 3	Subensamble bandeja.
..2	1	MCB 12 - 3A	Base (Lamina Cold Roll).
..2	3	MCB 12 - 3B	Laterales (Lamina Cold Roll).
.1	4	MCB 12 - 4	Tornillo para pupitre 1/4"x 3/4"
.1	4	MCB 12 - 5	Tuerca hexagonal 1/4".
.1	4	MCB 12 - 6	Tapón plástico interno 1".

Tabla 8- 4. Proyecto de materiales que se pretenden para el pupitre unipersonal primaria.

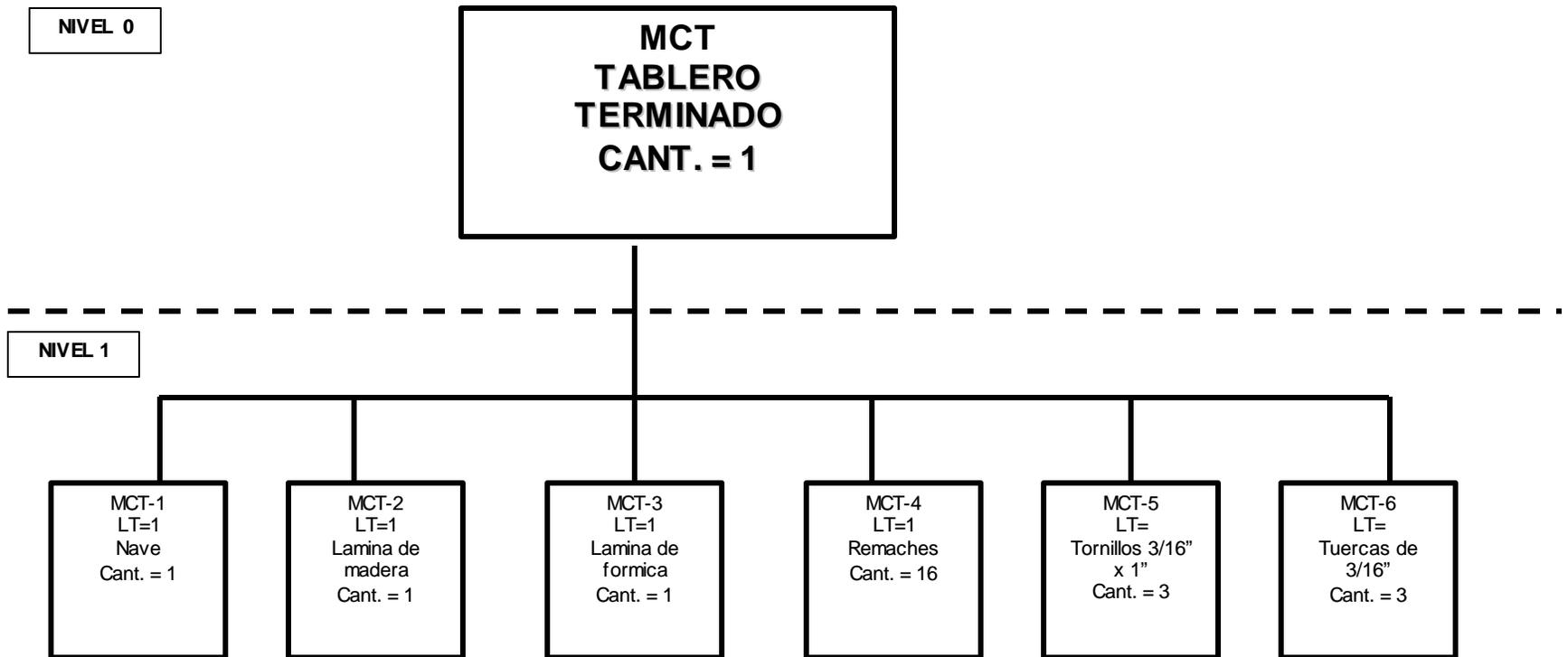


Figura 8-5 . Árbol de estructura del tablero. El LT esta dado en semanas.

NIVEL	CANTIDAD	CODIGO DE LA PARTE	DESCRIPCIÓN
.1	1	MCT – 1	Nave pesada par baño ANOLOCK 120 X 240
.1	1	MCT – 2	Lamina de madera.
.1	1	MCT – 3	Lamina de formica.
.1	16	MCT – 4	Remaches.
.1	3	MCT – 5	Tornillos de /16" x 1".
.1	3	MCT – 6	Tuercas de 3/16.

Tabla 8-5. Proyecto de materiales que se pretenden para el tablero.

8.2.3 Archivo del estado legal del inventario.

El sistema debe de contener un archivo totalmente actualizado del estado legal del inventario de cada uno de los artículos en la estructura del producto. Este archivo proporciona información precisa sobre la disponibilidad de cada artículo controlado por el MRP. El archivo del estado legal del inventario contiene la identificación, cantidad disponible, nivel de existencias de seguridad, cantidad asignada y el tiempo de espera de adquisición de cada uno de los artículos.

8.2.4 Lógica de procesamiento del MRP.

La lógica de procesamiento del MRP acepta el programa maestro y determina los programas componentes para los artículos de menores niveles sucesivos a lo largo de las estructuras del producto. Calcula para cada uno de los periodos, en el horizonte del tiempo de programación, cuantos de cada artículo se necesitan, cuantas unidades del inventario existente se encuentran ya disponibles, la cantidad neta que se debe de planear al recibir las nuevas entregas y cuando deben colocarse las ordenes para los nuevos embarques (colocación de ordenes planeadas) de modo que los materiales lleguen cuando se necesiten.

8.2.5 Información para la gerencia derivada del MRP

Como resultado del MRP se obtiene para cada artículo de la estructura del producto. Este informe identifica que acciones de adquisición se requieren para mantener la producción dentro del programa, además proporciona a los proveedores un aviso por adelantado de los pedidos que les serán hechos en el futuro.

8.3 TERMINOLOGIA EMPLEADA EN EL MRP

Al realizar la debido procedimiento para emplear el MRP, entran en juego varios conceptos a tener en cuenta, estos son:

Asignado: Cantidad disponible de un artículo cuyo destino o uso ha sido comprometido y no se encuentra disponible para hacer frente a futuros requerimientos.

Requerimientos en conjunto: Cantidad global de un artículo que se necesita al final de cada período futuro para satisfacer los niveles planeados de producción. La producción planeada para los productos terminados se obtiene del programa maestro de producción. La producción planeada para los artículos de menores niveles se obtiene del sistema MRP.

Recepciones programadas: Cantidad de un artículo que debe de recibirse al principio del periodo por parte de los proveedores como resultado de la colocación de las ordenes abiertas.

Disponible: Cantidad de un artículo esperada para tenerse a mano al final de un periodo, para satisfacer los requerimientos futuros. Incluye las recepciones programadas además de recepciones de ordenes planeadas, menos los requerimientos en conjunto del periodo, mas la cantidad disponible del periodo anterior.

Requerimientos netos: Cantidad neta de un artículo que debe de ser adquirida para cumplir con la producción programada de ese periodo.

Recepción de ordenes planeadas: Cantidad de un artículo que esta planeada para ser ordenada de manera que se reciba en ese tiempo para satisfacer los requerimientos del periodo. La orden aun no ha sido colocada.

Liberación de ordenes planeadas: Cantidad de un artículo que está planeado para ser ordenado y el tiempo planeado para colocar esta orden, lo que dará como resultado que la orden se reciba cuando se necesite. La recepción de la orden planeada es compensada en el tiempo por el tiempo de espera del artículo.

			SEMANAS													
			-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Identificación del artículo	MCB 18	Requerimientos en conjunto			2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Código de menor nivel	0	Recepciones programadas			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tiempo de espera	0	Disponible			50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Disponible	50	Requerimientos netos			1950	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Existencias de seguridad	50	Recepción de ordenes planeadas			1950	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Asignado	0	Liberación de ordenes planeadas			1950	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Identificación del artículo	MCB 18-1	Requerimientos en conjunto			1950	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Código de menor nivel	1	Recepciones programadas			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tiempo de espera	1	Disponible			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Disponible	0	Requerimientos netos			1950	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Existencias de seguridad	0	Recepción de ordenes planeadas			1950	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Asignado	0	Liberación de ordenes planeadas		1950	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	
Identificación del artículo	MCB 18-2	Requerimientos en conjunto			98	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Código de menor nivel	1	Recepciones programadas			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tiempo de espera	1	Disponible			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Disponible	0	Requerimientos netos			98	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Existencias de seguridad	0	Recepción de ordenes planeadas			98	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Asignado	0	Liberación de ordenes planeadas		98	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Identificación del artículo	MCB 18-3	Requerimientos en conjunto			46	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
Código de menor nivel	1	Recepciones programadas			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tiempo de espera	1	Disponible			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Disponible	0	Requerimientos netos			46	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
Existencias de seguridad	0	Recepción de ordenes planeadas			46	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
Asignado	0	Liberación de ordenes planeadas		46	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	

Tabla 8 - 6. Plan de requerimientos de material para la silla universitaria con bandeja.

SEMANAS													
-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Identificación del artículo	MCB 18-3	Requerimientos en conjunto			46	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
Código de menor nivel	1	Recepciones programadas			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tiempo de espera	1	Disponibile			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Disponibile	0	Requerimientos netos			46	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
Existencias de seguridad	0	Recepción de ordenes planeadas			46	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
Asignado	0	Liberación de ordenes planeadas		46	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	

Identificación del artículo	MCB 18-4	Requerimientos en conjunto			103	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105
Código de menor nivel	1	Recepciones programadas			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tiempo de espera	1	Disponibile			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Disponibile	0	Requerimientos netos			103	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105
Existencias de seguridad	0	Recepción de ordenes planeadas			103	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105
Asignado	0	Liberación de ordenes planeadas		103	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	

Identificación del artículo	MCB 18-5	Requerimientos en conjunto			7800	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000
Código de menor nivel	1	Recepciones programadas			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tiempo de espera	1	Disponibile			1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Disponibile	1000	Requerimientos netos			6800	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000
Existencias de seguridad	1000	Recepción de ordenes planeadas			6800	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000
Asignado	0	Liberación de ordenes planeadas		6800	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	

Identificación del artículo	MCB 18-6	Requerimientos en conjunto			1950	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Código de menor nivel	1	Recepciones programadas			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tiempo de espera	1	Disponibile			1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Disponibile	1000	Requerimientos netos			950	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Existencias de seguridad	1000	Recepción de ordenes planeadas			950	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Asignado	0	Liberación de ordenes planeadas		950	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	

Tabla 8 - 6. Plan de requerimientos de material para la silla universitaria con bandeja. (Continuación).

		SEMANAS													
		-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Identificación artículo	MCB 18-7	Requerimientos en conjunto			1950	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Código menor nivel	1	Recepciones programadas			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tiempo de espera	1	Disponible			1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Disponible	1000	Requerimientos netos			950	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Existencias seguridad	1000	Recepción ordenes planeadas			950	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Asignado	0	Liberación ordenes planeadas	950	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Identificación artículo	MCB 18-8	Requerimientos en conjunto			11700	12000	12000	12000	12000	12000	12000	12000	12000	12000	12000
Código menor nivel	1	Recepciones programadas			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tiempo de espera	1	Disponible			1500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Disponible	1500	Requerimientos netos			10200	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Existencias seguridad	1500	Recepción ordenes planeadas			10200	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Asignado	0	Liberación ordenes planeadas	10200	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Identificación artículo	MCB 18-9	Requerimientos en conjunto			7800	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000
Código menor nivel	1	Recepciones programadas			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tiempo de espera	1	Disponible			500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Disponible	500	Requerimientos netos			7300	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000
Existencias seguridad	500	Recepción ordenes planeadas			7300	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000
Asignado	0	Liberación ordenes planeadas	7300	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000
Identificación artículo	MCB 18-1A	Requerimientos en conjunto			1950	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Código menor nivel	2	Recepciones programadas			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tiempo de espera	1	Disponible			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Disponible	0	Requerimientos netos			1950	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Existencias seguridad	0	Recepción ordenes planeadas			1950	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Asignado	0	Liberación ordenes planeadas	195	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000

Tabla 8 - 6. Plan de requerimientos de material para la silla universitaria con bandeja. (Continuación)

SEMANAS													
-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Identificación del artículo	MCB 18-1B	Requerimientos en conjunto		1950	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	
Código de menor nivel	2	Recepciones programadas		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Tiempo de espera	1	Disponible		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Disponible	0	Requerimientos netos		1950	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	
Existencias de seguridad	0	Recepción de ordenes planeadas		1950	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	
Asignado	0	Liberación de ordenes planeadas	1950	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000		

Identificación del artículo	MCB 18-1C	Requerimientos en conjunto		130	133	133	133	133	133	133	133	133	133	133	133	
Código de menor nivel	2	Recepciones programadas		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Tiempo de espera	1	Disponible		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Disponible	0	Requerimientos netos		130	133	133	133	133	133	133	133	133	133	133	133	
Existencias de seguridad	0	Recepción de ordenes planeadas		130	133	133	133	133	133	133	133	133	133	133	133	
Asignado	0	Liberación de ordenes planeadas	130	133	133	133	133	133	133	133	133	133	133	133		

Tabla 8 - 6. Plan de requerimientos de material para la silla universitaria con bandeja. (Continuación)

				SEMANAS											
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Identificación del artículo	MCB 17	Requerimientos en conjunto		25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Código de menor nivel	0	Recepciones programadas		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tiempo de espera	0	Disponibles		25	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Disponibles	50	Requerimientos netos		0	0	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Existencias de seguridad	50	Recepción de ordenes planeadas		0	0	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Asignado	0	Liberación de ordenes planeadas		0	0	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Identificación del artículo	MCB 17-1	Requerimientos en conjunto		0	0	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Código de menor nivel	1	Recepciones programadas		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tiempo de espera	1	Disponibles		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Disponibles	0	Requerimientos netos		0	0	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Existencias de seguridad	0	Recepción de ordenes planeadas		0	0	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Asignado	0	Liberación de ordenes planeadas	0	0	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Identificación del artículo	MCB 17-2	Requerimientos en conjunto		0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Código de menor nivel	1	Recepciones programadas		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tiempo de espera	1	Disponibles		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Disponibles	0	Requerimientos netos		0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Existencias de seguridad	0	Recepción de ordenes planeadas		0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Asignado	0	Liberación de ordenes planeadas	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Identificación del artículo	MCB 17-3	Requerimientos en conjunto		0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Código de menor nivel	1	Recepciones programadas		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tiempo de espera	1	Disponibles		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Disponibles	0	Requerimientos netos		0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Existencias de seguridad	0	Recepción de ordenes planeadas		0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Asignado	0	Liberación de ordenes planeadas	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tabla 8 - 7. Plan de requerimientos de material para la silla universitaria con cruceta.

SEMANAS													
-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Identificación del artículo	MCB 17-4	Requerimientos en conjunto			0	0	2	2	2	2	2	2	2	2
Código de menor nivel	1	Recepciones programadas			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tiempo de espera	1	Disponible			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Disponible	0	Requerimientos netos			0	0	2	2	2	2	2	2	2	2
Existencias de seguridad	0	Recepción de ordenes planeadas			0	0	2	2	2	2	2	2	2	2
Asignado	0	Liberación de ordenes planeadas	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	

Identificación del artículo	MCB 17-5	Requerimientos en conjunto			0	0	100	100	100	100	100	100	100	100
Código de menor nivel	1	Recepciones programadas			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tiempo de espera	1	Disponible			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Disponible	0	Requerimientos netos			0	0	100	100	100	100	100	100	100	100
Existencias de seguridad	0	Recepción de ordenes planeadas			0	0	100	100	100	100	100	100	100	100
Asignado	1000	Liberación de ordenes planeadas	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

Identificación del artículo	MCB 17-6	Requerimientos en conjunto			0	0	25	25	25	25	25	25	25	25
Código de menor nivel	1	Recepciones programadas			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tiempo de espera	1	Disponible			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Disponible	0	Requerimientos netos			0	0	25	25	25	25	25	25	25	25
Existencias de seguridad	0	Recepción de ordenes planeadas			0	0	25	25	25	25	25	25	25	25
Asignado	1000	Liberación de ordenes planeadas	0	0	25	25	25	25	25	25	25	25	25	

Identificación del artículo	MCB 17-7	Requerimientos en conjunto			0	0	25	25	25	25	25	25	25	25
Código de menor nivel	1	Recepciones programadas			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tiempo de espera	1	Disponible			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Disponible	0	Requerimientos netos			0	0	25	25	25	25	25	25	25	25
Existencias de seguridad	0	Recepción de ordenes planeadas			0	0	25	25	25	25	25	25	25	25
Asignado	1000	Liberación de ordenes planeadas	0	0	25	25	25	25	25	25	25	25	25	

Tabla 8 – 7. Plan de requerimientos de material para la silla universitaria con cruceta. (Continuación).

SEMANAS													
-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Identificación del artículo	MCB 17-8	Requerimientos en conjunto			0	0	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Código de menor nivel	1	Recepciones programadas			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tiempo de espera	1	Disponibile			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Disponibile	0	Requerimientos netos			0	0	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Existencias de seguridad	0	Recepción de ordenes planeadas			0	0	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Asignado	1500	Liberación de ordenes planeadas		0	0	150	150	150	150	150	150	150	150	150	

Identificación del artículo	MCB 17-9	Requerimientos en conjunto			0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Código de menor nivel	1	Recepciones programadas			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tiempo de espera	1	Disponibile			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Disponibile	0	Requerimientos netos			0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Existencias de seguridad	0	Recepción de ordenes planeadas			0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Asignado	500	Liberación de ordenes planeadas		0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

Identificación del artículo	MCB 17-1A	Requerimientos en conjunto		0	0	25	25	25	25	25	25	25	25	25	
Código de menor nivel	2	Recepciones programadas		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Tiempo de espera	1	Disponibile		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Disponibile	0	Requerimientos netos		0	0	25	25	25	25	25	25	25	25	25	
Existencias de seguridad	0	Recepción de ordenes planeadas		0	0	25	25	25	25	25	25	25	25	25	
Asignado	0	Liberación de ordenes planeadas	0	0	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	

Identificación del artículo	MCB 17-1B	Requerimientos en conjunto		0	0	25	25	25	25	25	25	25	25	25	
Código de menor nivel	2	Recepciones programadas		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Tiempo de espera	1	Disponibile		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Disponibile	0	Requerimientos netos		0	0	25	25	25	25	25	25	25	25	25	
Existencias de seguridad	0	Recepción de ordenes planeadas		0	0	25	25	25	25	25	25	25	25	25	
Asignado	0	Liberación de ordenes planeadas	0	0	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	

Tabla 8 – 7. Plan de requerimientos de material para la silla universitaria con cruceta. (Continuación).

				SEMANAS												
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Identificación del artículo	MCB 12	Requerimientos en conjunto			10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Código de menor nivel	0	Recepciones programadas			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tiempo de espera	0	Disponibles			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Disponibles	0	Requerimientos netos			10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Existencias de seguridad	0	Recepción de ordenes planeadas			10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Asignado	0	Liberación de ordenes planeadas			10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Identificación del artículo	MCB 12-1	Requerimientos en conjunto			10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Código de menor nivel	1	Recepciones programadas			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tiempo de espera	1	Disponibles			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Disponibles	0	Requerimientos netos			10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Existencias de seguridad	0	Recepción de ordenes planeadas			10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Asignado	0	Liberación de ordenes planeadas	10		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Identificación del artículo	MCB 12-2	Requerimientos en conjunto			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Código de menor nivel	1	Recepciones programadas			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tiempo de espera	1	Disponibles			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Disponibles	0	Requerimientos netos			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Existencias de seguridad	0	Recepción de ordenes planeadas			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Asignado	0	Liberación de ordenes planeadas	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Identificación del artículo	MCB 12-3	Requerimientos en conjunto			10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Código de menor nivel	1	Recepciones programadas			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tiempo de espera	1	Disponibles			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Disponibles	0	Requerimientos netos			10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Existencias de seguridad	0	Recepción de ordenes planeadas			10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Asignado	0	Liberación de ordenes planeadas	10		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Tabla 8 - 8. Plan de requerimientos de materiales para el pupitre unipersonal primaria.

			SEMANAS													
			-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Identificación del artículo	MCB 12-4	Requerimientos en conjunto			40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Código de menor nivel	1	Recepciones programadas			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tiempo de espera	1	Disponible			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Disponible	0	Requerimientos netos			40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Existencias de seguridad	0	Recepción de ordenes planeadas			40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Asignado	0	Liberación de ordenes planeadas	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Identificación del artículo	MCB 12-5	Requerimientos en conjunto			40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Código de menor nivel	1	Recepciones programadas			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tiempo de espera	1	Disponible			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Disponible	0	Requerimientos netos			40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Existencias de seguridad	0	Recepción de ordenes planeadas			40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Asignado	0	Liberación de ordenes planeadas	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Identificación del artículo	MCB 12-6	Requerimientos en conjunto			40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Código de menor nivel	1	Recepciones programadas			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tiempo de espera	1	Disponible			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Disponible	0	Requerimientos netos			40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Existencias de seguridad	0	Recepción de ordenes planeadas			40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Asignado	0	Liberación de ordenes planeadas	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Identificación del artículo	MCB 12-1A	Requerimientos en conjunto		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Código de menor nivel	2	Recepciones programadas		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tiempo de espera	1	Disponible		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Disponible	0	Requerimientos netos		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Existencias de seguridad	0	Recepción de ordenes planeadas		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Asignado	0	Liberación de ordenes planeadas	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

Tabla 8 - 8. Plan de requerimientos de materiales para el pupitre unipersonal primaria. (Continuación).

SEMANAS													
-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Identificación del artículo	MCB 12-1B	Requerimientos en conjunto		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Código de menor nivel	2	Recepciones programadas		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tiempo de espera	1	Disponible		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Disponible	0	Requerimientos netos		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Existencias de seguridad	0	Recepción de ordenes planeadas		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Asignado	0	Liberación de ordenes planeadas	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	

Identificación del artículo	MCB 12-1C	Requerimientos en conjunto		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Código de menor nivel	2	Recepciones programadas		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tiempo de espera	1	Disponible		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Disponible	0	Requerimientos netos		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Existencias de seguridad	0	Recepción de ordenes planeadas		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Asignado	0	Liberación de ordenes planeadas	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	

Identificación del artículo	MCB 12-3A	Requerimientos en conjunto		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Código de menor nivel	2	Recepciones programadas		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tiempo de espera	1	Disponible		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Disponible	0	Requerimientos netos		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Existencias de seguridad	0	Recepción de ordenes planeadas		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Asignado	0	Liberación de ordenes planeadas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

Identificación del artículo	MCB 12-3B	Requerimientos en conjunto		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Código de menor nivel	2	Recepciones programadas		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tiempo de espera	1	Disponible		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Disponible	0	Requerimientos netos		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Existencias de seguridad	0	Recepción de ordenes planeadas		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Asignado	0	Liberación de ordenes planeadas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

Tabla 8 - 8. Plan de requerimientos de materiales para el pupitre unipersonal primaria. (Continuación).

		SEMANAS													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Identificación del artículo	MCT	Requerimientos en conjunto			10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Código de menor nivel	1	Recepciones programadas			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tiempo de espera	1	Disponible			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Disponible	0	Requerimientos netos			10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Existencias de seguridad	0	Recepción de ordenes planeadas			10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Asignado	0	Liberación de ordenes planeadas			10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Identificación del artículo	MCT - 1	Requerimientos en conjunto			10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Código de menor nivel	1	Recepciones programadas			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tiempo de espera	1	Disponible			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Disponible	0	Requerimientos netos			10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Existencias de seguridad	0	Recepción de ordenes planeadas			10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Asignado	0	Liberación de ordenes planeadas	10		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Identificación del artículo	MCT - 2	Requerimientos en conjunto			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Código de menor nivel	1	Recepciones programadas			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tiempo de espera	1	Disponible			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Disponible	0	Requerimientos netos			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Existencias de seguridad	0	Recepción de ordenes planeadas			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Asignado	0	Liberación de ordenes planeadas	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Identificación del artículo	MCT - 3	Requerimientos en conjunto			10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Código de menor nivel	1	Recepciones programadas			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tiempo de espera	1	Disponible			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Disponible	0	Requerimientos netos			10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Existencias de seguridad	0	Recepción de ordenes planeadas			10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Asignado	0	Liberación de ordenes planeadas	10		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Tabla 8 - 9. Plan de requerimientos de materiales para el tablero.

SEMANAS													
-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Identificación del artículo	MCT - 4	Requerimientos en conjunto			40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Código de menor nivel	1	Recepciones programadas			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tiempo de espera	1	Disponible			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Disponible	0	Requerimientos netos			40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Existencias de seguridad	0	Recepción de ordenes planeadas			40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Asignado	0	Liberación de ordenes planeadas	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	

Identificación del artículo	MCT - 5	Requerimientos en conjunto			40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Código de menor nivel	1	Recepciones programadas			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tiempo de espera	1	Disponible			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Disponible	0	Requerimientos netos			40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Existencias de seguridad	0	Recepción de ordenes planeadas			40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Asignado	0	Liberación de ordenes planeadas	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	

Identificación del artículo	MCT - 6	Requerimientos en conjunto			40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Código de menor nivel	1	Recepciones programadas			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tiempo de espera	1	Disponible			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Disponible	0	Requerimientos netos			40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Existencias de seguridad	0	Recepción de ordenes planeadas			40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Asignado	0	Liberación de ordenes planeadas	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	

Tabla 8 - 9. Plan de requerimientos de materiales para el tablero. (Continuación).

8.5 PLANEACIÓN DE LA CAPACIDAD DETALLADA

Tal como se ilustra en la figura 7-1 el MRP va ligado a la planeación de la capacidad detallada, conocida también como planeación de los requerimientos de capacidad, que se requiere para la ejecución del plan de materiales. En este nivel es posible realizar comparaciones más precisas de la capacidad disponible y la necesaria para las cargas de trabajo programadas. Antes de comenzar a hablar de la capacidad, se hace necesario el diferenciar cada uno de los centros de trabajo que intervienen en el proceso productivo de todos los artículos a evaluar. Al revisar los registros de la empresa, no se encontró una clasificación de los centros de trabajo como tal, por lo cual fue necesario recurrir a la gerencia de producción para efectuar dicha clasificación, el resultado de lo anterior está plasmado en la tabla 8-10.

CT No	DENOMINACIÓN	SECCIÓN
1	Corte de lamina	Metalmecánica
2	Marcado con gramil	Metalmecánica
3	Doblado	Metalmecánica
4	Chafado	Metalmecánica
5	Troquelado	Metalmecánica
6	Torneado	Metalmecánica
7	Perforar	Metalmecánica
8	Soldar	Metalmecánica
9	Pulido	Metalmecánica
10	Corte de lamina	Carpintería
11	Tornear	Carpintería
12	Pulir	Carpintería
13	Resanar	Carpintería
14	Lijar	Carpintería
15	Rutiar	Carpintería
16	Perforar	Carpintería
17	Mesa de trabajo	Carpintería
18	Calar	Pintura
19	Pintar en horno	Pintura
20	Pintar con pistola	Pintura
21	Lijar	Pintura
23	Mesa de trabajo	Pintura
24	Desengrase	Metalmecánica
25	Revelar	Estampado
26	Imprimir	Estampado
27	Estampar	Resina y fibra de vidrio
28	Fundición	Resina y fibra de vidrio
29	Lijar	Resina y fibra de vidrio
30	Ensamblar	Ensamble
31	Acoplar	Empaque
32	Termoformar	Empaque
33	Termoencojible	Empaque
34	Envolver	Empaque
35	Mesa de trabajo	Área preescolar

Tabla 8- 10 . Clasificación de los centros de trabajo.

Antes de efectuar tal clasificación fue necesario diferenciar los conceptos de centros de trabajo, secciones y áreas. Como centros de trabajo, entiéndase cada uno de los puestos de trabajo en donde se llevan a cabo las operaciones directamente, tales centros como puede observarse en la tabla anterior suman un total de 35. Por otro lado las secciones son aquellos lugares que agrupan a varios centros de trabajo y en donde se trabaja con una clase de material en especial, el cual sufrirá las debidas transformaciones necesarias para llegar a un producto final, tales secciones son 7: Metalmecánica, carpintería, pintura, estampado, resina y fibra de vidrio, ensamble, y área de preescolar. De estas, las que mas presentan movimiento y contienen la mayor parte de los centros de trabajo, son la de metalmecánica y carpintería, ya que básicamente se trabaja con madera, laminas y tubería. Por ultimo se encuentran las áreas, las cuales representan cada una de las líneas de producción mencionadas con anterioridad en repetidas ocasiones.

Teniendo diferenciado cada uno de los centros de trabajo, se procedió a realizar un seguimiento de cada producto por dichos lugares, con el fin de determinar el tiempo requerido para elaborar un artículo. Las tablas que se presentan a continuación contienen la información referente a cada uno de los productos evaluados, como lo son la pieza, la operación, el centro de trabajo donde se lleva a cabo la misma, el tiempo empleado, y las unidades / turno que pueden llegar a producirse de tal pieza. El turno es de 540 min. Este valor se obtiene a partir de una jornada de 630 min. (10.5 horas) – 60 min. (almuerzo) – 15 min. (fatiga) – 15 min. (descanso).

PIEZA	OPER. No	DESCRIPCIÓN	SECCIÓN	Centro de Trabajo	Tiempo (Min)	Unid/Turno (540 min.)
Tubos 1" C20	1	Rectificar perforaciones	Metalmecánica	7	0,60	900,00
	2	Chafar perforaciones	Metalmecánica	4	0,46	1173,91
	3	Soldar estructura completa	Metalmecánica	8	7,50	72,00
	4	Perforar	Metalmecánica	7	0,25	2160,00
	5	Chafar orificio	Metalmecánica	4	0,30	1800,00
	6	Desengrasar	Metalmecánica	24	1,16	465,52
	7	Dejar en tanque desengrase	Metalmecánica	24	1,75	308,57
	8	Aplicar químico sellador	Metalmecánica	24	0,85	635,29
	9	Pintar	Pintura	19	2,00	270,00
	10	Colgar en el carro	Pintura	19	0,65	830,77
	11	Hornear en pintura	Pintura	19	0,63	864,00
	12	Descolgar del carro	Pintura	19	0,20	2700,00
	13	Poner tapones	Ensamble	30	0,60	900,00
	14	Ensamblar	Ensamble	30	2,35	229,79
	15	Inspección	Ensamble	30	1,00	540,00
	16	Aforar	Ensamble	30	0,40	1350,00
Lamina Cold Roller C20 (Bandeja)	17	Cortar lamina 244*122	Metalmecánica	1	0,86	627,91
	18	Cortar tiras	Metalmecánica	1	0,32	1687,50
	19	Marcar	Metalmecánica	2	1,28	421,88
	20	Despuntar	Metalmecánica	2	1,14	473,68
	21	Doblar tres lados	Metalmecánica	3	1,33	406,02
	22	Chafar tres lados	Metalmecánica	4	0,51	1058,82
	23	Doblar cuarto lados	Metalmecánica	3	0,41	1317,07
	24	Chafar cuarto lados	Metalmecánica	4	0,20	2700,00
	25	Doblar tres lados	Metalmecánica	3	1,50	360,00
	26	Doblar cuarto lados	Metalmecánica	4	1,70	317,65
	28	Cortar lamina 244*101,6 cm	Carpinteria	10	1,2	450,00
	29	Cortar tiras 101,6*48 cm	Carpinteria	10	0,8	675,00
	30	Marcar	Carpinteria	10	0,48	1125,00
	31	Cortar y despuntar brazos	Carpinteria	10	2,2	245,45
	32	Perforar	Carpinteria	16	0,25	2160,00
	33	Avellanar	Carpinteria	16	0,2	2700,00
34	Pulir bordes	Carpinteria	12	0,98	551,02	
35	Pulir curva	Carpinteria	12	0,2	2700,00	
36	Lijar bordes	Carpinteria	14	1,5	360,00	

Tabla 8- 11. Operaciones y tiempos de producción para la silla universitaria con bandeja.

PIEZA	OPER. No	DESCRIPCIÓN	SECCIÓN	Centro de Trabajo	Tiempo (Min)	Unid/Turno 540,00
Lamina Cold Roll C20 (Bandeja)	37	Resanar	Carpinteria	13	1,5	360,00
	38	Lijar partes resanadas	Carpinteria	14	1	540,00
	39	Aplicar sellador a bordes	Pintura	20	9	60,00
	40	Aplicar sellador a superficie	Pintura	20	4	135,00
	41	Lijar sellador	Pintura	14	1,3	415,38
	42	Aplicar laca a los bordes	Pintura	20	0,17	3176,47
	43	Aplicar laca a la superficie	Pintura	20	0,5	1080,00
Lamina Triplex 12mm (Asiento)	44	Cortar lamina 244*122 cm	Carpinteria	10	0,56	964,29
	45	Cortar lamina 244*101,6 cm	Carpinteria	10	0,22	2454,55
	46	Cortar tiras 101,6*37 cm	Carpinteria	10	0,48	1125,00
	47	Marcar	Carpinteria	10	0,33	1636,36
	48	Despuntar	Carpinteria	10	0,30	1800,00
	49	Perforar	Carpinteria	16	0,20	2700,00
	50	Pulir	Carpinteria	16	0,65	830,77
	51	Lijar	Carpinteria	12	1,40	385,71
	52	Resanar	Carpinteria	13	0,85	635,29
	53	Lijar partes resanadas	Carpinteria	14	0,50	1080,00
	54	Aplicar sellador a bordes	Pintura	20	0,08	6506,02
	55	Aplicar sellador a superficie	Pintura	20	0,35	1542,86
	56	Lijar sellador	Pintura	14	1,00	540,00
	57	Aplicar laca a los bordes	Pintura	20	0,10	5400,00
	58	Aplicar laca a la superficie	Pintura	20	0,45	1200,00
Lamina Triplex 12mm (Espalda)	59	Cortar lamina 244*122 cm	Carpinteria	10	0,28	1963,64
	60	Cortar tira de 244*20 cm	Carpinteria	10	0,18	3000,00
	61	Marcar	Carpinteria	10	0,30	1800,00
	62	Despuntar	Carpinteria	10	0,30	1800,00
	63	Perforar	Carpinteria	16	0,20	2700,00
	64	Avellanar	Carpinteria	16	0,18	3000,00
	65	Pulir	Carpinteria	12	0,62	870,97
	66	Lijar	Carpinteria	14	1,30	415,38
	67	Resanar	Carpinteria	13	1,30	415,38
	68	Lijar partes resanadas	Carpinteria	14	1,00	540,00

Tabla 8- 11. Operaciones y tiempos de producción para la silla universitaria con bandeja. (Continuación).

PIEZA	OPER. No	DESCRIPCIÓN	SECCIÓN	Centro de Trabajo	Tiempo (Min)	Unid/Turno 540,00
Lamina Triplex 12mm (Espalda)	69	Aplicar sellador a bordes	Pintura	20	0,08	7200,00
	70	Aplicar sellador a 1ra cara	Pintura	20	0,23	2400,00
	71	Aplicar sellador a 2da cara	Pintura	20	0,23	2400,00
	72	Lijar sellador	Pintura	14	1,80	300,00
	73	Aplicar laca a los bordes	Pintura	20	0,09	5869,57
	74	Aplicar laca a primera cara	Pintura	20	0,28	1963,64
	75	Aplicar laca a segunda cara	Pintura	20	0,28	1963,64
	76	Estampar logotipo	Estampado	27	0,30	1800,00

Tabla 8- 11. Operaciones y tiempos de producción para la silla universitaria con bandeja. (Continuación).

PIEZA	OPER.	DESCRIPCIÓN	SECCIÓN	Centro de	Tiempo	Unid/Turno
	No			Trabajo	(Min)	540,00
Tubos 1" C20	1	Rectificar perforaciones	Metalmecánica	7	0,60	900,00
	2	Chafar perforaciones	Metalmecánica	4	0,46	1173,91
	3	Soldar estructura completa	Metalmecánica	8	9,50	56,84
	4	Perforar	Metalmecánica	7	0,25	2160,00
	5	Chafar orificio	Metalmecánica	4	0,30	1800,00
	6	Desengrasar	Metalmecánica	24	1,00	540,00
	7	Dejar en tanque desengrase	Metalmecánica	24	1,40	385,71
	8	Aplicar químico sellador	Metalmecánica	24	0,85	635,29
	9	Pintar	Pintura	19	1,20	450,00
	10	Colgar en el carro	Pintura	19	0,65	830,77
	11	Hornear en pintura	Pintura	19	0,63	864,00
	12	Descolgar del carro	Pintura	19	0,20	2700,00
	13	Poner tapones	Ensamble	30	0,60	900,00
	14	Ensamblar	Ensamble	30	2,35	229,79
	15	Inspección	Ensamble	30	1,00	540,00
	16	Aforar	Ensamble	30	0,40	1350,00
Tubo 5/8" C20	17	Troquelar	Metalmecánica	5	0,60	900,00
	18	Pulir extremos	Metalmecánica	9	0,45	1200,00
Lamina Triplex 12mm (Brazo)	19	Cortar lamina 244*122 cm	Carpinteria	10	0,56	964,29
	20	Cortar lamina 244*101,6 cm	Carpinteria	10	1,2	450,00
	21	Cortar tiras 101,6*48 cm	Carpinteria	10	0,8	675,00
	22	Marcar	Carpinteria	10	0,48	1125,00
	23	Cortar y despuntar brazos	Carpinteria	10	2,2	245,45
	24	Perforar	Carpinteria	16	0,25	2160,00
	25	Avellanar	Carpinteria	16	0,2	2700,00
	26	Pulir bordes	Carpinteria	12	0,98	551,02
	27	Pulir curva	Carpinteria	12	0,2	2700,00
	28	Lijar bordes	Carpinteria	14	1,5	360,00
	29	Resanar	Carpinteria	13	1,5	360,00
	30	Lijar partes resanadas	Carpinteria	14	1	540,00
	31	Aplicar sellador a bordes	Pintura	20	9	60,00
	32	Aplicar sellador a superficie	Pintura	20	4	135,00
	33	Lijar sellador	Pintura	14	1,3	415,38
	34	Aplicar laca a los bordes	Pintura	20	0,17	3176,47
	35	Aplicar laca a la superficie	Pintura	20	0,5	1080,00

Tabla 8- 12. Operaciones y tiempos de producción para la silla universitaria con cruceta.

PIEZA	OPER. No	DESCRIPCIÓN	SECCIÓN	Centro de Trabajo	Tiempo (Min)	Unid/Turno 540,00
Lamina Triplex 12mm (Asiento)	36	Cortar lamina 244*122	Carpinteria	10	0,56	964,29
	37	Cortar lamina 244*101,6	Carpinteria	10	0,22	2454,55
	38	Cortar tiras 101,6*37	Carpinteria	10	0,48	1125,00
	39	Marcar	Carpinteria	10	0,33	1636,36
	40	Despuntar	Carpinteria	10	0,30	1800,00
	41	Perforar	Carpinteria	16	0,20	2700,00
	42	Pulir	Carpinteria	16	0,65	830,77
	43	Lijar	Carpinteria	12	1,40	385,71
	44	Resanar	Carpinteria	13	0,85	635,29
	45	Lijar partes resanadas	Carpinteria	14	0,50	1080,00
	46	Aplicar sellador a bordes	Pintura	20	0,08	6506,02
	47	Aplicar sellador a superficie	Pintura	20	0,35	1542,86
	48	Lijar sellador	Pintura	14	1,00	540,00
	49	Aplicar laca a los bordes	Pintura	20	0,10	5400,00
	50	Aplicar laca a la superficie	Pintura	20	0,45	1200,00
Lamina Triplex 12mm (Espalda)	51	Cortar lamina 244*122	Carpinteria	10	0,28	1963,64
	52	Cortar tira de 244*20	Carpinteria	10	0,18	3000,00
	53	Marcar	Carpinteria	10	0,30	1800,00
	54	Despuntar	Carpinteria	10	0,30	1800,00
	55	Perforar	Carpinteria	16	0,20	2700,00
	56	Avellanar	Carpinteria	16	0,18	3000,00
	57	Pulir	Carpinteria	12	0,62	870,97
	58	Lijar	Carpinteria	14	1,30	415,38
	59	Resanar	Carpinteria	13	1,30	415,38
	60	Lijar partes resanadas	Carpinteria	14	1,00	540,00
	61	Aplicar sellador a bordes	Pintura	20	0,08	7200,00
	62	Aplicar sellador a 1ra cara	Pintura	20	0,23	2400,00
	63	Aplicar sellador a 2da cara	Pintura	20	0,23	2400,00
	64	Lijar sellador	Pintura	14	1,80	300,00
	65	Aplicar laca a los bordes	Pintura	20	0,09	5869,57
	66	Aplicar laca a primera cara	Pintura	20	0,28	1963,64
	67	Aplicar laca a segunda cara	Pintura	20	0,28	1963,64
	68	Estampar logotipo	Estampado	27	0,30	1800,00

Tabla 8- 12. Operaciones y tiempos de producción para la silla universitaria con cruceta. (Continuación).

PIEZA	OPER.	DESCRIPCIÓN	SECCIÓN	Centro	Tiempo	Unid/Turno
	No.			Trabajo	(Min.)	540,00
TUBO 7/8" C20	1	Chafar tubería	Metalmecánica	4	0,55	981,82
	2	Soldar estructura	Metalmecánica	8	7,85	68,79
	3	Marcar	Metalmecánica	2	0,4	1350,00
	4	Centropuntear	Metalmecánica	2	0,5	1080,00
	5	Perforar	Metalmecánica	7	0,6	900,00
	6	Pulir	Metalmecánica	9	1,6	337,50
	7	Desengrasar	Metalmecánica	24	3,5	154,29
	8	Dejar en tanque de desengrase	Metalmecánica	24	7	77,14
	9	Aplicar químico sellador	Metalmecánica	24	1	540,00
	10	Aplicar pintura	Pintura	19	1,5	360,00
	11	Colgar en el carro	Pintura	19	0,6	900,00
	12	Homear pintura	Pintura	19	15	36,00
	13	Descolgar del carro	Pintura	19	0,35	1542,86
	14	Colocar Tapones	Ensamble	30	0,5	1080,00
	15	Ensamblar	Ensamble	30	4	135,00
	16	Inspección	Ensamble	30	1	540,00
LAMINA COLD ROLLER C22 (Bandeja)	17	Cortar lamina 244*122	Metalmecánica	1	2,2	245,45
	18	Cortar tiras 122*60	Metalmecánica	1	1,75	308,57
	19	Marcar	Metalmecánica	2	0,66	818,18
	20	Doblar para chafar	Metalmecánica	3	0,6	900,00
	21	Chafar	Metalmecánica	4	0,4	1350,00
	22	Doblar para formar bandeja	Metalmecánica	3	1,2	450,00
LAMINA COLD ROLLER C22 (Laterales)	23	Cortar lamina de 244 x 122	Metalmecánica	1	4,4	122,73
	24	Cortar tira de 122 x 29.50	Metalmecánica	1	5	108,00
	25	Marcar	Metalmecánica	2	0,32	1687,50
	26	Despuntar	Metalmecánica	2	0,9	600,00
	27	Doblar	Metalmecánica	3	0,5	1080,00
	28	Chafar	Metalmecánica	4	1	540,00
LAMINA DE TRIPLEX De 12 mm (Tabla)	29	Cortar lamina 244*122	Carpintería	10	0,96	562,50
	30	Cortar tira de 122 x 60	Carpintería	10	0,45	1200,00
	31	Marcar	Carpintería	17	0,25	2160,00
	32	Despuntar	Carpintería	10	0,48	1125,00
	33	Perforar	Carpintería	16	0,4	1350,00
	34	Avellanar	Carpintería	16	0,3	1800,00

Tabla 8- 13. Operaciones y tiempos producción para el pupitre unipersonal primaria.

PIEZA	OPER. No.	DESCRIPCIÓN	SECCIÓN	Centro Trabajo	Tiempo (Min.)	Unid/Turno 540,00
Lamina Triplex 12 mm (Tabla)	35	Pulir Bordes	Carpinteria	12	1,12	482,14
	36	Lijar bordes	Carpinteria	14	1,6	337,50
	37	Resanar	Carpinteria	13	2,5	216,00
	38	Lijar partes resanadas	Carpinteria	14	0,6	900,00
	39	Aplicar sellador a los bordes	Pintura	20	0,45	1200,00
	40	Secado	Pintura		0,1	5400,00
	41	Aplicar sellador a superficie	Pintura	20	0,1	5400,00
	42	Lijar a sellador	Carpinteria	14	1,5	360,00
	43	Aplicar laca a los bordes	Pintura	20	0,5	1080,00
	44	Aplicar laca a la superficie	Pintura	20	0,15	3600,00

Tabla 8 - 13. Operaciones y tiempos producción para el pupitre unipersonal primaria. (Continuación).

OPER. No	DESCRIPCIÓN	SECCIÓN	Centro de Trabajo	Tiempo (Min.)	Unid/Turno 540
1	Cortar	Metalmecánica	1	1,43	378,00
2	Cortar	Metalmecánica	1	1,43	378,00
3	Marcar con gramil	Metalmecánica	2	0,86	630,00
4	Despuntar	Metalmecánica	2	1,43	378,00
5	Doblar para chafar	Metalmecánica	3	2,14	252,00
6	Chafar	Metalmecánica	4	1,43	378,00
7	Doblar cerrar	Metalmecánica	3	2,29	236,25
8	Marcar para perforar	Metalmecánica	2	1,57	343,64
9	Perforar	Metalmecánica	7	2,43	222,35
10	Pulir	Metalmecánica	9	1,43	378,00
11	Quitar rebaba	Metalmecánica	9	1,57	343,64
12	Cortar MDF	Carpintería	10	3,95	136,71
13	Cortar ángulos	Metalmecánica	1	0,33	1617,98
14	Cortar nave	Metalmecánica	1	1,34	402,23
15	Cortar nave	Metalmecánica	1	0,31	1741,94
16	Llevar a mesa de trabajo			0,30	1800,00
17	Pulir nave	Metalmecánica	9	3,26	165,83
18	Marcar para perforar	Metalmecánica	2	0,33	1617,98
19	Llevar a carpintería			0,30	1800,00
20	Pulir ángulos	Metalmecánica	9	0,99	548,22
21	Llevar a mesa de trabajo			0,30	1800,00
22	Llevar a metalmecánica			0,25	2160,00
23	Perforar	Metalmecánica	7	1,79	301,68
24	Quitar rebaba	Metalmecánica	9	0,94	574,47
25	Perforar ángulos	Metalmecánica	7	3,59	150,42
26	Llevar a mesa de trabajo			0,30	1800,00
27	Remachar ángulos	Metalmecánica	5	3,24	166,92
28	Cortar formica	Carpintería	10	5,28	102,27
29	Aplicar Pegante	Mesa de trabajo	31	9,97	54,16
30	Secar pegante	Mesa de trabajo	31	10,00	54,00
31	Cerrar abertura de nave	Mesa de trabajo	31	1,25	432,00
32	Unir formica	Mesa de trabajo	31	4,49	120,40
33	Quitar sobrante formica	Mesa de trabajo	31	0,67	812,03
34	Quitar bordes de puntas	Mesa de trabajo	31	1,74	311,24
35	Aplicar silicona	Mesa de trabajo	31	0,65	830,77
36	Unir naves a tablero	Mesa de trabajo	31	4,65	116,13
37	Inspección	Mesa de trabajo	31	2,59	208,90
38	Marcar perforación	Metalmecánica	2	0,43	1255,81
39	Perforar	Metalmecánica	7	0,47	1161,29
40	Perforar	Metalmecánica	7	2,45	220,41
41	Pintar perforaciones	Mesa de trabajo	31	2,37	228,33
42	Limpiar	Mesa de trabajo	31	0,92	590,16
43	Empacar	Mesa de trabajo	31	3,00	180,00

Tabla 8-14. Operaciones y tiempos de producción para el tablero.

8.6 PLANEACION DE LOS RECURSOS DE FABRICACION MRP II

La planeación de los recursos de fabricación se denomina MRPII, este sistema coordina las ventas, compras, manufactura, finanzas e ingeniería al adoptar un plan de producción focal y utilizando una sola base de datos unificada para planear y actualizar las actividades de todos los sistemas.

El proceso del MRP II implica elaborar, a partir del plan general de negocios, un plan de producción que especifique cada mes los niveles generales de producción para cada línea de productos para un horizonte de los próximos uno a cinco años. Como este plan de producción afecta todos los departamentos funcionales se lleva a ser el plan de caza para las operaciones de la empresa. Se espera entonces que producción trabaje de acuerdo con los niveles de compromiso, que el departamento de ventas venda a esos niveles y finanzas asegure los recursos financieros adecuados. Guiado por el plan de producción, el programa maestro de producción especifica cada semana las cantidades que se deben fabricar de cada producto. En este punto se realiza una verificación para determinar si la capacidad disponible es aproximadamente adecuada para sustentar el programa maestro propuesto. Si esto no es posible, la capacidad; o bien el programa maestro se emplea en la lógica del MRP, como se describió anteriormente, para aportar requerimientos de materiales y programas prioritarios para producción. Entonces una evaluación de los requerimientos de la capacidad detallada, determina si se cuenta con la capacidad necesaria para producir los componentes específicos en cada centro de trabajo durante los periodos programados. Si no,

entonces el programa maestro se revisa para saber la realidad sobre la capacidad disponible limitada.

Después que se ha elaborado un programa realista, factible desde el punto de vista de la capacidad, el siguiente en importancia es la ejecución del plan; generan los programa de compras u los programas de taller. De estos programas se pueden determinar las cargas de los centros de trabajo y las actividades de seguimiento de los vendedores para saber si se implementara el programa maestro.

Una de las aplicaciones del sistema MRPII es la evaluación de diversas proposiciones de negocios. El sistema puede simular como realizar las adquisiciones y, por tanto, como se afectan las cuentas por pagar cuando se entrega la mercancía a los clientes y hay cuentas por cobrar, cual debe ser la capacidad afectada por las revisiones, etc. Las implicaciones totales en la empresa pueden ser evaluadas con el cambio propuesto y las acciones de los diferentes departamento pueden ser coordinadas hacia un propósito en común.

8.7 DETERMINACION DE LAS NECESIDADES DE CAPACIDAD

Es de gran importancia tener claros algunos conceptos utilizados en esta sección, dentro de dichos conceptos, se encuentran:

Factor de utilización: Coeficiente entre el numero de horas producidas desarrolladas NHP y el de horas reales NHR

$$U = NHP / NHR$$

Factor de Eficiencia: es la eficiencia en la medida de la utilización, Establece una medida horaria homogénea (hora estándar)

$$E = NHE / NHP$$

Ruta: Sucesión de operaciones necesarias en los diferentes centros de trabajo para la elaboración de un producto en particular

Capacidad Disponible: Medida en horas estándar o tiempo estándar para la fabricación de un producto

Tiempo de ejecución: Se define como la cantidad de tiempo necesario para desarrollar una operación en un centro de trabajo

8.7.1 Tiempos de ejecución.

El tiempo de ejecución de una operación no es mas que el necesario para desarrollarla una vez en el centro de trabajo correspondiente. Como la disponibilidad de capacidad del centro de trabajo va a ser medida en horas estándar, el tiempo de ejecución se deberá expresar en las mismas unidades, dado que va a ser el elemento determinante para el calculo de la carga. Al tiempo de ejecución de la operación i , medido en horas estándar, lo denominamos tiempo

estándar te: cuando este venga medido en horas reales lo llamaremos tiempo real tr. La determinación del tiempo estándar, puede realizarse en dos formas.

Una opción es el calculo en base a un numero de repeticiones realizadas en un cierto numero representativo de horas reales. Obtenido por la siguiente formula $tr = S(\sum t_i \cdot f_i) / S f_i$. La segunda opción es la determinación del tiempo normal o estándar por los procedimientos característicos del estudio de tiempos y movimientos, el tiempo obtenido de ejecución es en horas estándar calculadas a eficiencia 1 y utilización 1 ($tr = S(t_o * \text{Actividad}) / (100 * N)$), Ello es debido a que, por una parte se ha partido del tiempo observado, en el que siempre se esta trabajando por lo que coincide con el concepto de tiempo productivo. Por otra parte en cada observación se multiplica por la actividad observada y se divide por 100 (nivel de actividad normal), lo cual equivale a multiplicar por el factor de eficiencia E.

Emplear una u otra formula se actuar dependerá del tipo de operación que se trate. Así, en el caso de que la eficiencia y el tiempo empleado sean variables, por depender en gran medida del trabajador que las desarrolle, será mas adecuado el estudio de tiempos. En este caso la maquinaria interviene poco al ser procesos poco automatizados, por lo que no será esta la que marque la eficiencia. Si, por el contrario, nos encontramos con operaciones de un alto nivel de automatización, será la maquinaria del centro de trabajo la que marque en buena medida la actividad de trabajo, por lo que la eficiencia del dentro de trabajo seria valida para

valorar la de la operación. En este caso, podría actuarse con la primera opción, mas cómoda y rápida.

Se utiliza el segundo procedimiento, el tiempo real de ejecución vendría dado por $t_r = t_e / E * U$, donde la eficiencia a tomar, E sería la medida de los niveles de actividad obtenidos: $E = S(A * f_i) / (100 * N) = 0.95$.

8.7.2 Tiempos de carga.

No es el tiempo el único que genera carga en un centro de trabajo. Existen tres tipos de elementos que consumen tiempo en el desarrollo de procesos productivos:

- **Regulares:** Que aparece cada vez que la operación se realiza y que dan origen al tiempo de ejecución.
- **Irregulares o de frecuencia:** Que aparece cada cierto numero de veces que se realiza la operación, con una frecuencia fija.
- **Aleatorios:** Que aparecen con frecuencia variable.

De las dos ultimas categorías, el único elemento que es realmente tiempo productivo, derivado de la realización de la operación, es el dedicado a la preparación del centro de trabajo, necesario para ajustar y disponer la maquinaria e instalaciones en las condiciones adecuadas para llevarla a cabo, tras haber

desarrollado otra operación diferente. Este tiempo de preparación puede no ser necesario en una configuración continua pero si en una lote por lote. El resto de los elementos constituye tiempo improductivo, que por tanto ya se encuentra incluido en el factor de utilización al convertir el tiempo estándar en real dividiendo por E y U, ya se añaden estos tiempos suplementarios. El tiempo de carga t_c será el conjunto formado por los tiempos de ejecución y preparación. El valor de este último podría variar para una operación en función del cual sea la previamente realizada por lo que se puede emplear un tiempo de preparación medio al que se denomina t_{pk} expresado en horas estándar siendo k el centro de trabajo a que corresponde. A la carga de una operación i, que se desarrolle en el centro de trabajo, se le deberá asignar un tiempo de preparación, al que se denominara t_{pik} , y que será igual al t_{pk} ; este valor será cero, caso de que i no se desarrolle en el CT.

T_{pik} corresponde a un lote completo, lo cual complica la obtención del tiempo unitario de carga, así se llamamos t_e , al tiempo estándar de la operación i, el tiempo unitario de carga generado al desarrollar la operación i correspondiente a la ruta del producto final o componente j que realiza en el centro de trabajo será:

$$T_{cij} = t_{ei} + t_{pik} / Q_j \quad \text{donde } Q_j = \text{lote a procesar de } j$$

Normalmente, y dado que el tamaño de Q_j (numero de veces a realizar la operación) puede ser variable, ello implicaría que t_{cij} quedaría en función de dicho tamaño. Esto conllevaría un aumento de los cálculos al emplear algunas de

las técnicas anteriormente mencionadas. Por ello, estas emplean el tamaño de lote medio de j , Q_j y así se reproducen en los paquetes de software existentes en el mercado se llega así a un valor constante: $t_{cij} = t_{ei} + t_{pik}/Q_j$

Esta expresión llevaría a unos t_{cij} en horas estándar.

8.7.3 Tiempo de carga de un ítem y un lote en un centro de trabajo.

Conocidos los T_{cij} de todas las operaciones, podremos determinar los tiempos de carga, TC_{jk} , de cada componente o producto final j en un cierto centro de trabajo k . Este sería el tiempo necesario del CT_k para desarrollar las operaciones que se corresponden en la ruta de j para obtener una unidad. Nótese la diferencia con el tiempo total de carga en un centro de trabajo CT (TTC_{jk}), que sería el tiempo necesario en el CT_k para desarrollar todas las operaciones que corresponden y que lleven a la obtención de una unidad de j ; esto incluiría las operaciones de su ruta la de j y la de todos los componentes fabricados en CT_k que se emplean en la obtención de j . Así en el caso de M el T_{cMk} coincidiría con el TTC_{Mk} , por que para obtener M no se emplea ningún componente fabricado por la empresa. Sin embargo en el caso A , T_{cAk} solo incluirá el tiempo necesario del CT_k . En cuanto a la determinación del TC_{jk} , o el tiempo necesario en el CT_k , para obtener una unidad de j , vendría dado por la expresión:

$$TC_{jk} = S$$

Representado i las distintas operaciones a realizar en la ruta de obtención de j . Ni que decir tiene que los t_{cijk} serán cero si la operación i de la ruta de j no se realiza en k .

8.7.4 Consideración de las defectuosas

Los tiempos de carga calculados serán la base de una gran mayoría de técnicas de planificación de capacidad y proporcionaran resultados correctos para los volúmenes de producción programados, siempre y cuando no existan ítem defectuosos. Pero lo cierto es que, normalmente, en cada una de las operaciones que forman la ruta de un componente, o de un producto final, se obtiene una cierta proporción de ítems que no cumplen los requisitos de calidad. Esta proporción expresada en tanto por uno, se denomina factor de defectuosos y su complementario determina el factor de aprovechamiento. En el caso de que cualquier operación tenga un defectuoso mayor a cero, habrá que corregir el tiempo de carga que la calculada (habría que incluir la que han generado las piezas defectuosas en cada una de las operaciones).

El aprovechamiento de la operación i multiplicado por el producto de los aprovechamiento de cada una de las operaciones siguientes de su ruta. Si llamamos A_j , al aprovechamiento de la ruta j , este sería igual al producto de A_i de todas sus operaciones.

$$TC_{jk} = \sum t_{cijk} / V_i$$

Estos tiempos serian los que habría que emplear para calcular las cargas provocadas por la obtención de un cierto lote de tamaño Q. La carga que generaría

$$CT = TC Q_{mi} = Q * TC$$

No obstante con frecuencia, debemos calcular la carga para un lote a emitir al CT, el cual incluirá ítems buenos y defectuosos en vez de para un lote a entregar partido por el aprovechamiento de la ruta.

CONCLUSIONES

Con la realización de este proyecto la empresa obtuvo varios beneficios, los cuales se ven representados en:

La creación de un prototipo de sistema de programación y planeación de la producción, el cual se diseñó en una hoja electrónica. Dicho diseño se efectuó para los 5 productos objeto de estudio: Silla universitaria con bandeja, silla universitaria con cruceta, pupitre unipersonal primaria y tableros. Además de la documentación de cada uno de los anteriores productos. Tal documentación también está consignada en un menú diseñado en Excel, el cual contiene una lista de materiales detallada, con su respectiva cantidad unitaria, lote vendido por el proveedor, precio unitario, etc. De igual forma cada uno de los productos cuenta con su respectivo árbol de estructura con la descripción y cantidad necesaria de componentes para su fabricación, lo cual proporciona una visión más detallada y oportuna de los requerimientos exigidos en el momento de planear y programar la producción. Adicional a todo lo anterior se efectuó el correspondiente estudio de tiempos para los productos anteriormente mencionados, en el cual se detallaron todas y cada una de las operaciones requeridas para la elaboración de los

mismos, con sus correspondientes tiempos, determinado así los diferentes cuellos de botella presentes en el proceso productivo y tomando medidas al respecto.

A pesar que el comportamiento de la demanda y el tiempo solo permitió que fueran cinco productos los que lograran ser analizados y a los que se les hiciera un seguimiento detallado, el diseño anterior proporciona las pautas para que la empresa poco a poco involucre más productos, a medida que la demanda vaya evolucionando.

Como tareas adicionales, pero a la vez paralelas al proyecto está en primer lugar la creación de una pequeña base de datos en la cual se consignaron los diferentes productos, operaciones, y tiempos, información que se obtuvo de las planillas que cada uno de los operarios y sus respectivos jefes de área diligencian. A pesar que esta información no es del todo confiable, la herramienta computacional será de gran ayuda para tener un antecedente del área productiva y a la vez proporcionará un registro más seguro y organizado de la información, lo cual servirá de apoyo en la medida que la compañía vaya mejorando sus procesos y la información se vuelva más confiable. Un punto más a considerar fue la debida clasificación de cada uno de los centros de trabajo del área productiva, ya que no existía ningún tipo de documento que describiera el nombre y ubicación de las diferentes zonas de trabajo, es por ello que a partir de esta clasificación la gerencia de producción logró conformar un organigrama de cada una de las secciones con sus respectivos centros de trabajo, queriendo con ello tener una visión mas general de cómo estaba conformada en sí la parte productiva y de taller.

Por otro lado, existieron y se llevaron a cabo tareas que a pesar de no estar ligadas directamente con la elaboración y desarrollo del proyecto, son igualmente importantes tanto para un buen ambiente de trabajo como para el correcto desarrollo de las diversas actividades productivas. Dentro de dichas tareas se encuentran la implementación del programa de las 5S, el cual inicialmente se desarrolló en la sección de carpintería y contó con la colaboración de las gerencias administrativa y productiva, los operarios de tal sección y el cuerpo de estudiantes en pasantía que se encontraban en esa época. Debido a la buena acogida que tuvo el programa y los resultados positivos arrojados, la empresa tomó la decisión de llevar esta herramienta a las demás secciones del área productiva. Adicional a estas tareas ajenas pero importantes, los estudiantes de pasantía que nos encontrábamos trabajando en diversos proyectos, hicimos uso de los conocimientos impartidos en la universidad para aconsejar y guiar en cierta medida a los operarios de planta en situaciones como la correcta adecuación y mantenimiento de sus puestos de trabajo y la influencia que estos ejercían en el buen desarrollo de las actividades y del proceso productivo en general.

A continuación se presentan otras conclusiones obtenidas a partir del trabajo realizado.

- Al dar inicio al proyecto la empresa carecía de una política de inventarios, al igual que una estructura de costos definida. Esta ausencia de políticas dificulta la evolución adecuada de las labores del área de producción, ya que se está trabajando sin conocer la capacidad real de la planta y los costos que se

originan en el desarrollo de las distintas actividades. En lo que respecta a los inventarios se logro avanzar, debido a que se establecieron en conjunto con las gerencias administrativa y de producción políticas relacionadas con rangos mínimos y máximos al igual que los diferentes procedimientos llevados a cabo.

- A pesar del descontrol y desconocimiento de los costos relacionados con las actividades productivas, mencionados anteriormente, se logro diseñar un sistema de planeación y manejo de los materiales y recursos físicos de la compañía. Este sistema fue creado a través de una hoja electrónica en Excel, y será de gran utilidad para la persona que requiera programar cualquier producto, ya que es flexible en cuanto a cambios en los costos de materia prima, mano de obra, contratación, despido, cantidad de horas extras, niveles de fuerza laboral, duración de jornadas o turnos laborales, cantidad de productos y su respectivo tiempo de programación.

- Se determinaron las cargas generadas por los pedidos planificados en cada centro de trabajo, Se determinó la capacidad necesaria por cada periodo en cada centro de trabajo. Cada producto manufacturado tiene su propia secuencia de producción, su tiempo de ejecución, y su cantidad de producir.

- El proyecto desarrollado sirve de base a la gerencia de producción para empezar a desarrollar una planificación, programación y control de procesos de producción, esto generara la necesidad de normalizar sus procesos de producción.

- La empresa no esta automatizada, cuenta con personal de alta competencia en producción para desempeñar diferentes actividades en los centros de trabajo con la mínima maquinaria, esto ocasiona que los tiempos de ejecución varíen de acuerdo a las habilidades de los operarios y por tanto la eficiencia y la utilización no sea la misma en todos los casos.

- La empresa cuenta con un amplio portafolio de productos 1800 referencias, de las cuales un 70% son manufacturadas en COLDIDACTICAS LTDA por tal motivo la normalización de los procesos se hace compleja, la demanda es supremamente quebrada y no da pronósticos confiables, además la labor es ardua puesto que los productos son diferentes en su fabricación.

- El proyecto desarrollado da las bases para estimar los costos de producción

- El uso del sistema MRP proporciona a la compañía desarrollar una planificación para administrar el flujo de materias primas.

- El plan de producción representa las alternativas que tiene la compañía para generar su plan de acción, de modo que este se relacione con su plan de ventas o presupuesto.

RECOMENDACIONES

- Como recomendación general está que la empresa muestre un compromiso serio y una continuidad con las actividades a desarrollar en cuanto a cambios trascendentales que debe originar la compañía en el área productiva. Dentro de dichos cambios están la posible ampliación de la planta para hacer frente a demandas de gran magnitud, la adecuación de todos y cada uno de los puestos de trabajo, adecuación representada en herramientas de trabajo adecuadas y funcionales, al igual que la distinta maquinaria empleada en tales zonas. De la misma forma la capacitación del personal operativo debe de tener prioridad, ya que el medio es cada vez más exigente en cuanto a calidad y durabilidad de los productos, y una variable que influye de manera determinante en esto, es precisamente la mano de obra, es por ello que una oportuna capacitación en la parte técnica ayudaría a que tal influencia no sea de carácter negativo. Es necesario aclarar que dicha capacitación no debe centrarse solo en la parte técnica, sino también en la personal.
- La empresa debería considerar ampliar su mercado o buscar uno distinto al tradicional, ya que como se pudo observar en el capítulo dedicado a los pronósticos, existen periodos en los que la demanda es excesivamente alta o impresionantemente baja, lo cual se debe precisamente a que la compañía

trabaja sobre pedido y a pesar de que cuenta con clientes fijos como el sector educativo en términos generales, el producto que dichos clientes exigen y que la empresa elabora, no es de consumo masivo. Es por ello que la empresa debería emplear su capacidad productiva y su recurso tanto físico como humano para buscar posibles alternativas, claro está sin cambiar su razón social.

- La empresa debe seguir gestionando la vinculación de estudiantes para realizar sus practicas y pasantías, esto con la finalidad de darle una continuidad al trabajo realizado por estos. Buscando con ello un proceso de mejoramiento continuo.

BIBLIOGRAFIA

- VOLLMANN Thomas E. Sistemas de planificación y control de la fabricación. EE.UU. 1995 867p
- NARASIMHAN Seetharama L. Planeación de la producción y control de inventarios. México 1995. 716 p
- NOORI Hamid, RADFORD Rusell. Administración de operaciones y producción. Mc Graw Hill.
- ADAM Everett E. Administración de la producción y operaciones. Cuarta edición. Prentice Hall.
- GARZON Alfonso. Material Académico. Cali 2000. 100 p
- LOPEZ Gloria. Material del curso. Cali 2000 20p