

# **INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ**

## **RESIDENCIA PROFESIONAL**

Propuesta de un Modelo Logístico Integral para la Empresa Industrial Maderera y del Triplay S. A. de C. V. en su Proceso Productivo: Producción de Chapa Seca – Almacenaje de Producto Terminado

## **QUE PRESENTA**

**CAROLINA DOJAQUEZ CASTILLEJOS**

Número de control: 04270030

**INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**ASESOR INTERNO:**

**SABINO VELÁZQUEZ TRUJILLO**

**ASESOR EXTERNO:**

**ING. BERNARDO ORTÍZ GÓMEZ**

TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS; JUNIO DEL 2008.

**ÍNDICE**

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
---------------------------	----------

## **1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

1.1 Antecedentes .....	3
1.2 Definición del Problema.....	5
1.3 Objetivos .....	5
1.3.1 Objetivo General	
1.3.2 Objetivo Especifico	
1.4 Justificación .....	5
1.5 Delimitación .....	6

## **2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA**

2.1 Historia de la Empresa.....	7
2.2 Razón Social y Giro de la Empresa .....	7
2.3 Misión de la Empresa .....	8
2.4 Localización de la Empresa .....	8
2.4.1 Macro-localización	
2.4.2 Micro-localización	
2.5 Organigrama General .....	8
2.6 Distribución Física de la Nave Industrial .....	12
2.7 Descripción del Proceso .....	15
2.8 Productos o Servicios que Ofrece.....	33

## **3. FUNDAMENTO TEÓRICO**

3.1 Logística .....	35
3.2 Logística Integral.....	38
3.3 Cadenas de Suministros .....	39
3.4 Trazabilidad .....	40
3.5 MRP (Material Requirements Planning: Planeación de las Necesidades de Materiales) .....	42

3.6 Método Synchro-MRP.....	45
3.7 Sistemas de Inventarios.....	46
3.8 Pronósticos .....	49
3.8.1 Técnicas Básicas de Pronóstico	
3.8.2 Técnicas Cualitativas	
3.8.3 Técnicas Cuantitativas	
3.9 Pronósticos por Serie de Tiempos.....	53
3.9.1 Mínimos Cuadrados	
3.9.2 Exponencial	
3.9.3 Promedio Móvil	
3.9.4 Promedio Móvil Ponderado	
3.9.5 Suavización Exponencial	
3.9.6 Modelo de los Tres Factores de Winters	
3.9.7 La Correlación	
3.9.8 Coeficiente de Correlación	

#### **4. MODELO LOGÍSTICO PROPUESTO**

4.1 Fases del Modelo.....	60
---------------------------	----

#### **5. IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO**

5.1 Implementación de las fases del modelo .....	64
5.2 Redistribución del Almacén de Producto Terminado .....	98
5.3 Costos de Implementación .....	99

#### **6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

6.1 Conclusiones .....	101
6.2 Recomendaciones .....	102

#### **REFERENCIAS**

Bibliografía.....	103
Páginas Web .....	104

**GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ABREVIATURAS**

Glosario ..... 105  
Abreviaturas..... 105

**APÉNDICE**..... 107

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad la logística es un aspecto básico en la constante lucha por ser una empresa de primer mundo.

La logística tiene muchos significados, uno de ellos, es la encargada de la distribución eficiente de los productos de una determinada empresa con un menor costo y un excelente servicio al cliente.

En consecuencia de lo anterior se elabora el presente proyecto enfocado al proceso productivo de la empresa Industrial Maderera y del Triplay, S. A. de C. V., Tuxtla Gutiérrez. Desarrollándose a través de seis capítulos. En el primero se exponen los motivos de su realización, se indican los objetivos que se desean alcanzar así como la justificación y delimitaciones.

En el segundo capítulo se contemplan los datos generales de la empresa, es decir, su localización, a que se dedica, cual es su misión y la forma en que se encuentra estructurada.

El capítulo tres se refiere al fundamento teórico acerca de la logística y otros conceptos afines a este. De igual forma se explican los métodos y las técnicas que se utilizaron a lo largo de la elaboración del proyecto.

La descripción de cada una de las fases que componen el modelo logístico que se propone se expresa en el capítulo cuatro.

En el siguiente capítulo se ejemplifican las fases anteriores con información recabada de la empresa, con la aplicación de técnicas de pronósticos así como de métodos de planeación y control la producción.

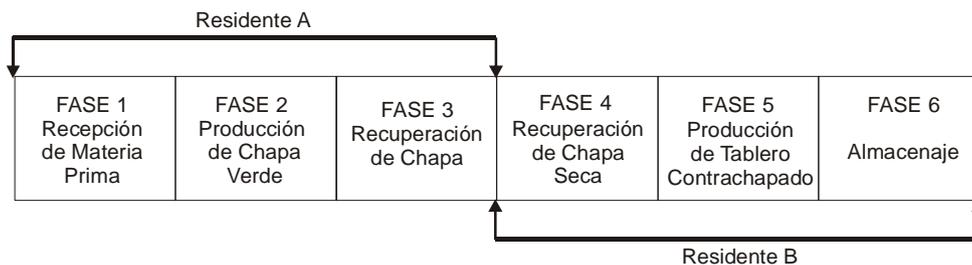
El sexto capítulo se trata de la mención de los resultados obtenidos con la implementación del modelo así como las recomendaciones necesarias.

# 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

## 1.1 Antecedentes

La Empresa Industrial Maderera y del Triplay, S. A. de C. V. se encarga de la fabricación de tableros contrachapados de madera, mejor conocidos como Triplay.

El proceso productivo se lleva a cabo en 6 fases. Las primeras tres fases serán analizadas por otro residente por lo que esta propuesta se basará en las últimas 3 fases del proceso, complementándose de esta manera el estudio de todo el proceso productivo. Obsérvese la **figura 1.1**.



**Figura 1.1 Fases del Proceso Productivo de la Empresa Industrial Maderera y del Triplay, S. A. de C. V.**  
(Fuente: Observación Directa.)

El flujo de materiales y de información se basa en la secuencia de las actividades del proceso; sin programarlo según el plan maestro de producción.

La información que reciben los trabajadores en el momento de la ejecución sufre modificaciones, y se realiza de manera directa, independientemente que los jefes reciben la programación de la producción semanalmente.

El material en proceso que se almacena puede estar húmedo o seco. Esta

clasificación se da de acuerdo a lo siguiente:

- El inventario húmedo identificado como “cola” es el material que se almacena por mayor tiempo dado que se acondiciona para que cumpla con los requerimientos necesarios para formar parte del producto terminado y son tratados preferentemente en los periodos en los que la materia prima es escasa debido a condiciones ambientales.
- El inventario seco es el que se encuentra disponible de manera inmediata, para el armado de los tableros de triplay y permanece almacenado por periodos cortos.

Es importante mencionar que para el manejo de materiales en la mayoría de las estaciones de trabajo son utilizadas bases de triplay grueso (fuera de especificación, material de rechazo y/o despegado) que cumplen la función de paletas, para facilitar las maniobras del montacargas al cargar y descargar, así como para proteger los materiales.

En las estaciones de trabajo, como las mesas verdes y las salidas de material de los secadores de vistas y de centros, se cuenta con carretillas, o plataformas para movimiento interno. Estas plataformas, debido al material del cual están hechas (metal), son difíciles de manejar y aunándoles el peso de las chapas húmedas el movimiento de éstas es nulo, salvo en ocasiones que se presentan por falta de combustible para el montacarga, y el movimiento es realizado en forma manual, así que la función que cumplen es de soporte y se descarga con el montacarga.

Otro problema notable es la falta de contenedores de desechos en toda la planta, pues actualmente estos desechos se dejan caer al piso para ser tomados por el montacargas y depositados en el área de desechos, que se encuentra situada entre el secador de resortes y los otros dos secadores, o en el camión

que se encarga de transportarlos hasta la caldera en donde se aprovecha como combustible.

## **1.2 Definición del problema**

Ofrecer un plan logístico alternativo basado en pronósticos de producción y aplicación de MRP.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo general**

Elaborar un plan logístico integral del proceso productivo.

### **1.3.2 Objetivo específico**

- Aumentar la eficiencia y eficacia del proceso productivo en sus fases 4, 5 y 6.
- Aumentar el volumen de producción de producto terminado
- Asegurar que las primeras entradas al almacén de producto terminado sean las primeras salidas.
- Mejorar el flujo de producto terminado en el almacén.

## **1.4 Justificación**

Es de gran importancia el que una empresa esté regida por un modelo logístico, ya que esto conlleva a la disminución de los desperdicios que esta pueda tener, así mismo justifica cada uno de los movimientos de materiales tanto dentro como fuera del proceso productivo.

Es por esto que se realiza esta propuesta para la empresa Industrial Maderera y del Triplay, S. A. de C. V., Tuxtla Gutiérrez Chiapas.

## 1.5 Delimitación

Lograr que se lleve a cabo la implementación de esta propuesta de modelo logístico en la empresa Industrial Maderera y del Triplay, S. A. de C. V. a partir del periodo Septiembre- Diciembre 2008.

Es necesario enfrentar algunas limitantes tales como:

- Resistencia al cambio de los empleados.
- Falta de conciencia de mejora por parte del personal.
- El bajo nivel de alfabetización del personal.
- El recelo por parte de los directivos acerca del manejo de información.

## 2. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

### 2.1 Historia de la Empresa

Las instalaciones de la nave industrial y del edificio administrativo fueron construidas aproximadamente en el año de 1975, legalmente estuvo registrada como **Enchapados y Contrachapados de Chiapas S. A. de C. V.** las labores dieron inicio el 2 de febrero de 1976 y para la capacitación de la plantilla laboral asistieron personal especializado de Chihuahua, Toluca y Yucatán.

Se empezaron a producir los tableros contrachapados mejor conocidos como triplay con los siguientes espesores: 3, 6, 9, 12, 15 y 18 milímetros respectivamente con calidades de 1ª, 2ª, 3ª en tableros para cimbra o industrial, así también fueron procesados diferentes tipos de maderas tales como Cedro, Pino, Guanacaste, Ceiba y Caoba entre otras.

La firma tuvo una vida de producción de 23 años, a finales del año de 1998 la adquiere una nueva Empresa que hasta la fecha manifiesta como propietaria. Actualmente su denominación legal es **Industrial Maderera y del Triplay, S. A. de C. V. (IMYTSA)** la actual administración, empieza nuevamente la producción a principios de enero de 1999 produciendo aun tableros enchapados y contrachapados con los mismos espesores y materia prima empleada anteriormente.

### 2.2 Razón Social y Giro de la Empresa

La Empresa se denomina “Industrial Maderera y del Triplay, S. A de C. V.” y el giro de ésta es industrial de transformación.

## **2.3 Misión de la Empresa**

### **Misión.**

Proveer a la comunidad productos silvícolas de calidad mediante la preservación del entorno ecológico.

## **2.4 Localización de la Empresa**

La Empresa Industrial Maderera y del Triplay, S. A. de C. V. se encuentra ubicada del lado norte poniente del municipio de Chiapa de Corzo, a 11.5 Km de la capital del estado de Chiapas en el tramo de la carretera panamericana Tuxtla Gutiérrez – Chiapa de Corzo. Cuenta con un área de 240 000 m<sup>2</sup> de extensión territorial ocupados por una nave para el proceso productivo de 7 406.99 m<sup>2</sup>, un edificio de 344.40 m<sup>2</sup> para su administración, un patio de servicio de 3 600 m<sup>2</sup> para el acceso de camiones de carga, un patio de descarga de 14 400 m<sup>2</sup> para almacén de trozas y 214 248.61 m<sup>2</sup> no ocupados; disponibles para la empresa que viene siendo terreno restante.

### **2.4.1 Macro-localización**

La Empresa Industrial Maderera y del Triplay, S. A. de C. V. se puede ubicar en la siguiente **figura 2.1**

### **2.4.2 Micro-localización**

La **figura 2.2** muestra la vista aérea de la Empresa Industrial Maderera y del Triplay, S. A. de C. V.

## **2.5 Organigrama General**

El organigrama general nos muestra los niveles jerárquicos que se manejan en la fabrica IMYTSA, ver **figura 2.3**



**Figura 2.1 Macro-localización de la Empresa IMY TSA**  
(Fuente: Apuntes del Depto. de Producción)



**Figura 2.2 Vista Aérea de IMYTSA**  
(Fuente: Apuntes del Depto. de Producción)



## 2.6 Distribución Física de la Nave Industrial

La distribución física de la empresa muestra la localización de cada una de las maquinas, equipos, talleres y oficinas a lo largo de la nave industrial, tal como se puede observar en la **figura 2.4** y la **tabla 2.1** para identificar cada uno de los símbolos utilizados en la figura.



**Tabla 2.1 Descripción de la Simbología Utilizada en la Distribución Física de la Nave Industrial de IMYTSA**

<b>Símbolo</b>	<b>Descripción</b>
1	Acceso a patio de maniobras
2	Vigilancia
3	Área de recepción y medición de trozas
4	Patio de maniobras
5	Descortezadora
6	Aserradero
7	Banda transportadora
8	Transportador de cadena
9	Grúa
10	Estanques grandes
11	Estanques pequeños
12	Torno 244
13	Torno 242
14	Sierra Espada
15	Guillotina 244
16	Guillotina 242
17	Mesa verde 244
18	Mesa verde 242
19	Guillotina 1
20	Guillotina 2
21	Guillotina 3
22	Afiladora
23	Compresor
24	Baños
25	Secador de resortes
26	Secador de vistas
27	Secador de centros e interiores
28	Generador o Subestación
29	Tanque de condensado
30	Cortadora SAVI
31	Cantadora
32	Unidora
33	Parchadota
34	Sierra de cola
35	Torre de preparación de goma
36	Transportador de rodillos
37	Engomadora
38	Preprensa
39	Elevador
40	Prensa
41	Sierra doble
42	Pulidora
43	Almacén de producto terminado
44	Área de calderas
45	Taller mecánico industrial
46	Torno mecánico
47	Taller mecánico
48	Taller eléctrico industrial
49	Sala de juntas

50	Oficina de producción
51	Almacén de suministros
52	Bodega de resinas
53	Comedor
54	Almacén de Lubricantes
55	Estacionamiento
56	Oficinas administrativas

(Fuente: Observación Directa)

## 2.7 Descripción del proceso

El proyecto se realizará en el área de producción de tableros contrachapados, mejor conocidos como triplay, siendo el Pino la materia prima empleada por sus características.

Se entiende por tablero contrachapado, a un conjunto de chapas secas ensambladas alternadamente una encima de la otra, de tal manera que el hilo de la madera de una chapa se encuentre en un ángulo de 90° con respecto al de la otra, y pegados mediante el uso de aglutinantes, ya sea del tipo de resinas sintéticas, vegetales o animales, bajo temperaturas y presiones adecuadas para formar un tablero cuya resistencia sea igual o mayor a la de la propia madera utilizada.

El tablero contrachapado debe estar bien manufacturado, libre de ampollas, traslapes u otros defectos; puede estar pulido o no en sus dos caras o en una, y la chapa utilizada en su manufactura debe ser de corte liso, de consistencia apretada y grueso uniforme, de esto depende su calidad.

Las chapas interiores en contacto han de ser pegadas de acuerdo con la técnica correspondiente, mediante el uso de adhesivos que llenen los requisitos establecidos de acuerdo con el método de prueba para cada tipo de tablero.

Los centros de chapa que se utilizan en la manufactura del tablero contrachapado, pueden ser de una o de varias piezas. El proceso que se emplea

en la elaboración de tableros contrachapados es el que se presenta a continuación:

### **Fase 1: Recepción de Materia Prima**

El proceso comienza en el área de medición de trozas, en ella se ubican todos los camiones que transportan las trozas que serán parte del inventario de materia prima a utilizar dentro de la elaboración de tableros. Allí las trozas son medidas y clasificadas para obtener un control de la cantidad y calidad de la madera que formará parte de las existencias de material a procesar. Luego de esto las trozas son transportadas al patio de acomodo y selección en donde son descargadas.

La trocería se clasifica según dos tipos de proceso: para torno o para aserradero.

Para torno, las trozas deben contar con las siguientes especificaciones: forma cilíndrica, mínimo de 34 cm de diámetro y una longitud de no menos de 248 cm para el torno 244 y para el torno 242 con un diámetro menor de 33 cm y mayor de 12.5 cm, una longitud de 122 cm. Sin rajaduras y/o astilladas que midan, a lo largo, más de 122 cm, sin importar el número o tamaño de nudos, picaduras y manchas; sin grandes depresiones.

Para aserradero, serán destinadas las trozas que no cumplan con las especificaciones de la clasificación anterior.

### **Fase 2: Producción de Chapa Verde**

Una vez que la trocería haya sido clasificada, esta se destina a la descortezadora, para que el trozo quede libre de corteza y ciertas impurezas, posteriormente será acomodado en las fosas de humectación ante una previa selección en cuanto a los requerimientos del torno ya sea para obtener centros, vistas o interiores. Para esto la troza deberá tener como mínimo 43 °C de temperatura en la periferia para ser torneada. Después de tener la temperatura

adecuada y de haber sido humectada, la troza se mide nuevamente, luego de esto es centrada en la estación del cargador para ser desvastada.

Cabe señalar que además de las trozas destinadas al torno 242 en la clasificación de trozas, éste también trabaja con las trozas que salen del torno 244, las cuales por su diámetro no pueden seguir siendo desvastadas por dicho torno.

### **Fase 3: Recuperación de Chapa**

La recuperación de chapa es llevada a cabo en las estaciones consecuentes a los tornos 244 y 242, en donde las chapas son clasificadas en: interiores, centros y vistas, dependiendo de la apariencia, grosor y tamaño del material procesado por los tornos, así mismo este material es cortado por las guillotinas 2 y 3, y las sierras de cola 1, 2 y “centro”, de acuerdo a medidas específicas, y con el fin de obtener la mayor cantidad de chapa que pueda ser utilizada dentro del proceso de elaboración de tableros.

### **Fase 4: Producción de Chapa Seca**

La cantidad de chapa que haya sido recuperada en la fase anterior será la que atravesará el proceso de secado efectuado precisamente en el área de secadores. Según las características y dimensiones de la chapa, ésta se secará ya sea en la secadora de centros (ver **figuras 2.5 y 2.6**), secadora de vistas (ver **figuras 2.7 y 2.8**) o en la secadora de resortes, (ver **figuras 2.9 y 2.10**).



**Figura 2.5 Alimentación de Secador de Centros**  
(Fuente: Industrial Maderera y del Triplay, S. A. de C. V.)



**Figura 2.6 Salida de Secador de Centros**  
(Fuente: Industrial Maderera y del Triplay, S. A. de C. V.)



**Figura 2.7 Alimentación de Secador de Vistas**  
(Fuente: Industrial Maderera y del Triplay, S. A. de C. V.)



**Figura 2.8 Salida de Secador de Vistas**  
(Fuente: Industrial Maderera y del Triplay, S. A. de C. V.)



**Figura 2.9 Alimentación de Secador de Resortes**  
(Fuente: Industrial Maderera y del Triplay, S. A. de C. V.)



**Figura 2.10 Salida de Secador de Resortes**  
(Fuente: Industrial Maderera y del Triplay, S. A. de C. V.)

Una vez que la chapa haya sido secada pasará a las estaciones consecuentes tales como: guillotina 1 (ver **figura 2.11**), cortadora SAVI (ver **figura 2.12**), canteadora SAVI (ver **figuras 2.13 y 2.14**), unidora (ver **figuras 2.15 y 2.16**) y/o parchadora, (ver **figura 2.17**), según lo requiera la chapa de acuerdo a su apariencia y medidas, la chapa puede o no pasar por cualquiera o todas estas estaciones. Cuando la chapa se encuentre en condiciones óptimas será trasladada al área de alimentación de las engomadoras.



**Figura 2.11 Guillotina**  
(Fuente: Industrial Maderera y del Triplay, S. A. de C. V.)



**Figura 2.12 Cortadora SAVI**  
(Fuente: Industrial Maderera y del Triplay, S. A. de C. V.)



**Figura 2.13 Canteadora Alimentación y Salida**  
(Fuente: Industrial Maderera y del Triplay, S. A. de C. V.)



**Figura 2.14 Canteadora Salida de Desechos**  
(Fuente: Industrial Maderera y del Triplay, S. A. de C. V.)



**Figura 2.15 Alimentación de Unidora**  
(Fuente: Industrial Maderera y del Triplay, S. A. de C. V.)



**Figura 2.16 Salida de Unidora**  
(Fuente: Industrial Maderera y del Triplay, S. A. de C. V.)



**Figura 2.17 Parchadora**  
(Fuente: Industrial Maderera y del Triplay, S. A. de C. V.)

## Fase 5: Producción de Tableros Contrachapados

La chapa localizada en engomadoras, se encuentra debidamente ordenada en cuanto a las categorías y/o tipos de chapas ya antes descritas (centros, interiores y vistas) para ser parte de la elaboración del tablero.

Se arman paquetes con determinado número de tableros dependiendo de su espesor (ver **tabla 2.2**), esto sucede debido a la variación de tiempo que se presenta al armar paquetes de diferentes espesores, por el número de capas que requieren. De esta manera se tratan de evitar los cuellos de botella en las estaciones siguientes.

**Tabla 2.2 Especificación del Número de Tableros que son Armados en Engomadoras según su Espesor**

Espesor	No. De Tableros armados
2.7	32
5.2	32
8.5*	16
12	16
14	16
15	16
18	16

\*Pueden armarse el doble de tableros dependiendo de la situación  
(Fuente: Observación Directa)

Para llevar a cabo la elaboración de un tablero es necesario preparar la goma que es utilizada en el pegado de las chapas y la cual tiene una fórmula compuesta de las siguientes sustancias: agua, harina, resina y catalizador. Esta goma se produce en la torre de preparación de goma que se encuentra justo en la parte superior de las dos engomadoras (observe **figura 2.18**) para abastecerlas y puede ser de dos tipos Fenólica para uso exterior o Ureica para interior.



**Figura 2.18 Engomadora y Torre de Preparación de Goma**  
(Fuente: Industrial Maderera y del Triplay, S. A. de C. V.)

Cuando las chapas ya fueron traslapadas con el pegamento adecuado y que ya se cuente con el número de capas necesarias para formar el espesor específico del tablero (ver **tabla 2.3**) pasa a la estación de preprensa en donde se le aplica presión en frío.

**Tabla 2.3 Capas de Chapas según el Espesor que se Desea Obtener.**

Espesor	Vista	Centro	Interior	Centro	Interior	Centro	Trasvista	No. de capas	Espesor Comercial
2.7	1					1	1	3	3
5.2	1					3.3	1	3	6
8.5	1			3.3		3.3	1	4	9
12	1			3.3	3.3	3.3	1	5	12
14	1	4	4			4	1	5	14
15	1	3.3	3.3	3.3		3.3	1	6	16
18	1	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	1	7	19

(Fuente: Apuntes del Depto. de Gerencia de Producción)

Al salir de la preprensa (ver **figura 2.19**) los tableros se transportan a la prensa, (ver **figura 2.20**), ésta cuenta con 16 platos, es decir tiene una capacidad de 16 tableros por prensada, y ejerce presión sobre éstos a altas temperaturas lo cual favorece el compactado y/o pegado de las chapas. El tiempo, la presión y la temperatura de prensado varían dependiendo del espesor de los tableros (ver **tabla 2.4**).

**Tabla 2.4 Ajustes de Operación de Prensa.**

Espesor	Presión	Temperatura	Minutos
2.7	110	100	3
5.2	1100	100	3
8.5	1200	90	6
12	1300	100	6
15	1400	100	7.5
18	1451	100	9

(Fuente: Apuntes del Depto. de Gerencia de Producción)



**Figura 2.19 Preprensa**

(Fuente: Industrial Maderera y del Triplay, S. A. de C. V.)



**Figura 2.20 Prensa**  
(Fuente: Industrial Maderera y del Triplay, S. A. de C. V.)

Una vez prensados los 16 tableros, se inspeccionan y si se requiere se resanan o se pegan nuevamente. Dependiendo de su estado al salir de la prensa los tableros que estaban despegados pueden formar parte de algún paquete ya sea de tableros de la calidad a la que pertenecía primeramente, o de lo contrario, de otro paquete de tableros llamados Shop (Despegados).

Luego de esto se destinan a las sierras dobles (ver **figuras 2.21 y 2.22**) para que adquieran las dimensiones correctas en cuanto a los estándares correspondientes en la industria del triplay.

La estación siguiente es la pulidora (ver **figura 2.23**), la cual elimina las impurezas de la superficie del tablero, ya sea en uno o ambos lados para proporcionar una textura visiblemente fina.



**Figura 2.21 Alimentación de Sierras Dobles**  
(Fuente: Industrial Maderera y del Triplay, S. A. de C. V.)



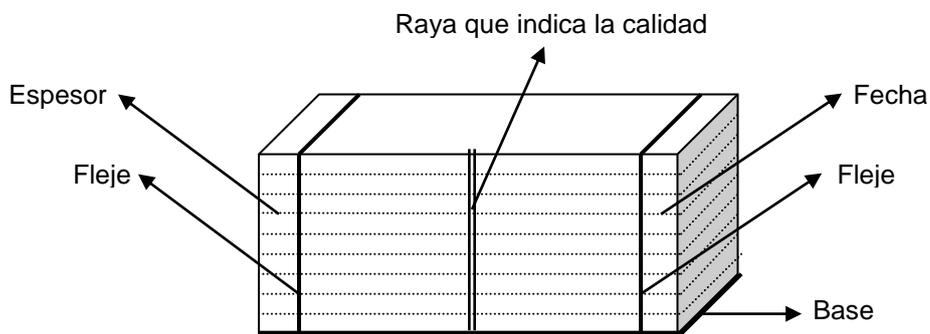
**Figura 2.22 Salida de Sierras Dobles**  
(Fuente: Industrial Maderera y del Triplay, S. A. de C. V.)



**Figura 2.23 Pulidora**  
 (Fuente: Industrial Maderera y del Triplay, S. A. de C. V.)

### Fase 6: Almacenaje

Al terminar el pulido, los tableros se acumularan en paquetes los cuales serán flejados, sellados y clasificados según el grosor, fecha de producción y calidad a la que pertenezcan (ver **figura 2.24**), el número de tableros por paquete flejado dependerá del grosor de ellos, obsérvese la **tabla 2.5**.



**Figura 2.24 Ejemplificación de un Paquete de Producto Terminado**  
 (Fuente: Apuntes del Depto. de Producción)

**Tabla 2.5 Especificación del Número de Tableros por Paquete Flejado según Grosor**

Espesor en mm	Hojas por paquete flejado
2.7	240
5.2	140
8.5	85
12	60
14	55
15	50
18	40

(Fuente: Apuntes del Depto. de Producción)

Para identificar las calidades rápidamente, los paquetes son marcados de la manera que se indica en la **tabla 2.6**

**Tabla 2.6 Clasificación de Colores para Distinción de Calidades**

<b>Calidad</b>	<b>Color</b>	<b>Marca</b>
Ad	Negro	2 líneas
Bd	Negro	1 línea
Bdr	Amarillo	1 línea
Bdr Pc	Amarillo	Contorno
Industrial (d/d)	Rojo	1 línea
Industrial Pc	Plateado	Contorno
Despegado (shop)	Sin Color	-----

(Fuente: Apuntes del Depto. de Producción)

Finalmente los paquetes de tableros son almacenados para formar parte del inventario de producto terminado (observe **figuras 2.25 y 2.26**) en espera de su salida de la planta.



**Figura 2.25 Almacén de Producto Terminado**  
(Fuente: Industrial Maderera y del Triplay, S. A. de C. V.)



**Figura 2.26 Almacén de Producto Terminado**  
(Fuente: Industrial Maderera y del Triplay, S. A. de C. V.)

## 2.8 Productos o Servicios que ofrece

Los productos que ofrece la Empresa “Industrial Maderera y del Triplay S. A de C. V.” son tableros contrachapados para dos diferentes usos, mismos que se detallan a continuación:

**Tablero contrachapado:** Se constituye de chapas de madera orientadas transversalmente con respecto al sentido de sus fibras las cuales son unidas bajo presión y temperatura con un adhesivo para crear un tablero tan fuerte o más que la madera.

- **Tablero para uso en interiores:** Los tableros contrachapados de uso interior se fabrican empleando resinas que son sensibles a la humedad (Urea-Formaldehído). Se dedican a usos interiores en los cuales no se requiere contar con resistencia a la exposición a la humedad.
- **Tablero para uso exterior:** Son los contrachapados pegados con adhesivos resistentes al agua (Melamina o Fenol-Formaldehído). Este tipo de tableros se fabrica para emplearse en la construcción y en usos industriales donde se requiere resistencia a la humedad.

Se manejan paquetes de tableros como producto terminado, entendiendo como paquete al conjunto de tableros contrachapado del mismo espesor, calidad y dimensión, flejado y bien identificado.

### Dimensiones

Las dimensiones y tolerancias deben ser las indicadas a continuación:

Dimensiones Nominales (mm)

Tolerancias (mm)

Ancho: 1,220, 910

$0 \pm 1.6$

Largo: 2,440, 2,140	$0 \pm 1.6$
Espesor: 2.7; 5.2; 8.5; 12; 14; 15; 16; 18; 21	$0 \pm 0.4$

NOTA: Para tableros sin pulir se dará una tolerancia de  $0 \pm 0.8$  mm del tamaño especificado.

**Escuadrado:** El escuadrado del tablero acepta una tolerancia de 3 mm medida en sus diagonales.

**Acabado:** El tablero contrachapado debe ir bien fabricado y libre de defectos permitidos específicamente, puede estar o no pulido en una de sus dos caras. Las chapas deben ir bien juntas, bien cortadas y de grueso uniforme.

## 3. FUNDAMENTO TEÓRICO

### 3.1 Logística

Arbones Malisani (1999) define como logística a la planeación, organización y control del conjunto de las actividades de movimiento y almacenamiento que facilitan el flujo de materiales y productos desde la fuente al consumo, para satisfacer la demanda al menor costo, incluidos los flujos de información y control.

Carranza (2005) considera que la “Logística es el proceso de planear, implantar y controlar de manera eficiente y económica el flujo y almacenamiento de materias primas, inventarios en proceso, productos terminados e información vinculada con ellos desde el punto de origen al punto de consumo con el propósito de adecuarse a los requerimientos del cliente”.

Arbones Malisani (1990) divide al sistema logístico en subsistemas: aprovisionamiento, producción y distribución física. Así mismo determina los objetivos de dichos subsistemas (ver **tabla 3.1**)

**Flujo de productos.** El flujo de productos se descompone en tres subsistemas.

**Subsistema aprovisionamiento.** Incluye los diversos proveedores y comprende todas las operaciones efectuadas para colocar a disposición del subsistema de producción las materias primas, las piezas y los elementos comprados.

**Subsistema de producción.** Transforma los materiales, efectúa el ensamble de las piezas y los elementos, almacena los productos terminados y los coloca a disposición del subsistema distribución física.

En general la producción se articula en torno de un cierto número de almacenes de productos intermedios o semielaborados.

**Subsistema distribución física.** Procede a satisfacer las demandas de los clientes, ya sea directamente o bien mediante depósitos intermedios.

Arbones Malisani (1990) también menciona que las fronteras deberán ser bien precisas en cada caso particular así, por ejemplo, conviene definir que se entiende por poner los materiales a disposición del subsistema producción:

- Preparación de los materiales para cada orden de fabricación
- Igual que la anterior y entrega al pie de la máquina
- Preparación del material para todas las órdenes de la semana

**Tabla 3.1 Objetivos de Cada Subsistema del Flujo de Productos**

Subsistema	Elementos principales del servicio	Para	Costos a controlar
Aprovisionamiento	Calidad Disponibilidad	Materiales Elementos comprados Mercaderías	Compra Transporte de aprovisionamiento Almacenamiento
Producción	Calidad Disponibilidad	Productos terminados	Transformación Almacenaje productos terminados y semiterminados
Distribución física	Disponibilidad Despacho	Productos terminados Mercaderías	Transporte distribución Almacenaje depósitos

[Fuente: Eduardo A. Arbones Malisani (1990)]

El Council of Logistics Management, como menciona Urzelai Inza (2006), define la logística como “la parte del proceso de gestión de la cadena de suministro encargada de planear, implementar y controlar de forma eficiente y efectiva el almacenaje y flujo directo e inverso de los bienes, servicios y toda la información relacionada con éstos, entre el punto de origen y el punto de consumo, con el propósito de cumplir con las expectativas del consumidor”.

Urzelai Inza (2006) toma en consideración la definición anterior, así como otras muchas disponibles a lo largo de la extensa bibliografía logística, y llega a las siguientes conclusiones:

- La logística es una parte de un concepto más global como es la gestión de la cadena de suministro.
- Gestiona tanto flujos de producto como flujos de información desde los proveedores hasta los clientes, es decir, a lo largo de toda la cadena de suministro.
- Su objetivo fundamental consiste en ofrecer la máxima calidad de servicio a los consumidores a unos costos totales mínimos.

Resulta de especial interés en el ámbito logístico el concepto de costos totales mínimos, considera Aitor Urzelai Inza (2006). En el seno de cualquier empresa, existe una serie de conflictos entre los intereses contrapuestos de diferentes funciones, procesos o departamentos. Así, por ejemplo dice:

- La función de producción está interesada en fabricar los productos en grandes lotes, en aras de evitar los cambios de fabricación, aprovechar las economías de escala y minimizar el coste unitario de fabricación.

Por contra, según Aitor Urzelai Inza (2006) la función encargada de gestionar los inventarios de producto terminado (PT), trata de reducir el nivel de éstos.

- Las tarifas de transporte disminuyen en la medida en que se transportan mayores cantidades de producto en cada viaje. No obstante, las cargas completas pueden originar excesos de nivel de inventario en los puntos de destino.
- El objetivo de reducir los costos de transporte realizando envíos a camión completo, también puede entrar en conflicto con el cumplimiento de los

plazos de entrega a clientes, ya que la frecuencia de envíos puede verse afectada.

- Asimismo, la función de marketing desea disponer de la mayor variedad de referencias posible, mientras que cabe la posibilidad de que otras funciones como aprovisionamientos o producción tiendan hacia la estandarización.

### 3.2 Logística Integral

Con lo expuesto Urzelai Inza (2006), menciona que la logística puede ser concebida como una logística integral, cuyo objetivo sea ofrecer el producto adecuado en el momento, lugar, cantidad y calidad adecuadas; todo ello tratando de eliminar los conflictos entre intereses existentes, con el objetivo de minimizar no ya los costos parciales de cada función, sino los costos totales de la cadena de suministro.

Según Urzelai Inza (2006) para alcanzar las metas anteriores, la logística integral se divide básicamente en dos dimensiones: logística interna y logística externa.

La **logística interna** se encarga de planear y gestionar todos los flujos de materiales y productos que tienen lugar en el interior de la empresa. Para hacerlo en los términos establecidos por los objetivos de la logística integral, se deberá tratar de que todas las funciones y procesos internos de la empresa actúen de una forma coordinada e integrada, de manera que será imprescindible la existencia de un intercambio de información constante y continuo entre ellos.

La **logística externa**, por contra, se centra en la planeación y gestión de los flujos de materiales y productos entre la empresa y los demás agentes intervinientes en la cadena de suministro. En este sentido, se deberá tratar de alcanzar el mayor nivel de integración posible entre la empresa y sus proveedores, distribuidores,

clientes, transportistas y operadores logísticos, para esto será necesario habilitar las vías de información y comunicación más adecuadas.

En esta línea, asegura Urzelai Inza (2006) la logística integral deberá garantizar un flujo de información de calidad continuo tanto entre los procesos logísticos internos de las empresas como entre los diferentes agentes que componen la cadena de suministro, de tal forma que puedan integrarse y habilitar un flujo de materiales y productos continuo y eficiente.

Urzelai Inza (2006) afirma que un proceso logístico integrado será capaz de habilitar un flujo de materiales y productos más tenso, en el que se cubran las necesidades de los diferentes agentes y procesos de forma más ajustada, reduciéndose en consecuencia el nivel de inventario mantenido a lo largo de la cadena de suministro.

De igual forma Urzelai Inza (2006) comenta, que un proceso logístico integrado requerirá la existencia de un flujo de información entre los diferentes procesos y agentes que componen la cadena de suministro.

Para tal fin, en los últimos años, aporta Urzelai Inza (2006) han ido surgiendo diferentes sistemas de información y gestión, tales como Planeación de las Necesidades de Materiales (MRP), Planeación de los Recursos de Distribución (DRP), Planeación de los Recursos Empresariales (ERP), Administración de la Cadena de Suministros (SCM), Intercambio Electrónico de Datos (EDI) y muchos más.

### **3.3 Cadenas de Suministros**

Lambert, como lo menciona Carranza (2005), describe a la cadena de suministros como “la integración de los procesos de negocios desde el usuario final a través de los proveedores originales que abastece productos, servicios e información que agrega valor a los clientes”.

Según Aitor Urzelai Inza (2006) también se puede definir la Gestión de la Cadena de Suministro o Supply Chain Management (SCM) como la estrategia global encargada de gestionar conjuntamente las funciones, procesos, actividades y agentes que componen la cadena de suministro.

### **3.4 Trazabilidad**

La palabra trazabilidad no existe en el idioma castellano, el termino apropiado es: seguimiento del producto o también se puede utilizar el termino "rastreo de producto". Tiene aplicación en diversas industrias y áreas, se han impulsado el concepto de trazabilidad, particularmente en países con mayor desarrollo en los que se han publicado normativas específicas. Como se menciona en [es.wikipedia.org](http://es.wikipedia.org)

La trazabilidad es aplicada por razones relacionadas con mejoras de negocio que justifican su presencia: mayor eficiencia en procesos productivos, menores costos ante fallos, mejor servicio a clientes, etc. En este ámbito cabe mencionar sectores como los de automoción, aeronáutica, distribución logística, electrónico de consumo, etc. De acuerdo a lo consultado en [es.wikipedia.org](http://es.wikipedia.org)

Según el Comité de Seguridad Alimentaria de la Asociación Española de Codificación Comercial (AECOC): "Se entiende como trazabilidad aquellos procedimientos preestablecidos y autosuficientes que permiten conocer el histórico, la ubicación y la trayectoria de un producto o lote de productos a lo largo de la cadena de suministros en un momento dado, a través de unas herramientas determinadas". Información obtenida en [www.maritimoportuario.cl](http://www.maritimoportuario.cl)

Teniendo en cuenta la definición expuesta, según lo consultado [www.maritimoportuario.cl](http://www.maritimoportuario.cl), se pueden describir los dos ámbitos de trazabilidad existentes: descendente y ascendente.

- Trazabilidad descendente o aguas abajo (es decir, saber de forma precisa dónde están los lotes de productos a lo largo de la cadena de suministros) para fabricantes.
- Trazabilidad ascendente o aguas arriba (es decir, poder seguir exactamente el origen de la mercancía y los procesos por los que ha pasado antes de llegar al punto final) para distribuidores.

También, como se menciona en [www.maritimoportuario.cl](http://www.maritimoportuario.cl), se puede considerar la trazabilidad interna o trazabilidad de procesos (es decir, la capacidad de trazar a lo largo del proceso de producción). Por lo tanto, desde el punto de vista de una empresa, la trazabilidad consiste en la capacidad de asociar los lotes de producto terminado que produce con:

- Los destinos a los que se han enviado dichos lotes de producto (trazabilidad descendente).
- Los lotes de materias primas con los que fueron producidos (trazabilidad interna y ascendente).

Por lo tanto, para que se pueda lograr la trazabilidad en los dos sentidos, tomando en cuenta lo encontrado en [www.maritimoportuario.cl](http://www.maritimoportuario.cl), es necesario:

1. Recibir la información de proveedores y transmitirla a clientes.
2. Controlar los lotes en el proceso productivo u operativo de almacén y de expedición.

### 3.5 MRP (Material Requirements Planning: Planeación de las Necesidades de Materiales)

Según Companys Pascual (1989) este procedimiento está basado en dos ideas principales:

- La demanda de la mayoría de los artículos no es independiente; únicamente lo es la de los productos terminados, normalmente los que se venden al exterior; la demanda de los demás depende de la de éstos.
- Las necesidades de cada artículo y el momento en que deben ser satisfechas estas necesidades, se pueden calcular a partir de unos datos bastante sencillos: las demandas independientes y la estructura del producto (enriquecido con los plazos de elaboración y de aprovisionamiento).

MRP consiste, menciona Companys Pascual (1989), en un cálculo de necesidades netas de los artículos (productos terminados, subconjuntos, componentes, materia prima, etc.) introduciendo el factor de plazo de fabricación o de compra de cada uno de los artículos, o que en definitiva conduce a modular a través del tiempo las necesidades , ya que indica la oportunidad de fabricar (o aprovisionar) los componentes, con la debida proporción respecto a su utilización en la fase siguiente de fabricación.

En la **figura 3.1** Companys Pascual (1989) expone los tres ficheros básicos de un sistema MRP: MPS (Master Production Schedule. Plan Maestro Detallado de Producción), BOM (Bill of Materials. Lista de Materiales) e inventarios, con las indicación de las informaciones que en cada uno de ellos se recibe, almacena y transmite.

- El MPS recibe los pedidos y, en base a la demanda conocida, las capacidades de producción y las reglas de planeación de inventarios establecidas por la dirección, determina el plan maestro, que responde a las preguntas de qué se debe fabricar y cuándo. Este plan maestro se combina con la estructura del producto, es decir, con la descripción de qué subconjuntos a partes entran en la composición de cada artículo, así como si cada pieza se fabrica o se compra en el exterior.
- El BOM establece las necesidades brutas, es decir responde a las preguntas de qué se necesita y para cuándo.
- El inventario existente puede suministrar las necesidades brutas por lo que deben confrontarse con la situación real del mismo a partir del tercer fichero básico del sistema.

El resultado, concluye Companys Pascual (1989), son las necesidades netas que constituyen la base de un plan de órdenes de compras y de producción para cada artículo.



### 3.6 Método Synchro-MRP

El sistema Synchro-MRP, menciona Companys Pascual (1989), combina características de los sistemas MRP y Kanban, permitiendo utilizar la potencia de ambos en un sistema productivo.

Companys Pascual (1989) concibe dos tipos de tarjetas synchro:

**Tarjeta Synchro 1** (tarjeta retransferencia o de retiro). Estas tarjetas deben estar disponibles en los centros de elaboración y en la línea de montaje, y desempeñan el papel de autorizaciones para retirar las piezas que serán utilizadas. Un número especificado de tarjeta synchro 1 idénticas se producen para cada una de las piezas que se emplean en un determinado centro de trabajo.

**Tarjeta Synchro 2** (tarjeta de autorización de producción). Se emiten y se suministran a los centros de trabajo que “hacen” las piezas. Se envía a cada centro de trabajo un número específico de tarjetas synchro 2 idénticas para cada pieza que está autorizado a producir.

Para Companys Pascual (1989) la información que debe contener cada tarjeta es la siguiente:

- Tarjeta de transferencia (synchro 1):
  - Clave (código) de la pieza a la que se refiere la tarjeta
  - Centro de trabajo del que se retira
  - Centro de trabajo al que se transfiere
  - Ubicación de la que se retira la pieza
  - Ubicación a la que se transfiere
  - Contenedor a que está asociada, con la capacidad referida a la pieza
  - Número de tarjetas synchro 1 de este tipo (emitidas)
  - Periodo de tiempo en el que tiene validez la tarjeta

- Tarjeta de producción (synchro 2)
  - Clave (código) de la pieza a la que se refiere la tarjeta
  - Centro de trabajo que produce la pieza
  - Punto de almacenaje en el que deben situarse las piezas acabadas.
  - Contenedor a que está asociada, con la capacidad referida a la pieza
  - Número de tarjetas synchro 2 de este tipo (emitidas)
  - Periodo de tiempo en el que tiene validez la tarjeta

### 3.7 Sistemas de Inventarios

El objetivo general de un sistema de almacenamiento es bastante obvio, según Escobar Gómez (2006), es almacenar materiales por un cierto periodo de tiempo, con el propósito de que estén disponibles en cantidad y tiempo cuando se requieran. Los tipos de material que son almacenados por más empresas están listadas en la **tabla 3.2**. Las categorías de la 1 a la 5 pertenecen al producto, las categorías 6 y 7 se relacionan con el proceso, y las categorías 8 y 9 se refieren al soporte total.

**Tabla 3.2 Tipos de Materiales Típicamente Almacenados**

	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
1	Materia Prima	Materia prima a ser procesada o ensamblada
2	Partes compradas	Partes de vendedores a ser procesadas o ensambladas
3	Trabajo en proceso	Partes parcialmente completadas entre operaciones
4	Producto terminado	Producto terminado listo a ser embarcado al cliente
5	Retrabajo y desperdicio	Partes que estan fuera de especificación
6	Herramientas	Herramientas de corte, escantillones, soldadura y otros
7	Partes sobrantes	Partes sobrantes utilizadas para reparar maquinas
8	Suplementos de oficina	Papel, formas, y otros artículos
9	Record de la planta	Record de productos, mantenimiento, etc.

[Fuente: Elías Neftalí Escobar Gómez (2006)]

Según Riggs (1993), el inventario es un recurso ocioso disponible cuando es necesario, pero sometido a los costos de almacenamiento. Su propósito principal es aislar la producción de los retrasos causados por la falta de

materiales. Afecta también a la estabilidad del trabajo, la satisfacción del cliente, las necesidades del manejo de materiales y la política de compras.

Los costos del inventario, explica Riggs (1993) están compuestos por gastos que varían directa e inversamente con la magnitud de una orden. Los costos de la orden (O) y los costos de oportunidad (OC) aumentan con magnitudes más pequeñas de la orden. Los costos de tenencia (H) y los costos de capital (iP) disminuyen con magnitudes más pequeñas de la orden. La magnitud de la orden (Q), que balancea estas dos categorías de costos con las suposiciones de una demanda constante y un adelanto temporal conocido, se calcula por medio de la fórmula EOQ:

$$Q = \sqrt{\frac{2OD}{H + iP}}$$

En donde D= demanda anual. Cuando los artículos se consumen, conforme se producen, la fórmula EPQ es

$$Q = \sqrt{\frac{2OD}{(H + iP)(1 - D/M)}}$$

En donde M = tasa anual de manufactura. EL efecto de los descuentos por la cantidad de los pedidos grandes se evalúa calculando el costo anual total de cada nivel por medio de

$$\text{Costo anual por Tener existencias} = O D/Q + (H + iP) Q/2 + PD$$

En donde los primeros dos términos son el costo anual del inventario y el último término es el costo de compra o de producción para una existencia de un año.

Se estudiaron dos modelos de inventario que reconocen el riesgo. La cantidad óptima de la orden para una política de una sola orden está indicada por la fórmula:

$$\sum^{Y^*} P(y) \leq \frac{P - C}{P - S}$$

En donde:

P = precio de compra.

C = costo de producción o al mayoreo.

S = valor de rescate.

Y\* = Nivel de la demanda apenas abajo del incremento preferido de la orden.

Una política de orden continua, suponiendo que la demanda es relativamente estable pero varia el adelanto temporal, indica Riggs (1993), emplea un formato de una tabla para ayudar al calculo de un valor esperado para los costos por llevar el inventario (CC) y los costos de oportunidad (OC) para cada alternativa del adelanto temporal.

Entonces:

$$\text{Costo total del inventario} = \frac{(O + OC)}{QLT} + \frac{HQLT}{2} + CC$$

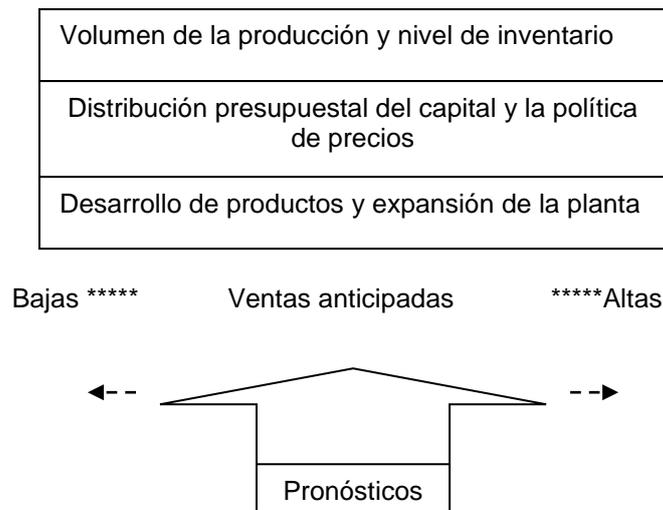
En donde el EOQ para cada alternativa del adelanto temporal (LT) es

$$QLT = \sqrt{\frac{2(O + OC) D}{H}}$$

Riggs (1993) asegura que los artículos del inventario que merecen mayor atención están determinados por un análisis ABC. Los artículos de la clase A, en los cuales se concentra la atención, corresponden por lo común al 75-80 % de la utilización monetaria total, pero solo al 15-20 % del volumen de la cantidad. El efecto de seguir una política ABC es “comprar” tiempo de análisis para los artículos de alto valor estableciendo un excedente de existencias para los artículos de bajo valor.

### 3.8 Pronósticos

Según Riggs (1993) un pronóstico es un cálculo de la actividad futura. Puede ser la predicción de la aceptación de un nuevo producto, de los cambios de la demanda, u otras condiciones que influyan directamente en la planeación de la producción. Algunas de las áreas de decisión que se basan en los pronósticos de ventas se muestra en la **figura 3.2**.



**Figura 3.2 El pronóstico de ventas y las decisiones sobre la producción.**  
[Fuente: James L. Riggs (1993)]

#### 3.8.1 Técnicas Básicas de Pronósticos

El primer paso en la planeación de las actividades de administración de producción e inventario es pronosticar la demanda futura, afirman Fogarty, Blackstone, Hoffmann (2005). La Sociedad Americana de Producción e Inventario (APICS, American Production and Inventory Control Society) considera que un pronóstico es un procedimiento objetivo, en el que se utiliza información recabada en un espacio de tiempo. Un pronóstico considera que las tendencias actuales continuaran en el futuro. El termino predicción se utiliza para describir cualquier actividad que implica una evaluación subjetiva.

Según Fogarty, Blackstone, Hoffmann (2005), la base para cualquier actividad en la producción son los pedidos reales o el pronóstico de pedidos futuros. En un ambiente de producir contra inventarios, las actividades de producción se fundamentan por completo en pronósticos, debido a que los pedidos deben satisfacerse con los artículos que hay en inventario. Por su parte, en un ambiente de fabricación contra el pedido, las actividades de producción se basan únicamente en los pedidos actuales.

En las palabras de Fogarty, Blackstone, Hoffmann (2005), las técnicas de pronósticos se puede dividir en dos categorías: cualitativas y cuantitativas. Las primeras, que pueden hacer uso de números, utilizan una metodología que no es matemática. Las técnicas cualitativas se sustentan en el criterio, la intuición y la evaluación subjetiva. Entre las técnicas principales dentro de esta categoría están la investigación de mercado (encuestas), Delphi (consenso de panel), analogía histórica y estimados de la administración (adivinación). En la terminología de la APICS, todas esas técnicas representan predicciones mas que pronósticos en sentido estricto. La otra clase de técnicas, las cuantitativas, se pueden dividir en intrínsecas y extrínsecas.

Fogarty, Blackstone, Hoffmann (2005), mencionan que las técnicas intrínsecas suelen denominarse técnicas de serie de tiempo. Incluyen manejo matemático de la demanda histórica por artículo. Estas técnicas son las que se utilizan más en los pronósticos para el control de la producción e inventario. El otro tipo de técnicas cuantitativas, los métodos extrínsecos, formulan un pronóstico que intenta relacionar la demanda de un artículo con los datos referentes a otro artículo, un grupo de artículos o factores externos.

### **3.8.2 Técnicas Cualitativas**

Para Fogarty, Blackstone, Hoffmann (2005), los datos reunidos por los métodos mencionados anteriormente de este tipo de técnicas, se deben tomar en

consideración en las decisiones sobre inventarios agregados o en la planeación de la capacidad, pero no deben ser la única fuente para tales decisiones.

El método Delphi o consenso de panel, aportan Fogarty, Blackstone, Hoffmann (2005), puede ser útil en los pronósticos tecnológicos, esto es en la predicción del estado general del mercado, la economía o los avances tecnológicos dentro de cinco años o mas, con base en la opinión de un experto.

Cuando se intenta pronosticar la demanda para un nuevo articulo, uno se enfrenta a una escasez de datos históricos. Una técnica útil es el examen de la historia de la demanda de un producto análogo comentan Fogarty, Blackstone, Hoffmann (2005). Si el producto relacionado es muy parecido, se pueden utilizar las técnicas cuantitativas. Pero si la relación es muy sutil, quizá sea más apropiado relacionar los productos solo cualitativamente solo para obtener una impresión de los patrones de demanda o de demanda agregada.

Las estimaciones (intuición) también son un método de predicción, afirman Fogarty, Blackstone, Hoffmann (2005). Se practican ampliamente con respecto a nuevos productos o cambios inesperados en la demanda para líneas de productos ya establecidas. Cuando hacen falta datos sustanciales, el juicio subjetivo de la gerencia puede ser la mejor alternativa.

### **3.8.3 Técnicas Cuantitativas**

Las técnicas intrínsecas utilizan la secuencia histórica de tiempo de la actividad de un articulo en particular como fuente de datos para pronosticar la actividad futura de este articulo, denominada serie de tiempo argumenta Fogarty, Blackstone, Hoffmann (2005). Hay que tener en cuenta que las características de estas series se pueden identificar de varias maneras, y las representaciones algebraicas de tales graficas se pueden obtener mediante una diversidad de métodos.

Los autores Fogarty, Blackstone, Hoffmann (2005) señalan que se considera que una serie de tiempo consta de cuatro factores subyacentes o componentes. (1) cíclicos, (2) de tendencia, (3) estacionales y (4) al azar (o irregulares).

El factor cíclico se refiere tradicionalmente al ciclo comercial, a tendencias a largo plazo en la economía global. Puede tener mucha importancia en el pronóstico para la planeación a largo plazo. Sin embargo su utilidad es muy poca en el pronóstico de la demanda para productos individuales, la cual rara vez tiene suficientes datos para permitir una distinción entre el efecto del ciclo comercial y el efecto del ciclo de vida del producto.

Las series de tiempo que se utilizan para los pronósticos a corto plazo generalmente no tienen como componentes la tendencia, el carácter estacional y componentes al azar, dicen Fogarty, Blackstone, Hoffmann (2005). El componente de tendencia casi siempre se modela como una línea, la cual se describe por una intersección o nivel base, que se designa como L, y una pendiente que se designa como T. La línea de tendencia se puede modificar por un fenómeno estacional si todos los datos, se ven afectados de alguna manera, por una variación al azar, irregular, o dicho de otra manera, imposible de predecir (R).

Matemáticamente, exponen Fogarty, Blackstone, Hoffmann (2005), este proceso esta basado en la combinación de un modelo multiplicativo y uno aditivo, de la siguiente manera:

$$D = (L + T) * S + R$$

En donde D es la demanda. En esta versión, T, tendencia, esta expresada en las mismas unidades. Su valor esperado es 0. S, estacional, es un número sin dimensión que tiene un valor esperado de 1.

### 3.9 Pronóstico por serie de tiempo

Riggs (1993) mencionó que la expresión que se emplea más comúnmente para un pronóstico de serie de tiempo es

$$Y = TCSR$$

En donde:  $Y$  = valor pronosticado.

$T$  = tendencia básica.

$C$  = variaciones cíclicas alrededor de la tendencia.

$S$  = variaciones de temporada dentro de la tendencia.

$R$  = variaciones residuales o restantes sin explicar.

#### Métodos de cálculo

Riggs (1993) propone iniciar con una gráfica de los datos a una escala conveniente.

Así mismo Riggs (1993), comenta que algunos métodos de pronóstico son muy elaborados y requieren una considerable habilidad matemática. Otros son del tipo de reglas sencillas y desarrollan una predicción empleando simple aritmética. Como no existe una opinión unánime respecto al “mejor” método este autor explica, a continuación, varios de los que tienen amplia aceptación.

#### 3.9.1 Mínimos Cuadrados

Para Riggs (1993) en una gráfica, siempre que los puntos de los datos parezcan seguir una línea recta, se puede emplear el método de mínimos cuadrados para determinar la recta de menor ajuste. Esta recta es la que mas se aproxima a pasar por todos los puntos. Otra manera de expresar lo mismo es que la recta deseada minimiza las diferencias entre la recta y cada uno de los puntos. Esta última explicación da lugar al origen del nombre para el método de mínimos

cuadrados, da la ecuación de la recta para la cual la suma de los cuadrados de las distancias verticales entre los valores reales y los valores de la recta es un mínimo. Otra propiedad de la recta es que la suma de dicha distancias verticales es igual a cero.

La formula del pronostico es:  $Y_F = a + bX$

### **3.9.2 Exponencial**

Riggs (1993) concibió que algunas veces una curva suministra un mejor ajuste para los datos que una línea recta. Una curva suave implica un crecimiento o disminución porcentual uniforme en lugar del incremento o decrementos constantes ejemplificados con una recta. La ecuación para una recta puede tomar la forma exponencial,  $Y = ab^X$ , la cual indica que  $Y$  varia con una tasa constante  $b$  en cada periodo.

### **3.9.3 El promedio móvil**

Un promedio móvil se obtiene, como dijo Riggs (1993), sumando los datos acerca de un número deseado de periodos pasados. Este número por regla general abarca un año, a fin de atenuar las variaciones de las temporadas. La atenuación resulta porque los valores altos y bajos durante un año tienden a anularse. Extendiendo el promedio móvil para que incluya más periodos se aumenta el efecto de atenuación, pero se disminuye la sensibilidad de los pronósticos a datos mas recientes.

Riggs (1993) distingue un promedio móvil de un promedio simple por la condición de los cálculos consecutivos; cada promedio se mueve hacia adelante en el tiempo a fin de obtener una observación mas reciente, eliminando al mismo tiempo el dato mas antiguo.

Un promedio móvil calculado para cierto número de datos según las observaciones más recientes rara vez es un buen pronóstico para el siguiente periodo, salvo que el patrón de datos sea relativamente constante, según Riggs (1993). Un índice de temporada referido al promedio móvil mejora el pronóstico. Un valor del índice se calcula dividiendo la demanda real entre el promedio móvil centrado para ese periodo. Un índice más confiable se obtiene promediando varios valores del índice para varios periodos comunes. El pronóstico es, por tanto, el producto del promedio móvil centrado más reciente para un periodo y el valor del índice para ese periodo.

#### **3.9.4 Promedios móviles ponderados**

Hay que tomar en cuenta como comentan Fogarty, Blackstone, Hoffmann (2005), que los datos más recientes son más reveladores del futuro que los datos más antiguos. Con frecuencia resulta más confiable un promedio móvil ponderado calculado para dar más peso a los datos más recientes, que un promedio no ponderado. Un promedio móvil ponderado se calcula multiplicando cada periodo por un factor de ponderación, y dividiendo el resultado entre la suma de todos los factores ponderados. Como ejemplo se tiene la ecuación

$$D_{5,6,7} = \frac{2D_5 + 3D_6 + 4D_7}{2 + 3 + 4}$$

donde  $D_{5,6,7}$ , se utiliza para pronosticar la demanda para el periodo 8, el denominador de la ecuación es la suma de la ponderación.

Normalmente apuntan Fogarty, Blackstone, Hoffmann (2005), los promedios móviles ponderados solo se utilizan cuando se incluyen datos de varios periodos. Los factores de ponderación pueden tener cualquier valor. Las ponderaciones son la evaluación subjetiva del pronosticador de la importancia de los datos más recientes y de los datos más antiguos al formular un pronóstico. Si un producto es nuevo y pasa a través de una etapa de crecimiento en su ciclo de

vida, es frecuente que no se tengan datos suficientes para estimar las tendencias y los componentes estacionales de las series de tiempo.

Un promedio móvil simple es indeseable debido a su tendencia a retrasarse frente a la tendencia dominante. El promedio móvil ponderado puede resolver en parte este problema dando mas ponderación a los datos mas recientes señalan Fogarty, Blackstone, Hoffmann (2005). Pero los promedios ponderados aun quedan atrás de la tendencia y producen un pronóstico que es, en consecuencia, bajo, durante los periodos de demanda incrementada.

Un impedimento para utilizar los promedios móviles ponderados para pronosticar miles de artículos es que deben retener datos de N periodos como apuntan Fogarty, Blackstone, Hoffmann (2005), (siendo N el numero de periodos de demanda utilizados en el promedio). Y se deben llevar a cabo N multiplicaciones, N-1 sumas y una división para cada pronóstico. Esto significa un gran número de datos y numerosos cálculos. La suavización exponencial ofrece un método equivalente al promedio móvil ponderado, pero que requiere menos datos y cálculos.

### **3.9.5 Suavización exponencial**

Posiblemente el método mas popular usado para pronosticar la demanda de un articulo consiste en algunas de las diversas técnicas de suavización exponencial, afirman Fogarty, Blackstone, Hoffmann (2005). La suavización exponencial simple o de primer orden puede verse de distintas maneras. Un punto de vista es que se trata de una técnica para pronósticos basada en los errores de los pronósticos. Si la proyección  $F_n$ , para el periodo  $n$  es  $F_n$  y la demanda actual y la demanda actual para el periodo  $n$  es  $D_n$ , entonces podemos pronosticar que para el siguiente periodo será  $F_{n+1}$ , mas alguna fracción,  $\alpha$ , del error actual ( $D_n - F_n$ ).

$$F_{n+1} = F_n + \alpha(D_n - F_n)$$

$$F_{n+1} = \alpha D_n + (1 - \alpha) F_n$$

Una ventaja de este método es que los datos que se requieren son solo del último pronóstico, la última demanda actual y el valor  $\alpha$ . Los datos se reducen a dos multiplicaciones y a una suma para cada pronóstico. También se debe hacer notar que se trata realmente de un promedio móvil ponderado. Valores grandes de  $\alpha$  colocan una ponderación mayor sobre los datos más recientes sobre la demanda actual y menor ponderación sobre los valores históricos.

### 3.9.6 Modelo de los tres factores de Winters

El modelo de tres factores de Winters, según Fogarty, Blackstone, Hoffmann (2005), emplea factores de suavización separados para la demanda base (desestacionalizada), la tendencia y los estimadores del índice estacional.

Para Fogarty, Blackstone, Hoffmann (2005), un pronóstico se realiza según el método de Winters exactamente en la forma que con la descomposición de las series de tiempo.

$$F_n = (B_{n-1} + iT_{n-1}) S_{n-p}$$

donde

$B_n$  = proyección de la demanda base (desestacionalizada) en el período  $n$  (es decir, intersección +  $n$  \* pendiente).

$T_n$  = estimación de la pendiente para el período  $n$ .

$S_n$  = índice estacional para el período  $n$ .

$i$  = número de períodos futuros.

$P$  = número de períodos en un año.

Fogarty, Blackstone, Hoffmann (2005) comentan, que quizá parezca contradictorio que esta fórmula se pueda usar con pocos datos en el método de Winters, dado que la misma fórmula no se puede usar con esos datos en la descomposición de series de tiempo. La diferencia es que el método de Winters se empieza por hacer un estimado subjetivo de la base, la tendencia y los

factores estacionales y se mejora esta estimación por suavización exponencial en la medida que se dispone de más datos.

En este método, afirman Fogarty, Blackstone, Hoffmann (2005), la estimación inicial mas critica es la de los índices estacionales, pues incluso los otros factores se pueden derivar si tan solo se disponen de unos cuantos datos como los que corresponden a un año. Los índices estacionales se pueden obtener utilizando los de un producto similar o de otro producto, el cual se considera que tendrá una estacionalidad similar.

### **3.9.7 La Correlación**

Un análisis de correlación, aporta Riggs (1993) examina el grado de relación que existe entre las variables. Puede aplicarse a la investigación de cualquier línea de regresión que relacione las variables.

Como Riggs (1993) explicó, la correlación simple expresa la relación entre dos variables y esta asociada con líneas de regresión. La correlación múltiple mide las relaciones entre más de dos variables.

### **3.9.8 Coeficiente de Correlación**

Riggs (1993) expresa que la raíz cuadrada del coeficiente de determinación,

$$r = \sqrt{1 - \frac{(Y - Y_F)^2}{(Y - \bar{Y})^2}}$$

es el comúnmente conocido coeficiente de correlación,  $r$ . El valor bajo el radical nunca puede ser mayor que 1 ni menor que 0. Sin embargo, debido a que el radical tiene raíces positivas y negativas, el valor de  $r$  esta entre +1 y -1. El signo más o menos indica solamente la dirección de la pendiente de la línea de regresión. Cuando  $r = +1$ , todos los puntos caen sobre una línea de regresión con pendiente positiva. Cuando  $r$  esta entre +1 y 0, la línea de regresión aun tiene

una pendiente positiva, pero los puntos caen sobre cualquier lado de la línea.  
Mientras mas se aproximen alrededor de la línea,  $r$  se acerca más a 1.

## 4. MODELO LOGÍSTICO PROPUESTO

### 4.1 Fases del Modelo

Como se observa en la **figura 4.1**, la propuesta de Modelo Logístico se basa en la implementación del Sistema MRP y se describe en las siguientes fases:

- FASE 1: Obtención de Información (BOM, Lista de Materiales)
- FASE 2: Pronósticos
- FASE3: Plan Maestro Detallo de Producción (MPS)  
Tarjetas Synchro MRP
- FASE4: Diseño y Elaboración de MRP
- FASE5: Análisis de Resultados

#### **FASE 1: Obtención de Información (BOM, Lista de Materiales)**

En esta fase se recopila toda la información necesaria acerca de los materiales que se requieren para la producción de los productos que se manejen en determinada empresa y se realiza una lista de materiales. También se requieren antecedentes de su capacidad de producción y sus datos históricos sobre demanda, ventas o producción para contar con una referencia del comportamiento de estos datos y evitar manejar información no fundamentada.

También es necesario conocer el proceso de fabricación que se emplea en dicha empresa, para esto es recomendable elaborar los Diagramas de Bloques, de Flujo y de Recorrido de los materiales.

## **FASE 2: Pronósticos**

Con los datos históricos obtenidos en la fase anterior, se procede a determinar la o las técnicas de pronóstico, según la información obtenida, apropiadas para la empresa.

Entonces, se aplica la técnica seleccionada y se obtiene una predicción acerca del comportamiento al que tiende, ya sea de la demanda, las ventas o la producción, según los datos históricos.

## **FASE 3: Plan Maestro Detallo de Producción (MPS)**

En esta fase se especifica la estructura de cada uno de los productos a fabricar, para después, con los datos conseguidos en las dos fases anteriores se calculan los materiales necesarios para la producción de lo pronosticado y con estos datos se elabora el plan maestro detallado de producción.

## **Tarjetas Synchro MRP**

De acuerdo con los datos contenidos en el Plan Detallado de Producción se planea la implementación de las tarjetas synchro- MRP, con el fin de asegurar la alimentación oportuna de los centros de trabajo.

## **FASE 4: Diseño y Elaboración de MRP**

Se elabora el plan de requerimientos de materiales con base en los datos de la fase anterior realizando una tabla, que contenga, para los periodos pronosticados, la siguiente información para todos los productos:

- Requerimientos Brutos
- Recepción Programada
- Disponible en Almacén
- Requerimientos Netos
- Emisión de Orden

De acuerdo a las necesidades que surjan en la anterior etapa de esta fase se elaboraran según sea necesario ordenes de trabajo o de compra.

### **Ordenes de trabajo**

En ellas deben darse las indicaciones precisas para que la actividad se realice por la persona o grupo de personas responsables, de acuerdo con los planos generales en el tiempo, en la cantidad y en la calidad deseada

### **Ordenes de Compra**

Deben indicarse los requerimientos precisos para que la compra se realice de acuerdo a las necesidades en el tiempo, en la cantidad y en la calidad deseada

También en esta fase se elabora una representación de la Cadena de Suministros de la empresa.

### **FASE 5: Análisis de Resultados**

Tomando en cuenta los resultados arrojados por los pronósticos se lleva a cabo un análisis de estos con respecto a los datos históricos recabados.



## 5. IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO

### 5.1 implementación de las Fases del Modelo

#### FASE 1: Obtención de Información (Lista de Materiales)

En esta fase se presenta la información que es necesaria para la aplicación del Sistema MRP, la cual expresa las cantidades de los materiales: madera, (ver **tablas 5.1 a 5.7**), goma, y fleje; necesarios para la elaboración de producto terminado, por paquete, de cada producto que se fabrica en la empresa IMYTSA.

#### Madera

**Tabla 5.1 Volumen en Metros Cúbicos de las Capas que Forman un Paquete de Triplay de 2.7 mm de Espesor**

2.7 mm	Capas por Tablero	m <sup>3</sup> por capa	Flejado		
			Tabl. Por Paq.	Capas por Paq.	Total m <sup>3</sup> por Paq.
Vistas 1mm	1	0.0030	240	240	0.7144
Trascaras 1mm	1	0.0030	240	240	0.7144
Centros 1mm	1	0.0030	240	240	0.7144
Centros 3mm	0	0.0089	0	0	0.0000
Centros 4mm	0	0.0119	0	0	0.0000
Interiores 3mm	0	0.0089	0	0	0.0000
Interiores 4mm	0	0.0119	0	0	0.0000

(Fuente: Elaboración Propia)

**Tabla 5.2 Volumen en Metros Cúbicos de las Capas que Forman un Paquete de Triplay de 5.2 mm de Espesor**

5.2 mm	Capas por Tablero	m <sup>3</sup> por capa	Flejado		
			Tabl. Por Paq.	Capas por Paq.	Total m <sup>3</sup> por Paq.
Vistas 1mm	1	0.0030	140	140	0.4168
Trascaras 1mm	1	0.0030	140	140	0.4168
Centros 1mm	0	0.0030	0	0	0.0000
Centros 3mm	1	0.0089	140	140	1.2503
Centros 4mm	0	0.0119	0	0	0.0000
Interiores 3mm	0	0.0089	0	0	0.0000
Interiores 4mm	0	0.0119	0	0	0.0000

(Fuente: Elaboración Propia )

**Tabla 5.3 Volumen en Metros Cúbicos de las Capas que Forman un Paquete de Triplay de 8.5 mm de Espesor**

<b>8.5 mm</b>	Capas por Tablero	m <sup>3</sup> por capa	Flejado		
			Tabs. Por Paq.	Capas por Paq.	Total m <sup>3</sup> por Paq.
Vistas 1mm	<b>1</b>	<b>0.0030</b>	<b>85</b>	<b>85</b>	<b>0.2530</b>
Trascaras 1mm	<b>1</b>	<b>0.0030</b>	<b>85</b>	<b>85</b>	<b>0.2530</b>
Centros 1mm	0	0.0030	0	0	0.0000
Centros 3mm	<b>2</b>	<b>0.0089</b>	<b>85</b>	<b>170</b>	<b>1.5182</b>
Centros 4mm	0	0.0119	0	0	0.0000
Interiores 3mm	0	0.0089	0	0	0.0000
Interiores 4mm	0	0.0119	0	0	0.0000

(Fuente: Elaboración Propia)

**Tabla 5.4 Volumen en Metros Cúbicos de las Capas que Forman un Paquete de Triplay de 12 mm de Espesor**

<b>12 mm</b>	Capas por Tablero	m <sup>3</sup> por capa	Flejado		
			Tabs. Por Paq.	Capas por Paq.	Total m <sup>3</sup> por Paq.
Vistas 1mm	<b>1</b>	<b>0.0030</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>0.1786</b>
Trascaras 1mm	<b>1</b>	<b>0.0030</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>0.1786</b>
Centros 1mm	0	0.0030	0	0	0.0000
Centros 3mm	<b>2</b>	<b>0.0089</b>	<b>60</b>	<b>120</b>	<b>1.0716</b>
Centros 4mm	0	0.0119	0	0	0.0000
Interiores 3mm	<b>1</b>	<b>0.0089</b>	<b>60</b>	0	0.0000
Interiores 4mm	0	0.0119	0	0	0.0000

(Fuente: Elaboración Propia)

**Tabla 5.5 Volumen en Metros Cúbicos de las Capas que Forman un Paquete de Triplay de 14 mm de Espesor**

<b>14 mm</b>	Capas por Tablero	m <sup>3</sup> por capa	Flejado		
			Tabs. Por Paq.	Capas por Paq.	Total m <sup>3</sup> por Paq.
Vistas 1mm	<b>1</b>	<b>0.0030</b>	<b>55</b>	<b>55</b>	<b>0.1637</b>
Trascaras 1mm	<b>1</b>	<b>0.0030</b>	<b>55</b>	<b>55</b>	<b>0.1637</b>
Centros 1mm	0	0.0030	0	0	0.0000
Centros 3mm	0	0.0089	0	0	0.0000
Centros 4mm	<b>2</b>	<b>0.0119</b>	<b>55</b>	<b>110</b>	<b>1.3098</b>
Interiores 3mm	0	0.0089	0	0	0.0000
Interiores 4mm	<b>1</b>	<b>0.0119</b>	<b>55</b>	<b>55</b>	<b>0.6549</b>

(Fuente: Elaboración Propia)

**Tabla 5.6 Volumen en Metros Cúbicos de las Capas que Forman un Paquete de Triplay de 15 mm de Espesor**

15 mm	Capas por Tablero	m <sup>3</sup> por capa	Flejado		
			Tabs. Por Paq.	Capas por Paq.	Total m <sup>3</sup> por Paq.
Vistas 1mm	1	0.0030	50	50	0.1488
Trascaras 1mm	1	0.0030	50	50	0.1488
Centros 1mm	0	0.0030	0	0	0.0000
Centros 3mm	3	0.0089	50	150	1.3396
Centros 4mm	0	0.0119	0	0	0.0000
Interiores 3mm	1	0.0089	50	50	0.4465
Interiores 4mm	0	0.0119	0	0	0.0000

(Fuente: Elaboración Propia)

**Tabla 5.7 Volumen en Metros Cúbicos de las Capas que Forman un Paquete de Triplay de 18 mm de Espesor**

18 mm	Capas por Tablero	m <sup>3</sup> por capa	Flejado		
			Tabs. Por Paq.	Capas por Paq.	Total m <sup>3</sup> por Paq.
Vistas 1mm	1	0.0030	40	40	0.1191
Trascaras 1mm	1	0.0030	40	40	0.1191
Centros 1mm	0	0.0030	0	0	0.0000
Centros 3mm	3	0.0089	40	120	1.0716
Centros 4mm	0	0.0119	0	0	0.0000
Interiores 3mm	2	0.0089	40	80	0.7144
Interiores 4mm	0	0.0119	0	0	0.0000

(Fuente: Elaboración Propia)

## Goma

El volumen de goma utilizado por tablero es un dato que se requiere conocer para los fines de este modelo propuesto. Puesto que en la empresa IMYTSA manejan un volumen de goma basado en el número de mezclas por día, se utiliza esta información y el volumen de producción para calcular el rendimiento de goma por línea aplicada, el cual debe permanecer en un rango de 250 a 300 g/cm<sup>2</sup> de goma ureica y para la fenólica de 300 a 350 g/cm<sup>2</sup> (el número de líneas de goma aplicadas a cada espesor se señalan en la **tabla 5.8**). Para obtener una estimación de la cantidad en kilogramos de goma que se necesita para la elaboración de un tablero por cada espesor de triplay se consideraran los rendimientos obtenidos en los meses de Febrero – Mayo 2008, ver **tabla 5.9**.

**Tabla 5.8 Número de Líneas de Goma Ureica para cada Espesor**

<b>UREICA</b>	
<b>Espesores (mm)</b>	<b>Líneas de Goma</b>
<b>2.7</b>	2
<b>5.2</b>	2
<b>8.5</b>	3
<b>12</b>	4
<b>15</b>	6
<b>18</b>	6

(Fuente: Apuntes de Depto. de Producción)

**Tabla 5.9 Rendimiento de Goma Ureica Mensual**

<b>Mes</b>	<b>Rendimiento (Kg)</b>
<b>Febrero</b>	0.2559
<b>Marzo</b>	0.2663
<b>Abril</b>	0.3137
<b>Mayo</b>	0.2878

(Fuente: Apuntes de Depto. de Producción)

De acuerdo a las tablas anteriores se obtienen los siguientes resultados que se consideraran para los cálculos de requerimientos de material en este proyecto, ver **tabla 5.10**.

**Tabla 5.10 Kilogramos Promedio de Goma Ureica por Tablero de cada Espesor**

<b>Espesores (mm)</b>	<b>Rendimiento (Kg)</b>				
	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>	<b>Promedio</b>
<b>2.7</b>	1.6510	0.0000	2.0239	1.8568	1.84
<b>5.2</b>	1.6510	1.7181	2.0239	1.8568	1.81
<b>8.5</b>	2.4764	2.5771	3.0358	2.7852	2.72
<b>12</b>	3.3019	3.4361	4.0477	3.7135	3.62
<b>15</b>	4.9529	5.1542	6.0716	5.5703	5.44
<b>18</b>	4.9529	5.1542	0.0000	5.5703	5.23

(Fuente: Elaboración Propia)

De la misma manera se presentan las siguientes **tablas 5.11, 5.12 y 5.13** refiriéndose ahora a la goma Fenólica, para los mismos fines.

Tabla 5.11 **Número de Líneas de Goma Fenólica para cada Espesor**

<b>FENOLICA</b>	
<b>Espesores (mm)</b>	<b>Líneas de Goma</b>
<b>12 pc</b>	4
<b>14 pc</b>	4
<b>15 pc</b>	6
<b>18 pc</b>	6

(Fuente: Apuntes de Depto. de Producción)

Tabla 5.12 **Rendimiento de Goma Fenólica Mensual**

<b>Mes</b>	<b>Rendimiento (Kg)</b>
<b>Febrero</b>	0.2856
<b>Marzo</b>	0
<b>Abril</b>	0.3399
<b>Mayo</b>	0

(Fuente: Apuntes de Depto. de Producción)

Tabla 5.13 **Kilogramos Promedio de Goma Fenólica por Tablero de cada Espesor**

<b>Espesores (mm)</b>	<b>Rendimiento (Kg)</b>				
	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>	<b>Promedio</b>
<b>12 pc</b>	3.6852	0.0000	0.0000	0	3.69
<b>14 pc</b>	0.0000	0.0000	4.3858	0	4.39
<b>15 pc</b>	5.5277	0.0000	0.0000	0	5.53
<b>18 pc</b>	5.5277	0.0000	0.0000	0	5.53

(Fuente: Elaboración Propia)

## **Fleje**

Debido a que la adquisición de este material se hace por rollo no se cuenta con su longitud exacta, por lo que de acuerdo a estimaciones del personal encargado del flejado de paquetes se llegó a la conclusión de que cada paquete lleva 16 m.

A continuación se expone el comportamiento de producción mensual en los primeros meses del año 2008.

**Tabla 5.14 Volumen de Producción Mensual por Espesor de Enero a Mayo 2008**

Espesor	2.7 mm		5.2mm		8.5mm		12 mm	
	Paqs.	m <sup>3</sup>	Paqs.	m <sup>3</sup>	Paqs.	m <sup>3</sup>	Paqs.	m <sup>3</sup>
<b>Enero</b>	6	13.4063	13	0.0676	13	26.9728	28	61.6198
<b>Febrero</b>	6	12.1525	30	0.1560	22	48.5055	27	57.8690
<b>Marzo</b>	0	0.0000	41	0.2132	7	15.1817	20	42.8659
<b>Abril</b>	2	3.8579	11	0.0572	96	206.8757	18	38.5793
<b>Mayo</b>	3	5.8753	7	0.0364	64	137.6472	41	87.8751

(Fuente: Elaboración Propia)

**Tabla 5.14 Volumen de Producción Mensual por Espesor de Enero a Mayo 2008  
(Continuación)**

12 mm PC		14 mm PC		15 mm		18mm		18mm PC	
Paqs.	m <sup>3</sup>	Paqs.	m <sup>3</sup>	Paqs.	m <sup>3</sup>	Paqs.	m <sup>3</sup>	Paqs.	m <sup>3</sup>
16	35.9717	57	135.2360	41	93.0548	47	102.7710	0	0.0000
2	4.2866	15	359.4057	5	11.2077	18	38.5793	19	40.7226
0	0.0000	0	0.0000	4	8.9304	30	64.2989	0	0.0000
0	0.0000	40	91.8105	14	31.2564	12	25.7196	0	0.0000
0	0.0000	0	0.0000	56	125.0256	38	81.4452	0	0.0000

Las **figuras 5.1 y 5.2** muestran el Diagrama de Bloques y el de Flujo de Material respectivamente, de la empresa Industrial Maderera y del Triplay.





## Planeación de Capacidad

Es importante considerar la capacidad de producción con la que se cuenta, así como el comportamiento de la demanda por producto, para planear la producción pronosticada de la manera más real posible.

Según información de gerencia de producción, se tienen dos restricciones. Una de ellas limita el número de paquetes de triplay que se pueden elaborar al día, esto es 12 paquetes; la otra es que la capacidad instalada mensual de la Empresa resulta en 312 paquetes de producto terminado, en general.

Tomando en cuenta 4 periodos de seis días por mes en los cuales se asigna de manera arbitraria cierta cantidad de paquetes a producir para lograr la producción mensual prevista, así como la información antes mencionada, se resuelve la planeación como se muestra en las **tablas 5.15 y 5.16**.

**Tabla 5.15 Producción Semanal del Primer Periodo Pronosticado**

Junio	Número de Paquetes				
Espesores (mm)	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Total al mes
2.7	2	0	0	0	2
5.2	8	0	0	0	8
8.5	6	13	8	22	49
12	17	16	20	12	65
15	8	6	12	0	26
18	4	12	8	13	37

(Fuente: Elaboración Propia)

**Tabla 5.16 Producción Semanal del Segundo Periodo Pronosticado**

Julio	Número de Paquetes				
Espesores (mm)	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Total al mes
2.7	0	2	0	0	2
5.2	0	5	0	8	13
8.5	15	20	24	12	71
12	32	21	15	28	96
15	0	9	18	3	30
18	7	0	6	0	13

(Fuente: Elaboración Propia)

El Diagrama de Recorrido de la empresa se representa en la **figura 5.3**



## FASE 2: Pronósticos

De acuerdo a la información referente al volumen de producción mensual se presenta el siguiente pronóstico para dos periodos siguientes con el método de pronóstico mas apropiado para cada producto. Observe **tablas 5.17 y 5.18**

**Tabla 5.17 Métodos con los que se Realizaron los Pronósticos**

Espesor (mm)		Método de Pronóstico
2.7	$Y_t = 19.2809 * (0.696121^{**t})$	Growth Curve Model
5.2	Alpha 0.2 Gamma 0.2 Delta 0.2 MAPE 19.6170 MAD 6.2496 MSD 41.0176	Método Multiplicativo de Winters
8.5	Alpha 0.2 Gamma 0.2 Delta 0.2 MAPE 55.58 MAD 55.83 MSD 6047.42	Método Multiplicativo de Winters
12	$Y_t = 106.200 - 46.7392*t + 8.34355*t^{**2}$ MAPE 15.7968 MAD 8.1384 MSD 85.3184	Cuadrático
15	$Y_t = 20.0276 * (1.17542^{**t})$ MAPE 114.43 MAD 39.33 MSD 2424.55	Growth Curve Model
18	Alpha 0.2 Gamma 0.2 Delta 0.2 MAPE 10.4444 MAD 7.2899 MSD 87.0596	Método Multiplicativo de Winters

(Fuente: Elaboración Propia)

**Tabla 5.18 Resultados de los Pronósticos**

Espesor (mm)	Pronóstico					
	Junio	Lím. Inf.	Lím. Sup.	Julio	Lím. Inf.	Lím. Sup.
2.7	3.15174			2.194		
5.2	15.2981	-0.01317	30.6094	25.2327	9.68157	40.7839
8.5	99.019	-37.7562	235.794	143.577	4.6588	282.495
12	126.133			187.86		
15	52.8197			62.0855		
18	73.1851	55.3252	91.0451	25.1898	7.05	43.3295

(Fuente: Elaboración Propia)

Algunos de los productos no se tomaron en cuenta para pronosticar, debido a la nula información obtenida, acerca del comportamiento del volumen de su producción, puesto que su fabricación no es muy frecuente. Tales productos son los de espesores son 12 mm Pc, 14 mm Pc y 18 mm Pc.









De acuerdo a los resultados obtenidos al pronosticar se generaron las proporciones de materiales necesarias para tales pronósticos. Ver **tablas 5.19 a 5.24.**

**Tabla 5.19 Madera Requerida según Pronósticos para Periodo Junio**

Junio Espesores (mm)	1 Paq. m <sup>3</sup>	Pronósticos						
		m <sup>3</sup>	Paqs.	Paq. Enteros	Vista (m <sup>3</sup> )	Centro (m <sup>3</sup> )	Interior (m <sup>3</sup> )	Trasvista (m <sup>3</sup> )
2.7	2.1433	3.15174	1.4705	2	1.4288	1.4288	0.0000	1.4288
5.2	2.08376	15.2981	7.3416	8	3.3344	10.0024	0.0000	3.3344
8.5	2.02422	99.019	48.9170	49	12.3970	74.3918	0.0000	12.3970
12	1.96469	126.133	64.2000	65	11.6090	69.6540	34.8270	11.6090
12 Pc	1.96469	0.0000	0.0000	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
14 Pc	2.29214	0.0000	0.0000	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
15	2.08376	52.8197	25.3483	26	3.8688	34.8296	11.6090	3.8688
18	2.02422	73.1851	36.1546	37	4.4067	39.6492	26.4328	4.4067
18 Pc	2.02422	0.0000	0.0000	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Total		369.6066	183.432	187	37.0447	229.9558	72.8688	37.0447

(Fuente: Elaboración Propia)

**Tabla 5.20 Madera Requerida según Pronósticos para Periodo Julio**

Julio Espesores (mm)	1 Paq. m <sup>3</sup>	Pronósticos						
		m <sup>3</sup>	Paqs.	Paq. Enteros	Vista (m <sup>3</sup> )	Centro (m <sup>3</sup> )	Interior (m <sup>3</sup> )	Trasvista (m <sup>3</sup> )
2.7	2.1433	2.194	1.0237	2	1.4288	1.4288	0.0000	1.4288
5.2	2.08376	25.2327	12.1092	13	5.4184	16.2539	0.0000	5.4184
8.5	2.02422	143.577	70.9294	71	17.9630	107.7922	0.0000	17.9630
12	1.96469	187.86	95.6182	96	17.1456	102.8736	51.4368	17.1456
12 Pc	1.96469	0.0000	0.0000	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
14 Pc	2.29214	0.0000	0.0000	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
15	2.08376	62.0855	29.7949	30	4.4640	40.1880	13.3950	4.4640
18	2.02422	25.1898	12.4442	13	1.5483	13.9308	9.2872	1.5483
18 Pc	2.02422	0.0000	0.0000	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Total		446.139	221.9196	225	47.9681	282.4673	74.119	47.9681

(Fuente: Elaboración Propia)

**Tabla 5.21 Goma Ureica Requerida según Pronósticos para el Periodo Junio**

Junio Espesores (mm)	Pronostico	
	Paqs.	Goma (Kg)
2.7	2	3.69
5.2	8	14.50
8.5	49	133.21
12	65	235.61
15	26	141.37
18	37	193.35
Total		721.74

(Fuente: Elaboración Propia)

**Tabla 5.22 Goma Ureica Requerida según Pronósticos para el Periodo Julio**

<b>Julio</b>	<b>Pronóstico</b>	
<b>Espesores (mm)</b>	<b>Paqs.</b>	<b>Goma (Kg)</b>
<b>2.7</b>	2	3.69
<b>5.2</b>	13	23.56
<b>8.5</b>	71	193.02
<b>12</b>	96	347.98
<b>15</b>	30	163.12
<b>18</b>	13	67.94
<b>Total</b>		799.31

(Fuente: Elaboración Propia)

**Tabla 5.23 Fleje Necesario según Pronósticos para el Periodo Junio**

<b>Junio</b>		
<b>Espesores (mm)</b>	<b>Paqs</b>	<b>Total Fleje m</b>
<b>2.7</b>	2	32
<b>5.2</b>	8	128
<b>8.5</b>	49	784
<b>12</b>	65	1040
<b>15</b>	26	416
<b>18</b>	37	592
<b>Total</b>		2992

(Fuente: Elaboración Propia)

**Tabla 5.24 Fleje Necesario según Pronósticos para el Periodo Julio**

<b>Julio</b>		
<b>Espesores (mm)</b>	<b>Paqs</b>	<b>Total Fleje m</b>
<b>2.7</b>	2	32
<b>5.2</b>	13	208
<b>8.5</b>	71	1136
<b>12</b>	96	1536
<b>15</b>	30	480
<b>18</b>	13	208
<b>Total</b>		3600

(Fuente: Elaboración Propia)

Con esta información se elabora el Plan Maestro Detallado semanal, el cual se observa en la siguiente **figura 5.14**



## **Tarjetas synchro- MRP**

### **Plan de implementación de las tarjetas synchro-MRP en la Empresa IMYTSA**

Dentro del sistema synchro-MRP se debe preparar un programa detallado diario de montaje final para un periodo de 6 días basado en el plan maestro semanal que el gerente de producción de IMYTSA delega a los supervisores.

Este programa de montaje final es el programa maestro y la parte primera del plan maestro que guía al sistema MRP, que a su vez genera los programas de fabricación.

El sistema proporciona además a cada centro de trabajo de producción un programa diario de las piezas a fabricar, así como también se les suministra una lista de retiros diaria con las prioridades actualizadas.

Cada tarjeta corresponde a una pieza específica y se utiliza en un centro de trabajo concreto. Cada tarjeta synchro va asignada a un contenedor (y a solo uno) de una pieza específica. Por lo que la cantidad total del inventario presente en el área productiva de la pieza es, como máximo, la cantidad correspondiente al número total de tarjetas synchro 1 más las synchro 2 emitidas por dicha pieza.

### **Procedimiento de uso de las tarjetas en la Nave Industrial:**

Cuando un operario de un centro de trabajo necesita una pieza determinada, retira del punto de almacenaje de entrada al centro un contenedor de la misma y separa del mismo la tarjeta synchro 1, que deberá estar unida al contenedor.

Otro operario (el suministrador) toma estas tarjetas y las lleva, obligatoriamente, junto con un contenedor normalizado vacío, al punto de almacenaje de salida del centro de trabajo que proporciona dicha pieza.

El suministrador escoge un contenedor normalizado lleno (de la pieza en cuestión) situado en el punto de almacenaje de salida, retira la tarjeta synchro 2 del mismo, y coloca la tarjeta synchro 1 que ha traído consigo antes de transportarlo al punto de almacenaje de entrada del centro de trabajo usuario para reemplazar el contenedor que se está utilizando en aquel momento.

La tarjeta de producción synchro 2 se sitúa sobre un cuadro de producción que se encuentra cerca del centro de elaboración. Esto corresponde a la autorización de producir otro contenedor normalizado de la pieza.

La autorización efectiva para producir otro contenedor normalizado de la pieza precisa que en el centro de elaboración que debe producirla coincidan tres señales:

- a) Que se haya previsto un contenedor normalizado (o varios) en el programa o en una orden de trabajo generada por el sistema MRP, para aquel día.
- b) Que esté disponible el material necesario, habiéndose recogido de los puntos de almacenaje de salida de los centro de trabajo que lo proporcionan o bien lo haya entregado al proveedor exterior.
- c) Que hayan llegado una o más tarjetas de transferencia synchro 1 de los centros de elaboración siguientes y hayan originado la presencia de tarjetas synchro 2 relativas a aquella pieza en el cuadro de producción del centro.

### **Consideraciones para la utilización de las tarjetas Synchro-MRP:**

Cuando el programa diario varia, como en el caso de IMYSA, también cambia el número de tarjetas synchro. El sistema genera para cada artículo tarjetas de transferencia (synchro 1) y las envía a cada centro de trabajo que consume dicho artículo; el sistema produce además tarjetas de producción y las envía a los centros de trabajo que fabrican dicho artículo.

En el punto de almacenaje de salida de cada centro de trabajo las tarjetas synchro 2 viejas (relativas al programa anterior) se retiran de cada uno de los contenedores llenos, y se sustituyen por una tarjeta synchro 2 generada, correspondiente al nuevo programa semanal. Si hay más tarjetas que contenedores llenos, las que quedan se colocan en el cuadro de producción del centro de trabajo y actúan de autorización para una ulterior producción del artículo al que hacen referencia.

Si hay más contenedores llenos que tarjetas, lo que significa que la cantidad prevista a producir del artículo es notablemente inferior a la del programa semanal precedente, los contenedores llenos a los que no se les puede asignar nueva tarjeta synchro 2 se situarán en un lugar especial, sin tarjeta, para que sean retirados prioritariamente a los demás por los suministradores de los centros de trabajo siguientes que utilizan dicho artículo.

Solo se dará autorización para producir un contenedor a fin de reemplazar otro del mismo artículo cuando la primera tarjeta synchro 2 se separe de un contenedor de piezas retirado por un centro de trabajo que consume dicho artículo. De esta manera se elimina del área productiva todo el exceso de inventario antes de que se reemprenda la producción de un artículo.

En todos los puntos de almacenaje de entrada, las tarjetas viejas de transferencia se retiran de todos los contenedores y se sustituyen por las nuevas. Cuando estén colocadas en todos los contenedores y quede un sobrante de tarjetas, éstas constituyen una autorización para retirar el número correspondiente de contenedores del centro de trabajo que produce dicho artículo; puede suceder que los encargados decidan que el nivel de la obra en curso ya es el adecuado y, en consecuencia, retiren de la circulación las tarjetas de synchro 1 en exceso.

Si por el contrario, en el punto de almacenaje a la entrada no hay suficientes tarjetas synchro 1 para colocar en todos los contenedores preparados que se encuentran situados allí, deberán utilizarse con prioridad los contenedores

sin tarjeta, solamente cuando hay exceso de tarjetas synchro1 existe la autorización de ir a buscar más piezas. El cálculo de la obra en curso se realiza leyendo automáticamente las tarjetas de producción de cada pieza en el momento en que se fabrica; en consecuencia, el procedimiento de lanzamiento descrito no ofrece ninguna oportunidad de invalidar ningún movimiento.

La mayoría de los centros de trabajo produce una gama de piezas menor de las que utiliza por los que en el punto de almacenaje de salida del centro debe haber presentes un número de piezas varias inferior al número de piezas situadas en el punto de almacenaje de entrada en el mismo centro de trabajo.

#### **FASE 4: Diseño y Elaboración de MRP**

La planeación de requerimientos de materiales de cada espesor de acuerdo al pronóstico se muestra en la siguiente **tabla 5.25**

De acuerdo a la información de las tablas anteriores se elaboran según sea necesario las ordenes de trabajo y las ordenes de compra. En las **figuras 5.15 y 5.16** se muestra el formato de cada una de las ordenes.

La **figura 5.17** representa la Cadena de Suministros de Industrial Maderera y del Triplay, S. A. de C. V.

**Tabla 5.25 Planeación de Requerimientos de Materiales**

PERIODO	4	Junio (semanas)				Julio (semanas)				
		1	2	3	4	1	2	3	4	
N 0	<b>TRIPLAY 2.7 mm (paq)</b>									
		2					2			
	5	3	5	5	5	5	3			
		2					2			
		2					2			
N 1	<b>TABLEROS (pza)</b>									
		480					480			
		0					0			
		480					480			
		480					480			
	<b>FLEJE (m)</b>									
		32					32			
	2992				3600					
	2992	2960			3600	3600	2704			
		32					32			
		32					32			
N 2	<b>VISTA 1 mm (m3)</b>									
		1.4288					1.4288			
		0					0			
		1.4288					1.4288			
		1.4288					1.4288			
	<b>GOMA UREICA (kg)</b>									
		3.69					3.69			
	721.74				799.31					
	721.74	718.05			799.31		602.27			
		3.69					3.69			
		3.69					3.69			
	<b>CENTROS 1mm (m3)</b>									
		1.4288					1.4288			
		0					0			
		1.4288					1.4288			
		1.4288					1.4288			
	<b>TRASVISTA 1 mm (m3)</b>									
		1.4288					1.4288			
		0					0			
		1.4288					1.4288			
		1.4288					1.4288			

(Fuente: Elaboración Propia)

**Tabla 5.25 Planeación de Requerimientos de Materiales (continuación)**

PERIODO	4	Junio				Julio			
		1	2	3	4	1	2	3	4
N 0		<b>TRIPLAY 5.2 mm</b>							
		8					5		8
	5	0	5	5	5	5	0	5	0
		8					5		8
		8					5		8
N 1		<b>TABLEROS</b>							
		1120					700		1120
	0	0					0		0
		1120					700		1120
		1120					700		0
		<b>FLEJE</b>							
		128					80		128
		2832					2624		688
		128					80		128
		128					80		128
N 2		<b>VISTA 1 mm</b>							
		3.3344					2.084		3.3344
	0	0					0		0
		3.3344					2.084		3.3344
		3.3344					2.084		3.3344
		<b>GOMA UREICA</b>							
		14.50					9.06		14.50
	718.05	703.55					593.20		150.43
		14.50					9.06		14.50
		14.50					9.06		14.50
		<b>CENTROS 3 mm</b>							
		10.0024					6.2515		10.0024
	0	0					0		0
		10.0024					6.2515		10.0024
		10.0024					6.2515		10.0024
		<b>TRASVISTA 1 mm</b>							
		3.3344					2.084		3.3344
	0	0					0		0
		3.3344					2.084		3.3344
		3.3344					2.084		3.3344

Tabla 5.25 Planeación de Requerimientos de Materiales (continuación)

PERIODO	4	Junio				Julio				
		1	2	3	4	1	2	3	4	
N 0	<b>TRIPLAY 8.5 mm</b>									
	REQ. BRUTOS		6	13	8	22	15	20	24	12
	RECEP. PROGRAMADA									
	DISP. ALMACÉN	5	0	0	0	0	0	0	0	0
	REQ. NETOS		6	13	8	22	15	20	24	12
	EMISIÓN DE ORDEN		6	13	8	22	15	20	24	12
N 1	<b>TABLEROS</b>									
	REQ. BRUTOS		510	1105	680	1870	1275	1700	2040	1020
	RECEP. PROGRAMADA									
	DISP. ALMACÉN	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	REQ. NETOS		510	1105	680	1870	1275	1700	2040	1020
	EMISIÓN DE ORDEN		510	1105	680	1870	1275	1700	2040	1020
	<b>FLEJE</b>									
	REQ. BRUTOS		96	208	128	352	240	320	384	192
	RECEP. PROGRAMADA									
	DISP. ALMACÉN		2736	2064	1392	400	3360	2304	1440	496
	REQ. NETOS		96	208	128	352	240	320	384	192
	EMISIÓN DE ORDEN		96	208	128	352	240	320	384	192
N 2	<b>VISTA 1 mm</b>									
	REQ. BRUTOS		1.518	3.289	2.024	5.566	3.795	5.06	6.072	3.036
	RECEP. PROGRAMADA									
	DISP. ALMACÉN	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	REQ. NETOS		1.518	3.289	2.024	5.566	3.795	5.06	6.072	3.036
	EMISIÓN DE ORDEN		1.518	3.289	2.024	5.566	3.795	5.06	6.072	3.036
	<b>GOMA UREICA</b>									
	REQ. BRUTOS		16.31	35.34	21.75	59.81	40.78	54.37	65.25	32.62
	RECEP. PROGRAMADA									
	DISP. ALMACÉN	703.55	687.24	525.87	350.79	111.43	758.53	538.83	348.53	117.81
	REQ. NETOS		16.31	35.34	21.75	59.81	40.78	54.37	65.25	32.62
	EMISIÓN DE ORDEN		16.31	35.34	21.75	59.81	40.78	54.37	65.25	32.62
	<b>CENTROS 3 mm</b>									
	REQ. BRUTOS		9.1092	19.7366	12.1456	33.4004	22.773	30.364	36.4368	18.2184
	RECEP. PROGRAMADA									
	DISP. ALMACÉN	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	REQ. NETOS		9.1092	19.7366	12.1456	33.4004	22.773	30.364	36.4368	18.2184
	EMISIÓN DE ORDEN		9.1092	19.7366	12.1456	33.4004	22.773	30.364	36.4368	18.2184
	<b>TRASVISTA 1 mm</b>									
	REQ. BRUTOS		1.518	3.289	2.024	5.566	3.795	5.06	6.072	3.036
	RECEP. PROGRAMADA									
	DISP. ALMACÉN	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	REQ. NETOS		1.518	3.289	2.024	5.566	3.795	5.06	6.072	3.036
	EMISIÓN DE ORDEN		1.518	3.289	2.024	5.566	3.795	5.06	6.072	3.036

**Tabla 5.25 Planeación de Requerimientos de Materiales (continuación)**

PERIODO	4	Junio				Julio			
		1	2	3	4	1	2	3	4

N 0	<b>TRIPLAY 12 mm</b>									
	REQ. BRUTOS		17	16	20	12	32	21	15	28
	RECEP. PROGRAMADA									
	DISP. ALMACÉN	5	0	0	0	0	0	0	0	0
	REQ. NETOS		17	16	20	12	32	21	15	28
	EMISIÓN DE ORDEN		17	16	20	12	32	21	15	28
N 1	<b>TABLEROS</b>									
	REQ. BRUTOS		1020	960	1200	720	1920	1260	900	1680
	RECEP. PROGRAMADA									
	DISP. ALMACÉN	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	REQ. NETOS		1020	960	1200	720	1920	1260	900	1680
	EMISIÓN DE ORDEN		1020	960	1200	720	1920	1260	900	1680
	<b>FLEJE</b>									
	REQ. BRUTOS		272	256	320	192	512	336	240	448
	RECEP. PROGRAMADA									
	DISP. ALMACÉN		2464	1808	1072	208	2848	1968	1200	48
	REQ. NETOS		272	256	320	192	512	336	240	448
	EMISIÓN DE ORDEN		272	256	320	192	512	336	240	448
N 2	<b>VISTA 1 mm</b>									
	REQ. BRUTOS		3.0362	2.8576	3.572	2.1432	5.7152	3.7506	2.679	5.0008
	RECEP. PROGRAMADA									
	DISP. ALMACÉN		0	0	0	0	0	0	0	0
	REQ. NETOS		3.0362	2.8576	3.572	2.1432	5.7152	3.7506	2.679	5.0008
	EMISIÓN DE ORDEN		3.0362	2.8576	3.572	2.1432	5.7152	3.7506	2.679	5.0008
	<b>GOMA UREICA</b>									
	REQ. BRUTOS		61.62	58.00	72.50	43.50	115.99	76.12	54.37	101.50
	RECEP. PROGRAMADA									
	DISP. ALMACÉN	687.24	625.62	467.88	278.30	67.94	642.53	462.71	294.16	16.31
	REQ. NETOS		61.62	58.00	72.50	43.50	115.99	76.12	54.37	101.50
	EMISIÓN DE ORDEN		61.62	58.00	72.50	43.50	115.99	76.12	54.37	101.50
	<b>GENTROS 3 mm</b>									
	REQ. BRUTOS		18.2172	17.1456	21.432	12.8592	34.2912	22.5036	16.074	30.0048
	RECEP. PROGRAMADA									
	DISP. ALMACÉN		0	0	0	0	0	0	0	0
	REQ. NETOS		18.2172	17.1456	21.432	12.8592	34.2912	22.5036	16.074	30.0048
	EMISIÓN DE ORDEN		18.2172	17.1456	21.432	12.8592	34.2912	22.5036	16.074	30.0048
	<b>INTERIOR 3 mm</b>									
	REQ. BRUTOS		9.1086	8.5728	10.716	6.4296	17.1456	11.2518	8.037	15.0024
	RECEP. PROGRAMADA									
	DISP. ALMACÉN		0	0	0	0	0	0	0	0
	REQ. NETOS		9.1086	8.5728	10.716	6.4296	17.1456	11.2518	8.037	15.0024
	EMISIÓN DE ORDEN		9.1086	8.5728	10.716	6.4296	17.1456	11.2518	8.037	15.0024
	<b>TRASVISTA 1 mm</b>									
	REQ. BRUTOS		3.0362	2.8576	3.572	2.1432	5.7152	3.7506	2.679	5.0008
	RECEP. PROGRAMADA									
	DISP. ALMACÉN		0	0	0	0	0	0	0	0
	REQ. NETOS		3.0362	2.8576	3.572	2.1432	5.7152	3.7506	2.679	5.0008
	EMISIÓN DE ORDEN		3.0362	2.8576	3.572	2.1432	5.7152	3.7506	2.679	5.0008

**Tabla 5.25 Planeación de Requerimientos de Materiales (continuación)**

PERIODO	4	Junio				Julio			
		1	2	3	4	1	2	3	4
N 0	<b>TRIPLAY 15 mm</b>								
		8	6	12			9	18	3
	5	0	0	0		0	0	0	
		8	6	12		9	18	3	
		8	6	12		9	18	3	
N 1	<b>TABLEROS</b>								
		400	300	600			450	900	150
		0	0	0		0	0	0	
		400	300	600		450	900	150	
		400	300	600		450	900	150	
	<b>FLEJE</b>								
		128	96	192			144	288	48
		2336	1712	880		1824	912	0	
		128	96	192		144	288	48	
		128	96	192		144	288	48	
N 2	<b>VISTA 1 mm</b>								
		1.1904	0.8928	1.7856			1.3392	2.6784	0.4464
		0	0	0		0	0	0	
		1.1904	0.8928	1.7856		1.3392	2.6784	0.4464	
		1.1904	0.8928	1.7856		1.3392	2.6784	0.4464	
	<b>GOMA UREICA</b>								
		43.50	32.62	65.25			48.94	97.87	16.31
	625.62	582.12	435.25	213.05		413.77	196.28	0.00	
		43.50	32.62	65.25		48.94	97.87	16.31	
		43.50	32.62	65.25		48.94	97.87	16.31	
	<b>CENTROS 3 mm</b>								
		10.7168	8.0376	16.0752			12.0564	24.1128	4.0188
		0	0	0		0	0	0	
		10.7168	8.0376	16.0752		12.0564	24.1128	4.0188	
		10.7168	8.0376	16.0752		12.0564	24.1128	4.0188	
	<b>INTERIOR 3 mm</b>								
		3.572	2.679	5.358			4.0185	8.037	1.3395
		0	0	0		0	0	0	
		3.572	2.679	5.358		4.0185	8.037	1.3395	
		3.572	2.679	5.358		4.0185	8.037	1.3395	
	<b>TRASVISTA 1 mm</b>								
		1.1904	0.8928	1.7856			1.3392	2.6784	0.4464
		0	0	0		0	0	0	
		1.1904	0.8928	1.7856		1.3392	2.6784	0.4464	
		1.1904	0.8928	1.7856		1.3392	2.6784	0.4464	

**Tabla 5.25 Planeación de Requerimientos de Materiales (continuación)**

PERIODO	4	Junio				Julio				
		1	2	3	4	1	2	3	4	
N 0	<b>TRIPLAY 18 mm</b>									
	REQ. BRUTOS		4	12	8	13	7		6	
	RECEP. PROGRAMADA									
	DISP. ALMACÉN	5	1	0	0	0	0	5	0	
	REQ. NETOS		4	12	8	13	7		6	
	EMISIÓN DE ORDEN		4	12	8	13	7		6	
N 1	<b>TABLEROS</b>									
	REQ. BRUTOS		160	480	320	520	280		240	
	RECEP. PROGRAMADA									
	DISP. ALMACÉN		0	0	0	0	0		0	
	REQ. NETOS		160	480	320	520	280		240	
	EMISIÓN DE ORDEN		160	480	320	520	280		240	
	<b>FLEJE</b>									
	REQ. BRUTOS		64	192	128	208	112		96	
	RECEP. PROGRAMADA									
	DISP. ALMACÉN		2272	1520	752	0	2736		816	
	REQ. NETOS		64	192	128	208	112		96	
	EMISIÓN DE ORDEN		64	192	128	208	112		96	
N 2	<b>VISTA 1 mm</b>									
	REQ. BRUTOS		0.4764	1.4292	0.9528	1.5483	0.8337		0.7146	
	RECEP. PROGRAMADA									
	DISP. ALMACÉN		0	0	0	0	0		0	
	REQ. NETOS		0.4764	1.4292	0.9528	1.5483	0.8337		0.7146	
	EMISIÓN DE ORDEN		0.4764	1.4292	0.9528	1.5483	0.8337		0.7146	
	<b>GOMA UREICA</b>									
	REQ. BRUTOS		20.90	62.71	41.81	67.94	36.58		31.35	
	RECEP. PROGRAMADA									
	DISP. ALMACÉN	582.12	561.21	372.54	171.24	0.00	605.95		164.93	
	REQ. NETOS		20.90	62.71	41.81	67.94	36.58		31.35	
	EMISIÓN DE ORDEN		20.90	62.71	41.81	67.94	36.58		31.35	
	<b>CENTROS 3 mm</b>									
	REQ. BRUTOS		4.2864	12.8592	8.5728	13.9308	7.5012		6.4296	
	RECEP. PROGRAMADA									
	DISP. ALMACÉN		0	0	0	0	0		0	
	REQ. NETOS		4.2864	12.8592	8.5728	13.9308	7.5012		6.4296	
	EMISIÓN DE ORDEN		4.2864	12.8592	=	13.9308	7.5012		6.4296	
	<b>INTERIOR 3 mm</b>									
	REQ. BRUTOS		2.8576	8.5728	5.7152	9.2872	5.0008		4.2864	
	RECEP. PROGRAMADA									
	DISP. ALMACÉN		0	0	0	0	0		0	
	REQ. NETOS		2.8576	8.5728	5.7152	9.2872	5.0008		4.2864	
	EMISIÓN DE ORDEN		2.8576	8.5728	5.7152	9.2872	5.0008		4.2864	
	<b>TRASVISTA 1 mm</b>									
	REQ. BRUTOS		0.4764	1.4292	0.9528	1.5483	0.8337		0.7146	
	RECEP. PROGRAMADA									
	DISP. ALMACÉN		0	0	0	0	0		0	
	REQ. NETOS		0.4764	1.4292	0.9528	1.5483	0.8337		0.7146	
	EMISIÓN DE ORDEN		0.4764	1.4292	0.9528	1.5483	0.8337		0.7146	



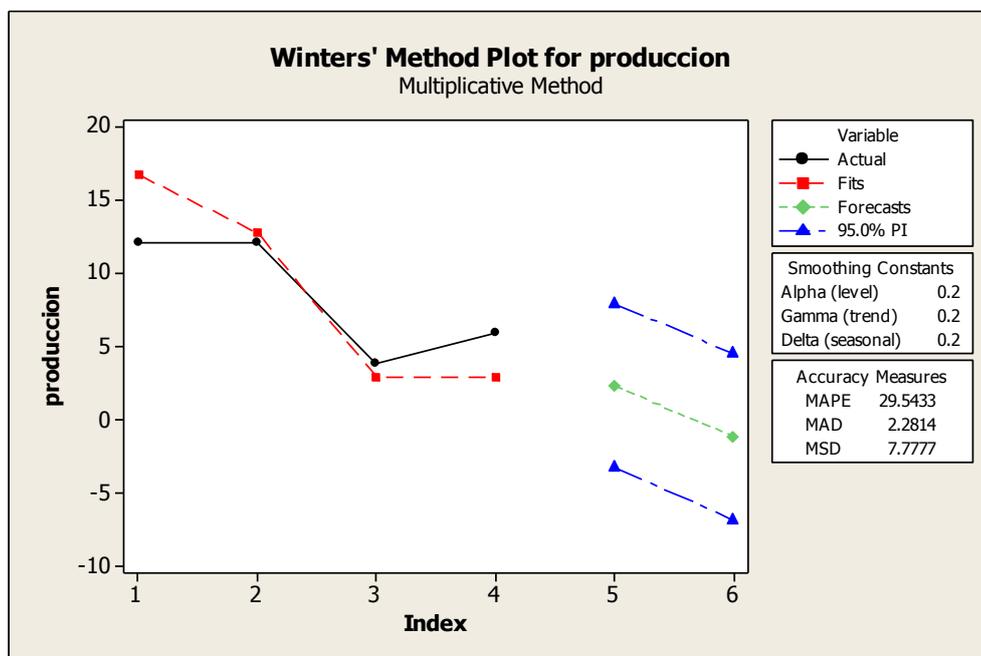




## FASE 5: Análisis de Resultados

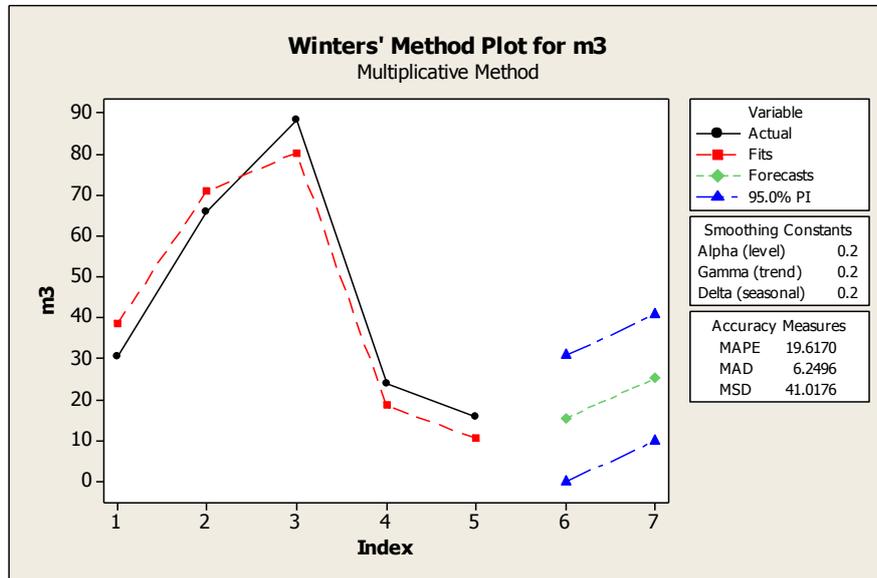
En las **figuras 5.18 a 5.23** se observa la tendencia, según datos históricos (negro), de la producción de paquetes de tableros de los diferentes espesores, de igual forma se representa el resultado obtenido del pronóstico (verde) para los dos periodos siguientes, en este caso de los meses Junio y Julio.

En la siguiente imagen se puede apreciar que la producción de tableros de 2.7 mm de espesor tiende mayormente a disminuir, y se acentúa con el resultado pronosticado.



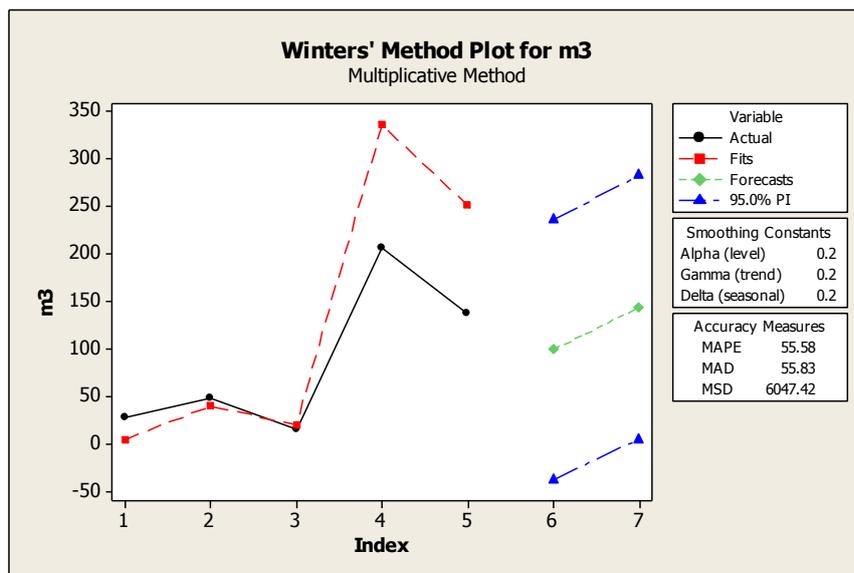
**Figura 5.18 Representación del comportamiento de los datos de producción, de paquetes de 2.7 mm, así como de los pronósticos obtenidos con ellos**  
(Fuente: Elaboración Propia)

Para la producción de tableros de 5.2 mm, la siguiente gráfica indica un pronóstico con tendencia creciente para los periodos siguientes.



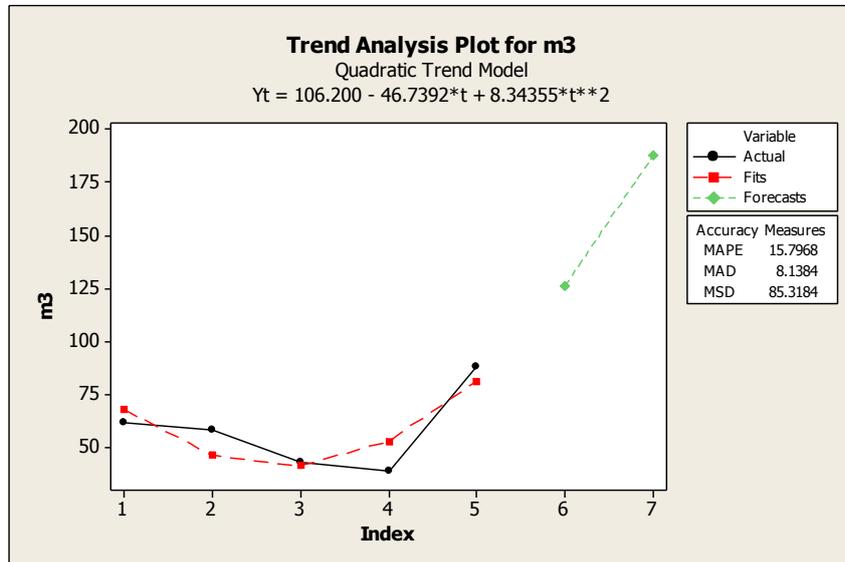
**Figura 5.19 Representación del comportamiento de los datos de producción, de paquetes de 5.2 mm, así como de los pronósticos obtenidos con ellos**  
(Fuente: Elaboración Propia)

Siguiendo el comportamiento de los datos históricos se indica para el primer periodo pronosticado una caída en la producción de tableros de 8.5 mm que comienza a recuperarse en el periodo siguiente.



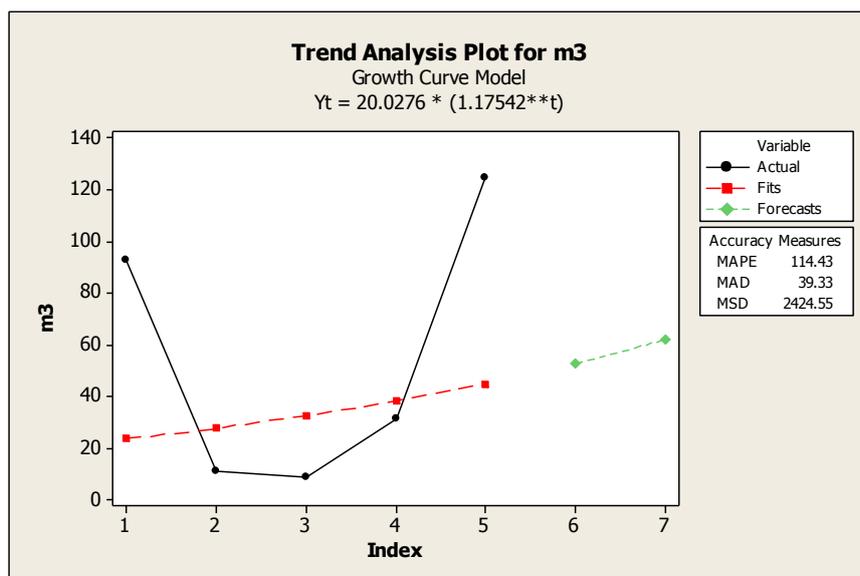
**Figura 5.20 Representación del comportamiento de los datos de producción, de paquetes de 8.5 mm, así como de los pronósticos obtenidos con ellos**  
(Fuente: Elaboración Propia)

Según los resultados del pronóstico se observa una alza importante en la producción de los tableros de 12 mm en los siguientes periodos.



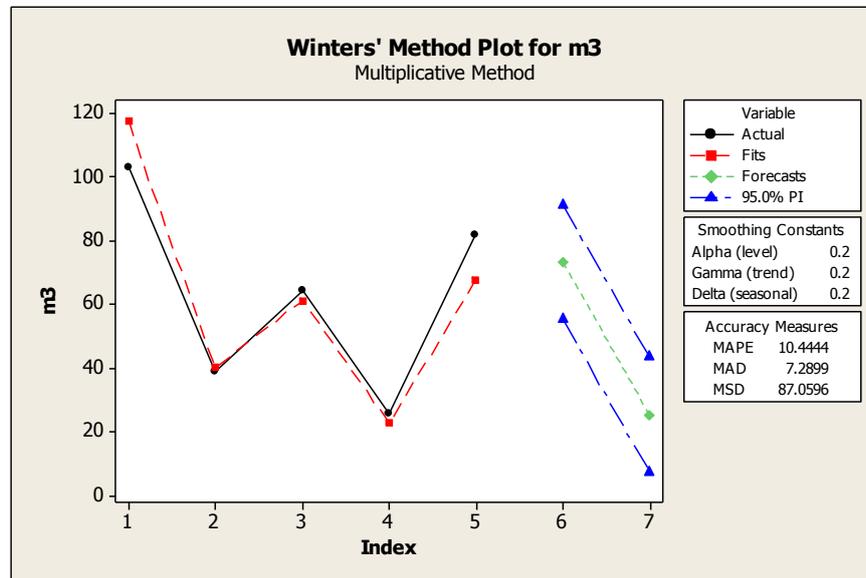
**Figura 5.21** Representación del comportamiento de los datos de producción, de paquetes de 12 mm, así como de los pronósticos obtenidos con ellos  
(Fuente: Elaboración Propia)

El pronóstico obtenido presenta una baja considerable para el primer periodo y una mínima recuperación para el segundo, en la producción de paquetes de 15 mm .



**Figura 5.22** Representación del comportamiento de los datos de producción, de paquetes de 15 mm, así como de los pronósticos obtenidos con ellos  
(Fuente: Elaboración Propia)

Según la imagen siguiente la producción de tableros de 18 mm es inestable por lo que el resultado del pronóstico sigue esta tendencia mostrando una disminución importante de producción en los siguientes periodos.



**Figura 5.23 Representación del comportamiento de los datos de producción, de paquetes de 18 mm, así como de los pronósticos obtenidos con ellos**  
(Fuente: Elaboración Propia)

## 5.2 Redistribución del Almacén de Producto Terminado

Actualmente los paquetes de producto terminado se almacenan apilándolos por espesor y calidad, respetando un número de 5 paquetes estibados formando así una torre, éstas torres se distribuyen en todo el perímetro del almacén respetando un espacio central para las maniobras del montacargas.

Se realizó una redistribución de este espacio con las siguientes especificaciones delegadas por el Gerente de Producción en turno de la empresa.

- Abarcar el mismo espacio establecido.
- Disponer de pasillos con el espacio suficiente para el libre tránsito del montacargas con y sin carga.
- Dejar un espacio de separación de 10 cm entre cada torre

La nueva distribución del almacén se muestra en la **figura 5.24**, se formaron filas de paquetes con el objeto de separar el producto de las paredes por la humedad que se presenta en estas zonas, también para aprovechar lo más posible el espacio que se tiene.

Los paquetes de tableros se acomodarán comenzando en el pasillo inferior y de derecha a izquierda, en la figura, con los espesores y calidades mas demandadas, y así hacia la izquierda y hacia los pasillos de arriba.

En cada pasillo se colocaran dos filas de cuatro torres cada una, formando cuatro pares de paquetes, cada uno de ellos de un espesor y calidad especifica, con el fin de descargar de un lado y cargar del otro lado del pasillo para garantizar así que las primeras entradas sean las primeras salidas.

### 5.3 Costos de Implementación

Para conseguir los objetivos establecidos son necesarias las inversiones tanto de tiempo como de capital, con ello se pretende asegurar que se alcancen éstos de manera efectiva. Ver **tabla 5.26**

**Tabla 5.26 Costos de implementación**

<b>Descripción</b>	<b>Monto (\$)</b>
Curso de inducción	800.00
Curso de capacitación	6000.00
Papelería	
Combustible (montacarga)	
<b>Total</b>	

(Fuente: Elaboración Propia)



## **6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1 Conclusiones**

Con base en las observaciones realizadas durante la elaboración de este proyecto se puede decir que es de gran importancia el contar con las herramientas necesarias para lograr poner en marcha cualquier tipo de proyecto, ya sea de una empresa, de familia, académico o personal. Para cada uno de estos se requiere contar con toda la información que se pueda para conocer así el campo en donde se quiere desarrollar el proyecto. De esta manera, se pueden considerar un mayor número de variables que interfieren con la realización de éste así como prever las tendencias de comportamiento para considerar diferentes alternativas de acción y no ser sorprendido por algún aspecto no considerado.

A lo largo de la estancia en la Empresa Industrial Maderera y del Triplay, S. A. de C. V., se pudieron conocer algunas condiciones a las que está expuesta una industria que invariablemente de su buen funcionamiento interno, es afectada por factores externos, los cuales son incontrolables para la empresa y al mismo tiempo son determinantes con el futuro de esta. Tal es el caso del sistema de aprovisionamiento de trozas, que independientemente de las necesidades de producción que tenga la manufacturera, frecuentemente sufre de desabasto debido a los periodos morosos de autorización de predios para extraer la madera que se requiere, por lo cual ésta tiene espacios de tiempo de muy baja producción, lo cual afecta directamente su capacidad de respuesta en base a las tendencias de la demanda.

Por lo anterior, los resultados obtenidos en el pronóstico de producción difícilmente podrían ser significativos para la empresa, pues la producción diaria de la empresa es determinada principalmente por dos variantes, las necesidades de la demanda y la calidad de materia prima con que se dispone en el momento.

## **6.2 Recomendaciones**

Se recomienda poner en marcha el presente proyecto para mejorar el proceso de planeación de materiales para la producción de la empresa Industrial Maderera y del Triplay, S. A. de C. V., así como mantener la tendencia de mejora constante para lograr satisfacer las necesidades de la demanda de manera eficaz y eficiente, y así conservar o aumentar la cartera de clientes actual.

Es importante contar con personal capacitado para realizar de manera efectiva las actividades de las que son responsables, por lo tanto es sumamente necesario que se lleven a cabo cursos de capacitación de personal enfocado a hacerles conciencia del significativo papel que tiene cada uno de ellos en su participación como miembros de la empresa para el crecimiento de esta y de ellos mismos.

## REFERENCIAS

### Bibliografía

1. Arbones Malisani, Eduardo A.; (1990); “Logística Empresarial”; marcombo boixereu editores. Pag. 12, 13, 14
2. Arbones Malisani, Eduardo A.; (1999); “La Empresa Eficiente”; marcombo boixereu editores. Pag. 11
3. Carranza Torres, Octavio; Sabria Miracle, Federico; Tarso Resende, Paulo; Maltz et al, Arnold; (2005); “Logística. Mejores Prácticas en Latinoamérica”; Thomson. Pag. 5, 11.
4. Castanyer Figueras, Francesc; (1993); “Control de Métodos y Tiempos”; marcombo boixereu editores. Pag. 91-94.
5. Companys Pascual, Ramón; (1989); “Nuevas Técnicas de Gestión de Stocks: MRP y JIT”; marcombo boixereu editores. Pag. 19 – 23
6. Escobar Gómez Elías Neftalí; (2006); “Sistemas de Almacenamiento y Recuperación”; Compilador Apuntes del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez
7. Fogarty, Blackstone, Hoffmann; (2005); “Administración de la Producción e Inventarios”; Pag. 91, 92, 100-102, 107-110.
8. Makridakis, Spyros; Wheelwright, Steven C.; (1994); “Manual de Técnicas de Pronóstico”; Editoriales Limusa, S. A. de C. V. Grupo Noriega Editores.
9. Montaña G. Agustín; (1990); “Método del Camino Crítico”; Trillas; Pag. 83, 84.

10. Riggs, James L.; (1993); "Sistemas de Producción Planeación, Análisis y Control"; editorial LIMUSA; Pag. 66 – 92, 457 – 458.
11. Shao, Stephen; (1960); "Estadística para Economistas y Administradores de Empresas"; Herrero Hermanos, Sucs., S. A.
12. Urzelai Inza, Aitor; (2006); "Manual Básico de Logística Integral"; Ediciones Díaz de Santos. Pag. 2.

### **Páginas Web**

1. [http://es.wikipedia.org/wiki/Trazabilidad#Otras\\_definiciones\\_de\\_trazabilidad](http://es.wikipedia.org/wiki/Trazabilidad#Otras_definiciones_de_trazabilidad);  
(2008); Abril (2008)
2. <http://www.maritimoportuario.cl/new/logistica/conceptostrazabilidad.htm>;  
(2008); Abril (2008)

## GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ABREVIATURAS

### Glosario

CHAPAS: Laminas de madera, resultado del corte de las cuchillas rebanadoras del torno.

VISTAS: chapa de madera de 1 milímetro de exactas dimensiones 1.27 \* 2.54 metros.

CENTROS: chapa de madera de 1.30 metros de largo y el ancho menor a 1.30mtrs.

INTERIORES: chapa de madera de 3 milímetros de exactas dimensiones 1.27 \* 2.54 metros.

TIRAS: chapas de madera de 2.60 metros de largo y el ancho a 1.27 metros

PALETA: también conocida como tarima, es una estructura que sirve de base para las estivas.

TRIPLAY: Tablero de madera armado con las chapas de madera de diversos espesor unidos con una goma para adherir las chapas

TROCERIA: Conjunto de trozas almacenadas en un área específico.

### Abreviaturas

Se. Secadores

Un. Unidora

Pa. Parchadora

Gu. Guillotina

SC. Sierras de Cola

TG. Torre de Prep. de Goma. Torre de Preparación de Goma.

Prep. Preparación

Pc. Para cimbra

Paq. Paquete

Pza. Pieza

No. Número

Cant. Cantidad

Tab. Tablero

CapaGen. Capa de Centro

Mezcs. Mezcladas

Lím. Inf. Límite Inferior

Lím. Sup. Límite Superior

## **APÉNDICE**

### **USO DEL PROGRAMA MINITAB Versión 14**

El presente anexo no pretende ser un manual, únicamente presenta una guía introductoria. Se escribe una breve introducción al ambiente Minitab y después se entra directamente al uso de algunos comandos que fueron usados en el desarrollo del trabajo.

#### **INTRODUCCIÓN**

Minitab es un poderoso software estadístico que provee un amplio rango de análisis de datos y capacidad de graficar. Ya se ha usado en la industria, en la investigación o en la enseñanza, Minitab ofrece la combinación ideal de poder, exactitud y la facilidad de realizar un mejor trabajo.

Minitab ofrece las siguientes opciones:

- Capacidades estadísticas, incluyendo análisis exploratorio de datos, estadística básica, regresión, análisis de varianza, tamaño de muestra, análisis multivariado, pruebas no paramétricas, series de tiempo, tabulaciones cruzadas, y simulaciones y distribuciones.
- Gráficos de alta resolución, completamente editables.
- Tópicos de aseguramiento y mejora de la calidad, incluyendo:
  - Diagramas de Pareto y Diagramas de Causa y Efecto (Ishikawa)
  - Gráficos de Control Estadístico de Procesos
  - Gráficos Históricos
  - Análisis de Capacidad
  - Análisis de Sistemas de Medición

- Capacidades de Diseño de Experimentos para Generar y Analizar Diseños Completos y Fraccionados, Diseños Plackett-Burman, Diseños Taguchi y Diseños de Superficie de Respuesta.

Minitab ofrece también un ambiente de análisis que consiste en lo siguiente:

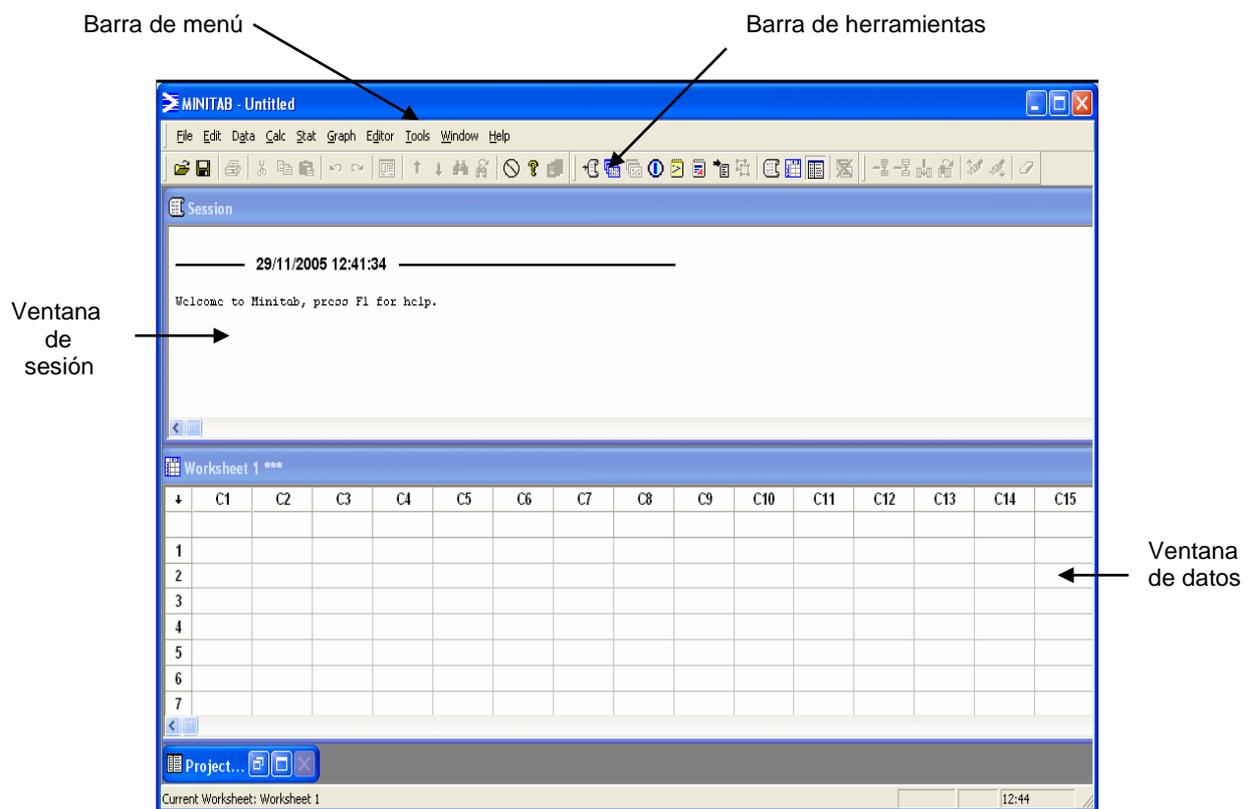
1. Una hoja de trabajo que contiene los datos.
2. Una ventana de datos que muestra las columnas de datos.
3. Menús con comandos para el análisis estadístico, la manipulación de datos y la transformación de datos.
4. Botones de menú que pueden ejecutar directamente un comando o abrir un cuadro de diálogo.
5. Una ventana de sesión que despliega los resultados.
6. Una ventana de información que muestra una recopilación de la hoja de trabajo.
7. Una ventana de historial que enumera los comandos que se han usado en la sesión. Se pueden re-ejecutar éstos copiándolos de la ventana de historial y pegándolos en el editor de comandos.
8. Los comandos de sesiones son alternativos a los comandos de menú que se escriben en la ventana de sesión o en el editor de comandos. Se pueden turnar los comandos de menú y los comandos de sesión a lo largo de la jornada si así se desea.
9. Un editor de comandos que permite editar y re-ejecutar comandos de sesiones rápidamente.
10. Ayuda para cuadros de diálogo, comandos de la ventana de sesión e información en general.
11. Un lenguaje macro completo que permite automatizar tareas repetitivas, extender la funcionalidad de Minitab o, incluso, diseñar propios comandos de sesiones.

Una típica sesión de Minitab, involucra uno o todos de los siguientes pasos:

1. Iniciar Minitab.
2. Introducir los datos en la hoja de trabajo.
3. Analizar los datos.
4. Graficar los datos.
5. Guardar e imprimir el trabajo.

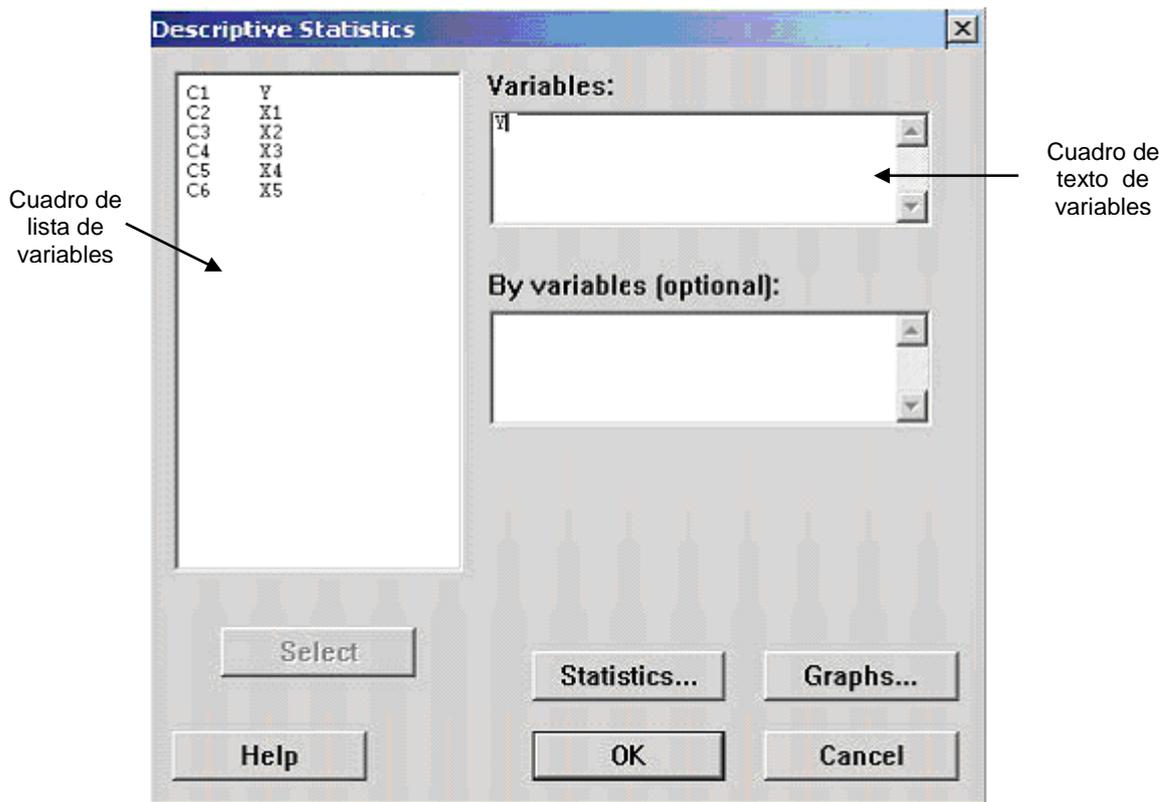
## MENÚS, BARRAS Y COMANDOS

A continuación, se muestran las partes fundamentales del ambiente de Minitab. Cuando uno accesa por primera vez, la pantalla aparece como sigue:

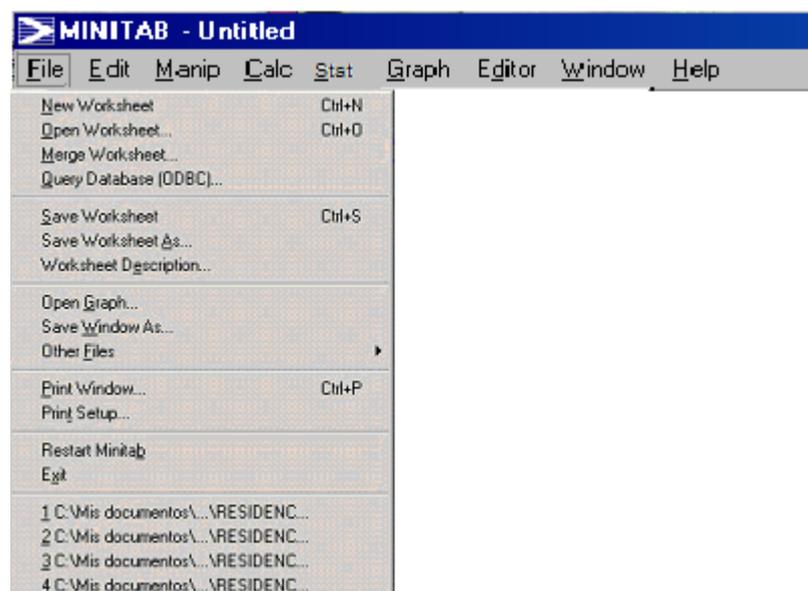


La **barra de Menú** es en donde se seleccionan los comandos

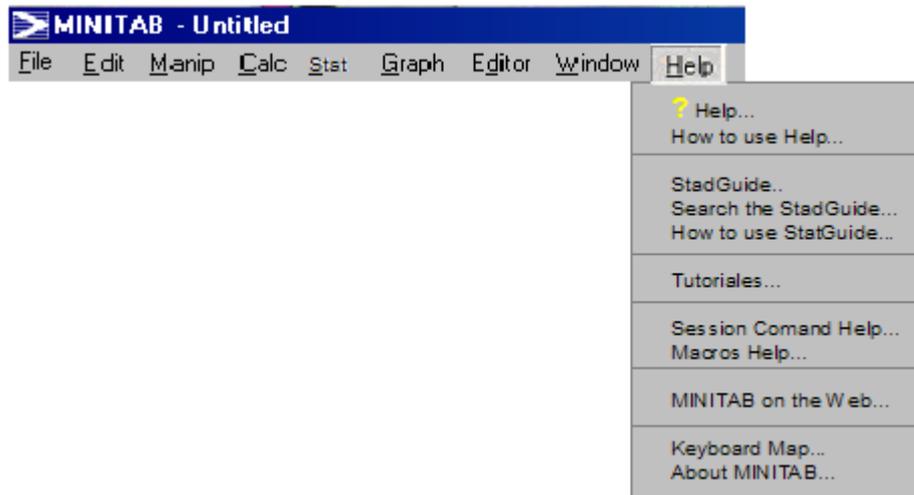




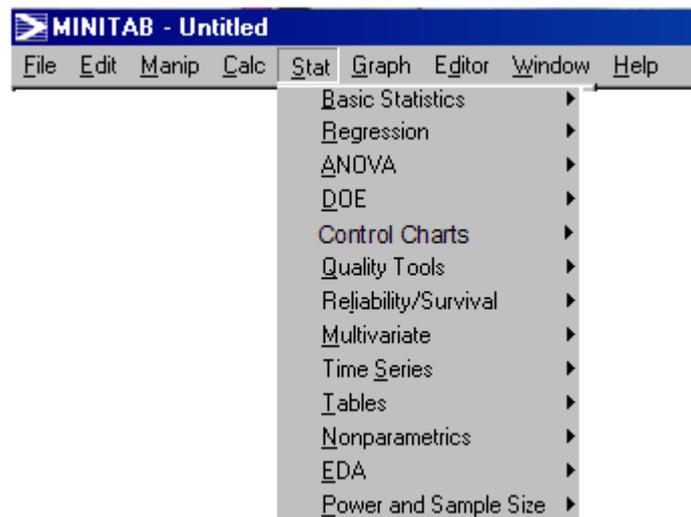
El menú **File** es similar al de otros programas, sin embargo se observarán dos opciones de *Open*: una para hojas de trabajo y otra para gráficos. Por consiguiente, también se observan las opciones para guardar hojas de trabajo y ventanas de gráficos.



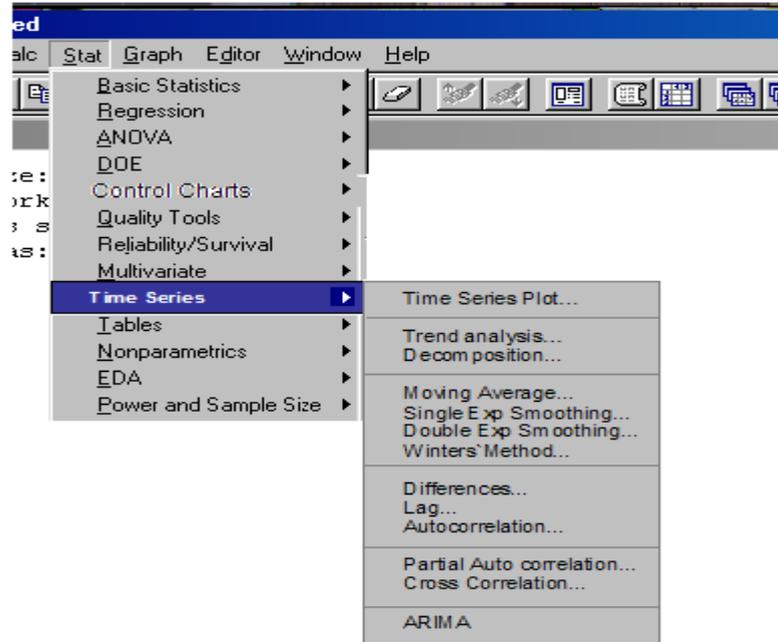
El menú **Help** brinda una completa documentación y ejemplos de todos los menús dentro de Minitab, sus conceptos, cuadros de diálogos, interpretación de salidas, etc. Puede accesarse Help en cualquier cuadro de diálogo con sólo presionar la tecla F1 o hacer click en el botón de la barra de herramientas que aparece con el signo ?.



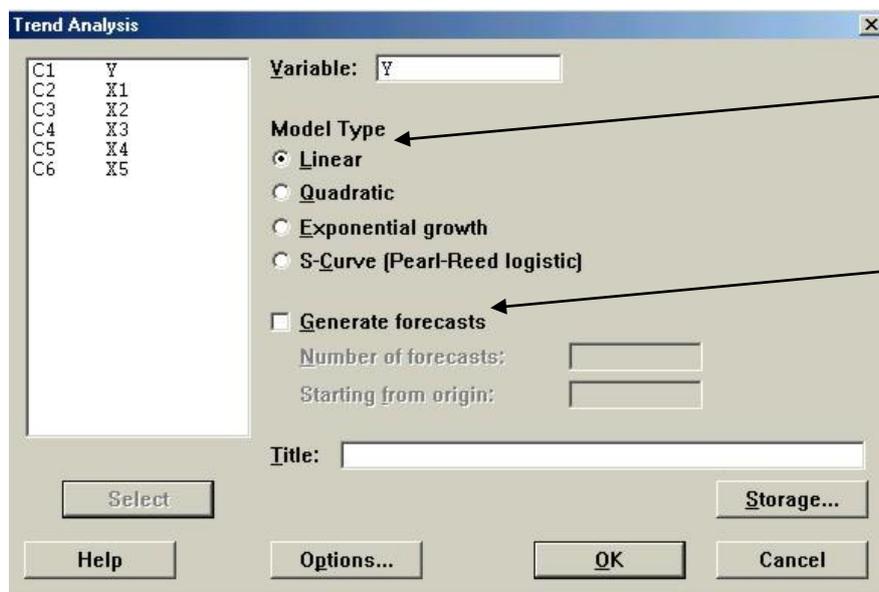
El menú **Stat** contiene los submenús que se observan en la imagen. El usado para este proyecto fue *Time Series*, que será explicado a continuación.



El submenú **Time Series** muestra la siguiente ventana. Se usó el comando *Trend Analysis* para observar la tendencia de Y en cada uno de los meses.



El comando **Trend Analysis** despliega el siguiente cuadro:



Escoger el tipo de modelo que mejor se ajuste

Pronóstico de datos futuros

El comando **Winter's Method** despliega el siguiente cuadro:

