



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción.**

“Diseño e Implementación de un Sistema de Control del Tipo  
Producir para Disponibilidad”

**TESIS DE GRADO**

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

Presentada por:

Alejandro Eduardo Rendón Icaza

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

Año: 2013

## AGRADECIMIENTO

A Dios, a mis padres, hermana, abuela y en especial a mi abuelito Enrique, que han aportado con su amor, paciencia y cariño a la culminación de este trabajo.

A todos los profesores y compañeros de trabajo, que contribuyeron con mi formación, especialmente al Ing. Xavier Gómez y al Ing. Marcos Buestán, por su constante apoyo y guía a lo largo de estos años.

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a mis  
padres y abuelos.

# TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

---

Dr. Kleber Barcia V., Ph.D.  
DECANO DE LA FIMCP  
PRESIDENTE

---

Ing. Marcos Buestán B.  
DIRECTOR

---

Ing. Denise Rodríguez Z.  
VOCAL

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

---

Alejandro Eduardo Rendón Icaza

## RESUMEN

Plástica S.A. es una industria ecuatoriana que cuenta con más de 30 años en el mercado y durante esta trayectoria se ha dedicado exclusivamente a la fabricación de empaques flexibles. Plástica S.A. es el nombre ficticio que se ha determinado para proteger la confidencialidad de los datos de la empresa en estudio.

Inició atendiendo a clientes distribuidores y mayoristas. Al ser un mercado de altos volúmenes y netamente orientado al precio no se presentaba una mayor posibilidad de crecimiento en rentabilidad. En la décadas de los noventas, la mayor parte de la producción fue para el mercado agrícola y acuícola, manteniendo una gran etapa de crecimiento hasta la crisis de este mercado que afectó fuertemente a la empresa. En los últimos 15 años las diferentes industrias del país han sido el camino a tomar por Plástica S.A., bajo las cuales se mantiene cerca de un 3% de la participación del mercado.

Desde sus inicios Plástica S.A. ha manejado un sistema de producción bajo pedido. El alto nivel de competitividad y la falta de diferenciación, llevaron a una baja rentabilidad en los últimos años. Plástica S.A. decidió dar un giro a sus operaciones e implementar un sistema de manejo de la empresa diferente a los tradicionales, desarrollando la metodología de Teoría de las

Restricciones (TOC) (Goldratt & Cox, 1987). Esta implementación fue en el área productiva y comercial de la empresa.

La aplicación del TOC ayudó a un ordenamiento de las operaciones, disminuyó la cantidad de inventario en las diferentes bodegas de la planta, aumentando la capacidad productiva y alcanzando un alto nivel de cumplimiento de las fechas de entrega en tan sólo 4 meses.

Al analizar la realidad de las diferentes industrias, se pudo concluir que el manejo bajo pedido, no era el nivel de servicio esperado por los clientes. Una parte de estas industrias estaban siendo atendidas con diferentes modalidades, que les otorgaban mayores beneficios. Plástica S.A. decidió implementar un sistema para disponibilidad, que es conocido como el mejor nivel de servicio disponible, objetivo de estudio de este trabajo.

La finalidad de este trabajo es diseñar e implementar un sistema de producción para disponibilidad acorde con la realidad de una industria plástica ecuatoriana. El equipo de implementación al que lideré fue capacitado en Israel por expertos en Teoría de Restricciones de todo el mundo, junto al propio creador de la metodología Eliyahu M. Goldratt en persona. Esta capacitación duró dos semanas completas no consecutivas en Goldratt House, Tel Aviv.

Se desarrolló un árbol de estrategias y tácticas en la primera semana, regresé a la planta en Guayaquil, verificando los supuestos planteados y luego a una segunda semana para perfeccionar y pulir el árbol a la realidad de Plástica S.A.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	V
ABREVIATURAS.....	VIII
SIMBOLOGÍA.....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
ÍNDICE DE TABLAS.....	XI
INTRODUCCIÓN.....	1
<b>CAPÍTULO 1</b>	
1. GENERALIDADES.....	2
1.1 Antecedentes.....	2
1.2 Objetivos.....	4
1.2.1 Objetivo General.....	4
1.2.2 Objetivos específicos.....	5
1.3 Planteamiento del Problema.....	6
1.4 Metodología.....	6
<b>CAPÍTULO 2</b>	
2. MARCO TEÓRICO.....	8
2.1 Familias de Productos.....	8

2.2	Descripción del Proceso.....	9
2.2.1	Ruta de los Productos.....	9
2.2.2	Descripción del Proceso Detallado.....	11
2.3	Conceptos Básicos TOC.....	15
2.4	Planificación de Producción Original MTO.....	20

### **CAPÍTULO 3**

3.	SISTEMA DE PRODUCCIÓN PARA DISPONIBILIDAD.....	23
3.1	Selección de Familias de Productos para la Implementación del Sistema MTA.....	23
3.2	Asignar capacidad para MTA.....	27
3.3	Construir los inventarios iniciales.....	34
3.4	Reposición basada en el consumo real.....	37
3.5	Alineación de las prioridades de producción con las necesidades de la cadena de suministro.....	40

### **CAPÍTULO 4**

4.	SOSTENER EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN MTA.....	49
4.1	Mantenimiento de los niveles de inventario correctos.....	49
4.1.1	Gerencia de amortiguadores dinámicos.....	50
4.1.2	Cambio súbitos de la demanda.....	55
4.2	Monitoreo capacidad asignada para MTA.....	58
4.3	Explotar la capacidad protectora.....	61

**CAPÍTULO 5**

5. VENTA DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN MTA.....	64
5.1 Definición del mercado objetivo.....	65
5.2 Diseño de la oferta VMI.....	67
5.2.1 Problemas de la cadena de suministro.....	68
5.2.2 Escenario ideal.....	70
5.2.3 Funcionamiento oferta VMI.....	71
5.2.4 Términos y condiciones.....	72
5.3 Ejecución de ventas del VMI.....	73
5.4 Garantizar y fortalecer el crecimiento del VMI.....	75
5.5 Desempeño de ventas.....	79

**CAPÍTULO 6**

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	85
6.1 Conclusiones.....	85
6.2 Recomendaciones.....	88

**APÉNDICES****BIBLIOGRAFÍA**

## ABREVIATURAS

TOC	Teoría de las restricciones
MTO	Producir bajo pedido
MTA	Producir para disponibilidad
TAC	Tambor, amortiguador y cuerda
RCR	Recurso con capacidad restringida
SKU	Número de referencia
GAD	Gerencia de amortiguadores dinámicos
VMI	Vendedor maneja el inventario

## SIMBOLOGÍA

$\sigma$  Desviación Estándar

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2.1 Programación de la producción en una fábrica de flujo continuo.....	10
Figura 2.2 Máquina Extrusora.....	13
Figura 2.3 Máquina Impresora.....	14
Figura 2.4 Máquina Selladora.....	15
Figura 2.5 Control de carga del RCR.....	21
Figura 2.6 Amortiguador de Embarque.....	22
Figura 3.1 Ruta de los Productos de Plástica S.A.....	25
Figura 3.2 Utilidad Bruta de cada Familia de Productos.....	26
Figura 3.3 Tiempo de Reposición MTO vs. MTA.....	30
Figura 3.4 Carga del Recurso con Capacidad Restringida.....	31
Figura 3.5 Amortiguador de Embarque MTA.....	38
Figura 3.6 Zonas del Amortiguador.....	42
Figura 3.7 Consumo del Amortiguador Día 1.....	44
Figura 3.8 Consumo del Amortiguador Día 2.....	45
Figura 3.9 Consumo del Amortiguador Día 3.....	46
Figura 3.10 Consumo del Amortiguador Día 4.....	47
Figura 3.11 Consumo del Amortiguador Día 5.....	48
Figura 4.1 Muchos Verdes.....	52
Figura 5.1 Proceso de Ventas.....	75
Figura 5.2 Nivel de Inventario Producto A en bodega del cliente.....	77
Figura 5.3 Nivel de Inventario Producto B en bodega del cliente.....	78
Figura 5.4 Venta en Kilogramos.....	80
Figura 5.5 Venta en Dólares.....	81
Figura 5.6 Utilidad Bruta en Dólares (Throughput).....	82
Figura 5.7 Utilidades Netas.....	83

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Consumo Promedio en un tiempo de Reposición.....	32
Tabla 2. Reserva de Capacidad Extrusora # 8.....	33
Tabla 3. Datos obtenidos del Kardex.....	35
Tabla 4. Comparativo Inventario Sugerido vs. Máximo.....	36
Tabla 5. Nivel de Inventario Inicial.....	36
Tabla 6. Muchos Rojos PA.....	53
Tabla 7. Reserva de Capacidad Inicial E8 Diaria.....	60
Tabla 8. Consumo E8 Último Trimestre.....	60
Tabla 9. Incremento de Throughput MTA y MTO 2011 a 2012.....	84

## INTRODUCCIÓN

La Teoría de las Restricciones es una metodología desarrollada por el Dr. Eliyahu M. Goldratt en la década de los ochentas. Esta filosofía gerencial tiene aplicaciones para diferentes clases de empresas, entre sus principales están las industriales y distribuidoras (Goldratt & Cox,1987).

En este trabajo se evalúa la implementación de un sistema de producción para disponibilidad en Plástica S.A. Esta empresa a lo largo de su historia se ha manejado únicamente produciendo bajo pedido.

Esta implementación abarca el desarrollo del ambiente mixto de producción para disponibilidad y bajo pedido, reserva de capacidades del Recurso con Capacidad Restringida, manejo de la cadena de suministros y un proceso detallado de ventas de como maximizar la oferta.

Mediante este trabajo se analizan las mejoras en el nivel de servicio de la empresa, los impactos en el desempeño de las ventas y en la rentabilidad.

# CAPÍTULO 1

## 1. GENERALIDADES

### 1.1. Antecedentes

Existe hoy en día un alto nivel de competitividad en el mercado de plásticos flexibles del Ecuador. Entre grandes, medianas y pequeñas industrias hay cerca de 70 empresas locales que disputan los diferentes mercados del país.

La tecnología, calidad de los productos y costos, que se manejan en las empresas grandes y medianas son muy similares. Esto junto al excedente de oferta que hay en el mercado, hace muy complicado la diferenciación y crecimiento para las medianas industrias. Estos factores llevaron a la empresa a buscar nuevos modelos de operación, encontrándose con la Teoría de las Restricciones.

La Teoría de las Restricciones (TOC) es una metodología de administración de operaciones que ha sido aplicada en diferentes tipos de industrias en todo el mundo, facilitando un enfoque a sus problemas críticos, para que se acerquen a su meta mediante un proceso de mejora continua. (Goldratt & Cox, 1987)

En el Ecuador, esta filosofía fue implementada por primera vez en el año 2006, por lo que se puede considerar una metodología nueva para nuestro país, desde ese entonces ha sido aplicada por fabricantes de baterías, fabricantes de etiquetas, industrias arroceras y en el sector plástico.

Este proyecto fue realizado en Plástica S.A., que es un nombre ficticio que se ha determinado para proteger la confidencialidad de los datos de la empresa en estudio y que representa a una de las empresas pioneras en la industria plástica del Ecuador.

Plástica S.A. se dedica a la fabricación de fundas y rollos de polietileno y polipropileno de baja y alta densidad con o sin impresión. En los últimos años ha contado con una participación, en el mercado del 3%, pero sin un crecimiento significativo en sus ventas o utilidades. Esto se debe a que Plástica S.A. se mueve

sobre un mercado eminentemente orientado al precio y con un alto nivel de oferta, privándola de contar con una mayor expansión en el mercado.

Se identificó que la falta de crecimiento en las ventas, estaba relacionado a no contar con una ventaja competitiva que marque una diferencia significativa con los demás competidores. Se eligió aplicar el proceso de producción para Disponibilidad, buscando atraer a nuevos clientes.

El presente trabajo inició con la capacitación por parte de asesores externos en el año 2009, al equipo de implementación que he liderado hasta la presente fecha. En el año 2010 se realizó la adaptación del sistema de producción y en este mismo año se inició con el departamento de ventas. Este es un proyecto que ha tomado varios años y que sigue en un proceso de mejoramiento.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo General**

Diseñar un sistema de control y planificación de la producción para disponibilidad y evaluar los resultados de su implementación en una industria plástica ecuatoriana.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Diseñar un sistema de control y planificación de la producción para disponibilidad, que permita manejar de manera simple y eficaz las prioridades de los clientes en el piso de la planta.
- Diseñar un sistema de control, orientado a mantener niveles correctos de inventario y de explotación de capacidad, en los diferentes puntos de la cadena de suministro.
- Diseñar un proceso de ventas que garantice la masificación de la oferta de manejo de inventario.
- Determinar la efectividad de la implementación del sistema de producción para disponibilidad en una industria plástica ecuatoriana.

### **1.3. Planteamiento del Problema**

La empresa Plástica S.A. fundada hace más de 30 años, ha batallado en los últimos 8 años por lograr un aumento de sus ventas y utilidades. Estas se han visto perjudicadas por el alto nivel de competitividad del mercado y su carencia de tener una diferenciación dentro del mismo.

No se ha desarrollado una ventaja competitiva decisiva más allá de la calidad y precio de sus productos. Esto ha generado una necesidad de agregar valor para lograr crecer en el mercado. Dado que la tecnología, máquinas y materias primas son iguales para todas las industrias plásticas, se ha elegido la opción de diferenciación en base a un mejor nivel de servicio.

### **1.4. Metodología**

Este proyecto de grado inicia detallando los conceptos de familias y rutas de productos, procesos de producción de una industria plástica, definiciones básicas de TOC y el sistema original de planificación de la producción bajo pedido.

Desarrollo del árbol de estrategias y tácticas, desglosando las familias y la ruta de los productos. Se construyen los cambios en el proceso productivo, asignando y reservando capacidad para MTA. Se crean los inventarios iniciales, reponiendo en base al consumo real y alineando las necesidades de los clientes con las prioridades del piso de producción de la fábrica.

Se mantienen los niveles de inventario correctos, monitoreando si es adecuada la capacidad reservada y explotando la capacidad protectora no utilizada.

Desarrollo del proceso de ventas, definiendo el mercado objetivo, diseño la oferta, preparación de la fuerza de ventas, ejecución de la oferta, garantizando y fortaleciendo el crecimiento y el desempeño del negocio.

# CAPÍTULO 2

## 2. MARCO TEÓRICO

Se detallará la metodología de teoría de restricciones (TOC), junto al sistema de planificación y control de la producción que aplica TAC Simplificado.

### 2.1. Familias de Productos

Las familias de los productos están definidas como el grupo de ítems que mantienen tiempos similares de producción. Estos productos recorren no necesariamente los mismos procesos productivos, pero si mantienen un amortiguador de producción igual. (Goldratt, 2009).

Una familia de productos es creada para todos los ítems que mantengan tiempos de proceso que no difieran en más de un 25%.

En caso de diferir, se deberá crear una nueva familia con un amortiguador de producción nuevo (Goldratt, 2009).

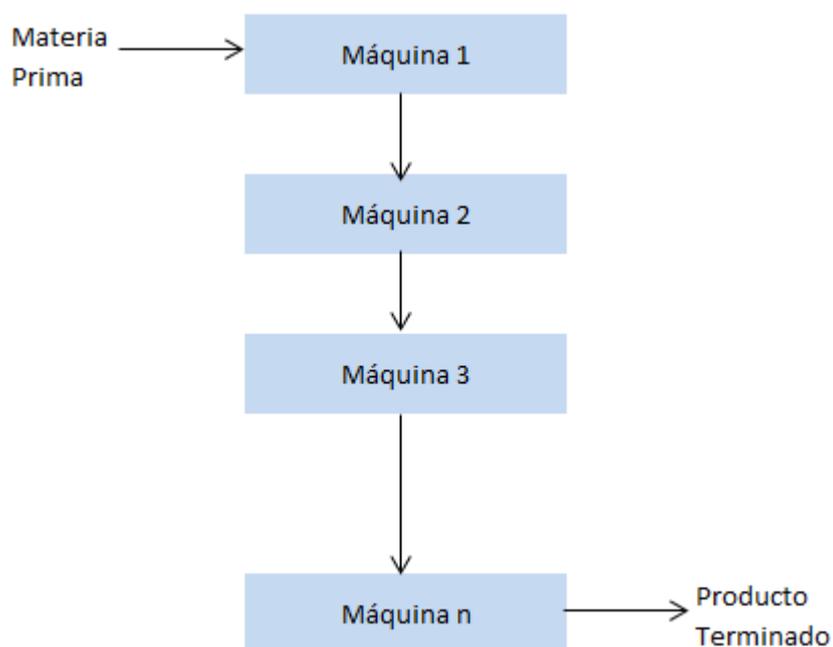
## **2.2. Descripción del Proceso**

### **2.2.1. Ruta de los Productos**

Existen diferentes métodos para el manejo de la ruta de los productos, los más comunes son:

- Programación de la producción en una fábrica de flujo continuo: Es una forma de organización de la producción en el cual las máquinas y los operadores manejan un estándar, por lo general ininterrumpido, de flujo de material. Los operadores realizan las mismas operaciones, en el mismo orden en cada ciclo de producción. Se cuenta con una materia prima que ingresa a la primera máquina y un procesamiento por diferentes recurso hasta su terminación (Parveen & Ullah, 2010).

La distribución de la planta (disposición de las máquinas, productos, líneas de montaje) está diseñado para facilitar el "flujo" del producto y sigue un orden lineal, como el mostrado en la figura 2.1.



**FIGURA 2.1 PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN UNA FÁBRICA DE FLUJO CONTINUO (Parveen & Ullah, 2010).**

- Programación de tiendas de producción: Los trabajos pueden ser realizados por diferentes máquinas del piso de producción en un orden variable. La

secuencia para su procesamiento va a cambiar en función del tipo de trabajo que se está realizando.

Las máquinas pueden recibir materia prima nueva (que no ha sido procesada previamente en la tienda) o producto en proceso de otra máquina. Esta misma maquinaria podría ser el último proceso para ese producto o un proceso intermedio que genera un nuevo producto en proceso (Parveen & Ullah, 2010).

### **2.2.2. Descripción del Proceso Detallado**

Los procesos productivos para la manufactura de productos en una empresa de plásticos flexibles son:

- Extrusión: Es un proceso industrial, en donde se realiza una acción de prensado y moldeado del plástico, que por flujo continuo de presión y empuje, se lo hace pasar por un molde encargado de darle la forma deseada.

Las materias primas utilizadas son las resinas, aditivos y bobinas. La resina es alimentada por medio de una tolva en un extremo de la máquina y debido a la acción de empuje, se funde, fluye y mezcla en el cañón. Dentro del cañón se encuentra un tornillo girando concéntricamente a una temperatura elevada. Esta resina es forzada a pasar por el cabezal o dado, de donde obtiene su forma de película.

Entra a la torre con un flujo de aire que va a enfriar la película y a determinar el ancho de la misma. El alto de la torre variará en función del ancho de la película. En la parte superior se encuentran los rodillos de tiro que van a fijar el espesor de la película. Dependiendo si el producto va a tener forma tubular, corte U o lámina, se colocan cuchillas en la extrusora y finalmente entra en el embobinador para tomar su forma de bobina (Cantor, 2006).



**FIGURA 2.2 MÁQUINA EXTRUSORA.**

- Impresión: El proceso de impresión o flexografía es un método de impresión directo, que se basa en la transferencia de tinta de un sustrato a otro. En un cilindro metálico se coloca una plancha de caucho o foto polímero (clisé), el cual toma tinta de un rodillo de dosificación (ánilox) y la transmite posteriormente a un sustrato en función de la lineatura del mismo. Por cada vuelta que da el rodillo con la plancha, se produce una imagen completa sobre el sustrato (repetición). Se utiliza comúnmente cuatricromías en los trabajos, con la finalidad de poder imprimir fotografías y productos más complejos (Crouch, 2002).



**FIGURA 2.3 MÁQUINA IMPRESORA.**

- Conversión: El proceso de sellado es el método que se utiliza para la fabricación de fundas y tiene dos tipos: por sello lateral y por sello de fondo.

Sello Lateral: En el proceso del sello lateral, una lámina doblada o una película corte U se sella con una barra de hierro calentada a dos veces la temperatura de fusión nominal de la resina con que está hecha la película. El sello se forma cuando la barra de sellado cae sobre la película, la comprime y corta.

Sello de Fondo: En el proceso de sellado de fondo se utilizan películas tubulares. Se realiza el sellado cuando

las dos caras de un tubo se comprimen a una presión y temperatura que es aproximadamente la temperatura de fusión del polímero en un tiempo determinado (tiempo de contacto). El sello se forma cuando la barra presiona sobre las capas de plástico.

En estas dos clases de sellos se utiliza un ojo electrónico que ayuda a regular, evitando el descuadre de la impresión de las fundas.



**FIGURA 2.4 MÁQUINA SELLADORA.**

### **2.3. Conceptos Básicos TOC**

- La teoría de las restricciones o TOC por sus siglas en inglés (theory of constraints) es una metodología israelita desarrollada por el doctor Eliyahu M. Goldratt en la década de

los ochentas. Esta filosofía lleva como base que toda organización tiene una meta, la cual para la gran mayoría de empresas que tienen fines de lucro es ganar dinero ahora y en el futuro, mientras que para las que son sin fines de lucro, buscan ganar dinero para poder hacer realidad su verdadera meta que es salud, educación, entre otras. (Goldratt & Cox, 1987).

Se desarrollan tres indicadores principales para controlar y gestionar todo el sistema. Estos son:

- Throughput: Es la razón con la que la empresa genera dinero por medio de las ventas. Es obtenido de la resta algebraica del precio de venta menos los costos totalmente variables.
- Inventario: Es la inversión que realiza la empresa para convertir los materiales que compra en productos a ser vendidos.
- Gasto Operativo: Es el gasto mensual que realiza la empresa para poder funcionar y transformar el inventario en throughput (Goldratt & Cox, 1987).

- Producir bajo pedido o MTO, por sus siglas en inglés “make to order”, es un sistema de manufactura en el que el cliente se acerca al proveedor a solicitar un material y está dispuesto a esperar un tiempo establecido para recibir el producto sin disminuir su nivel de satisfacción. (Schrageheim, 2012)

Un ejemplo es cuando el consumidor necesita la mercadería en un tiempo específico y no antes de esto. Esto aplica a los consumidores que:

- Necesitan de otros materiales para poder utilizar el producto.
- Necesitan el producto para una fecha específica (se planea abrir una nueva tienda, un evento).
- Esperan un producto hecho a la medida, en otras palabras, el producto no es estándar.

En TOC se utilizan los sistemas TAC Simplificado (tambor, amortiguador y cuerda, simplificado) y GA (gerencia de amortiguadores), para poder gestionar un cumplimiento

excepcional de las fechas de entrega prometidas en los sistemas MTO (Goldrat, 2008).

#### Sistemas TAC Simplificado:

- Tambor: Es el recurso más lento de la línea de producción. El tambor es el que marca el ritmo de los demás recursos de la planta, conocido como recurso con capacidad restringida (RCR).
- Amortiguador: Es el que ayuda a prevenir posibles impactos que se generen en el proceso. En caso de que se presenten inconvenientes serán absorbidos por el amortiguador y no afectarán a las fechas de entrega de los pedidos.
- Cuerda: El tiempo de preparación y ejecución necesario para todas las operaciones anteriores al tambor, más el tiempo del amortiguador, es llamado cuerda. La cuerda es la que indicará cuando liberar los materiales a la planta.

Sistema de Gerencia de Amortiguadores: Se basa en un único sistema de prioridades para las órdenes de producción. Clasificándolas en los colores verde, amarillo, rojo y negro, de acuerdo a su importancia (Schrageheim & Dettmer, 2001).

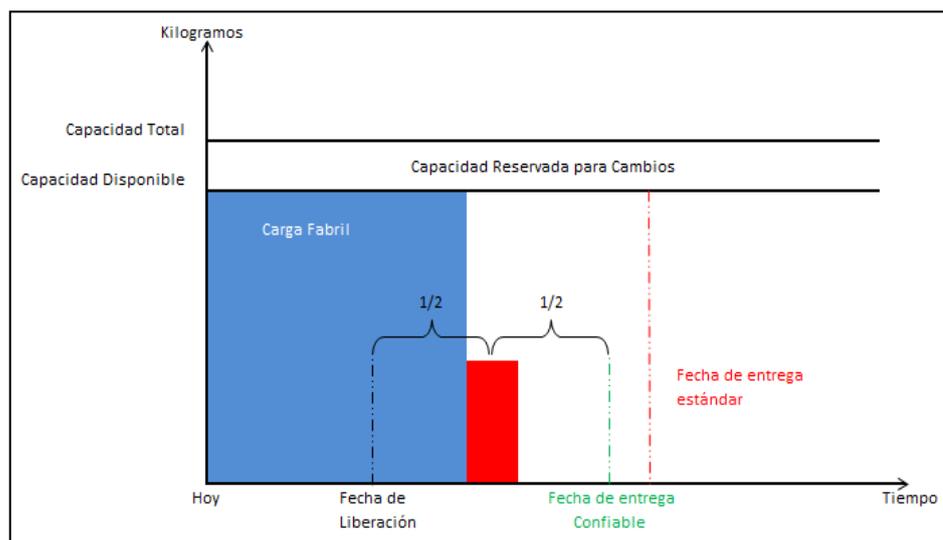
- Producir para disponibilidad o MTA por sus siglas en inglés “make to availability”, es un sistema de manufactura en el que se le ofrece al cliente buena disponibilidad de sus productos mientras se reduce el nivel de su inventario en la mayoría de los casos. Su implementación está basada en tres pasos que son: Construir, sostener y capitalizar (Schrageheim, Dettmer, & Patterson, 2009).
  - Aplica a clientes que usan productos estándar. En la mayoría de los casos no existe una diferencia real entre proveedores o hay muchos clientes para un mismo producto.
  - Productos hechos a la medida pero con un alto nivel de consumo por parte del cliente y con consumos recurrentes. (Schrageheim, 2012)

## **2.4. Planificación de Producción Original MTO**

La planificación de la producción original MTO, consiste en producir los requerimientos de los clientes especificados en una orden de pedido.

Estas órdenes de pedido especifican la cantidad de producto solicitada. Todas las órdenes deberán tener una fecha de entrega que bajo la teoría de las restricciones no podrá ser igual siempre, sino que estará en función de la carga fabril.

La carga fabril que se analiza para el cálculo de la fecha de entrega será únicamente del recurso con capacidad restringida (RCR) por el que pasa el ítem. Se realiza el siguiente cálculo:



**FIGURA 2.5 CONTROL DE CARGA DEL RCR.**

Se unifican todas las órdenes de producción pendientes en el RCR, formando un único frente de carga fabril. Esta carga se distribuye de acuerdo a la capacidad real de la máquina, una vez que se ha disminuido de la capacidad total, la utilizada para cambios de materiales (setup).

Al final de la carga fabril se coloca el nuevo pedido y se aumenta medio amortiguador de producción, generando una fecha de entrega confiable. Esta es comparada con la fecha de entrega estándar ofrecida y se selecciona la más larga entre las dos. La orden deberá entrar a la planta en la fecha de liberación, que es calculada medio amortiguador antes del frente de carga.

Al contar con la fecha de entrega y con la fecha de liberación para las órdenes de los clientes, se debe establecer cuál va a ser la prioridad de cada una en los diferentes procesos productivos. Las prioridades están basadas en colores que son: verde (prioridad más baja), amarillo (prioridad media), rojo (prioridad alta) y negro (máxima prioridad). Dentro de cada uno de estos colores, existen porcentajes de cual debe por procesarse primero.

Buffer de Entrega								
ORDEN	pedido	CLIENTE	PRODUC.	DESCRIPCION	F.ENTREGA	PESO P.	PESO F.	PORCENT
175289-64488	24035	A1	TIALATUCA	FUNDA BD 752X314X34 REPROCESADO NEGRO	0000-00-00	541.46	541.46	39
177004-68928	24242	A2	FDS	FUNDA BD 185X191FF44X28 NAT IMP 7.75X7.5	0000-00-00	1104.13	1104.13	37
175277-51334	24184	A3	BS00411	FUNDA AD 353X432X48 NATURAL 3KG MANTECA BS00411	0000-00-00	345.01	345.01	36
176674-51730	24217	A4	81030	FUNDA BD 300X483X71 NATURAL IMPRESO F3 81030	0000-00-00	322.66	322.66	36
177009-57022	24247	A5	3201104	LAMINA BD 292X280X20 NATURAL IMPRESO VASO 7 OZ PP 3201104	0000-00-00	319.98	319.98	34
177187-64691	24260	A6	81028	FUNDA BD 254X226X71 NATURAL IMPRESO 50 MM 81028	0000-00-00	239.77	239.77	34
177179-35486	24255	A7	ES-NAT	LAMINA BD 280X390X100 NU0166 NATURAL	2010-10-22	200.77	206.8	33
176605-52055	24188	A8	ED-NAT	FUNDA BD 450X320X70 NATURAL TEGAMENUCOVIDE E IMPRESO	2010-10-22	285.71	295.31	33

**FIGURA 2.6 AMORTIGUADOR DE EMBARQUE.**

# CAPÍTULO 3

## 3. SISTEMA DE PRODUCCIÓN PARA DISPONIBILIDAD

### 3.1 Selección de Familias de Productos para la Implementación del Sistema MTA

Plástica S.A. es una empresa dedicada a la fabricación de empaques flexibles de polietileno monocapa, coextruido y laminado. Cada uno de estos con diferentes pigmentaciones, aditivos con o sin impresión.

En el afán de lograr una implementación de una manera estructurada, eficaz y en un corto plazo, desarrolló un árbol de estrategias y tácticas con la asesoría de expertos en Teoría de Restricciones (TOC).

El árbol de estrategias y tácticas es una herramienta para el manejo holístico de las diferentes metas y estrategias que existen en una empresa. Muestra los cambios que serán necesarios y suficientes para asegurar una sincronización de las diferentes metas de la organización (Goldratt, Goldratt, & Abramov, 2002).

En este desarrollo se empezó por el análisis de la situación actual de la empresa, como puntos principales la metodología de producción era únicamente bajo pedido (MTO), utilizando tambor, amortiguador y cuerda simplificado junto al sistema de gerencia de amortiguadores.

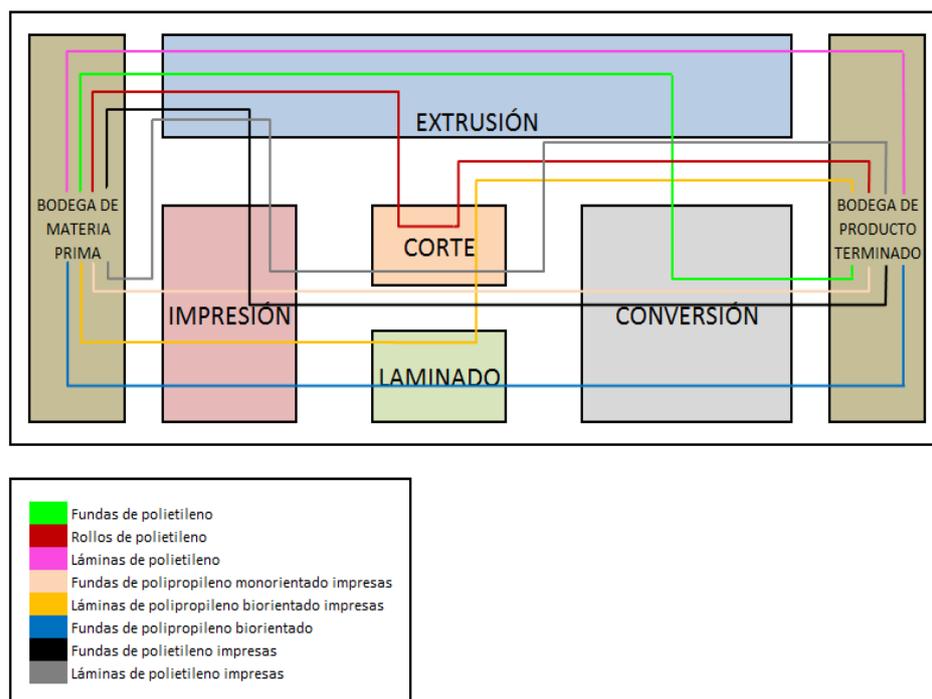
La restricción era claramente externa, Plástica S.A. tenía un nivel alto de capacidad no utilizada en el área productiva que el departamento comercial no lograba vender a los clientes.

Se analizó el mercado objetivo de la empresa, encontrando que más del 80% de las ventas se realizaban a industrias y el 20% a productores agrícolas y a distribuidores. Buscando una ventaja competitiva en este mercado se llegó a un consenso de que la disponibilidad es una necesidad significativa no satisfecha para la

mayoría de industrias, o en su defecto se logra a expensas de una inversión excesiva.

Plástica S.A. al momento cuenta con 5 líneas de productos claramente establecidas en el mercado y 3 nuevas líneas que ha lanzado en el último año, operando con una modelo de programación de la producción en una fábrica de flujo continuo.

La ruta de cada una de estas familias está detallada en la figura 2.1.

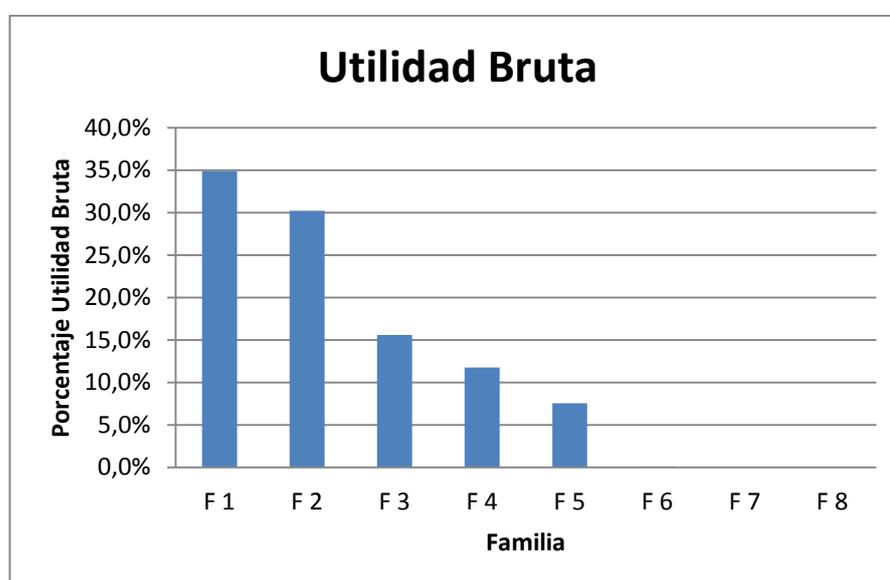


**FIGURA 3.1 RUTA DE LOS PRODUCTOS DE PLÁSTICA S.A.**

En el gráfico se nota que cada una de las familias cuenta con una ruta diferente de producción. El tiempo de procesamiento de cada una, estará basado en la complejidad del producto terminado.

Dada la cantidad de familias de esta compañía se consideró adecuado para el desarrollo de este trabajo seleccionar una ruta única en base a su utilidad bruta, la cual será utilizada como ejemplo para este trabajo.

Analizando las estadísticas de ventas se puede determinar cuáles son las familias con mayor utilidad bruta.



**FIGURA 3.2 UTILIDAD BRUTA DE CADA FAMILIA DE PRODUCTOS.**

A partir de este momento todas las secciones estarán basadas en la ruta de la familia #1, la cual cuenta con la mayor cantidad de utilidad bruta.

Esta ruta maneja la familia de fundas de polietileno impresas (F1), que cuenta con cientos de productos. He seleccionado una muestra de dos productos de esta familia como ejemplo para el presente trabajo. El producto A (PA) es utilizado en una industria de aceite y el producto B (PB) es utilizado en una industria de cloro.

### **3.2 Asignar Capacidad para MTA**

Se inicia con el ingreso de pedidos bajo la modalidad de disponibilidad. Es necesario reservar capacidad para estas órdenes, dado que es muy probable que estas consuman la capacidad de los pedidos MTO, poniendo en riesgo el cumplimiento de las fechas de entrega prometidas a los clientes. El objetivo es poder atender a los clientes MTA, mientras se mantiene a los MTO.

En orden para poder alcanzarlo se deberá reservar parte de la carga fabril de los recursos con capacidad restringida (RCR),

disminuyendo la capacidad MTO y creando capacidad para los clientes MTA.

La capacidad reservada para cada SKU (número de referencia) MTA se realiza con la siguiente fórmula:

$$Carga\ Reservada = \frac{Consumo\ Promedio\ Tiempo\ Reposición}{Tiempo\ Reposición} * 1 + Capacidad\ Protectiva$$

Se procederá a desglosar la fórmula, explicando cada una de sus partes.

### **Tiempo de reposición:**

Se encuentra dividido en tres partes, junto a la descripción de cada una de sus partes, se realizará un análisis comparativo entre MTO y MTA.

#### **1. Tiempo de espera en colocación de la orden de pedido:**

##### **MTO**

Tradicionalmente las órdenes de compra para bolsas plásticas son colocadas mensualmente, debido a que los departamentos

de compras manejan un alto número de SKUs (30 días calendario).

#### MTA

Se establece una conexión proveedor – cliente en base a un mail automático. Se logra obtener la información de consumo de manera diaria, disminuyendo este tiempo a un máximo de 3 días calendario en caso de existir feriados.

## 2. Tiempo de producción del pedido:

#### MTO

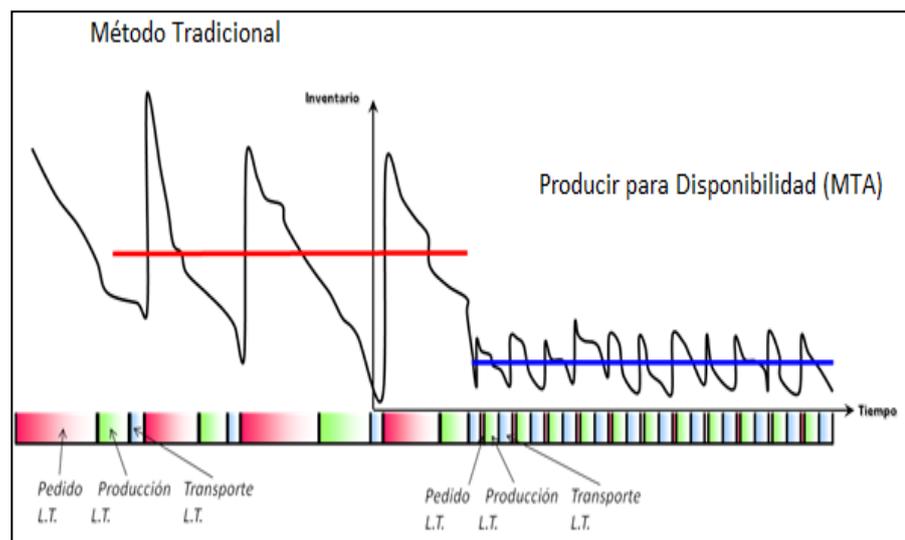
Las órdenes de pedido obtienen una fecha de entrega de acuerdo a la carga fabril de las máquinas. Siendo a partir de 8 días hábiles para no impresos y 15 días hábiles para impresos o laminados.

#### MTA

Se reserva la capacidad de las máquinas por lo que no es necesario que el pedido dependa de la carga fabril, por el contrario ya tiene su espacio reservado de producción. Siempre se mantendrá en 4 días calendario no impresos y 6 días calendarios impresos o laminados.

### 3. Tiempo de transporte del producto:

Se mantiene igual para ambos métodos de trabajo (3 días calendario).



**FIGURA 3.3 TIEMPO DE REPOSICIÓN MTO VS. MTA  
(GoldrattConsulting, 2009)**

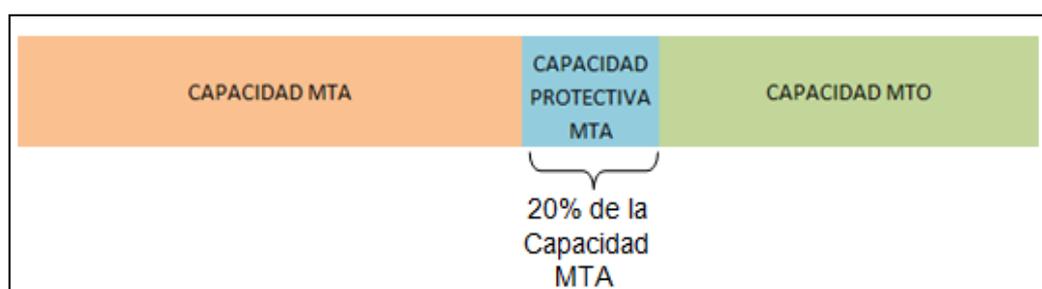
El tiempo de reposición tradicional de toda la cadena de suministros, fluctúa entre 45 días calendario para no impresos y de 54 días calendario para productos impresos o laminados en MTO. En el sistema de producción MTA, bajarán a 10 y 12 días calendario.

### Consumo promedio en tiempo de Reposición:

Se lo obtiene al analizar el kardex del cliente. Se revisan los egresos de material que presenta en cada tiempo de reposición y se obtiene la media. (Ver Apéndice A).

### Capacidad Protectiva:

Se establece una capacidad protectora a este consumo promedio para poder garantizarle al cliente, que aunque se eleve su consumo, igual se podrá cumplir con la disponibilidad de sus productos. Esta reserva deberá ser del 20%. (Goldratt, MTO + MTA strategy and tactics tree. Goldratt Group., 2009).



**FIGURA 3.4 CARGA DEL RECURSO CON CAPACIDAD RESTRINGIDA**

En el caso de los productos PA y PB al ser fundas plásticas impresas tienen un tiempo de reposición de 12 días calendario. Ambos empaques tienen la misma ruta de extrusión, impresión y conversión. Se analizaron los kardex de los clientes. Se ordenan los valores y se procede a sacar los consumos de cada tiempo de reposición posible (Ver Apéndice B). A esta lista de valores se le saca la media del consumo en un tiempo de reposición.

**TABLA 1.**  
**CONSUMO PROMEDIO EN UN TIEMPO DE REPOSICIÓN**

	PA	PB
Unidades	248,790	113,446
Kilogramos	1,564.89	544.54

Se Compara los datos de acuerdo a la fórmula presentada y junto al tiempo de reposición y porcentaje de capacidad protectora, se obtiene la carga a reservar diaria.

$$Carga \text{ Reservada PA} = \frac{1,564.89 \text{ kg}}{12 \text{ días}} * (1 + 20\%) = 156.49 \text{ kg/día}$$

$$Carga \text{ Reservada PB} = \frac{544.54 \text{ kg}}{12 \text{ días}} * (1 + 20\%) = 54.45 \text{ kg/día}$$

Se procede a analizar por cual RCR pasarán estos productos. Ambos pasan por la Extrusora # 8 (E8). Esta máquina cuenta con una capacidad de producción de 3,300 kg/día.

**TABLA 2.**

**RESERVA DE CAPACIDAD EXTRUSORA 8**

	PA	PB
Carga reservada (Kg)	156.49	54.45
Capacidad RCR (Kg)	3,300	3,300
% Carga Reservada	4.7%	1.7%

El porcentaje de reserva que tendrá esta extrusora será del 6.4% (4.7% + 1.7%) por estos dos Skus. La capacidad restante será vendida bajo la modalidad MTO.

Este método deberá aplicarse cada vez que se agregue un SKU nuevo al sistema de manejo de inventario. Es decir se realizará una nueva reserva de capacidad y va a cambiar la capacidad disponible para MTO.

### 3.3 Construir los Inventarios Iniciales

Mantener un exceso de inventario en la bodega de Plástica S.A. o en la bodega de los clientes puede agotar rápidamente los recursos de las compañías. Manejar inventarios muy bajos en las bodegas de la empresa o de los clientes, presenta un alto riesgo.

Plástica S.A. debe lograr mantener niveles relativamente bajos de inventario en las bodegas de los clientes, sin riesgo de agotados para iniciar el sistema de reposición (Goldratt, 2009).

La cantidad correcta de inventario se calculará para cada uno de los SKUs a ingresar al sistema, utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Nivel de Inventario Inicial} = \frac{\text{Consumo Promedio en un Tiempo Reposición}}{\text{Consumo Promedio}} + 3\sigma \text{consumo promedio}$$

Se vuelve a analizar el kardex y ahora se obtiene la desviación estándar del consumo en un tiempo de reposición de los valores del Apéndice B. El nivel de inventario va a estar en función del promedio obtenido más la suma de las tres desviaciones. A menor tiempo de reposición menor va a ser la variación, por lo que el nivel de inventario es reducido drásticamente de los niveles a los que está acostumbrado el cliente.

La desviación estándar obtenida de los kardex de los productos fue:

**TABLA 3.**  
**DATOS OBTENIDOS DEL KARDEX**

	PA	PB
Consumo Promedio (un)	248,790	113,446
Desviación Estándar (un)	100,772	27,723

Se calculan los niveles de inventario objetivo para cada uno de los SKUs.

$$\begin{aligned} \text{Nivel de Inventario} \\ \text{Inicial Sugerido PA} &= 248,790 + 3 * 100,772 = 551,106 \text{ un} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Nivel de Inventario} \\ \text{Inicial Sugerido PB} &= 113,446 + 3 * 27,723 = 196,615 \text{ un} \end{aligned}$$

Estos valores de inventario inicial sugerido se comparan con el consumo máximo en un tiempo de reposición. Finalmente se busca encontrar una relación entre ambos o si existen épocas con consumos atípicos dentro del año.

**TABLA 4.**  
**COMPARATIVO INVENTARIO SUGERIDO VS. MÁXIMO**

	PA	PB
Nivel Inventario Inicial sugerido	551,106	196,615
Consumo Máximo	551,200	181,800

Se puede apreciar que no existe mayor diferencia entre ambos niveles de inventario. Se seleccionará el Nivel de Inventario Inicial sugerido y se lo redondeará.

**TABLA 5.**  
**NIVEL DE INVENTARIO INICIAL**

	PA	PB
Unidades	560,000	200,000

Al iniciar con el sistema, en caso de que la bodega del cliente no cuente con el inventario inicial requerido por el sistema, se deberá

ingresar una orden de producción MTO para nivelarlo. De acuerdo a esta fecha se dará inicio al monitoreo de inventarios. En caso de que el cliente tenga un nivel de inventario mayor, se deberá esperar a iniciar el monitoreo una vez que se alcance el inventario inicial.

### **3.4 Reposición Basada en el Consumo Real**

Conocer los niveles de inventario adecuados que debe de mantener el cliente no garantiza la disponibilidad de productos. Se debe suministrar el material de acuerdo a su consumo y no en base al pronóstico.

Se Implementó la metodología PULL, todo despacho a cualquier punto aguas abajo, será realizado únicamente en base a reposición del consumo (Goldratt, 2009). Es necesario mantener un buen flujo de información aguas arriba. El desarrollo del mail automático permite la comunicación diaria entre el cliente y el proveedor.

Se controla por medio de un software los diferentes niveles de inventario que se manejan en cada uno de los puntos de la cadena de suministro. Diariamente el proveedor al igual que el cliente podrán revisar rápidamente los niveles de inventario que se manejan.

El software me permite visualizar los siguientes valores:

Adm. Buffer															
LOCAL	COD.	PRODUCTO	BUFFER	TREP	STK A.	STK H.	DIF.	WIP	STK.PG	DESP	ZONA.C	ZONA.T	FALTAN	LOTMIN	ST
PVP6	FDS 7.75X7.5	FUNDAS PLAST. SERV	800,000	14	140,000	140,000	0	317300	353,700	50,000	82	-7	-61000	300000	\$
PVP6	8037-GYE	FUNDA EXT-GDEX100-G	65,000	14	21,200	20,200	-1,000	36400	0	33,600	68	-38	-25200	35000	\$
PVP6	902490	FUNDA VIBRADA	7,000	12	2,763	2,763	0	0	4,300	0	60	0	-62,98999	4000	N
PVP6	001408	LAMINA AD 1035X10120X10 NAT IMP	4,500	14	1,924	1,924	0	2707.74	0	0	57	-2	-131.25	600	\$
PVP6	05030066	FUNDA AL GRANEL 16.5" X 8" FX22" X 0.003" (AZUL)	25,000	12	9,385	14,845	5,480	15000	0	0	40	-19	-4845	5000	\$
PVP6	05030038	FUNDA NAT. 12X18X0.0015	130,000	12	89,825	89,825	0	62000	0	0	30	-16	-21825	31000	N
PVP6	80907	FUNDA 200 MM X 280 MM NAT IMPR MEDIANO	3,000	14	3,595	3,595	0	0	0	0	-19	-19	-595	2000	\$

« < 1 / 1 > »

**FIGURA 3.5 AMORTIGUADOR DE EMBARQUE MTA**

- Ubicación de la bodega del cliente.
- Código de identificación
- Descripción del producto.
- Nivel de inventario que debería tener el cliente (amortiguador inicial).
- Tiempo de reposición de este producto.

- Nivel de inventario que tiene el cliente en su bodega actualmente (en base al mail automático diario).
- Nivel de inventario que mantenía mi cliente en su bodega hasta el día anterior.
- Diferencia del stock de ayer y el stock de hoy (consumos o ingresos de bodega).
- Cantidad de producto en proceso que maneja el proveedor (cuenta con un detalle de en qué proceso está el material, extrusión, impresión, sellado).
- Producto en la bodega de Plástica S.A.
- Producto en tránsito (transporte).
- Porcentaje de consumo del amortiguador en la bodega del cliente.
- Porcentaje de consumo del amortiguador en la cadena de suministros.
- Cantidad faltante en la cadena de suministros.
- Lote mínimo de producción.
- Estado del sistema si está o no actualizado.

Al realizar el cliente un consumo, se genera un faltante en la cadena de suministros, activando la necesidad de emitir una orden de producción para disponibilidad. Esta orden será modificada de la

cantidad consumida únicamente por consideraciones del lote mínimo de producción. En función de las necesidades de los clientes, se podrán retrasar los despachos por uno o dos días y enviar diferentes SKUs en un mismo camión.

Es muy común que existan diferentes órdenes de un mismo SKU en el piso de producción.

### **3.5 Alineación de las Prioridades de Producción con las Necesidades de la Cadena de Suministro.**

Los clientes consumen materiales de manera continua y en diferentes cantidades. Esto genera que la necesidad por una orden de producción MTA, que se encuentre en el piso de la planta pueda cambiar abruptamente sin previo aviso.

Se busca un sistema de prioridades que en todo momento refleje las necesidades actuales de los clientes por el producto. El mismo deberá poder trabajar de la mano con el sistema MTO, para garantizar armonía en la planta. Se mantendrá el sistema de prioridades de la Gerencia de Amortiguadores y se lo acopla a la modalidad MTA.

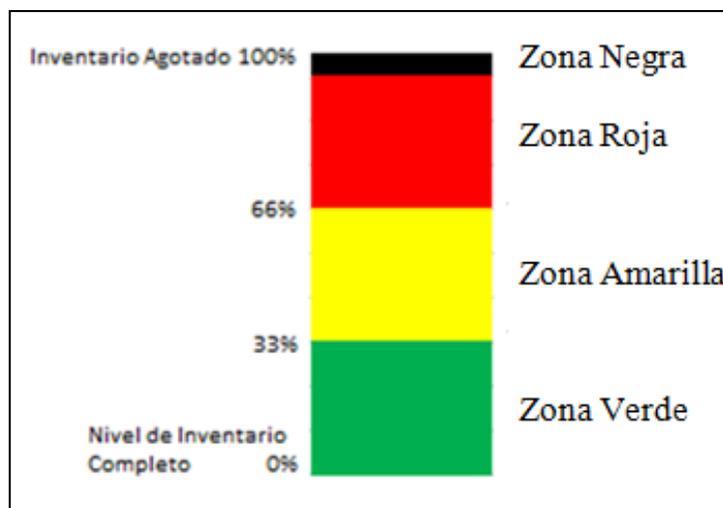
El piso de producción operará de una manera única y esta es en base a colores. Los operadores de producción no conocerán que órdenes son MTO y que órdenes son MTA, la única guía para determinar que producir estará establecida de acuerdo al sistema de Gerencia de Amortiguadores. Se manejan los colores verde, amarillo, rojo y negro.

En MTO, el color de cada orden es establecido de acuerdo a la fecha de entrega. En MTA, el color es establecido en base al nivel de inventario que se tiene en la bodega de los clientes de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Penetración} = 1 - \frac{\text{Nivel de Inventario Actual}}{\text{Amortiguador de Inventario}} \times 100$$

Con la fórmula anterior se puede determinar cuál es el porcentaje de penetración y en base a este se le asigna el color.

- Verde ( $-\infty$  , 33%)
- Amarillo (34% , 66%)
- Rojo (67% , 99%)
- Negro (100%)



**FIGURA 3.6 ZONAS DEL AMORTIGUADOR**

De acuerdo a los resultados obtenidos en el cálculo, las órdenes van ingresando en las diferentes zonas del amortiguador. Estos colores representan las diferentes necesidades del producto y su nivel de urgencia.

Los centros de trabajo tienen varias órdenes de producción esperando a ser procesadas (MTO y MTA). El orden en el cual serán procesadas es: primero las órdenes negras, luego las rojas, seguido por las amarillas y finalmente las verdes.

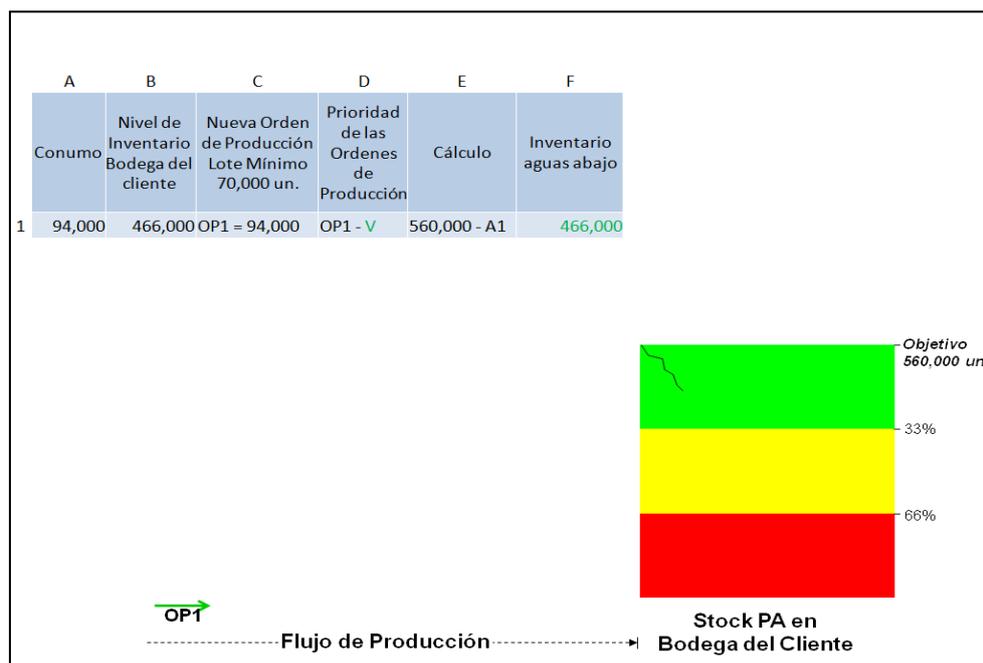
La prioridad de cada orden sigue el color correspondiente al inventario en la bodega de los clientes. Al existir más de una orden de producción activa de un mismo ítem, se deberá considerar todo el inventario aguas abajo existentes para poder realizar el cálculo. Cada orden de producción deberá tener una prioridad distinta en la planta.

Ejemplo PA:

Se tiene un inventario establecido en 560,000 unidades, el lote mínimo de producción es de 70,000 unidades. Se empieza el ejercicio con un buffer completo, 0% de penetración (Verde). Se va a asumir un consumo diferente para cada día.

1. Día 1: se consumen 94,000 unidades.

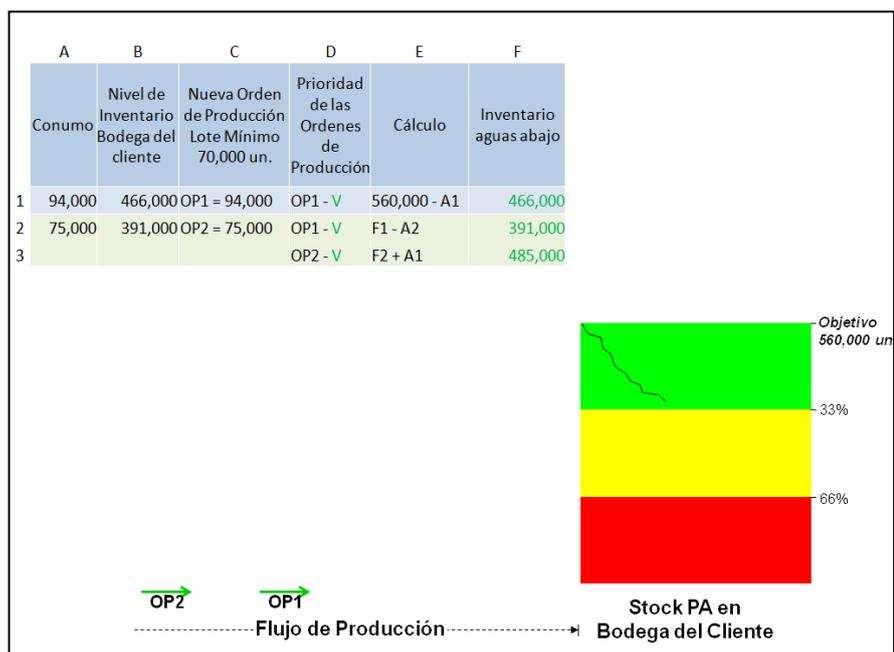
Se dispara la primera orden de producción (OP1) por igual cantidad. OP1 tiene un 17% penetración (Verde).



**FIGURA 3.7 CONSUMO DEL AMORTIGUADOR DÍA 1**

2. Día 2: Se consumió 75,000 un.

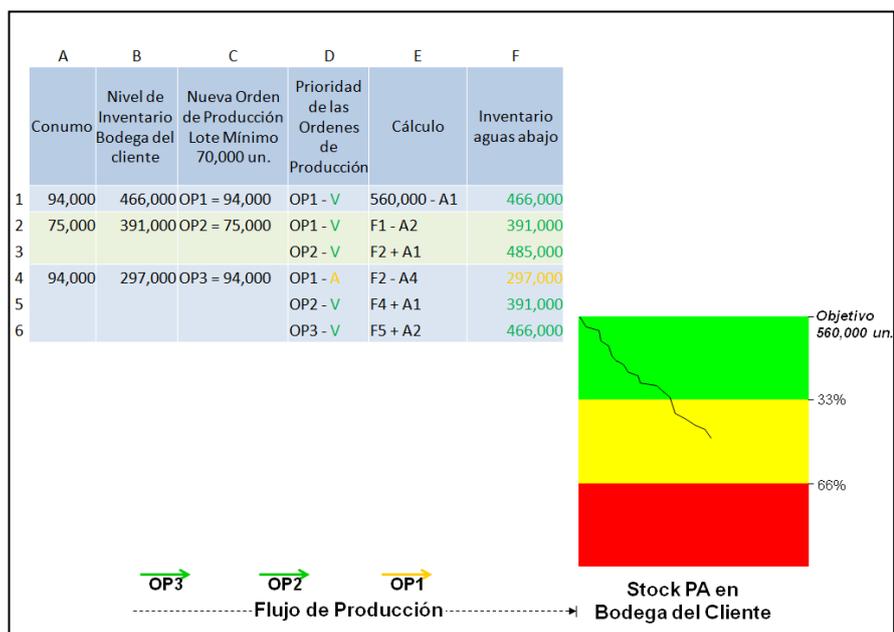
Se dispara la segunda orden de producción OP2 por igual cantidad. OP1 30% penetración (Verde) – OP2 13% penetración (Verde).



**FIGURA 3.8 CONSUMO DEL AMORTIGUADOR DÍA 2**

3. Día 3: Se consumió 94,000 un.

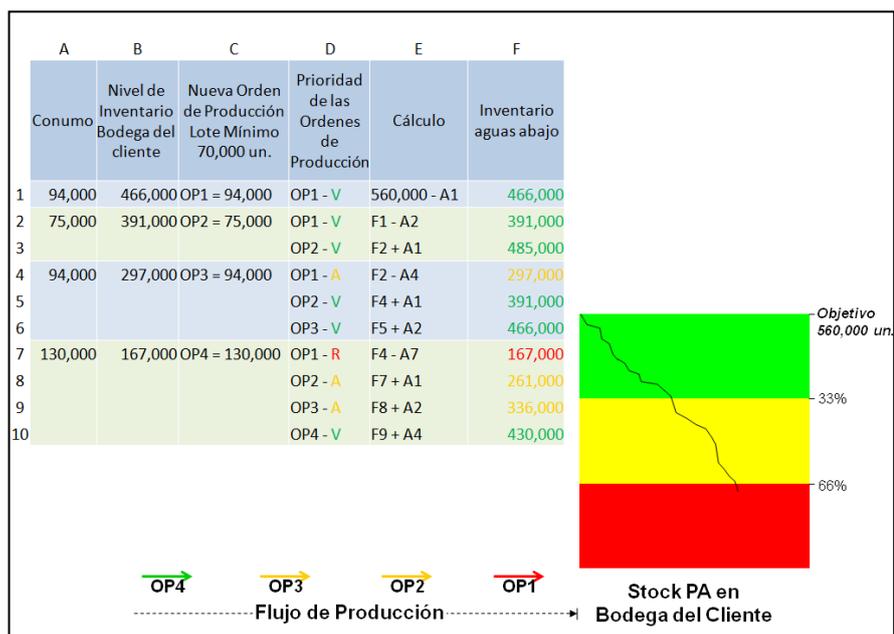
Se dispara la tercera orden de producción OP3 por igual cantidad. OP1 47% penetración (Amarillo) – OP2 30% penetración (Verde) – OP3 17% penetración (Verde).



**FIGURA 3.9 CONSUMO DEL AMORTIGUADOR DÍA 3**

4. Día 4: Se consumen 130,000 un.

Se dispara la cuarta orden de producción OP4 por igual cantidad. OP1 70% penetración (Rojo) – OP2 53% penetración (Amarillo) – OP3 40% penetración (Amarillo) – OP4 23% (Verde). Cae en zona roja la OP1 y se culmina el trabajo.

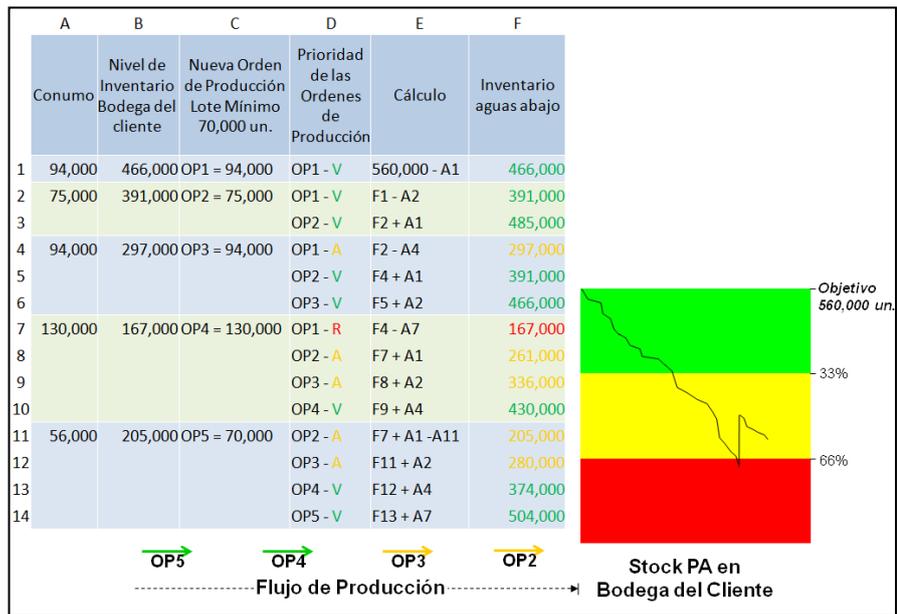


**FIGURA 3.10 CONSUMO DEL AMORTIGUADOR DÍA 4**

5. Día 5: Ingreso de la OP1 y consumo de 56,000 un.

Se dispara la quinta orden de producción OP5 por 70,000 un (lote mínimo).

OP2 63% penetración (Amarillo) – OP3 47% penetración (Amarillo) – OP4 33% (Verde) – OP5 10% penetración (Verde).



**FIGURA 3.11 CONSUMO DEL AMORTIGUADOR DÍA 5**

# CAPÍTULO 4

## 4. SOSTENER EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN MTA

### 4.1. Mantenimiento de los Niveles de Inventario Correctos.

Con el tiempo, los niveles de consumo, desperdicios, ventas, tiempos de reposición y hasta Murphy pueden variar (Goldratt, 2009). Por estas razones los niveles de inventario inicial calculados en el capítulo 3 para los productos PA y PB pueden ya no ser los adecuados.

En todo momento existirá una variación de consumo. Siempre que esta se mantenga dentro del ruido, no será necesario ningún ajuste a los amortiguadores (Goldratt, 2009).

Es imperativo para poder manejar total disponibilidad, que los niveles de inventario en los diferentes puntos de la cadena de

suministro sean acordes a la realidad actual. Los amortiguadores deberán ser modificados cada vez que sea necesario. No es práctico realizar ajustes manuales a los inventarios cuando se trabaja con un número grande de SKUs (número de referencia).

Tener un nivel de inventario muy bajo llevará al desabastecimiento, niveles de inventario muy altos limitarán el flujo de caja. Se desarrolló un mecanismo que permitió de una manera rápida, eficaz y automática ajustar los inventarios, conocido como Gerencia de Amortiguadores Dinámicos (Goldratt, 2009).

#### **4.1.1 Gerencia de Amortiguadores Dinámicos**

La Gerencia de Amortiguadores Dinámicos (GAD), predice si el nivel de inventario actual va a ser apropiado en un futuro. Esta consideración es realizada en base a un análisis de la reciente realidad, lo cual se refiere a consumos y despachos del último tiempo de reposición.

La GAD realiza la suposición de que los resultados en el pasado van a indicar que es lo que va a suceder en un futuro. Esta forma de pronóstico hace imperativo que los

SKU's a manejarse dentro del sistema de disponibilidad mantengan un consumo regular diario a lo largo del tiempo (Schagenheim, 2012).

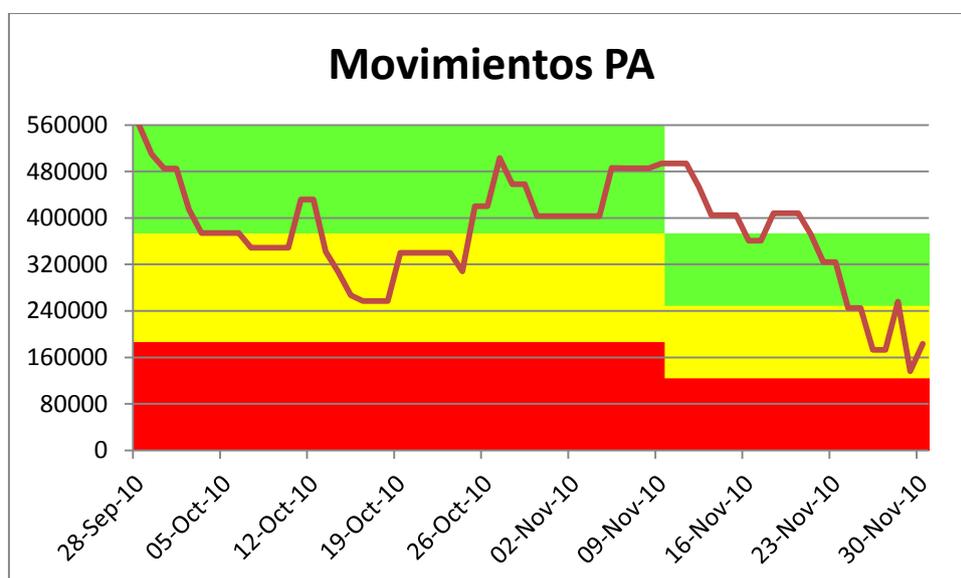
Este sistema mantiene dos algoritmos diferentes para modificaciones de inventarios:

### **Muchos Verdes**

Si en un tiempo de reposición, el nivel del inventario del cliente pasa únicamente en la zona verde (es menor al 34% de penetración), se deberá considerar si este amortiguador está un poco holgado para la realidad actual de consumo del ítem. El nivel del inventario deberá ser reducido.

Pueden existir diferentes motivos por los cuales un ítem permanezca en la zona verde y no sea necesaria la reducción del amortiguador. Consideraciones de lote mínimo, notificaciones del cliente de una disminución de su consumo, entre otras pudieran ser razones que no obliguen una reducción del amortiguador (Goldratt, 2009).

Ejemplo PA:



**FIGURA 4.1 MUCHOS VERDES PA**

El tiempo de reposición del ítem PA es 12 días. Se puede apreciar que a partir de finales de octubre a inicios de noviembre el gráfico permanece constantemente en la zona verde (más de 12 días). El sistema automáticamente muestra una alerta de disminución de consumo. Se procedió a disminuir el nivel de inventario de 560,000 a 375,000 unidades. Se espera ingresar nuevamente a la zona verde para iniciar un nuevo monitoreo.

### **Muchos Rojos**

Permanecer en la zona roja genera mayor cantidad de ruido en el sistema que en la zona verde. El sistema de identificación de que amortiguadores deben ser elevados es mucho más sensible en muchos rojos (Goldratt, 2009).

Una vez que se llega a la zona roja o negra (del 67% al 100%), se procede a acumular el porcentaje que se está adentro del rojo, hasta salir de esta zona. Durante un tiempo de reposición, se suma día a día la cantidad de penetración. Una vez que la sumatoria pasa del 33%, se dará la alerta de muchos rojos y se deberá elevar el nivel del inventario.

Ejemplo PA (Buffer: 560,000):

**TABLA 6.**  
**MUCHOS ROJOS PA**

		A	B	C	D	E
		Stock en bodega del cliente	Consumos	Porcentaje de Penetración	Porcentaje dentro del rojo (Ci -67%)	Porcentaje acumulado (Di + Ei-1)
1	Día 1	280,000	112,000	50%	0%	0%
2	Día 2	168,000	45,000	70%	3%	3%
3	Día 3	123,000	-	78%	11%	14%
4	Día 4	123,000	33,000	78%	11%	25%
5	Día 5	90,000	-	84%	17%	42%
6	Día 6	90,000	-	84%	17%	59%

Día 1: Zona amarilla

Día 2: Se ingresa a la zona roja y se está en un 3% dentro de esta.

Día 3: Aumenta al 78%,(11% zona roja).  $D2 + D3 = 14\%$ .

Día 4: Se mantiene en el 78% (11% zona roja).  $D2 + D3 + D4 = 25\%$ .

Día 5: Aumenta al 84%, (17% zona roja).  $D2 + D3 + D4 + D5 = 42\%$ .

Al llegar en el día 5 a un 42% dentro de la zona roja, se genera la alerta de muchos rojos. Al igual que en muchos verdes, es posible que cumpla con el criterio y no sea necesaria la elevación. Una elevación de la zona roja podrá darse en pocos días, al contrario que en la zona verde que siempre necesitará permanecer un tiempo de reposición.

Cambiar el nivel de inventario en pequeñas cantidades, tomará mucho tiempo de adaptación. Cambiar el nivel del inventario en grandes cantidades, ocasionará que el sistema oscile. Es recomendable modificar el nivel del inventario por

el tamaño de una de las zonas (aumentar o disminuir un 33%) (Goldratt, 2009).

El impacto de un ajuste inicia una vez que se ha terminado el ajuste. No tiene sentido un ajuste adicional antes que se muestre el impacto del ajuste anterior.

Al incrementar el nivel de inventario, esta necesidad adicional de producto deberá ser tratada de igual forma que un consumo. El ajuste se completa cuando el inventario adicional ha llegado al sitio. Al disminuir el nivel de inventario, el ajuste se finaliza, solo cuando el inventario en la bodega alcanza la zona verde (0%). Una vez que se han completado los ajustes se volverá a monitorear el amortiguador y a analizar si es necesario o no una modificación.

#### **4.1.2 Cambios Súbitos de la Demanda.**

Los clientes muchas veces generarán alertas de un posible incremento significativo de la demanda. Es significativo, siempre que el consumo se incremente más del 30% de lo

habitual, cantidad menor a esta podrá ser manejada por la GAD sin mayores inconvenientes. (Goldratt, 2009).

Elevar los niveles de inventario, debido a estos incrementos súbitos de la demanda, genera costos a lo largo de la cadena de suministro. Muchas veces esta elevación de consumo es momentánea. Se recomienda dialogar con el cliente y determinar cuál va a ser el periodo que va a durar este comportamiento.

En casos que sean momentáneos (menores a un mes), se recomienda expeditar. Se pondrá a conocimiento de la planificadora de producción el pedido que deberá tener una mayor prioridad dentro de sus similares (dentro de una misma zona). La cantidad a expeditarse deberá de ser de al menos la faltante para alcanzar el límite de la zona roja.

Existen diferentes maneras para expeditar un producto.

- Trabajo de sobretiempo adicional para procesar el pedido.
- Cambio en la fecha de entrega de un producto MTO.

- Despachos parciales al cliente (no esperar a que se termine todo el lote).
- Despachos vía aérea.

Estos costos adicionales generados para poder obtener los bienes más rápidamente, son mucho menores al daño de que el cliente se quede desabastecido por permanecer mucho tiempo en la zona roja.

Las diferentes industrias manejan épocas bajas y altas a sus diferentes productos. Estas temporadas cambian de acuerdo al giro del negocio y muchas veces son conocidas de antemano.

Los clientes deberán indicar a Plástica S.A. los incrementos conocidos de la demanda para la elevación de los amortiguadores de producción. Estos incrementos podrán ser tratados como una orden bajo pedido (MTO), en caso de ser mayores al amortiguador original.

Se debe notificar de todos los productos que van a tener una disminución en sus consumos. Se reducirá el nivel de

amortiguador propuesto de acuerdo a la nueva demanda. En el caso de discontinuar un producto, se prohibirá el ingreso de nuevas órdenes de producción para disponibilidad (MTA). El cliente recibirá una comunicación del inventario total en Plástica S.A., el cual será despachado una vez terminado.

#### **4.2 Monitoreo de la Capacidad Asignada para MTA.**

La capacidad que se reserva para cada SKU en los RCR, al inicio del monitoreo MTA, no va a ser la adecuada a lo largo del tiempo. Existirán variaciones en los consumos de los clientes.

Si la capacidad reservada es mayor a la necesaria por los clientes MTA, la fecha de entrega para los clientes MTO no será la mejor posible. Dar fechas de entrega largas innecesariamente, resta competitividad en el mercado, llevándose a perder oportunidades de venta (Goldratt, 2009).

Si la capacidad reservada es menor a la necesitada por los clientes MTA, se empezará a consumir capacidad MTO. Las fechas de entrega prometidas en MTO no podrán ser satisfechas y se le dará un mal servicio a este mercado, arriesgando nuestra oferta.

Las fechas de entrega prometidas en MTO, deberán cumplirse y ser las mejores posibles siempre. Esto deberá lograrse sin importar la variación de consumo de los MTA. Es necesario modificar la reserva de capacidad periódicamente para asegurar el cumplimiento de todas las órdenes de producción (Goldratt, 2009).

Se almacena cual es el consumo diario de cada orden MTA en los RCR. El consumo mensual promedio de esta demanda diaria indicará cual es el valor actual de consumo. Se agrega el 20% de la capacidad protectora y se tiene la nueva reserva de capacidad. Esta actualización deberá manejarse mensualmente.

Manejar muchos SKUs MTA en una misma extrusora (RCR), ayudará a que pasen desapercibidas las variaciones en el consumo individual. Esto provocará que algunas veces la capacidad protectora del 20%, termine desperdiciada.

Se monitoreó la capacidad asignada para MTA a la extrusora 8 (E8). Se contaba con 9 SKUs diferentes que se producían en este centro de trabajo. La suma de los 9 equivalían a un consumo de 645.55 kg diarios incluyendo la capacidad protectora. Dado que la

capacidad diaria de la E8 es de 3,300 kg, Se contaba con una reserva de capacidad del 19.6%.

**TABLA 7.**  
**RESERVA DE CAPACIDAD INICIAL DIARIA**

SKU	Consumo Promedio	Capacidad Protectiva	Carga Reservada	Capacidad RCR	% Carga Reservada
PA	130.41	26.08	156.49	3,300	4.7%
PB	45.38	9.08	54.45		1.7%
P1	72.78	14.56	87.33		2.6%
P2	41.52	8.30	49.82		1.5%
P3	30.73	6.15	36.88		1.1%
P4	58.86	11.77	70.63		2.1%
P5	32.98	6.60	39.58		1.2%
P6	50.54	10.11	60.65		1.8%
P7	74.77	14.95	89.72		2.7%
<b>Total</b>	<b>537.96</b>	<b>107.59</b>	<b>645.55</b>	<b>Total</b>	<b>19.6%</b>

Se obtiene la utilización de la E8 en el último trimestre para poder validar si el consumo que se está teniendo es acorde al planificado.

**TABLA 8.**  
**CONSUMO E8 ÚLTIMO TRIMESTRE**

Mes	Consumo MTA E8
Octubre	503.92
Noviembre	571.43
Diciembre	547.60
<b>Promedio</b>	<b>540.98</b>

Se puede apreciar que la carga reservada (645.55 kg) es mayor a la utilizada actualmente (540.98). El nivel promedio de consumo es del 84% de lo planificado. Al contar con la agregación de varios SKUs en un mismo RCR, se tiende a no sentir variaciones de la demanda. Al no ser utilizada la capacidad reservada en un 100% o más, esta no deberá ser modificada.

#### **4.3. Explotar la Capacidad Protectiva.**

El recurso con capacidad restringida del piso de producción, es el que indica cuál es el nivel máximo de ventas posible. Tener capacidad reservada dentro de los mismos y no utilizarla, va en contra de la meta de la compañía de maximizar las utilidades.

Reservar capacidad protectiva es un requisito para atender a los diferentes clientes MTA. Se desarrolló un método para poder aprovechar la reserva de capacidad sin afectar las ofertas MTO y MTA que se encuentran en el piso de producción.

Hay muchos clientes en el mercado que consumen un mismo SKU que puede fabricar la compañía. Estos productos se caracterizan

por ventas de altos volúmenes y por ser necesitados en todo momento a lo largo del año. El throughput que se obtiene de los mismos es mucho menor que el de los productos hechos a la medida.

Plástica S.A. en su afán de maximizar las utilidades, ingresa pedidos de los SKUs genéricos, a ser procesados únicamente con la capacidad protectora no utilizada. Estos pedidos podrán permanecer un periodo ilimitado dentro del piso de producción, hasta que puedan ser procesados. El manejo de estos SKUs genéricos será en la bodega de la planta de la empresa. Se utiliza la bodega de la planta, debido a que en este punto se maneja mayor agregación de consumos por parte de los clientes (Goldratt, 2009).

Se crea un amortiguador de inventario de acuerdo a la capacidad protectora de la máquina extrusora. El producto seleccionado es una funda sin impresión para la basura, a la que se referirá como producto C (PC).

PC funciona de una manera similar a los demás skus monitoreados en MTA. Una vez que se realice un consumo se realiza el ingreso de una orden de producción en base al lote mínimo. La diferencia

se mantiene en que estas órdenes no van a ser procesadas de acuerdo a su color de penetración ya que no tienen una capacidad reservada.

El planificador de la producción conoce cuales son las ordenes MTA genéricas. Estas son fabricadas únicamente cuando la extrusora (RCR), no tenga más pedidos en cola. En los siguientes procesos que cuentan con capacidad excesiva, esta orden podrá fluir de una manera normal, de acuerdo a su color.

Al mantener productos en nuestra bodega similares a PC, se puede garantizar que se aprovechará la capacidad de producción total. Es cierto que el margen de ganancia será menor en los mismos, sin embargo vender parte de la capacidad elaborando productos con bajo throughput es uno de los costos conocidos que se tiene al ofrecer un programa de Disponibilidad.

El monitoreo de las órdenes de producción, su liberación y control no varía significativamente de MTO al ambiente mixto MTO –MTA.

# CAPÍTULO 5

## 5. VENTA DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN MTA

Alcanzar un excelente nivel en el área productiva y logística es un logro mayor para cualquier empresa. Entregar a los clientes un nivel de servicio superior al que puede lograr la competencia, crea una ventaja competitiva decisiva. La meta de una empresa no se basa en el cumplimiento de órdenes de entrega, sino en la generación de utilidades. No aumentar el volumen de ventas apalancándose en esta ventaja no es simplemente un gran desperdicio, mantener los logros se pone en peligro (Goldratt, 2009).

Poseer una ventaja competitiva decisiva que no esté basada en precio, calidad, diseño o tecnología, sino en el servicio, es un gran cambio de paradigmas para los departamentos de marketing y ventas. Estos departamentos deberán enfocarse únicamente en cómo vender la oferta

de manejo de inventario. Se buscó convertir a clientes nuevos o que trabajan bajo pedido (MTO) en clientes para disponibilidad (MTA), en un horizonte corto.

La oferta de disponibilidad que se va a aplicar es conocida como el vendedor maneja el inventario (VMI).

### **5.1 Definición del Mercado Objetivo**

La oferta de manejo de inventario no está direccionada a todos los clientes actuales de Plástica S.A. Visitar a los prospectos incorrectos, va a provocar un desperdicio de los recursos y podrá aparentar que se está en el camino equivocado (Goldratt, 2009).

Los clientes para la oferta VMI están claramente identificados por todo el personal de ventas de la empresa. Estos deberán cumplir con tres parámetros básicos:

- La disponibilidad es una necesidad significativa
- Consumir regularmente el mismo SKU.
- El consumo deberá ser elevado para una industria.

Dado que la fuerza de ventas tiene una capacidad limitada y el tiempo en convertir un prospecto es largo, se prioriza el orden de

arranque de la masificación de la oferta. Este orden está basado en el posible retorno sobre la inversión, el riesgo que represente el negocio, posible crecimiento en el cliente y disponibilidad de capacidad en el recurso con capacidad restringida (RCR) (Goldratt, 2009).

Analizando la realidad del mercado ecuatoriano, se puede apreciar que la disponibilidad es una necesidad significativa para las industrias. Esto se da porque la mayor inversión que mantienen está en su maquinaria y detenerlas por falta de empaques, destruye sus rendimientos e impacta en sus ventas. Además la mayoría de las industrias consumen de manera continua, grandes volúmenes de productos, cumpliendo de esta forma con los requisitos VMI.

Las industrias que atiende Plástica S.A. son productoras de sal, arroz, leche, agua, azúcar, moldes de pan, pollos, chupetes, aceites, guantes, zapatos, tuberías, cloro, envases plásticos rígidos, fideos, ropa, servilletas, papel higiénico, embotelladoras, entre otras.

Se procedió a seleccionar dos industrias que están dentro de las 40 más grandes del país. Se mantiene relaciones comerciales con las

dos, pero con un margen de participación muy bajo (menor al 5% de su consumo total).

Ambas industrias cumplen con los parámetros de priorización establecidos, cuentan con excelentes referencias comerciales y sus productos pasan por la extrusora #8, que cuenta con un 35% de utilización. Junto a la apertura del departamento gerencial y de compras de las mismas, se seleccionó a la fábrica de aceite y a la de cloro para iniciar con la implementación.

## **5.2 Diseño de la oferta VMI**

Tener un excelente servicio y no poder explicarlo a los clientes de una manera adecuada, podrá llevarnos a un posible fracaso. La oferta fue diseñada de una manera simple y de forma que demuestre los beneficios que va a traer a los clientes. En la mayoría de los casos que se presentó esta propuesta, existió una resistencia al cambio por parte del departamento de compras. Esto se debió a no estar acostumbrados a dar mayor ponderación en su decisión de compra, al factor servicio en vez de al factor precio.

La oferta VMI fue diseñada de forma que rompa las capas de resistencia del cliente y pueda ser entendida de una manera sencilla. Ha sido construida en cuatro pasos:

1. Exposición de los problemas actuales de las cadenas de suministro, las repercusiones y costos que estos generan.
2. Explicación del escenario ideal.
3. Presentación de la oferta VMI, detallando su funcionamiento.
4. Solicitar al cliente la data que permita el arranque del sistema.

El departamento de Marketing y Ventas fue el encargado de desarrollar la misma. En Plástica S.A. se determinó que la mejor forma de dar a conocer a los clientes esta oferta, es mediante el desarrollo de una presentación digital.

A continuación se procederá a desarrollar los cuatro puntos mencionados previamente.

### **5.2.1. Problemas de las Cadenas de Suministro**

El principal problema que mantienen los clientes cuando son manejados bajo pedido, es sus niveles de inventario. Muchos tenían muy poco y muchos tenían demasiado, a continuación

se detalla cuales son los riesgos de estar en cualquiera de estos dos extremos.

Mantener niveles de inventario elevados implica tener personal, equipos y una bodega grande para manejo de los empaques, riesgo que el material se vuelva obsoleto por permanecer en la bodega, limitación de nuevos lanzamientos al mantener stock antiguo e impactos en el flujo de caja.

Mantener niveles de inventario bajos implica un alto riesgo de desabastecimiento, una reacción lenta a cambios de la demanda, pago de valores adicionales para expeditar productos en casos de emergencias, reprogramar el plan de producción, perder ventas y hasta la confianza de los clientes.

Ambos escenarios presentan una problemática muy grande que genera un nivel de estrés elevado en el personal de bodega, planta y compras principalmente. Además de los costos ocultos a los que incurre la empresa para el manejo de estos empaques plásticos. Estos costos no son fácilmente cuantificables y se pasan al gasto operativo de la empresa.

### **5.2.2. Escenario ideal**

La solución óptima a la que toda empresa le gustaría llegar es:

Disminución de la cantidad de inventario que mantiene en las bodegas, sin tener riesgo de quiebres de stock.

Mantener suficiente inventario de seguridad en la bodega, disminuyendo la inversión de inventario.

Mejorar el nivel de servicio, mientras se eliminan los gastos de obsoletos y sobrantes.

Tener total disponibilidad de productos, liberando el flujo de caja.

Este escenario debe de poder ser sustentable a lo largo del tiempo.

### 5.2.3. Funcionamiento Oferta VMI

Se monitorea los niveles de inventario que se manejan en los diferentes puntos de la cadena de suministro.

La cantidad de inventario que deberá tener la bodega del cliente, está basada en los consumos que mantenga de cada ítem. Se realizó un análisis de cada kardex y de acuerdo a los consumos se establecieron los amortiguadores. El cliente no mantiene una cantidad superior al amortiguador.

La cantidad faltante del amortiguador que mantenga el cliente está en Plástica S.A. Este inventario podrá estar en las diferentes maquinarias, en producto en proceso, en la bodega de producto terminado o en el transporte.

La información del stock del cliente es actualizada de manera diaria en base al mail automático. Este mail cuenta con el código de la referencia y la cantidad de inventario actual.

Al reportarse consumos de material en el mail diario, se genera una orden de producción por la cantidad faltante. Una

vez que esta orden es concluida, será despachada al cliente inmediatamente.

En caso de requerirlo se harán ajustes a este amortiguador inicial.

#### **5.2.4. Términos y Condiciones.**

Plástica S.A. se comprometió a no dejar desabastecido ni con sobre stock a ninguna de las referencias de los clientes, bajo la modalidad MTA. Se mantiene total confidencialidad de la información obtenida y es necesaria la exclusividad de los Skus a monitorear.

El cliente deberá entregar el kardex de cada una de las referencias al igual que coordinar el envío del mail automático a Plástica S.A. Deberá proveer de notificaciones en caso de aumentos conocidos por la demanda o de discontinuar uno de los productos monitoreados.

### **5.3 Ejecución de ventas del VMI**

La venta de la oferta VMI es un poco diferente a la venta de negocios tradicionales. Al igual que el comprador, el vendedor no está acostumbrado a una oferta de negocios no convencional (Goldratt, 2009).

Al tener los prospectos claramente identificados y contar con una oferta muy detallada, que ha sido desarrollada para mitigar posibles negativas, fue posible transformar a vendedores tradicionales de plásticos, en vendedores de una solución a los problemas de abastecimiento.

La fuerza de ventas de Plástica S.A. fue exitosa en la venta de la oferta VMI. Se destinaron muchas horas a la capacitación y entrenamiento del personal de ventas. La capacitación no solo involucró todos los beneficios y defectos de los productos, sino las posibles repercusiones que los manejos de inventario generan en los diferentes ambientes de los clientes.

Dado que no todas las personas se sintieron cómodas con la nueva oferta de disponibilidad, fue necesaria una re-estructuración al

departamento de ventas. Todos los vendedores debieron ser capaces de vender acuerdos de negocios.

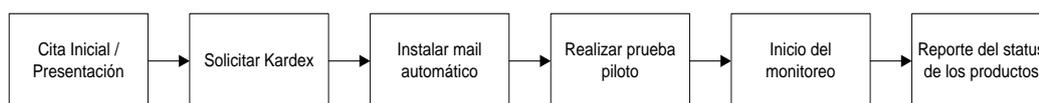
Al contar con el personal adecuado, se desarrolló un proceso de ventas estructurado. No tenerlo llevará al cliente por un camino equivocado o apresurará el cierre del acuerdo de negocio muy pronto, perdiendo la venta.

Se desarrollaron procedimientos robustos para el departamento de Ventas, detallando cuales son los pasos a seguir para traer a un prospecto de no conocer la oferta a cerrar el acuerdo de negocio VMI.

Plástica S.A. procedió a modificar los perfiles de los ejecutivos de ventas que maneja esta área. Se solicitó un título universitario al igual que se agregaron pruebas al proceso de selección de personal.

Se diseñó un plan de capacitación en el cual se incluyó: lectura del árbol de estrategias y tácticas, libros y videos sobre manejo de las cadenas de suministro, talleres de la presentación digital, juegos de roles y análisis de la realidad de los diferentes clientes.

Una vez que se terminó la capacitación, se dio luz verde a los vendedores para que ejecuten el proceso de ventas detallado. Este proceso consiste en conseguir una cita para la realización de la presentación, solicitar el kardex de cada uno de los productos, instalar el sistema de mail automático, realizar pruebas a los productos, establecer una prueba piloto e inicio del monitoreo de inventario.



**FIGURA 5.1 PROCESO DE VENTAS**

#### **5.4 Garantizar y Fortalecer el Crecimiento de VMI**

Manejar el inventario de los clientes es un salto en el nivel de servicio que se brinda. Los problemas económicos que presenta la economía han llevado a las empresas a buscar mejores condiciones de negocios. El primer proveedor en ofrecer este nivel de servicio y en mostrarle los beneficios al cliente, ganará una sociedad de negocios a largo plazo. (Goldratt, 2009).

Lograr este nivel y no ofrecerlo a tiempo a los clientes pondrá en peligro el crecimiento de Plástica S.A. El crecimiento de la base de negocios es de una manera acelerada con una correcta priorización de los prospectos.

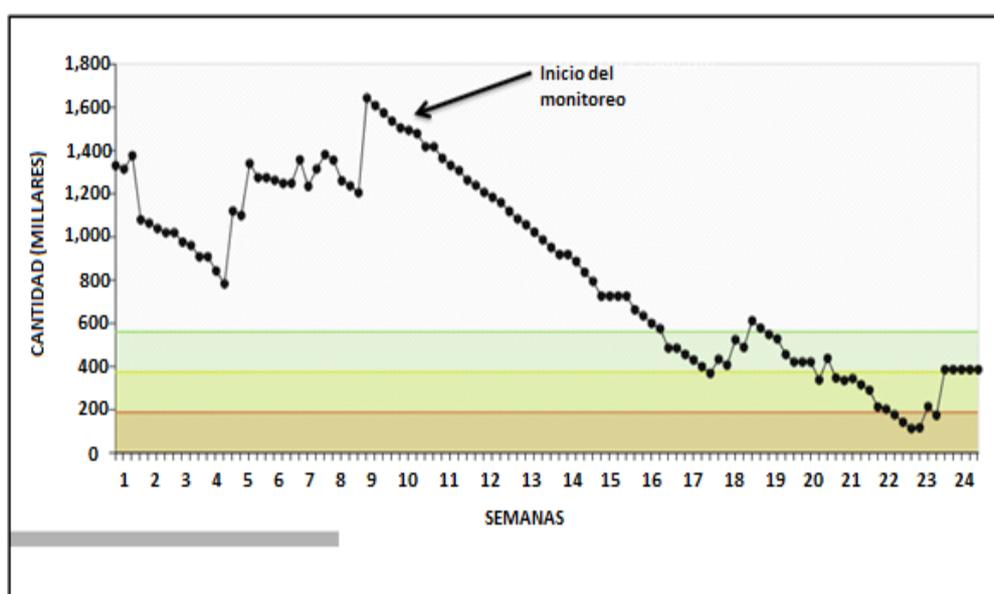
El equipo de marketing y ventas de Plástica S.A. creó una hoja de cálculo, en la cual se especificó la prioridad de cada uno de los clientes y la división a los diferentes ejecutivos de ventas. Se logró llegar a cerca de 70 clientes en los tres primeros años convirtiendo a 37 de los mismos de MTO a MTA.

Alcanzar un muy alto nivel de servicio y esperar a que el cliente se dé cuenta del mismo, puede alargar considerablemente la inclusión de nuevos skus MTA. Por esta razón fue necesario aplicar un mecanismo por el cual el ejecutivo de ventas, periódicamente le demuestre al cliente los diferentes beneficios que tiene el sistema.

Se diseñó una plantilla en la cual se analiza gráficamente cual es la situación actual y pasada de los clientes. Los beneficios obtenidos fueron muy fáciles de apreciar. Adicional a esto, se calculó cual es el ahorro real financiero que obtuvo el cliente por su disminución de inventarios, siendo este, uno de los muchos costos ocultos, que no

se reflejan en el precio del producto, pero que si es un gasto real para la compañía.

En las siguientes figuras se analizará el antes y después de PA y PB junto a sus ahorros financieros:



**FIGURA 5.2 NIVEL DE INVENTARIO PRODUCTO A EN BODEGA DEL CLIENTE**

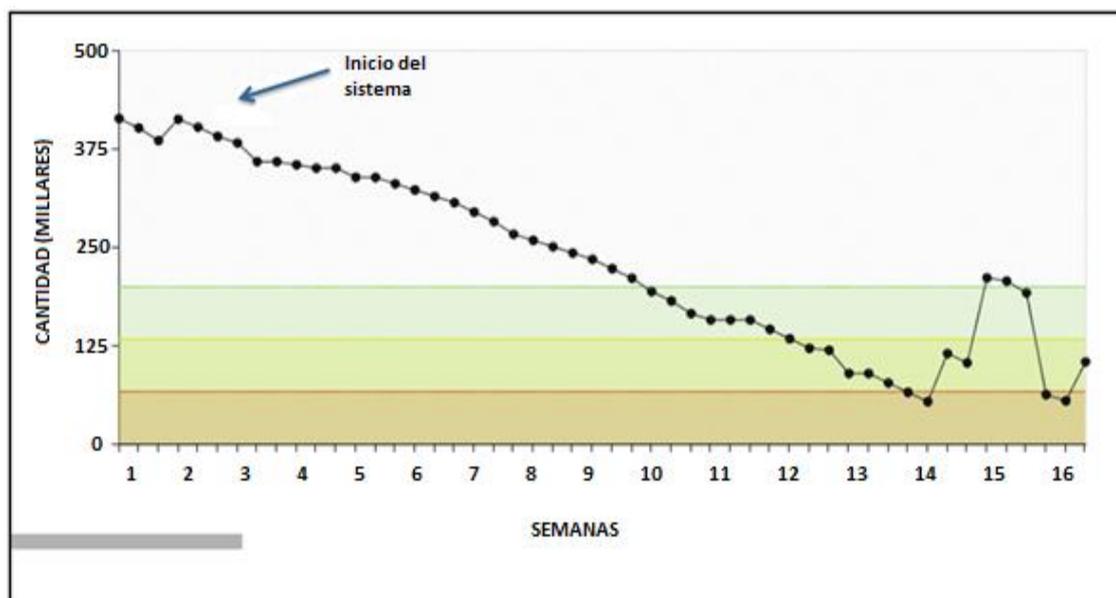
Diferencia de Nivel de Inventario: 988,000 un

Reducción Inventario Promedio: 72%

Nivel de Disponibilidad: 100%

Disminución del inventario en \$ 16,400.

Consumo anual: \$150,000.



**FIGURA 5.3 NIVEL DE INVENTARIO PRODUCTO B EN BODEGA DEL CLIENTE**

Diferencia de Nivel de Inventario: 245,000 un

Reducción Inventario Promedio: 65%

Nivel de Disponibilidad: 100%

Disminución del inventario en \$ 4,147.

Consumo anual: \$31,000.

Estas dos figuras al ser presentadas a los departamentos de compras, financiero y gerencial generaron una gran apertura y

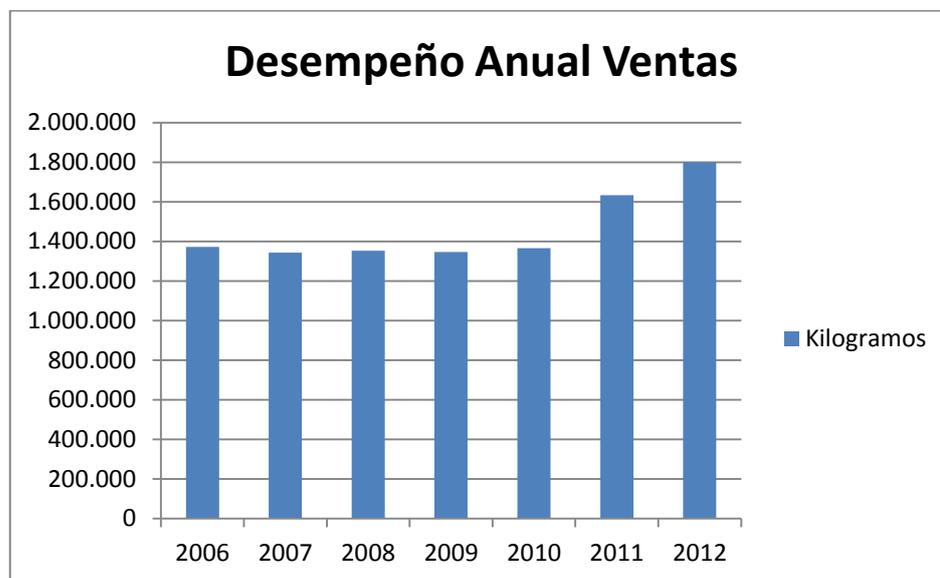
aceptación del sistema. La expansión dentro de un cliente o captación de un prospecto luego de realizar una prueba piloto es muy alta.

## **5.5 Desempeño de Ventas**

El equipo de implementación desde un inicio fue muy positivo con los resultados de la metodología TOC de disponibilidad. En base a esto se decidió incrementar la capacidad del recurso con capacidad restringida. A inicios del 2010 se pasa a tener de una capacidad operativa de 1,700 a 2,100 toneladas anuales.

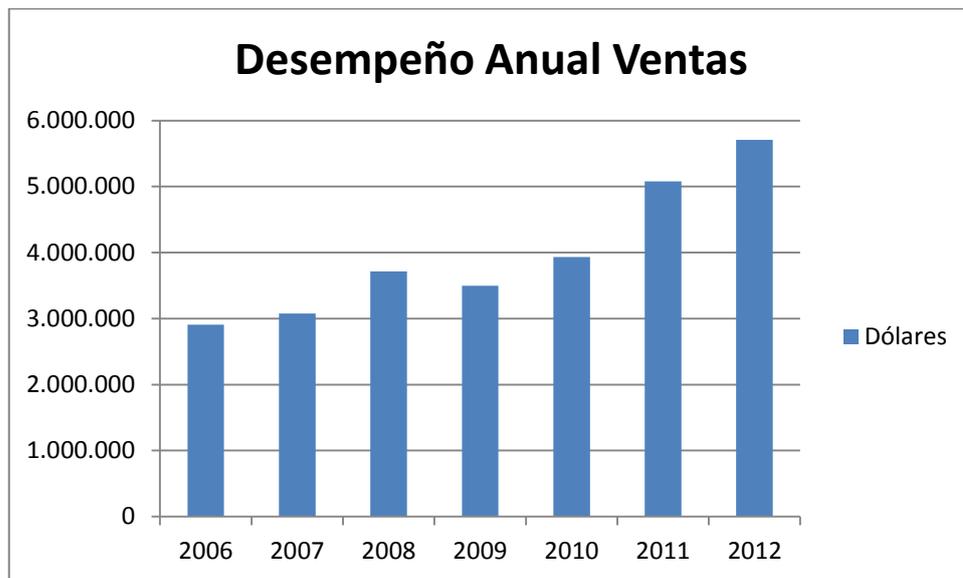
Se analizará el desempeño de Plástica S.A. con un comparativo a su rendimiento previo a TOC (2006), inicios y crecimiento con la oferta MTO (2007 a 2009) y finalmente MTO-MTA (2010 a 2012).

Incremento de venta de kilogramos al año:



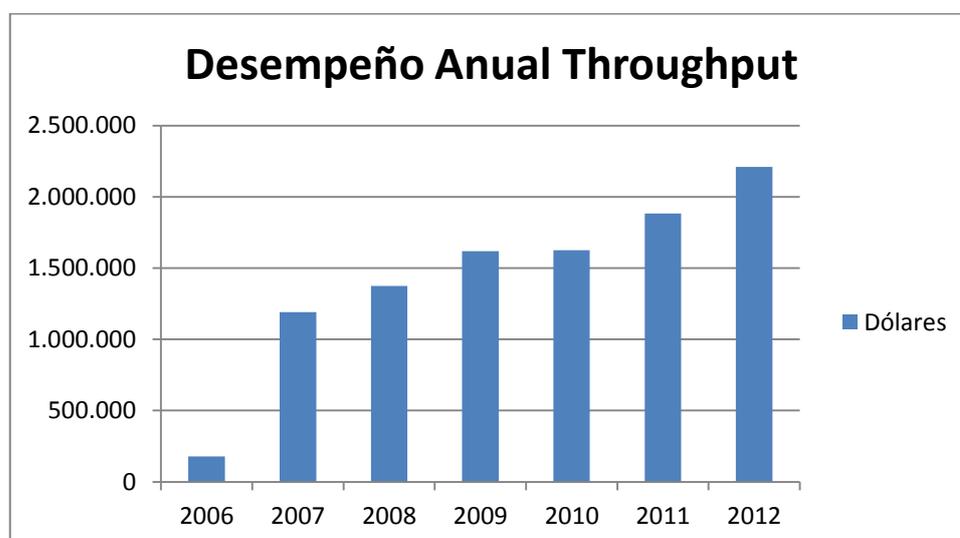
**FIGURA 5.4 VENTA EN KILOGRAMOS**

En los primeros 4 años de implementación, se mostró poca variación en la venta en KG, alcanzando un alza significativa en el 2011 y 2012. Aumento de la venta en KG del 33% desde el arranque del proyecto (10% fue en el último año). En el último trimestre del 2012 se alcanzó más de un 90% de capacidad utilizada.



**FIGURA 5.5 VENTA EN DÓLARES**

La implementación de la metodología ha tomado algunos años y el incremento en la venta en dólares se ha dado significativamente en los últimos 2 años. Alcanzando duplicar la venta del inicio del proyecto. Aumento de un 12% de facturación en el último año. Este incremento se ha dado vendiendo la misma clase de productos. La nueva línea de productos laminados, sigue en proceso de desarrollo y su venta representa el 1% de las ventas anuales.

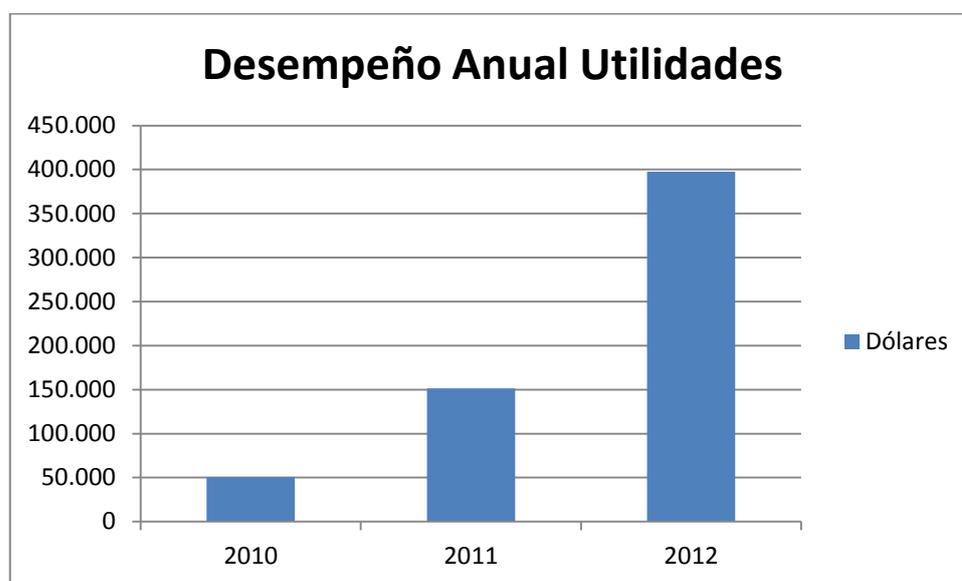


**FIGURA 5.6 UTILIDAD BRUTA EN DÓLARES (THROUGHPUT)**

Incremento anual de la cantidad de throughput con un desempeño notable en los últimos dos años. El valor de throughput del 2006 es bajo, debido a que este índice se empezó a llevar a finales del año.

En el 2012 se ha roto el propio record de throughput en cinco ocasiones diferentes. Hasta el 2011 este se mantenía en \$179,480 mensual (este valor está por debajo de la media del 2012).

- Enero: \$ 183,003
- Abril: \$ 183,546
- Mayo: \$ 184,909
- Junio: \$ 193,576
- Octubre: \$ 217,590



**FIGURA 5.7 UTILIDADES NETAS**

Las utilidades previas al 2009 fueron muy bajas para la empresa. A partir de la implementación y crecimiento del MTA, se ha empezado a lograr la curva de desempeño esperada, con un aumento significativo de las utilidades. El gran salto del 2012 se da al alcanzar el punto de equilibrio, la mayor parte de estas ventas, luego del pago de la materia prima fueron utilidades para la empresa.

**TABLA 9**  
**INCREMENTO THROUGHPUT MTA Y MTO 2011 a 2012**

	Throughput MTA	Throughput MTO	Throughput Total
2011	43,986	111,164	155,170
2012	70,466	113,721	184,187
<b>Crecimiento</b>	<b>60.2%</b>	<b>2.3%</b>	<b>18.7%</b>

El salto en las utilidades del 2011 al 2012 se da por el incremento del throughput. Se puede apreciar que ha aumentado en un 18.7%. Al no contar con un aumento mayor en los gastos operativos, la mayor parte de este incremento ha terminado en la utilidad neta.

Actualmente se ha copado la capacidad de extrusión y está en proceso de adquirir nueva maquinaria que casi duplica la capacidad actual en esta línea, junto a maquinaria para los demás procesos que ayude al flujo de material. A mediados del 2013 esta capacidad adicional llevará de 300 a 500 toneladas anuales en extrusión.

La proyección de ventas para el 2013 está en un incremento del 13%, es decir alcanzar \$ 1,200,000 de ventas. La mayor parte de este crecimiento se dará en el segundo semestre con una lista de clientes prospectados que se encuentran interesados en el sistema, pero que no pueden ser atendidos actualmente.

# CAPÍTULO 6

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1. Conclusiones

1. Pasar de trabajar bajo la modalidad MTO a un ambiente combinado junto a MTA generó un incremento contundente en las ventas y utilidades de la compañía.
2. El mercado ecuatoriano ha sido muy receptivo a la oferta MTA. La reducción de sus inventarios, mientras se garantiza la disponibilidad había sido una necesidad no satisfecha por el mercado.
3. En los clientes seleccionados para este estudio se han alcanzado disminuciones de hasta un 72% del nivel de inventario promedio, sin generar desabastecimientos.

4. El ingreso de nuevos SKUs ha sido moderado en un inicio. Paulatinamente se ha ido aumentando la cantidad de clientes y actualmente se manejan cerca de 250 SKUs bajo la modalidad MTA sin generar desabastecimientos a los mismos. El volumen de venta MTO se ha sostenido durante toda esta implementación.
5. Se ha demostrado que el mercado ecuatoriano está dispuesto a pagar un precio mayor por los productos, si reciben un valor agregado en servicio por el mismo. Este valor agregado ha sido la reducción de sus niveles de inventario, garantizando total disponibilidad de los productos.
6. El proceso de ventas MTA es mucho más extenso que el proceso de ventas MTO. Las ventas MTO son cerrados mes a mes y se pueden lograr en una visita o llamada telefónica. Las ventas MTA son cerradas luego de varias visitas y meses de seguimiento, sin embargo una vez que se convierte un cliente esta es una alianza de negocios a largo plazo.
7. La experiencia que se ha adquirido en el manejo MTA está llevando a un aumento considerable de las ventas de Plástica

S.A., se ha alcanzado en los cuatro primeros meses del año 2012, la misma utilidad a la del año anterior.

8. El sistema MTA es seguro y presenta una alta barrera a los competidores. Han pasado tres años desde la implementación y el manejo de la información, software, capacidad de respuesta no han podido ser copiados por la competencia.
9. Se concluye que el ingreso del MTA al área productiva no generó mayores inconvenientes ni malestares, debido a que funciona de acuerdo a la misma política de colores ya conocida por los operadores.
10. Al contar con una baja participación en el mercado, las posibilidades de crecimiento son muy grandes. Se ha aumentado la capacidad en un 25% respecto a la original y aun no es suficiente para satisfacer al mercado.
11. La curva de aprendizaje del sistema MTA para ventas es un cambio de la metodología normal de trabajo. Toma años aprender, ejecutar y dominar este sistema, por lo que se debe asegurar una estabilidad en el sistema.

## 6.2. Recomendaciones

1. Se sugiere al implementar este tipo de metodología, iniciar con las líneas de productos que sean más sencillas, para evidenciar un éxito prontamente.
2. Es recomendable iniciar el proceso de ventas a la par con el de producción y no esperar la terminación de este. Si es cierto que no se va a poder vender la oferta hasta tener listo el área productiva, la curva de aprendizaje del proceso de ventas toma mucho más tiempo.
3. Se recomienda que para la selección de las jefaturas y gerencias que lideran el proyecto se considere que un criterio sea la facilidad de adaptación y apertura a nuevas ideas, ya que no es sencillo pasar del sistema tradicional al MTA.
4. Es aconsejable, ver muy de cerca al RCR e implementar un mecanismo para elevar la capacidad del mismo. El proceso de compra, manufactura, importación e instalación de maquinaria nueva es mucho mayor que el crecimiento de ventas, por lo que debe de hacerse a tiempo o se perderán oportunidades.

5. Se sugiere capacitación a todo el personal nuevo que ingrese a la compañía para mantener la filosofía TOC. Se deberá manejar un plan de capacitación continuo para actualización del personal. Existe mucha literatura, videos y conferencias sobre TOC y similares.

# APÉNDICES

## APÉNDICE A

### KARDEX DE INVENTARIO DEL PRODUCTO A Y DEL PRODUCTO B

PA		PB	
FECHA	Consumo	FECHA	Consumo
29-sep-09	50,000	05-abr-10	4,000
30-sep-09	25,000	06-abr-10	-
01-oct-09	-	07-abr-10	8,000
02-oct-09	70,000	08-abr-10	-
03-oct-09	-	09-abr-10	-
04-oct-09	-	10-abr-10	16,000
05-oct-09	-	11-abr-10	-
06-oct-09	-	12-abr-10	8,000
07-oct-09	25,000	13-abr-10	-
08-oct-09	-	14-abr-10	4,000
09-oct-09	-	15-abr-10	4,000
10-oct-09	-	16-abr-10	8,000
11-oct-09	-	17-abr-10	8,000
12-oct-09	-	18-abr-10	-
13-oct-09	89,800	19-abr-10	8,000
14-oct-09	35,200	20-abr-10	12,000
15-oct-09	40,000	21-abr-10	8,000
16-oct-09	20,000	22-abr-10	16,000
17-oct-09	10,000	23-abr-10	12,000
18-oct-09	-	24-abr-10	8,000
19-oct-09	-	25-abr-10	-
20-oct-09	-	26-abr-10	-
21-oct-09	-	27-abr-10	-
22-oct-09	-	28-abr-10	8,000
23-oct-09	-	29-abr-10	4,000
24-oct-09	95,000	30-abr-10	25,100
25-oct-09	20,000	01-may-10	8,000
26-oct-09	-	02-may-10	-
27-oct-09	-	03-may-10	-
28-oct-09	45,000	04-may-10	12,000
29-oct-09	-	05-may-10	-
30-oct-09	155,000	06-may-10	12,000
31-oct-09	-	07-may-10	8,000

01-nov-09	-	08-may-10	-
02-nov-09	-	09-may-10	-
03-nov-09	-	10-may-10	-
04-nov-09	-	11-may-10	4,000
05-nov-09	-	12-may-10	12,000
06-nov-09	200	13-may-10	12,000
07-nov-09	-	14-may-10	4,000
08-nov-09	-	15-may-10	12,000
09-nov-09	74,800	16-may-10	-
10-nov-09	-	17-may-10	8,000
11-nov-09	100	18-may-10	12,000
12-nov-09	40,000	19-may-10	8,000
13-nov-09	48,900	20-may-10	4,000
14-nov-09	-	21-may-10	8,000
15-nov-09	-	22-may-10	8,000
16-nov-09	44,200	23-may-10	-
17-nov-09	-	24-may-10	20,000
18-nov-09	35,800	25-may-10	8,000
19-nov-09	-	26-may-10	8,000
20-nov-09	-	27-may-10	-
21-nov-09	36,000	28-may-10	8,000
22-nov-09	48,000	29-may-10	-
23-nov-09	-	30-may-10	-
24-nov-09	161,800	31-may-10	1,100
25-nov-09	-	01-jun-10	8,000
26-nov-09	72,000	02-jun-10	-
27-nov-09	-	03-jun-10	12,000
28-nov-09	-	04-jun-10	12,000
29-nov-09	120,000	05-jun-10	34,000
30-nov-09	35,600	06-jun-10	-
01-dic-09	-	07-jun-10	4,000
02-dic-09	44,000	08-jun-10	4,000
03-dic-09	-	09-jun-10	8,000
04-dic-09	90,500	10-jun-10	47,800
05-dic-09	-	11-jun-10	-
06-dic-09	-	12-jun-10	12,000
07-dic-09	-	13-jun-10	-
08-dic-09	16,000	14-jun-10	24,000
09-dic-09	44,000	15-jun-10	-

10-dic-09	28,000	16-jun-10	12,000
11-dic-09	24,000	17-jun-10	12,000
12-dic-09	-	18-jun-10	12,000
13-dic-09	36,000	19-jun-10	-
14-dic-09	-	20-jun-10	-
15-dic-09	8,000	21-jun-10	-
16-dic-09	36,000	22-jun-10	-
17-dic-09	-	23-jun-10	12,000
18-dic-09	56,000	24-jun-10	12,000
19-dic-09	16,000	25-jun-10	12,000
20-dic-09	-	26-jun-10	12,000
21-dic-09	36,000	27-jun-10	-
22-dic-09	80,000	28-jun-10	-
23-dic-09	-	29-jun-10	12,000
24-dic-09	36,000	30-jun-10	12,000
25-dic-09	-	01-jul-10	12,000
26-dic-09	-	02-jul-10	12,000
27-dic-09	-	03-jul-10	12,000
28-dic-09	60,000	04-jul-10	-
29-dic-09	56,000	05-jul-10	12,000
30-dic-09	40,000	06-jul-10	12,000
31-dic-09	-	07-jul-10	-
01-ene-10	-	08-jul-10	24,000
02-ene-10	-	09-jul-10	12,000
03-ene-10	-	10-jul-10	-
04-ene-10	-	11-jul-10	-
05-ene-10	-	12-jul-10	12,000
06-ene-10	200	13-jul-10	8,000
07-ene-10	45,000	14-jul-10	12,000
08-ene-10	20,000	15-jul-10	-
09-ene-10	37,300	16-jul-10	24,000
10-ene-10	-	17-jul-10	-
11-ene-10	-	18-jul-10	-
12-ene-10	65,000	19-jul-10	-
13-ene-10	-	20-jul-10	12,000
14-ene-10	-	21-jul-10	12,000
15-ene-10	220,000	22-jul-10	-
16-ene-10	61,000	23-jul-10	37,800
17-ene-10	-	24-jul-10	-

18-ene-10	55,000	25-jul-10	-
19-ene-10	55,000	26-jul-10	-
20-ene-10	-	27-jul-10	64,000
21-ene-10	35,000	28-jul-10	-
22-ene-10	35,000	29-jul-10	16,000
23-ene-10	-	30-jul-10	-
24-ene-10	-	31-jul-10	-
25-ene-10	65,200	01-ago-10	-
26-ene-10	25,000	02-ago-10	-
27-ene-10	40,000	03-ago-10	12,000
28-ene-10	25,000	04-ago-10	-
29-ene-10	75,000	05-ago-10	12,000
30-ene-10	-	06-ago-10	8,000
31-ene-10	-	07-ago-10	-
01-feb-10	-	08-ago-10	-
02-feb-10	-	09-ago-10	5,000
03-feb-10	35,200	10-ago-10	12,000
04-feb-10	-	11-ago-10	8,000
05-feb-10	55,000	12-ago-10	4,000
06-feb-10	-	13-ago-10	-
07-feb-10	50,000	14-ago-10	-
08-feb-10	-	15-ago-10	-
09-feb-10	45,000	16-ago-10	4,000
10-feb-10	-	17-ago-10	4,000
11-feb-10	-	18-ago-10	12,000
12-feb-10	-	19-ago-10	16,000
13-feb-10	30,000	20-ago-10	8,000
14-feb-10	-	21-ago-10	-
15-feb-10	-	22-ago-10	-
16-feb-10	-	23-ago-10	24,000
17-feb-10	70,000	24-ago-10	20,000
18-feb-10	-	25-ago-10	12,000
19-feb-10	26,200	26-ago-10	12,000
20-feb-10	-	27-ago-10	-
21-feb-10	-	28-ago-10	28,000
22-feb-10	65,000	29-ago-10	-
23-feb-10	15,000	30-ago-10	27,800
24-feb-10	40,000		
25-feb-10	25,000		

26-feb-10	-
27-feb-10	-
28-feb-10	-
01-mar-10	-
02-mar-10	-
03-mar-10	95,000
04-mar-10	-
05-mar-10	-
06-mar-10	20,000
07-mar-10	-
08-mar-10	30,000
09-mar-10	50,000
10-mar-10	-
11-mar-10	-
12-mar-10	50,000
13-mar-10	45,000
14-mar-10	-
15-mar-10	15,000
16-mar-10	-
17-mar-10	40,000
18-mar-10	-
19-mar-10	-
20-mar-10	30,000
21-mar-10	-
22-mar-10	55,000
23-mar-10	40,000
24-mar-10	15,200
25-mar-10	35,200
26-mar-10	50,000
27-mar-10	-
28-mar-10	-
29-mar-10	75,000
30-mar-10	25,000
31-mar-10	-
01-abr-10	-
02-abr-10	-
03-abr-10	-
04-abr-10	-
05-abr-10	-

06-abr-10	-
07-abr-10	-
08-abr-10	59,600
09-abr-10	20,000
10-abr-10	10,000
11-abr-10	-
12-abr-10	-
13-abr-10	45,000
14-abr-10	-
15-abr-10	65,000
16-abr-10	25,200
17-abr-10	-
18-abr-10	-
19-abr-10	60,000
20-abr-10	50,000
21-abr-10	-
22-abr-10	-
23-abr-10	-
24-abr-10	-
25-abr-10	-
26-abr-10	96,800
27-abr-10	-
28-abr-10	35,000
29-abr-10	-
30-abr-10	-
01-may-10	-
02-may-10	-
03-may-10	-
04-may-10	-
05-may-10	-
06-may-10	200
07-may-10	-
08-may-10	84,800
09-may-10	-
10-may-10	20,000
11-may-10	-
12-may-10	-
13-may-10	10,000
14-may-10	35,000

## APÉNDICE B

### CONSUMO EN UN TIEMPO DE REPOSICIÓN PRODUCTO A Y PRODUCTO B

PA		
Fecha Inicial	Fecha Final	Consumo
29/09/2009	10/10/2009	170,000
30/09/2009	11/10/2009	120,000
01/10/2009	12/10/2009	95,000
02/10/2009	13/10/2009	184,800
03/10/2009	14/10/2009	150,000
04/10/2009	15/10/2009	190,000
05/10/2009	16/10/2009	210,000
06/10/2009	17/10/2009	220,000
07/10/2009	18/10/2009	220,000
08/10/2009	19/10/2009	195,000
09/10/2009	20/10/2009	195,000
10/10/2009	21/10/2009	195,000
11/10/2009	22/10/2009	195,000
12/10/2009	23/10/2009	195,000
13/10/2009	24/10/2009	290,000
14/10/2009	25/10/2009	220,200
15/10/2009	26/10/2009	185,000

PB		
Fecha Inicial	Fecha Final	Consumo
05/04/2010	16/04/2010	52,000
06/04/2010	17/04/2010	56,000
07/04/2010	18/04/2010	56,000
08/04/2010	19/04/2010	56,000
09/04/2010	20/04/2010	68,000
10/04/2010	21/04/2010	76,000
11/04/2010	22/04/2010	76,000
12/04/2010	23/04/2010	88,000
13/04/2010	24/04/2010	88,000
14/04/2010	25/04/2010	88,000
15/04/2010	26/04/2010	84,000
16/04/2010	27/04/2010	80,000
17/04/2010	28/04/2010	80,000
18/04/2010	29/04/2010	76,000
19/04/2010	30/04/2010	101,100
20/04/2010	01/05/2010	101,100
21/04/2010	02/05/2010	89,100

16/10/2009	27/10/2009	145,000	22/04/2010	03/05/2010	81,100
17/10/2009	28/10/2009	170,000	23/04/2010	04/05/2010	77,100
18/10/2009	29/10/2009	160,000	24/04/2010	05/05/2010	65,100
19/10/2009	30/10/2009	315,000	25/04/2010	06/05/2010	69,100
20/10/2009	31/10/2009	315,000	26/04/2010	07/05/2010	77,100
21/10/2009	01/11/2009	315,000	27/04/2010	08/05/2010	77,100
22/10/2009	02/11/2009	315,000	28/04/2010	09/05/2010	77,100
23/10/2009	03/11/2009	315,000	29/04/2010	10/05/2010	69,100
24/10/2009	04/11/2009	315,000	30/04/2010	11/05/2010	69,100
25/10/2009	05/11/2009	220,000	01/05/2010	12/05/2010	56,000
26/10/2009	06/11/2009	200,200	02/05/2010	13/05/2010	60,000
27/10/2009	07/11/2009	200,200	03/05/2010	14/05/2010	64,000
28/10/2009	08/11/2009	200,200	04/05/2010	15/05/2010	76,000
29/10/2009	09/11/2009	230,000	05/05/2010	16/05/2010	64,000
30/10/2009	10/11/2009	230,000	06/05/2010	17/05/2010	72,000
31/10/2009	11/11/2009	75,100	07/05/2010	18/05/2010	72,000
01/11/2009	12/11/2009	115,100	08/05/2010	19/05/2010	72,000
02/11/2009	13/11/2009	164,000	09/05/2010	20/05/2010	76,000
03/11/2009	14/11/2009	164,000	10/05/2010	21/05/2010	84,000
04/11/2009	15/11/2009	164,000	11/05/2010	22/05/2010	92,000
05/11/2009	16/11/2009	208,200	12/05/2010	23/05/2010	88,000
06/11/2009	17/11/2009	208,200	13/05/2010	24/05/2010	96,000

07/11/2009	18/11/2009	243,800	14/05/2010	25/05/2010	92,000
08/11/2009	19/11/2009	243,800	15/05/2010	26/05/2010	96,000
09/11/2009	20/11/2009	243,800	16/05/2010	27/05/2010	84,000
10/11/2009	21/11/2009	205,000	17/05/2010	28/05/2010	92,000
11/11/2009	22/11/2009	253,000	18/05/2010	29/05/2010	84,000
12/11/2009	23/11/2009	252,900	19/05/2010	30/05/2010	72,000
13/11/2009	24/11/2009	374,700	20/05/2010	31/05/2010	65,100
14/11/2009	25/11/2009	325,800	21/05/2010	01/06/2010	69,100
15/11/2009	26/11/2009	397,800	22/05/2010	02/06/2010	61,100
16/11/2009	27/11/2009	397,800	23/05/2010	03/06/2010	65,100
17/11/2009	28/11/2009	353,600	24/05/2010	04/06/2010	77,100
18/11/2009	29/11/2009	473,600	25/05/2010	05/06/2010	91,100
19/11/2009	30/11/2009	473,400	26/05/2010	06/06/2010	83,100
20/11/2009	01/12/2009	473,400	27/05/2010	07/06/2010	79,100
21/11/2009	02/12/2009	517,400	28/05/2010	08/06/2010	83,100
22/11/2009	03/12/2009	481,400	29/05/2010	09/06/2010	83,100
23/11/2009	04/12/2009	523,900	30/05/2010	10/06/2010	130,900
24/11/2009	05/12/2009	523,900	31/05/2010	11/06/2010	130,900
25/11/2009	06/12/2009	362,100	01/06/2010	12/06/2010	141,800
26/11/2009	07/12/2009	362,100	02/06/2010	13/06/2010	133,800
27/11/2009	08/12/2009	306,100	03/06/2010	14/06/2010	157,800
28/11/2009	09/12/2009	350,100	04/06/2010	15/06/2010	145,800

29/11/2009	10/12/2009	378,100	05/06/2010	16/06/2010	145,800
30/11/2009	11/12/2009	282,100	06/06/2010	17/06/2010	123,800
01/12/2009	12/12/2009	246,500	07/06/2010	18/06/2010	135,800
02/12/2009	13/12/2009	282,500	08/06/2010	19/06/2010	131,800
03/12/2009	14/12/2009	238,500	09/06/2010	20/06/2010	127,800
04/12/2009	15/12/2009	246,500	10/06/2010	21/06/2010	119,800
05/12/2009	16/12/2009	192,000	11/06/2010	22/06/2010	72,000
06/12/2009	17/12/2009	192,000	12/06/2010	23/06/2010	84,000
07/12/2009	18/12/2009	248,000	13/06/2010	24/06/2010	84,000
08/12/2009	19/12/2009	264,000	14/06/2010	25/06/2010	96,000
09/12/2009	20/12/2009	248,000	15/06/2010	26/06/2010	84,000
10/12/2009	21/12/2009	240,000	16/06/2010	27/06/2010	84,000
11/12/2009	22/12/2009	292,000	17/06/2010	28/06/2010	72,000
12/12/2009	23/12/2009	268,000	18/06/2010	29/06/2010	72,000
13/12/2009	24/12/2009	304,000	19/06/2010	30/06/2010	72,000
14/12/2009	25/12/2009	268,000	20/06/2010	01/07/2010	84,000
15/12/2009	26/12/2009	268,000	21/06/2010	02/07/2010	96,000
16/12/2009	27/12/2009	260,000	22/06/2010	03/07/2010	108,000
17/12/2009	28/12/2009	284,000	23/06/2010	04/07/2010	108,000
18/12/2009	29/12/2009	340,000	24/06/2010	05/07/2010	108,000
19/12/2009	30/12/2009	324,000	25/06/2010	06/07/2010	108,000
20/12/2009	31/12/2009	308,000	26/06/2010	07/07/2010	96,000

21/12/2009	01/01/2010	308,000	27/06/2010	08/07/2010	108,000
22/12/2009	02/01/2010	272,000	28/06/2010	09/07/2010	120,000
23/12/2009	03/01/2010	192,000	29/06/2010	10/07/2010	120,000
24/12/2009	04/01/2010	192,000	30/06/2010	11/07/2010	108,000
25/12/2009	05/01/2010	156,000	01/07/2010	12/07/2010	108,000
26/12/2009	06/01/2010	156,200	02/07/2010	13/07/2010	104,000
27/12/2009	07/01/2010	201,200	03/07/2010	14/07/2010	104,000
28/12/2009	08/01/2010	221,200	04/07/2010	15/07/2010	92,000
29/12/2009	09/01/2010	198,500	05/07/2010	16/07/2010	116,000
30/12/2009	10/01/2010	142,500	06/07/2010	17/07/2010	104,000
31/12/2009	11/01/2010	102,500	07/07/2010	18/07/2010	92,000
01/01/2010	12/01/2010	167,500	08/07/2010	19/07/2010	92,000
02/01/2010	13/01/2010	167,500	09/07/2010	20/07/2010	80,000
03/01/2010	14/01/2010	167,500	10/07/2010	21/07/2010	80,000
04/01/2010	15/01/2010	387,500	11/07/2010	22/07/2010	80,000
05/01/2010	16/01/2010	448,500	12/07/2010	23/07/2010	117,800
06/01/2010	17/01/2010	448,500	13/07/2010	24/07/2010	105,800
07/01/2010	18/01/2010	503,300	14/07/2010	25/07/2010	97,800
08/01/2010	19/01/2010	513,300	15/07/2010	26/07/2010	85,800
09/01/2010	20/01/2010	493,300	16/07/2010	27/07/2010	149,800
10/01/2010	21/01/2010	491,000	17/07/2010	28/07/2010	125,800
11/01/2010	22/01/2010	526,000	18/07/2010	29/07/2010	141,800

12/01/2010	23/01/2010	526,000	19/07/2010	30/07/2010	141,800
13/01/2010	24/01/2010	461,000	20/07/2010	31/07/2010	141,800
14/01/2010	25/01/2010	526,200	21/07/2010	01/08/2010	129,800
15/01/2010	26/01/2010	551,200	22/07/2010	02/08/2010	117,800
16/01/2010	27/01/2010	371,200	23/07/2010	03/08/2010	129,800
17/01/2010	28/01/2010	335,200	24/07/2010	04/08/2010	92,000
18/01/2010	29/01/2010	410,200	25/07/2010	05/08/2010	104,000
19/01/2010	30/01/2010	355,200	26/07/2010	06/08/2010	112,000
20/01/2010	31/01/2010	300,200	27/07/2010	07/08/2010	112,000
21/01/2010	01/02/2010	300,200	28/07/2010	08/08/2010	48,000
22/01/2010	02/02/2010	265,200	29/07/2010	09/08/2010	53,000
23/01/2010	03/02/2010	265,400	30/07/2010	10/08/2010	49,000
24/01/2010	04/02/2010	265,400	31/07/2010	11/08/2010	57,000
25/01/2010	05/02/2010	320,400	01/08/2010	12/08/2010	61,000
26/01/2010	06/02/2010	255,200	02/08/2010	13/08/2010	61,000
27/01/2010	07/02/2010	280,200	03/08/2010	14/08/2010	61,000
28/01/2010	08/02/2010	240,200	04/08/2010	15/08/2010	49,000
29/01/2010	09/02/2010	260,200	05/08/2010	16/08/2010	53,000
30/01/2010	10/02/2010	185,200	06/08/2010	17/08/2010	45,000
31/01/2010	11/02/2010	185,200	07/08/2010	18/08/2010	49,000
01/02/2010	12/02/2010	185,200	08/08/2010	19/08/2010	65,000
02/02/2010	13/02/2010	215,200	09/08/2010	20/08/2010	73,000

03/02/2010	14/02/2010	215,200	10/08/2010	21/08/2010	68,000
04/02/2010	15/02/2010	180,000	11/08/2010	22/08/2010	56,000
05/02/2010	16/02/2010	180,000	12/08/2010	23/08/2010	72,000
06/02/2010	17/02/2010	195,000	13/08/2010	24/08/2010	88,000
07/02/2010	18/02/2010	195,000	14/08/2010	25/08/2010	100,000
08/02/2010	19/02/2010	171,200	15/08/2010	26/08/2010	112,000
09/02/2010	20/02/2010	171,200	16/08/2010	27/08/2010	112,000
10/02/2010	21/02/2010	126,200	17/08/2010	28/08/2010	136,000
11/02/2010	22/02/2010	191,200	18/08/2010	29/08/2010	132,000
12/02/2010	23/02/2010	206,200	19/08/2010	30/08/2010	147,800
13/02/2010	24/02/2010	246,200			
14/02/2010	25/02/2010	241,200			
15/02/2010	26/02/2010	241,200			
16/02/2010	27/02/2010	241,200			
17/02/2010	28/02/2010	241,200			
18/02/2010	01/03/2010	171,200			
19/02/2010	02/03/2010	171,200			
20/02/2010	03/03/2010	240,000			
21/02/2010	04/03/2010	240,000			
22/02/2010	05/03/2010	240,000			
23/02/2010	06/03/2010	195,000			
24/02/2010	07/03/2010	180,000			

25/02/2010	08/03/2010	170,000
26/02/2010	09/03/2010	195,000
27/02/2010	10/03/2010	195,000
28/02/2010	11/03/2010	195,000
01/03/2010	12/03/2010	245,000
02/03/2010	13/03/2010	290,000
03/03/2010	14/03/2010	290,000
04/03/2010	15/03/2010	210,000
05/03/2010	16/03/2010	210,000
06/03/2010	17/03/2010	250,000
07/03/2010	18/03/2010	230,000
08/03/2010	19/03/2010	230,000
09/03/2010	20/03/2010	230,000
10/03/2010	21/03/2010	180,000
11/03/2010	22/03/2010	235,000
12/03/2010	23/03/2010	275,000
13/03/2010	24/03/2010	240,200
14/03/2010	25/03/2010	230,400
15/03/2010	26/03/2010	280,400
16/03/2010	27/03/2010	265,400
17/03/2010	28/03/2010	265,400
18/03/2010	29/03/2010	300,400

19/03/2010	30/03/2010	325,400
20/03/2010	31/03/2010	325,400
21/03/2010	01/04/2010	295,400
22/03/2010	02/04/2010	295,400
23/03/2010	03/04/2010	240,400
24/03/2010	04/04/2010	200,400
25/03/2010	05/04/2010	185,200
26/03/2010	06/04/2010	150,000
27/03/2010	07/04/2010	100,000
28/03/2010	08/04/2010	159,600
29/03/2010	09/04/2010	179,600
30/03/2010	10/04/2010	114,600
31/03/2010	11/04/2010	89,600
01/04/2010	12/04/2010	89,600
02/04/2010	13/04/2010	134,600
03/04/2010	14/04/2010	134,600
04/04/2010	15/04/2010	199,600
05/04/2010	16/04/2010	224,800
06/04/2010	17/04/2010	224,800
07/04/2010	18/04/2010	224,800
08/04/2010	19/04/2010	284,800
09/04/2010	20/04/2010	275,200

10/04/2010	21/04/2010	255,200
11/04/2010	22/04/2010	245,200
12/04/2010	23/04/2010	245,200
13/04/2010	24/04/2010	245,200
14/04/2010	25/04/2010	200,200
15/04/2010	26/04/2010	297,000
16/04/2010	27/04/2010	232,000
17/04/2010	28/04/2010	241,800
18/04/2010	29/04/2010	241,800
19/04/2010	30/04/2010	241,800
20/04/2010	01/05/2010	181,800
21/04/2010	02/05/2010	131,800

## BIBLIOGRAFÍA

- Cantor, K. (2006). *Blown Film Extrusion*. Munich: Hanser.
- Crouch, P. (2002). *El ABC de la Flexografía*. Tecnoteca.
- Goldratt, E. (2008). *De pie sobre los hombros de gigantes: Los conceptos de producción frente a las aplicaciones de producción*. Goldratt Schools.
- Goldratt, E. (2009). *¿No es obvio?* Granica.
- Goldratt, E. (2009). MTO + MTA strategy and tactics tree. Goldratt Group.
- Goldratt, E., & Cox, J. (1987). *La Meta un proceso de mejora continua*. North River Press.
- Goldratt, E., Goldratt, R., & Abramov, E. (2002). *Strategy and Tactics*. Tel Aviv. GoldrattConsulting. (2009, Diciembre). Intro Viable Vision V-V2 2009. Tel Aviv, Israel.
- Parveen, S., & Ullah, H. (2010). Review on job-shop and flow shop scheduling using multi criteria decision making. *Journal of Mechanical Engineering*.
- Schragenheim, E. (2012, Septiembre 2). Master Class 2. Medellin, Colombia.
- Schragenheim, E. (2012, septiembre 1). Master class 1. Medellin, Colombia.
- Schragenheim, E. (2012, Septiembre 2). Master Class 2. Medellin, Colombia.
- Schragenheim, E., & Dettmer, W. (2001). *Manufacturing at Warp Speed*. Taylor & Francis Group.
- Schragenheim, E., Dettmer, W., & Patterson, W. (2009). *SUPPLY CHAIN MANAGEMENT at Warp Speed*. Taylor & Francis Group.