

# Implementación de un sistema de control de producción make to availability en una PYME ecuatoriana

Marcos Buestán<sup>a</sup>  
Alejandro Rendón<sup>b</sup>  
Denise Rodríguez<sup>c</sup>

Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción  
Escuela Superior Politécnica del Litoral  
Guayaquil-Ecuador

[mbuestan@espol.edu.ec](mailto:mbuestan@espol.edu.ec); [aerendon@espol.edu.ec](mailto:aerendon@espol.edu.ec); [mrodri@espol.edu.ec](mailto:mrodri@espol.edu.ec)

## ABSTRACT

Since its introduction thirty years ago, Theory of Constraints (TOC) has been characterized by its challenging ideas and non-conventional methodologies. Production planning and control systems (PPCs) based on TOC philosophy, such as Drum-Buffer-Rope (DBR) and Simplified DBR (S-DBR) are representative samples of these ideas. The present study shows a case study implementation of the make to availability (MTA) approach, the most novel PPC system proposed by TOC. As a result of the natural evolution, market new expectations ask for systems aimed to fulfill needs that a few years ago could be considered in conflict. Precisely, this study shows how MTA application in an Ecuadorian SMEs, makes it able managing clients inventory, offering highly service levels keeping lower inventory investment. Outstanding financial results show that Ecuadorian market has been receptive to this initiative and demonstrate to be prepared for changes.

**Keywords:** Theory of Constraints, SME, DBR, Make to availability

## RESUMEN

Desde su introducción treinta años atrás la Teoría de Restricción se ha caracterizado por plantear ideas desafiantes y metodologías que rompen los esquemas. Claros ejemplos son los sistemas de control de producción basados en esta filosofía, como son: Tambor-Amortiguado-Cuerda (TAC) y TAC simplificado. El presente estudio muestra el proceso de implementación de enfoque MTA, el más reciente de los métodos de control de producción propuestos por TOC. El mismo es el resultado natural de la evolución de los mercados y de sus nuevas expectativas que buscan satisfacer necesidades que antes incluso se consideraban opuestas. Este estudio ilustra como la aplicación del enfoque MTA en una PYME ecuatoriana, hizo posible a través del manejo del inventario de sus clientes poder ofrecer a los mismos altos niveles de servicio con baja inversión en inventario. Los resultados financieros demuestran que el Ecuador es un mercado receptivo a este tipo de iniciativas, y preparado para este nivel de cambio.

**Palabras claves:** Teoría de Restricciones, PYME, TAC, producir para disponibilidad

## 1. INTRODUCCIÓN

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, son muy similares, esto junto al excedente de oferta existente hace muy complicado la diferenciación y crecimiento para las medianas empresas. Estos factores han llevado a las compañías ecuatorianas a buscar nuevos modelos de operación, uno de ellos la Teoría de las Restricciones (TOC).

En el Ecuador, esta filosofía fue implementada por primera vez en el año 2006, por lo que puede considerarse una metodología introducida recientemente en el país. Desde ese entonces ha sido aplicada por industrias tanto medianas como grandes en diferentes giros como son: fabricantes de baterías, de etiquetas, industrias arroceras y en el sector plástico. En este trabajo se presenta el proceso de implementación del sistema de control de producción “make to availability” (MTA), el cual está fundamentado en los principios de la Teoría de las Restricciones (Goldratt, 2009). Este trabajo pone énfasis en las adaptaciones necesarias en el sistema, de acuerdo a las características tanto operacionales como de mercado de la empresa donde se realizó la implementación. Los resultados alcanzados por la compañía, tanto operativa como financieramente, presentan al sistema de control de producción MTA, como una alternativa adecuada para un entorno altamente competitivo y variable como es el de las pequeñas y medianas empresas (PYMEs) en el Ecuador.

## **2. EVOLUCION DE LA TEORIA DE LAS RESTRICCIONES**

TOC es una filosofía de administración de operaciones 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. Originalmente desarrollada como un software de control de producción conocido como Optimized Production Timetable (OPT), la Teoría de Restricciones pasó de ser un software comercial a una filosofía de administración de operaciones. Gran parte de responsabilidad en esto tuvo la novela de administración de operaciones “La Meta” (Goldratt & Cox, 1987). Este éxito de librería presenta al mundo de manera simple, la implementación de su famoso sistema de control de producción, drum-buffer-rope (DBR).

DBR puede considerarse como uno de los enfoques más aplicados para alcanzar un alto nivel de cumplimiento con respecto a las fechas de entrega (Lee, et al., 2009), Son muchos los casos de éxito donde se reportan estos resultados como consecuencia de la aplicación de este sistema (Sivasubramanian, et al., 2000) (Umble, et al., 2006). Esto ha convertido a DBR en el sistema por excelencia para ambientes de tipo Make to order (MTO).

El sistema DBR está compuesto por tres elementos que procedemos a describir:

1. Tambor (Drum): Es el recurso con la capacidad más restringida (RCR) en todo el proceso y que por tanto marca el ritmo de los demás recursos de la planta.
2. Amortiguador (Buffer): Es el espacio de tiempo establecido desde la planificación, orientado a amortiguar la variabilidad de los tiempos dentro del proceso con el fin de minimizar el impacto sobre el cumplimiento de las fechas de entrega.
3. Cuerda (Rope): Es el elemento de planificación que permite que el ingreso de órdenes al sistema se encuentre sincronizado con respecto a la planificación del recurso de capacidad restringida (CCR).

A finales de los noventa TOC presentó una opción orientada a ambientes no necesariamente restringidos por un recursos interno (RCR). Este sistema por su nivel de simplicidad tanto en su diseño como operabilidad (Schrageheim, et al., 2006) se lo catalogó como DBR simplificado (S-DBR). El principal supuesto que distingue al sistema S-DBR de su predecesor (DBR), es el considerar a la demanda del mercado como la principal restricción del sistema (Schrageheim, Dettmer, 2000. Existen al igual que en DBR, muchos casos que relatan exitosos resultados, luego de la aplicación del sistema DBR simplificado (D’Anci, 2008) (Davuluri, 2009). Todo esto incluso en ambientes donde además de la demanda del mercado existían recursos con capacidad restringida activos. A pesar de los éxitos logrados por estos dos sistemas propuestos por TOC, existían clientes especialmente de orden industrial, en donde la disponibilidad del inventario de materiales para su producción, se volvía una necesidad crítica, satisfecha únicamente a través de una inversión excesiva en este rubro.

Como respuesta a esta necesidad, TOC presenta el sistema de producción para disponibilidad conocido como MTA por sus siglas en inglés. MTA es un sistema de manufactura en el que se le ofrece al cliente buena disponibilidad de sus productos, mientras en la mayoría de los casos se reduce el nivel de su inventario. MTA está diseñado para clientes que usan un producto estándar o productos hechos a la medida pero con un alto nivel de consumo por parte del cliente y con consumos recurrentes.

## **3. ENTORNO DE LA IMPLEMENTACION**

La compañía donde se realizó la implementación es una industria ecuatoriana que cuenta con más de 30 años en el mercado, durante esta trayectoria se ha dedicado exclusivamente a la fabricación de empaques flexibles bajo pedido (MTO), actualmente mantiene cerca de un 3% de la participación en este mercado. El alto nivel de competitividad y la falta de diferenciación, llevaron a una baja rentabilidad en los últimos años. Esto llevó a la compañía en el 2006 a dar un giro a sus operaciones e implementar tanto en el área productiva como comercial la metodología de Teoría de las Restricciones (TOC). La aplicación del TOC ayudó a un ordenamiento de las operaciones, disminuyó la cantidad de inventario en las diferentes bodegas de la planta, y aumentó la capacidad productiva lo cual permitió alcanzar un alto nivel de cumplimiento de las fechas de entrega en tan sólo 4 meses. A pesar de esto, luego de cuatro años de implementación TOC, se identificó que el manejo bajo pedido (MTO) no estaba alineado al requerimiento de disminución del nivel de inventario por parte de los clientes industriales, los cuales representaban para esa fecha cerca del 80% de su cartera de clientes. Por esta razón la compañía decidió implementar un sistema para disponibilidad (MTA), orientado precisamente a satisfacer este aspecto. El equipo de implementación (MTA) fue capacitado durante dos semanas en Israel por expertos en Teoría de Restricciones del Goldratt House en Tel Aviv. Como parte de esta capacitación se elaboró un árbol de estrategias y tácticas, una herramienta de pensamiento sistémico establecida como una mapa de rutas para la implementación TOC (Barnard,2003). De este mapa de rutas podemos identificar tres grandes etapas que corresponden a la Construcción, Sostenimiento y Venta de la iniciativa MTA (Schragenheim, et al., 2009). A continuación el proceso de implementación será descrito justamente basado en estas tres grandes etapas.

#### **4. CONSTRUCCION DE LA METODOLOGIA MTA**

##### **4.1 ASIGNACION DE CAPACIDAD PARA MTA**

Uno de los aspectos críticos de la inclusión de la nueva iniciativa (MTA), fue el proceso de asignación de capacidad de los recursos, los cuales al no ser exclusivos, debían ser empleados tanto para clientes MTA como por aquellos de compra bajo pedido (MTO). La capacidad para un cliente MTA se refiere a la cantidad de producto que este cliente consume durante el tiempo de reposición, más un porcentaje adicional conocido como capacidad protectora. Tomemos un producto que consume 1500 Kg. durante el tiempo de reposición de 12 días, el nivel de carga requerido será de 125 Kg./día, si a esto le añadimos una capacidad protectora del 20%, será necesario reservar 150 Kg. de carga para este ítem. El reservar un nivel de carga reduce el tiempo de reposición ya que eliminamos el tiempo de espera del equipo, adicionalmente la estrategia MTA se basa en una comunicación directa a través de medios electrónicos que le permiten al fabricante tener conocimiento acerca del nivel de stock del consumidor en tiempo real, esto reduce en gran medida el tiempo de respuesta al eliminar por completo el tiempo de colocación de órdenes ya que las mismas se generan automáticamente de acuerdo al nivel del inventario.

##### **4.2 CONSTRUCCION DE INVENTARIOS INICIALES**

Uno de los beneficios de la metodología es mantener niveles de inventario bajos, por lo tanto es crítico el cálculo del nivel inicial del mismo requerido para cada uno de los productos. La cantidad correcta de inventario que se ingresará al sistema es igual al consumo promedio durante el tiempo de reposición más tres desviaciones estándar de este consumo promedio. Considerando el producto referido en la sección 4.1, el consumo promedio durante el tiempo de reposición es de 1500 Kg. si su desviación estándar es de 300 Kg. el nivel de inventario inicial sería de 2400 Kg. 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 al requerido, se deberá esperar a iniciar el monitoreo una vez que se alcance el inventario inicial.

##### **4.3 REPOSICION BASADA EN EL CONSUMO REAL**

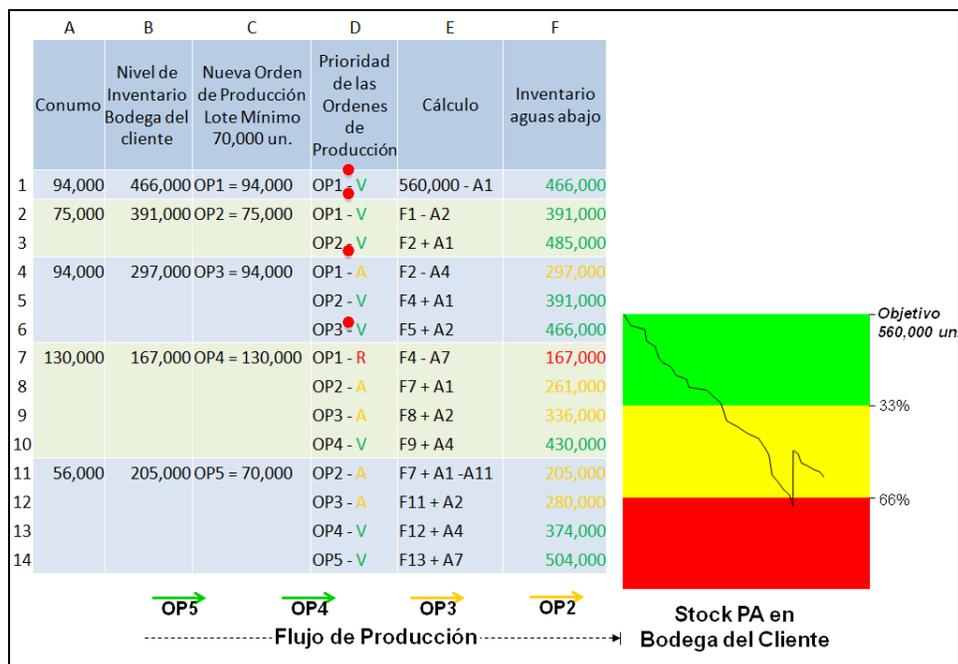
La metodología MTA permite reducir los niveles de inventario al proveer el producto requerido de acuerdo a su consumo y no en base al pronóstico. A través de un sistema de comunicación automático es posible revisar diariamente los niveles de inventario del consumidor. Al realizar el cliente un consumo, se genera un faltante en la cadena de suministros, activando la necesidad de emitir una orden de producción para disponibilidad (MTA). En

función de las necesidades de los clientes, se podrán retrasar los despachos por uno o dos días y enviar diferentes ítems en un mismo camión.

#### 4.4 ALINEACION DE LAS PRIORIDADES DE PRODUCCION CON LAS NECESIDADES DE LA CADENA DE SUMINISTROS.

Se diseñó un sistema único de prioridades tanto para MTO como para MTA. De esta manera el piso de producción operará de manera única en base a colores. Los operadores no conocerán que órdenes son MTO y cuales MTA. La única guía para determinar que producir estará establecida de acuerdo al sistema de gerencia de amortiguadores (Schragenheim, Dettmer, 2000). De acuerdo a MTO el color de cada orden está en función del porcentaje de consumo del tiempo que tiene disponible cada orden para su producción (Buffer). Una orden con un consumo menor al 33% del amortiguador se considera de color verde, un orden con consumo entre 33% y 66% es considerada amarilla, más del 66% de consumo del amortiguador de tiempo se considera roja y por ende de más alta prioridad al tener mayor probabilidad de no cumplir con la fecha de entrega pactada. En MTA, el color es establecido en base al nivel de inventario que se tiene en la bodega de los clientes. Si el nivel de inventario actual refleja un consumo con respecto al amortiguador del inventario igual o menor al 33% se le asigna el color verde, si el consumo reflejado está entre el 33% y 66% se asigna el color amarillo, un consumo por encima del 66% del amortiguador del inventario determina un color rojo para dicha orden. Tanto en MTO como en MTA un consumo igual o superior al 100% del amortiguador de tiempo o de inventario respectivamente, se representa con el color negro.

En MTA las órdenes van cambiando de verde a rojo a medida que se incluyen nuevas por consumo del inventario (Figura 1). Mientras más antigua es la orden y mientras más órdenes se hayan incluido, su prioridad se incrementará. La dinámica del cálculo de las prioridades puede verse con mayor claridad en la figura 1 en la cual observamos el incremento de la prioridad para una misma orden (OP1), que va pasando de verde a roja a medida que el inventario disponible (Columna F) va disminuyendo de acuerdo a los consumos generados en el tiempo (Columna A). Es notorio como en un principio su prioridad es verde al tener un nivel de inventario en bodega (aguas abajo), de 466.000 unidades lo que implica un consumo de apenas 17% con respecto al inventario inicial. Al final la orden 1, un poco antes de ser cerrada (Fila 7) presenta un nivel de prioridad rojo al haberse generado consumos por 393.000 unidades causando un inventario disponible de apenas 167.000, lo cual implica un consumo del 70% del inventario inicial.



**Figura 1: Dinámica de cambio de prioridades de acuerdo a consumo de inventarios**

**5. SOSTENIMIENTO DE LA METODOLOGIA MAKE TO AVAILABILITY**

**5.1 MANTENIMIENTO DE LOS NIVELES DE INVENTARIO CORRECTOS**

Con el tiempo, los niveles de consumo, desperdicios, ventas, tiempos de reposición pueden variar (Goldratt, 2009). Por estas razones los niveles de inventario inicial calculados pueden ya no ser los adecuados. 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. Tener un nivel de inventario muy bajo llevará al desabastecimiento, niveles de inventario muy altos limitarán el flujo de caja. MTA propone una manera rápida, eficaz y automática de ajustar los inventarios, conocido como Gerencia de Amortiguadores Dinámicos (GAD). La 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, en lo que se refiere a consumos y despachos del último tiempo de reposición.

El algoritmo se presenta de la siguiente manera, en caso de que el nivel del inventario del cliente pase únicamente en la zona verde, esto es menor al 33% de penetración, se deberá considerar si este amortiguador está un poco holgado para la realidad actual de consumo del ítem, como consecuencia 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 a una reducción del amortiguador (Goldratt, 2009). Por otro lado se lleva un registro del porcentaje del tiempo que el inventario se mantiene en la zona roja o negra, la cual corresponde a más del 66% y 100% de penetración respectivamente. En caso de que la sumatoria del tiempo acumulada en estas zonas supere el 33%, será inminente el incremento del nivel del inventario.

En la siguiente tabla (Tabla 1) podemos observar la evolución en cuanto a penetración del nivel de inventario, registrado en la sumatoria del porcentaje de penetración por encima del 66% acumulado en el tiempo (columna F). De acuerdo a la información encontrada en el día 5 tenemos evidencia para sugerir un incremento en el inventario del ítem bajo estudio, tomando en cuenta que el nivel de penetración ha superado el 33% establecido como cota máxima (42%). Se recomienda aumentar el nivel de inventario por el tamaño de una de las zonas (33%). 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%).

**Tabla 1. Aplicación del sistema de Gerencia de Amortiguadores Dinámicos (GAD)**

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

**5.2 MONITOREO DE LA CAPACIDAD ASIGNADA PARA MTA**

La capacidad que se reserva para cada ítem en los RCR, al inicio del monitoreo MTA, no necesariamente es la adecuada a lo largo del tiempo, esto como consecuencia de la variabilidad propia del consumo 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, por otro lado si la capacidad reservada es menor a la necesitada por los clientes MTA, se empezará a consumir capacidad MTO. Como resultado las fechas de entrega prometidas en MTO no podrán ser satisfechas y se le dará un mal servicio a este mercado. Para evitar esto se plantea el monitoreo de la capacidad a través del almacenaje del 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, finalmente al agregarle el 20% de capacidad protectiva se tendrá la nueva reserva de capacidad. Esta actualización deberá manejarse mensualmente. Cabe indicar que es preferible acumular muchos ítems en un mismo recurso, esto ayudará a que pasen desapercibidas las variaciones en el consumo individual, esta práctica hace que algunas veces la capacidad protectiva del 20%, termine incluso desperdiciada.

### **5.3 EXPLOTAR LA CAPACIDAD PROTECTIVA**

El reservar capacidad protectiva es un requisito para atender a los diferentes clientes MTA. El monitorear la utilización de la capacidad reservada en el RCR, se vuelve crítico considerando que el mismo determina el nivel máximo de ventas posible. Por esta razón la compañía planteó como alternativa el aprovechar esta capacidad de protección para la elaboración de productos considerados de bajo throughput cuando la misma no está siendo utilizada. Su manejo dista de las demás órdenes MTO y MTA en que pueden permanecer un periodo ilimitado de tiempo dentro del piso de producción, hasta que puedan ser procesados. Además para su manejo se utilizará la bodega de la planta ya que al ser genéricos no están relacionados con ningún cliente en particular. En este caso el producto elegido en la compañía, una funda de basura, genera una orden de producción cuando se produce un consumo de su inventario y se llega al nivel de lote mínimo de producción. 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 órdenes MTA genéricas, por tanto son fabricadas únicamente cuando la extrusora (RCR), no tenga más pedidos en cola. En los siguientes procesos que cuenten con capacidad excesiva, esta orden podrá fluir de una manera normal de acuerdo a su color. Esta práctica garantiza que se aprovechará la capacidad de producción total, por supuesto a pesar de que el margen de ganancia sea menor, sin embargo vender parte de la capacidad elaborando productos con bajo throughput es uno de los costos conocidos que se tienen al ofrecer un programa de disponibilidad (Goldratt, 2009).

## **6. VENTA DEL SISTEMA DE PRODUCCION MTA**

### **6.1 DEFINICION DEL MERCADO OBJETIVO**

Los clientes objetivo de la venta deben tener a la disponibilidad de inventario como una necesidad importante, además de consumir regularmente el ítem en cuestión en un nivel significativo tanto en volumen como throughput. 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 de acuerdo a los registros históricos de la compañía, la mayoría de los clientes industriales consumen de manera continua grandes volúmenes de productos, cumpliendo de esta forma con los requisitos de los clientes objetivo. Las industrias que atiende la compañía son productoras de sal, arroz, leche, agua, azúcar, entre otras. Se procedió a seleccionar dos industrias que están dentro de las 40 más grandes del país. Con ellas se mantenía un margen de participación menor al 5% de su consumo total. Ambas industrias, una fabricante de aceite y otra de cloro, cumplen con los parámetros de priorización establecidos, cuentan además con excelentes referencias comerciales y sus productos pasan por la extrusora, que contaba en ese momento con apenas un 35% de utilización.

### **6.2 DISEÑO DE LA OFERTA MTA**

La oferta fue diseñada de forma que rompa las capas de resistencia del cliente, la misma ha sido construida considerando cuatro etapas: Exposición de problemas actuales en las cadenas de suministro, explicación del escenario ideal, presentación de oferta detallando su funcionamiento y solicitud al cliente de la data de sus inventarios. Para poner esta oferta en práctica fue necesario monitorear 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, estará basada en los consumos identificados que mantenga de cada ítem. Se realizó un análisis de cada kardex y de acuerdo a los consumos se establecieron los amortiguadores. El cliente de esta manera no mantendrá nunca una cantidad superior al amortiguador, toda cantidad faltante del amortiguador que mantenga el cliente estará en la compañía. 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 generará 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. La oferta presentada se compromete a no dejar desabastecido ni con sobre stock a ninguna de las referencias de los clientes bajo la modalidad MTA, para esto es necesaria la exclusividad de los ítems a monitorear. Por tanto el cliente deberá entregar el kardex de cada una de las referencias incluidas en la propuesta, además de notificar en caso de aumentos conocidos por la demanda o de discontinuar uno de los productos monitoreados.

### **6.3 EJECUCION DE VENTAS DE LA OFERTA MTA**

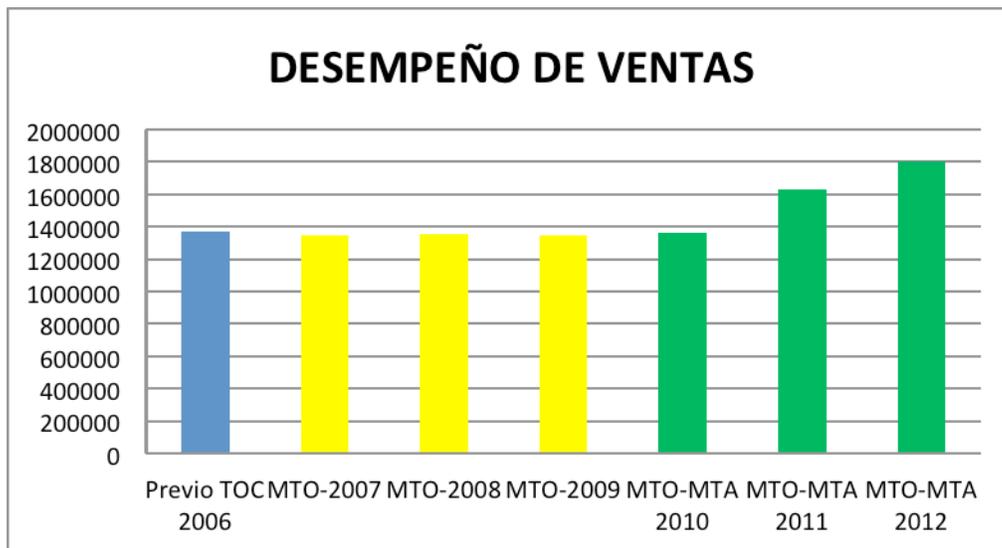
La venta de la oferta MTA tiene una connotación especial ya que se pasa de ser un vendedor tradicional de plásticos a vendedores de una solución a los problemas de abastecimiento. Para esto fue necesario re-entrenar a la fuerza de ventas, la capacitación no solo involucró todos los beneficios y defectos 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 del departamento, ya que todos los vendedores debían ser capaces de vender acuerdos de negocios y no solo órdenes de producción. Al contar con el personal adecuado, se desarrolló un proceso de ventas estructurado. 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 iniciar el monitoreo del inventario.

### **6.4 GARANTIZAR Y FORTALEZAR EL CRECIMIENTO DE LA OFERTA MTA**

La oferta diseñada es un salto en el nivel de servicio que se brinda, la compañía tiene claro que 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). Como medida concreta el equipo de marketing y ventas priorizó a cada uno de los clientes y los asignó a los diferentes ejecutivos. Se logró llegar a cerca de 70 clientes en los tres primeros años convirtiendo a 37 de los mismos de MTO a MTA. Con el fin de lograr conciencia de los beneficio por parte de los clientes, fue necesario aplicar un mecanismo por el cual el ejecutivo de ventas, periódicamente le demuestre al cliente los diferentes beneficios que tiene el sistema. Para esto 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.

## **7. RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACION DE LA OFERTA MTA**

Se analizará el desempeño de la compañía con un comparativo a su rendimiento previo a TOC (2006), inicios y crecimiento con la oferta MTO (2007 a 2009) y finalmente la iniciativa mixta MTO-MTA (2010 a 2012). Es importante notar que en los primeros años de implementación, se mostró poca variación en la venta en KG, alcanzando solo un alza significativa en el 2011 y 2012 únicamente luego de la implementación de la iniciativa MTA. De hecho esta iniciativa trajo un incremento en las ventas de un 33%, desde el arranque del proyecto (Figura 2). Como consecuencia en el último trimestre del 2012 se alcanzó más de un 90% de capacidad utilizada.



**Figura 2: Evolución de ventas en función de metodologías implementadas**

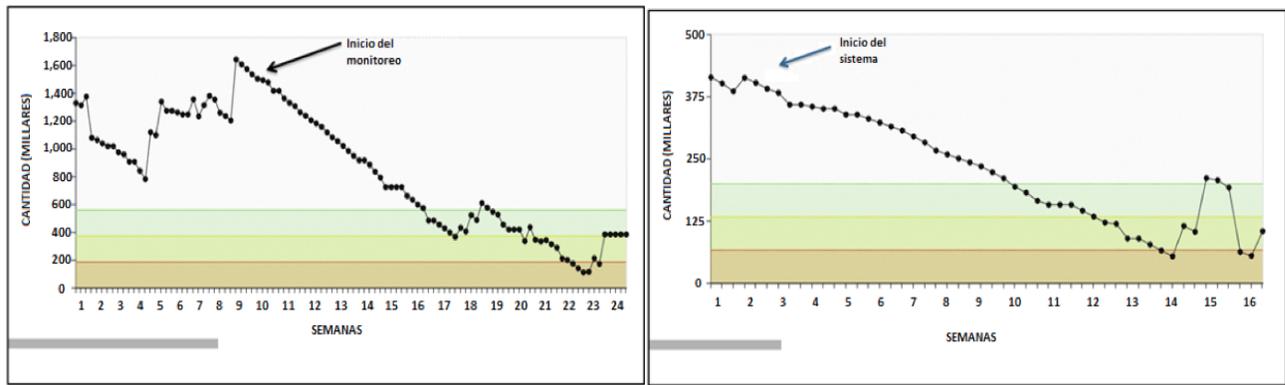
Se puede notar un incremento significativo del 12% en la facturación del último año. Esto se ha dado sin que haya existido cambios en la clase de productos ofertados, esto aísla el efecto de la introducción o salida de ciertas referencias y permite focalizarnos en la influencia de la metodología utilizada (MTO,MTA). Por otro lado las utilidades previas al año 2009 fueron muy bajas, llegando incluso en algunos casos a presentar valores negativos. 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, en cerca de un 19% en las utilidades, se ha dado por el incremento del throughput (Tabla 2) que por definición corresponde al ingreso generado por ventas menos los costos eminentemente variables. Al no contar con un aumento mayor en los gastos operativos, la mayor parte de este incremento ha terminado en la utilidad.

**Tabla 2. Incremento de throughput MTA y MTO año 2011 y 2012**

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

Cabe recalcar la diferencia importantísima existente en los niveles de crecimiento de las dos iniciativas (MTO-MTA), propio del empuje de la fuerza de ventas para promover la estrategia MTA. Como resultado actualmente se ha copado la capacidad de extrusión, considerado el recurso con capacidad restringida, y se está en proceso de adquirir nueva maquinaria que casi duplica la capacidad actual en esta línea, junto a maquinaria para los demás procesos que ayudan al flujo del material. A mediados del 2013 esta capacidad adicional permitirá llevar de 300 a 500 las toneladas anuales permitidas en extrusión. La proyección de ventas para el 2013 sugiere un incremento del 13%, estando la mayor parte de este crecimiento focalizado en la estrategia MTA. Esta proyección se basa en clientes que no habían podido ser atendidos únicamente por restricciones internas de capacidad.

Los exitosos resultados financieros de la implementación son un reflejo de los beneficios obtenidos por parte de los clientes, siendo el principal el ahorro obtenido por una disminución significativa en sus niveles de inventario. A continuación se presentan los registros gráficos de los niveles de inventario de dos productos de dos de los clientes con los cuales se mantiene la estrategia de tipo MTA.



**Figura 3: Nivel de inventario de productos A y B en bodega de cliente MTA**

Las figuras (Figura 3) muestran una reducción en los niveles de inventario de entre el 60 y 70%, logrando para estos dos ítems una disminución de cerca de USD. 50,000 en el nivel de capital utilizado para mantenimiento de estos productos. Estos resultados al ser presentados por las fuerzas de venta a los departamentos de compras, financiero y gerencial generan gran apertura, asegurando la expansión dentro de un cliente o la captación de un prospecto si se tratara de una prueba piloto.

## 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 8.1 CONCLUSIONES

Es contundente la evidencia que muestra un significativo y consistente incremento en los niveles de venta y utilidades de la compañía. Esto demuestra la receptividad del mercado ecuatoriano a la oferta MTA, todo esto a pesar del valor que se agrega a los costos de los productos que se venden bajo esta metodología. Esto se explica por la promesa de reducción de los niveles de inventario y el alto nivel de servicio que la metodología ofrece y que se pudo comprobar eran necesidades insatisfechas entre los clientes industriales. Los clientes en donde esta iniciativa ha sido implementada han experimentado reducciones promedio de hasta un 70% de su nivel de inventario lo que se ha visto reflejado en la reducción del capital requerido. Es destacable el mantenimiento armonioso de las dos iniciativas (MTO-MTA) ya desde hace cerca de 3 años, soportado por un sistema de prioridades sencillo y transparente para el personal en el piso de trabajo.

### 8.2 RECOMENDACIONES

Se sugiere la aplicación de este sistema en ambientes altamente competitivos, ya que aunque requiere de un significativo esfuerzo de adaptación por parte de la fuerza de ventas, permite generar una alta barrera con respecto a los competidores debido al manejo exclusivo de información, el empleo de una plataforma informática exclusiva para comunicación y una reducción significativa en el tiempo de respuesta. Se recomienda involucrar al departamento de ventas a la par del de producción ya que se identificó que este primero poseía una curva de aprendizaje más extensa. De igual forma con el fin de minimizar el impacto en el piso de trabajo se sugiere iniciar la oferta con los productos de manufactura más sencilla.

## REFERENCIAS

- Barnard, A. (2003). Introduction to TOC's Strategy & Tactic Tree Thinking Process. Goldratt Research Labs.
- D'Anci, Alex. (2008). Towards Operational Excellence. Applying TOC in a Global Manufacturing Organization. *TOCICO International Conference*, Las Vegas, Nevada.

- Davuluri, Sucheth. (2009). Viable Vision Implementation Experience in Neuland. *TOCICO International Conference*, Tokio, Japón.
- Goldratt, E., & Cox, J. (1987). *La Meta un proceso de mejora continua*. North River Press.
- Goldratt, E. (2009). MTO + MTA strategy and tactics tree. Goldratt Group.
- Lee, et al. (2009). Why is High Due-Date Performance So Difficult to Achieve ? - An experimental study. *Production and Inventory Management Journal*, 45, pp 30–43.
- Schrageheim, E., & Dettmer, H. (2000). Manufacturing at warp speed: optimizing supply chain financial performance, St. Lucie Press, Boca Raton, Florida.
- Schrageheim, et al. (2006). What's really new in Simplified DBR. *TOCICO International Conference*, Las Vegas, Nevada.
- Schrageheim, et al. (2009). *Supply Chain Management at Warp Speed*. Taylor & Francis Group.
- Sivasubramanian, et al. (2009). The effect of the drum-buffer-rope (DBR) approach on the performance of a synchronous manufacturing system (SMS). *Production Planning and Control*, Vol. 11, No. 8 pp 820–824.
- Umble, et al. (2006). Implementing theory of constraints in a traditional Japanese manufacturing environment: the case of Hitachi Tool Engineering. *International Journal of Production Research*, Vol. 45, No. 10, pp 1863–1880.

#### ***AUTHORIZATION AND DISCLAIMER***

*Authors authorize LACCEI to publish the paper in the conference proceedings. Neither LACCEI nor the editors are responsible either for the content or for the implications of what is expressed in the paper.*