

“Teoría de las Restricciones (TOP) y la mecánica del THROUGHPUT ACCOUNTING (TA)- Una aproximación a un modelo gerencial para toma de decisiones: Caso Compañía de Bastones Colombia S.A.”

Autora:Dr.(P.h.D) Patricia González G

Facultad de Ciencias de Administración, Universidad del Valle, Cali, Colombia.

INTRODUCCIÓN

En las últimas dos décadas, el mundo de los negocios se ha visto bombardeado por diversas herramientas gerenciales que tienen como fin, facilitar la toma de decisión por parte de los gerentes.

Las diversas herramientas gerenciales (como por ejemplo: Teoría de las Restricciones (TOC), Balanced Scorecard (BSC), Just in Time (JIT), Costos Kaisen, Costos por Actividades, etc) proponen métodos que llevan a maximizar las utilidades como consecuencia del mejoramiento en los procesos y en la asignación de los recursos, mejoramientos planteados por cada una de ellas en sus marcos conceptuales.

El objeto de este artículo es centrar nuestro análisis en la Teoría de las Restricciones y específicamente en el análisis del *Troughput Accounting* (TA) para lo cual a través de recrear una situación en un caso concreto (Compañía de Bastones Colombia S.A.) se comparan los resultados obtenidos por TA y por el Método de Margen de Contribución (costeo Variable) identificando, así, cual de las dos metodologías permiten al usuario tomar la mejor decisión conducente a la maximización de la utilidad.

El artículo comprende una primera parte en la que se presentan los conceptos básicos que conforman la TOC; una segunda parte en la que se analiza la TA y se compara sus resultados frente a los obtenidos a partir de un estado de resultados elaborado conforme normas contables locales (DR¹. 2649/93) y de acuerdo con los principios del costeo variable; en la tercera parte presentamos el modelo de decisión de la TOC fundamentado en los cinco pasos y en los conceptos de tambor-cuerda-pulmón; en la cuarta parte del artículo reunimos todo lo presentado en las tres partes anteriores y lo desarrollamos en el caso de la compañía de Bastones Colombia S.A., terminando el artículo con las consideraciones finales.

¹ DR: Decreto Reglamentario que rige la práctica contable en Colombia.

1. LA META DE TODO NEGOCIO ES GANAR DINERO

1.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA A ABORDAR

La toma de decisión por parte de los gerentes cada vez se hace más difícil en la medida que hay más variables a considerar, dado que en los días de hoy, el conjunto de variables que llevan a la toma de decisión se enmarcan dentro de aspectos financieros como no financieros.

En ese sentido, los atributos del producto (aspectos cualitativos) junto con los relativos a costo y precio (aspectos cuantitativos) constituyen la gran problemática del proceso decisorio, por lo tanto, es necesario que se identifiquen herramientas que le permitan al gerente tomar las mejores decisiones, las cuales tienen como finalidad alcanzar la meta de ganar dinero y, por consiguiente, crear valor para los accionistas.

Por lo tanto, el problema que se pretende abordar en este trabajo consiste en dar respuesta a las siguientes preguntas: Cuál de los dos métodos de medición seleccionados para este artículo: el método de *Margen de Contribución* y de *Margen Throughput*, nos permite identificar la mejor combinación de productos de tal forma que la utilidad se maximice y, por consiguiente, Cuál de los dos métodos nos permite una mejor identificación y gerenciamiento de las restricciones del sistema.

1.2 OBJETIVOS

Los objetivos que se pretenden alcanzar con este trabajo son:

- Revisar brevemente el marco conceptual de herramientas gerenciales como la Teoría de las Restricciones (TOC) y el Costeo Variable.
- A partir de un caso:
 - a) Establecer la eficacia del método de medición de Margen de Contribución y Margen *Throughput* en la toma de decisiones.
 - b) Identificar con cual de los dos métodos se obtiene una mejor administración de las restricciones.
- Presentar unas consideraciones finales sobre el tema.

1.3 REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

Dentro de la TOC la meta de todo negocio es ganar dinero, pero como sostiene GUERREIRO (1996), de no haber restricciones en los procesos de los negocios, la utilidad de estos sería infinita, por lo tanto, todo negocio siempre presentará un cuello de botella, si es en producción, o una o varias restricciones (en otros tipos de negocios, como por ejemplo, los de servicio) que impedirán que esa utilidad sea infinita.

En ese sentido podemos definir a las restricciones como limitaciones, puntos débiles o la falta de algún recurso dentro de un proceso que pueden afectar el desempeño de todo un sistema, entendiéndose como sistema, a la Empresa.

Las restricciones pueden ser de carácter interno y lo externo. Las primeras surgen por limitaciones derivadas de los proceso o de las políticas internas de la compañía.

Las restricciones por procesos son aquellas que se presentan cuando un proceso u operación en la compañía tiene insuficiente capacidad para satisfacer totalmente la demanda del mercado, por ejemplo: una máquina lenta en el proceso.

Las restricciones por políticas surgen cuando los gerentes o los sindicatos establecen reglas que limitan la capacidad de operación de una organización o restringen su flexibilidad, como por ejemplo, restricciones en compras de materia prima, congelamiento de horas extras, etc.

Por otro lado, **las restricciones externas** están relacionadas con factores de carácter exógeno que pueden afectar el buen desempeño de un negocio y, es así, como estas se relacionan con la disponibilidad para obtener materiales y el comportamiento del mercado.

Cuando se presentan dificultades para conseguir una materia prima porque no existen proveedores en la región que suplan las necesidades o, porque, existen normas que impiden la traída de la materia prima de otro país, en estos casos, estamos hablando de una restricción externa conocida como de materiales.

Otra situación que puede surgir externa a la empresa y que de alguna forma corresponde a una restricción externa se configura cuando no hay suficiente demanda en el mercado por los productos o servicios que son fabricados o prestados (según sea el caso) por los negocios y este tipo de restricción es conocida como de mercado.

Finalmente, otras formas de clasificarlas son como **restricciones de recursos** y en este caso se puede definir como toda limitación o escasez que surge a nivel de proveedores, máquinas, mercado, materiales, personal, etc., o también, **restricciones de políticas** entendiéndose como todas aquellas medidas que limitan el buen desempeño de un negocio por medio de normas, reglamentaciones, procedimientos, prácticas actuales o del pasado que son impuestas por la alta gerencia y, en algunos casos, por el gobierno.

- **THROUGHPUT ACCOUNTING (TA)**

GOLDRATT (1997) considera que existen tres medidas básicas para medir el desempeño de un negocio y que contribuyen con la toma decisiones, ellas son: TA, ROI y el Flujo de Caja.

La formulación e interpretación de los valores que conforman la TA, llevan a que presentemos lo que GOLDRATT (1997) define como inventario, gasto operacional y ganancia (*throughput*). Destacamos que las definiciones propuestas por GOLDRATT (1997), no son exactamente, las definiciones que encontraríamos en algún libro de teoría contable. Así, en la TOC, el INVENTARIO es *todo el dinero que el sistema invierte en la compra de cosas que se pueden vender, por ejemplo, mercancías, máquinas, edificios, terrenos, etc.*

Si revisamos la definición de inventarios que encontramos en cualquier libro medianamente complejo de contabilidad encontraremos que el inventario hace referencia a la materia prima, producto en proceso, producto terminado o mercancías disponibles para la venta y sobre los cuales la empresa tiene el control. Pero en la definición dada por GOLDRATT (1997) no solo se considera aquellos bienes que generarán beneficios futuros producto de su venta y que están identificados con el objeto social del negocio, sino que incluye edificios, terrenos, máquinas, etc., los que son necesarios para el desarrollo de las diversas actividades que contribuirán con la creación de los beneficios futuros, pero no podemos decir que su comercialización tenga que ver con el fin social del negocio. Aquí encontramos dos aspectos importantes como son la posición de GOLDRATT (1997) frente a lo que él define como inventario y lo que se plantea por la teoría contable al respecto, esto nos permite entender que para GOLDRATT (1997), la definición de inventario, es mucho más amplia, lo que consecuentemente, lo lleva a ignorar los principios contables básicos de amplia aceptación.

Pero sigamos en el análisis comparativo y definamos ahora GASTO OPERACIONAL que bajo la perspectiva de la TOC, no es más que *todos los desembolsos que se tienen que realizar para que el Throughput (Ganancia) ocurra*. En esta definición GOLDRATT (1997) plantea que no solo se deben considerar como operacionales los gastos de esta índole sino que también los costos de conversión, o sea, mano de obra directa y costos indirectos de fabricación. Contrariamente en el DR.2649/93², la mano de obra directa, no se considera como gasto operacional y, si, un componente del costo del producto manufacturado y vendido.

En la norma local (DR. 2649/93), los gastos operacionales son todos aquellos desembolsos realizados por la empresa, en pro de la creación de los ingresos. Estos desembolsos son importantes pues de no ser realizados no se podría desarrollar el objeto social del negocio, una vez que involucra los gastos por conceptos de administración y ventas, diferentes a los costos de mano de obra directa, que como ya dijimos se encuentran formando parte del costo del producto.

GOLDRATT (1997) considera la GANANCIA (*THROUGHPUT*) como la diferencia entre las ventas y los costos de los materiales directos empleados en la fabricación de los productos vendidos, (dentro de ese costo podemos considerar

² Decreto Reglamentario por medio del cual se reglamenta la contabilidad en Colombia.

fletes, seguros, comisiones a vendedores, impuestos, etc). Pasando al contexto normativo del DR. 2649/93 se define a la utilidad bruta como la diferencia entre las ventas menos los costos de los productos manufacturados y vendidos constituidos por los tres elementos del costo como son: material directo, mano de obra directa y los CIFs (Costos Indirectos de Fabricación). Nuevamente, encontramos otra definición especial que no lleva en consideración principios o normas contables tradicionales sino que determinan una nueva presentación de los conceptos.

Las definiciones dadas por GOLDRATT (1997) no se pueden considerar cuestionables si tenemos en consideración que la teoría planteada por él, es una herramienta gerencial que busca facilitar la toma de decisión, ya que los gerentes requieren la presentación de informes que de la manera más clara les permitan ver las condiciones del negocio para tomar las mejores decisiones y, en ese sentido, podemos considerar que en las empresas pueden existir informes gerenciales paralelos a los financieros. Veamos este simple caso donde presentamos tres estados de resultados elaborados por las tres alternativas que podríamos encontrar para tomar una decisión.

Cuadro 1. Comparación de los Tres Estados de Pérdidas y Ganancias: Contabilidad Tradicional, Costos Directos, TA

BASE 2649/93	COSTEO VARIABLE	THROUGHPUT (TOC)
Ventas..... \$ 600.000 ^a	Ventas.....\$ 600.000 ^a	Ventas.....\$
Costote Ventas <u>(150.000)</u>	Costos Variables ^b <u>(200.000)</u>	600.000 ^a
Utilidad Bruta... 450.000	Margen de Contrib.400.000	Material Directo (
		<u>60.000)</u>
Gastos de Ventas y	Costos Fijos ^c <u>(200.000)</u>	Margen <i>Throughput</i>
Administración. <u>(250.000)</u>		540.000
Utilidad Operacional\$	Utilidad Operacional	Gastos Operac ^d ..
<u>200.000</u>	<u>\$200.000</u>	<u>(340.000)</u>
		Utilidad Operacional.
		<u>200.000</u>

- a) Precio de venta es de \$ 6.000 por tonelada. 100 toneladas producidas y vendidas.
- b) Material Directo (\$60.000) + Mano de Obra Directa (\$ 20.000) + CIFs Variables (\$25.000) + Gastos de Administración y Ventas Variables (\$95.000)
- c) CIFs Fijos (\$45.000) + Gastos Administrativos y de Ventas Fijos (\$155.000)
- d) Todos los costos y gastos de la empresa diferentes de material directo.

En el cuadro 1 se presentan tres resultados de utilidad operacional calculada a partir de bases contables según DR. 2649/93, Margen de Contribución y Margen *Throughput*.

Los ingresos y las utilidades operacionales son los mismos valores en los tres formatos, lo que ha cambiado es la manera como los costos son ordenados. Esta colocación prioritaria de los costos, en cada caso, evidentemente termina afectando, el gerenciamiento del costo, del valor de los inventarios y del *throughput*.

Por lo tanto podemos concluir que las Utilidades calculadas bajo las normas que establece el DR. 2649/93 determinan que:

- La mano de obra directa, el material directo son asignados directamente al inventario.
- Los costos indirectos de fabricación se asignan a los productos a través del rateo proporcional por medio de tasas y de manera indiscriminada.
- Los inventarios solo se consideran partida del Estado de Resultados cuando son vendidos (Costo Mercancía Vendida).

Desde la óptica de Costeo Variable, las presunciones que se desprenden del cálculo del margen de contribución son las siguientes:

- Los costos Variables (mano de obra directa, materia prima y costos indirectos de fabricación variables) son específicamente asignados a los inventarios.
- Los costos indirectos de fabricación fijos no se asignan a los productos sino que estos se llevan directamente al Estados de Resultados como gastos del período.
- Los Costos del Producto de naturaleza variable no son considerados en el estado de resultados hasta tanto el inventario sea vendido.

Por otro lado, desde la TA, las presunciones son las siguientes:

- Ningún costo es específicamente asignado al producto.
- Todos los costos del producto son gastos presentados en el estado de resultados, sea cual sea, sin tener en cuenta cuando el inventario es vendido.

Para entender un poco más lo anteriormente explicado observe el siguiente caso, adaptado de CONSTANTINIDES & SHANK (1994, p.34) en el cual comparamos las utilidades obtenidas conforme las normas que establece el D.R 2649/93 y por la TA, para tres escenarios de producción: inventario $V=P^3$, inventario $V<P$,

³ V=Ventas; P= Producción

inventario $V > P$. En los tres escenarios, la compañía vende 200 toneladas de inventario.

Cuadro 2. Comparación de Resultados obtenidos bajo parámetros fijados por el D.R. 2649/93 y TA.

	Bases DR. 2649/93			Bases TA		
	Inventarios V = P	Inventarios V < P	Inventarios V > P	Inventarios V = P	Inventarios V < P	Inventarios V > P
Ventas (V) Producción (P)	200 ton. 200 ton.	200 ton. 210 ton.	200 ton. 190 ton.	200 ton. 200 ton.	200 ton. 210 ton.	200 ton. 190 ton.
Ingresos	\$1.000.000 ^a	\$1.000.000 ^a	\$1.000.000 ^a	\$1.000.000 ^a	\$1.000.000 ^a	\$1.000.000 ^a
Gastos: Materiales Conversión Gastos de Ventas y Administración	\$100.000 ^b 70.000 ^e 450.000	\$100.000 ^b 66.667 ^f 450.000	\$100.000 ^b 73.684 ^g 450.000	\$100.000 ^b 70.000 ^h 450.000	\$105.000 ^c 70.000 ^h 450.000	\$95.000 ^d 70.000 ^h 450.000
Ingresos Operacionales	380.000	383.333	376.316	380.000	375.000	385.000

Presuma: el precio de venta es \$5.000 por tonelada; el costo de los materiales por tonelada es de \$500; costos de conversión (mano de obra directa y CIFs son \$70.000 por periodo).

Cálculos:

- 200 toneladas vendidas x \$5000 por tonelada
- 200 toneladas producidas x \$500 por tonelada
- 210 toneladas producidas x \$500 por tonelada
- 190 toneladas producidas x \$500 por tonelada
- 200 toneladas vendidas x $(\$70.000 / 200 \text{ toneladas producidas})$
- 200 toneladas vendidas x $(\$70.000 / 210 \text{ toneladas producidas})$
- 200 toneladas vendidas x $(\$70.000 / 190 \text{ toneladas producidas})$
- Asuma que los costos fijos en el corto plazo son de \$70.000 por período

Observando el cuadro 2, en los tres escenarios de producción, la compañía está vendiendo 200 toneladas de bienes terminados, por lo tanto, los ingresos por ventas son de \$ 1.000.000, para cualquiera de los escenarios y bases, no obstante, la utilidad obtenida es diferente para cada caso.

En el primer escenario tenemos que lo producido es igual a lo vendido, en este caso no hay cambios en el nivel de inventarios y la utilidad obtenida es la misma ya sea bajo los principios del DR. 2649/93 o bajo los principios de la TA.

Por otro lado cuando el nivel de inventarios comienza a cambiar, lo que ocurre en el escenario 2, en el que la compañía produce más inventario del que puede vender. Al observar los resultados obtenidos podemos concluir que bajo el DR. 2649/93 se premia a las compañías por tener inventarios desnecesarios, y en la TA se castiga, pues, la utilidad obtenida bajo esta forma de medición fue menor. En ese sentido, los accionistas y los gerentes deberían estar de acuerdo en que acumular inventarios desnecesarios es costoso, pues así lo evidencia la TA (TOC).

Finalmente, el tercer escenario muestra que la compañía al eliminar los niveles de inventarios desnecesarios, bajo la TA, presenta mejores resultados que los obtenidos bajo principios del DR. 2649/93.

Las diferencias reflejadas en el cuadro 2 ocurren porque en la TA no hay absorción alguna de costos para los inventarios, ya que *Todos los costos* son considerados como costos del período y esta presunción incluye el costo de los materiales directos. Igualmente, se puede observar que siendo consistente con la presunción, en la TA, el costo del material directo varía con los cambios en los niveles de producción y los costos de conversión se comportan como costos fijos, en el período, no importando los cambios en el nivel de producción.

Por otro lado, en los estados de resultados obtenidos bajo principios del DR. 2649/93, todos los costos de producción requeridos (materiales, mano de obra directa, CIFs) son absorbidos por los inventarios y, solo se convierten en costos, cuando son efectivamente vendidos.

Finalmente, continuando con las definiciones dadas por GOLDRATT (1997) a diversos términos contables encontramos ahora la definición que da al indicador financiero ROI, construido a partir de los términos ya definidos en este trabajo.

$$\text{ROI} = \frac{\text{THROUGHPUT} - \text{GASTO OPERACIONAL}}{\text{INVENTARIO}}$$

▪ **MODELO DE DECISIÓN DE LA TOC**

La TOC plantea un modelo de decisión que está compuesto por los siguientes cinco pasos:

- 1) Identificar la restricción o Cuello de Botella
- 2) Decidir como aprovechar la restricción del sistema
- 3) Subordinar cualquier otra cosa a la decisión anterior
- 4) Elevar las restricciones del sistema

5) Identificar la nueva restricción o Cuello de botella que surgirá

GOLDRATT (1997) complementa su modelo de decisión con el sistema tambor, pulmón y cuerda para implementar la TOC en una típica operación de producción.

El sistema pulmón-tambor-cuerda se establece una vez se ha identificado el recurso cuello de botella, dado que con su implementación se pretende que el proceso productivo este en consonancia con la capacidad del recurso cuello de botella, lo que significa que todo el sistema está subordinado al ritmo de este recurso (*tambor*), igualmente, el recurso cuello de botella nunca debe parar en su proceso productivo, por lo tanto, siempre debe existir en la frente de este recurso un inventario (*pulmón*) que garantice su permanente desempeño. Finalmente, la función de la *cuerda* es la de controlar las operaciones *upstream* que puedan sobrecargar de inventarios en proceso al recurso cuello de botella.

Con la explicación del marco conceptual de la TOC que comprendió una primera parte en la que se presentan los conceptos básicos que conforman la TOC; una segunda parte en la que se analiza la TA y se compara sus resultados frente a los obtenidos a partir de un estado de resultados elaborado conforme normas contables locales (DR. 2649/93) y a los principios del Costeo Directo; en la tercera parte presentamos el modelo de decisión de la TOC fundamentado en los cinco pasos y en los conceptos de tambor-cuerda-pulmón; a seguir desarrollaremos un caso en el cual contrastamos los resultados obtenidos bajo un análisis de Costos Directo versus los resultados obtenidos por la TA.

2. CASO: EL MECANISMO DEL THROUGHPUT ACCOUNTING VERSUS COSTEO VARIABLE: COMPAÑÍA DE BASTONES COLOMBIA S.A⁴.

2.1 La Operación:

La Compañía de Bastones Colombia S.A es una empresa que se clasifica como Pymes y tiene su sede en la ciudad de Cali, donde desarrolla sus operaciones las cuales consisten en la fabricación de dos productos: Bastones de Madera y Bastones de Acero.

Los bastones de madera son vendidos a \$800 pesos cada uno y la demanda semanal de estos es de 80 unidades. Por otro lado, los bastones de acero son vendidos a \$ 900 pesos cada uno y la demanda semanal de estos es de 50 unidades.

En el proceso de producción participan tres equipos y el proceso termina en el área de empaque. En la figura 1 se exhibe los requerimiento de materiales directos, la rutina y el tiempo promedio en cada operación para cada producto.

⁴ Este caso es adaptado de B. Atwater and M.L. Gagne, " The Theory of Constraints versus Contribution Margin Analysis for Product Mix Decision" Journal of Cost Management (January/ February, 1997): 6-15.

Cada una de las cuatro operaciones, (los tres equipos y la operación de empaque) tienen 2.400 minutos de capacidad de producción en una semana de trabajo (60 minutos por hora X 8 horas por día por 5 días a la semana).

Con relación a los costos, la compañía de Bastones Colombia S.A. tiene una política de prohibir las horas extras.

Resumen de la Información general para el desarrollo del caso:

- 1) Los empleados de la compañía de Bastones Colombia S.A trabajan 40 horas/ semana y están actualmente trabajando sin horas extras.
- 2) La compañía de Bastones Colombia S.A tiene tres equipos
- 3) La compañía de Bastones Colombia S.A emplea tres operadores para cada equipo y un empaquetador. El promedio de mano de obra directa pagada es de \$ 95 por hora, para un total de 160 de horas trabajadas en la semana (4 trabajadores * 40 horas semanales)
- 4) La tasa de asignación de los costos indirectos es de \$ 150 sobre un base de Mano de Obra Directa (de ese valor \$ 105 es costo variable).
- 5) Los gastos operacionales semanales equivalen a \$ 42.200, conformados así:

▪ Mano de obra directa.....	(\$95 *160)	\$ 15.200
▪ Costos Indirectos.....	(150*160)	24.000
▪ Gastos de admón. Y Ventas.....		<u>3.000</u>
Total.....		<u>42.200</u>

2.2 Modelo de Decisión de la Teoría de las Restricciones (TOC)

Conforme al modelo de toma de decisión sugerido por GOLDRATT (1997) pasamos a analizar el caso desarrollando cada uno de los siguientes 5 pasos:

- 1) Identificar las restricciones
- 2) Aprovechar las restricciones del sistema
- 3) Subordinar todo el sistema a la restricción
- 4) Elevar la restricción
- 5) Una nueva restricción aparecerá.

1) Identificar la restricción

Las restricciones identificadas son dos: la primera tienen que ver con una **restricción de mercado**, que crea un cuello de botella en la producción ya que no se producen más de 80 unidades de bastones de madera y 50 unidades de

bastones de acero en una semana y para lo cual no se puede consumir, en cada una de las 4 operaciones (3 equipos y empaque), más de 2.400 minutos.

La segunda restricción identificada es una **restricción de política interna**, en la medida que no se permite trabajar horas extras, esto trae como consecuencia que la compañía de Bastones Colombia S.A. sea incapaz de producir todos los bastones tanto de madera como de acero que el mercado demanda.

Como se observa en el cuadro 3, Al multiplicar el tiempo usado por cada producto en cada operación por la demanda semanal para el producto y luego sumar los número obtenidos para cada producto, en cada operación, se concluye que el equipo 2 requiere de 3.100 minutos semanales para producir todos los bastones de madera y acero que requiere el mercado. Si tenemos en cuenta de que el tiempo máximo a ser empleado en cada operación es de 2.400 minutos, podemos considerar que existe un cuello de botella en el equipo 2, una vez que las otras operaciones, equipo 1, equipo 3 y empaque están por debajo de los 2.400 minutos.

Cuadro 3. Requerimientos de capacidad para cada centro de trabajo en Bastones Colombia S.A.

EQUIPO 1.

PRODUCTO	TIEMPO MINUTOS	DEMANDA SEMANAL (unidades)	CAPACIDAD REQUERIDA Minutos/unidad
Bastón de Madera	15	80	1200
Bastón de acero	5	50	250
Total			1450

EQUIPO 2

PRODUCTO	TIEMPO MINUTOS	DEMANDA SEMANAL	CAPACIDAD REQUERIDA
Bastón de Madera	20	80	1600
Bastón de acero	30	50	1500
Total			3100

EQUIPO 3

PRODUCTO	TIEMPO MINUTOS	DEMANDA SEMANTAL	CAPACIDAD REQUERIDA
Bastón de Madera	15	80	1200
Bastón de acero	5	50	250
Total			1450

EMPAQUE

PRODUCTO	TIEMPO MINUTOS	DEMANDA SEMANTAL	CAPACIDAD REQUERIDA
Bastón de Madera	5	80	400
Bastón de acero	2	50	100
Total			500

2) APROVECHAR LAS RESTRICCIONES DEL SISTEMA

Una vez identificada la restricción: política de restricción en el equipo 2, la gerencia requiere determinar como aprovechar esta situación de tal forma que se maximice la utilidad. La compañía Bastones Colombia S.A. utiliza el sistema de costeo variable para calcular el margen de contribución. Para efectos de proceder a su cálculo se cuenta con los siguientes datos:

Cuadro 4. Información de los Productos

INFORMACIÓN	BASTÓN DE MADERA	BASTÓN DE ACERO
Demanda Semanal	80 unidades	50 unidades
Precio de venta	\$800	\$900
Tiempo <ul style="list-style-type: none"> ▪ equipo 1 ▪ equipo 2 ▪ equipo 3 ▪ empaque 	15 minutos 20 minutos 15 minutos 5 minutos	5 minutos 30 minutos 5 minutos 2 minutos
Total	55 minutos	42 minutos
Materia Prima <ul style="list-style-type: none"> ▪ Madera ▪ Acero ▪ Caucho 	\$ 320 5 0	\$ 0 200 20

▪ Empaque	5	10
Total	\$330	\$230
Mano de Obra Directa \$ 95 por Hora	\$87.08	\$66.50
Costos y gastos indirectos variables: \$ 105, costos y gastos variables indirectos por hora	\$96.25	\$73.5

Cuadro 5. Cálculo del Margen de Contribución unitario para cada Producto e Identificación del Producto Prioritario a ser Fabricado.

Margen de Contribución	BASTÓN DE MADERA	BASTÓN DE ACERO
Precio de venta – Materia Prima – Mano de Obra Directa – Costos y Gastos Indirectos Variables	\$286,67	\$530
Tiempo del recurso con la restricción: Equipo 2	20 minutos	30 minutos
Margen de Contribución por unidad en el recurso con la restricción	\$14.33	\$ 17.67
Prioridad en el Proceso Productivo	2 Prioridad	1 Prioridad

Según los resultados obtenidos en el cuadro anterior, podemos considerar que por este método, la prioridad sería producir los bastones de Acero, dado que el margen de contribución unitario obtenido en el recurso restrictivo es mayor para el bastón de acero (\$17.67) que el margen de contribución unitario para el bastón de madera que es de \$14,33

Otra manera de analizar el recurso restrictivo es a través del **Margen Throughput** o, la metodología que sugiere GOLDRATT (1997) para calcular el **Throughput Accounting (TA)**.

Cuadro 6. Cálculo del Margen *Throughput* unitario para cada Producto e Identificación del Producto Prioritario a ser Fabricado.

Margen de Contribución	BASTÓN DE MADERA	BASTÓN DE ACERO
Precio de venta – Materia Prima	\$470,00	\$670,00
Tiempo del recurso con la restricción: Equipo 2	20 minutos	30 minutos
Margen de Contribución por unidad en el recurso con la restricción	\$23.5	\$22.3
Prioridad en el Proceso Productivo	1 Prioridad	2 Prioridad

Según los resultados obtenidos en el cuadro anterior podríamos considerar que el producto a ser fabricado en primer orden serían los bastones de madera, una vez que fueron los que obtuvieron el mayor margen *throughput* unitario (\$23.5) frente a los bastones de acero que tan solo obtuvieron un margen *throughput* de \$22,33.

Si el gerente tuviera que tomar la decisión sobre una estrategia usando las dos metodologías le resultaría muy difícil ya que los resultados obtenidos en ambas son totalmente diferentes.

Continuando con la experiencia y bajo cada método surgen la siguiente pregunta: Cuántas unidades deberían ser producidas de cada producto teniendo en cuenta el método seleccionado y la prioridad sugerida?

Para dar respuesta a la pregunta formulada a través del Margen de Contribución y considerando que la prioridad son los bastones de acero, tenemos:

Cuadro 7. Unidades a Producir de cada Producto según el Margen de Contribución

Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Columna 5	Columna 6	Columna 7
Prioridad	Producto	Demanda Semanal	Procesando o Tiempo por Unidad sobre la restricción (equipo 2)	Capacidad requerida por el recurso restrictivo	Capacidad disponible en el recurso restrictivo	Cantidad Óptima ha producir (menor de 5 o 6)

				(3*4)		dividido entre 4)
▪ 1	Bastones de Acero	50 unidades	30 minutos	1.500	2.400	50 unidades
▪ 2	Bastones de Madera	80 unidades	20 minutos	1.600	-1500 900	45 unidades

Conforme el cuadro 7 se constata que bajo la restricción de tiempo que presenta cada recurso dado que el proceso productivo no puede pasar de 2.400 minutos en la semana, el equipo 2 consume en el proceso de fabricación de ambos bastones 3.100 minutos (ver columna 5).

Por lo tanto, conociendo que la prioridad⁵ son los bastones de acero, una vez que fueron los que obtuvieron el mayor margen de contribución unitario no hay duda de que se consumirán en su producción 1.500 minutos que es el tiempo requerido de proceso en el equipo 2.

En cuanto a los bastones de madera es evidente que no se puede continuar consumiendo 1.600 minutos en su fabricación sino que se debe reducir ese tiempo, de tal forma que, los minutos totales utilizados en el proceso de fabricación en el equipo 2 no superen los 2.400 minutos.

De los 2.400 minutos ya se han utilizado 1.500 para atender el producto prioritario (los bastones de acero), lo que significa que restan 900 minutos que podrán ser utilizados en la fabricación de los bastones de madera. Los 900 minutos equivalen a una producción de 45 unidades de bastones de madera a la semana (900 minutos / 20 minutos = 45 unidades). Por lo tanto, se deberán producir 50 unidades de los bastones de acero y 45 unidades de los bastones de madera dentro de la restricción de tiempo de 2.400 minutos a la semana.

Para el caso del Margen *Throughput* y considerando la prioridad, las unidades a producir son:

Cuadro 8. Unidades a Producir de cada Producto según el Margen *Throughput*

Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Columna 5	Columna 6	Columna 7
Prioridad	Producto	Demanda Semanal	Procesando Tiempo por Unidad sobre la	Capacidad requerida por el	Capacidad disponible en el	Cantidad Óptima a producir

⁵ Ver cuadro 5

			restricción (equipo 2)	recurso restrictivo (3*4)	recurso restrictivo (minutos)	(menor de 5 o 6 dividido entre 4)
▪ 1	Bastones de Madera	80 unidades	20 minutos	1600	2.400	80 unidades
▪ 2	Bastones de Acero	50 unidades	30 minutos	1.500	-1.600 800	27 unidades

Bajo las mismas condiciones de que el tiempo máximo consumido por el equipo 2 en una semana solo debe ser de 2.400 minutos y, considerando, la prioridad de fabricar los bastones de madera⁶. En el cuadro anterior se observa que de los 2.400 minutos que se pueden utilizar en el proceso de fabricación por cada recurso, se utilizan 1.600 minutos para fabricar las 80 unidades semanales que demanda el mercado de los bastones de madera, lo que significa que restan 800 minutos que deberán ser empleados en la fabricación de los bastones de acero. Los 800 minutos equivalen a 27 unidades ($800 \text{ minutos} / 30 \text{ minutos} = 27 \text{ unidades}$, aproximadamente). Se concluye que bajo el Método de Margen *Throughput* se deberán fabricar en el equipo 2, ochenta (80) unidades de bastones de madera y 27 unidades de bastones de acero por semana dentro de un límite de tiempo equivalente a 2.400 minutos.

Hasta este punto ya sabemos cuantas son las unidades de cada producto que deben ser producidas según sea el método de margen de contribución o de *throughput*, pero es evidente que continua el conflicto para el gerente ya que para él, aún no es claro cuál de los dos métodos le estará dando la mejor mezcla de productos de tal forma que lo lleve a maximizar la utilidad?

Para resolver este conflicto pasamos a calcular la utilidad semanal que se puede obtener con cada una de las mezclas de producto sugerida por ambos métodos y la combinación de productos que permita obtener la mejor utilidad, será la escogida.

⁶ Ver Cuadro 6

Veamos:

Cuadro 9. Cálculo del *throughput* según la Cantidad de Productos sugerida por el Margen de Contribución

Conceptos	Cantidad	Precio	\$ Subtotal	\$ Total
INGRESOS				
▪ Bastón de Madera	45	800	36.000	
▪ Bastón de Acero	50	900	45.000	
Total Ingresos				81.000
MENOS COSTO DE MATERIA PRIMA				
▪ Bastón de Madera	45	330	14.850	
▪ Bastón de Acero	50	230	11.500	
Total Costos Materia Prima				26.350
VALOR DEL THROUGHPUT				54.650
MENOS GASTOS OPERACIONALES				42.200
THROUGHPUT SEMANAL				12.450

Cuadro 10. Cálculo del *Throughput* según la Cantidad de Productos sugerida por el Margen *Throughput*.

Conceptos	Cantidad	Precio	\$ Subtotal	\$ Total
INGRESOS				
▪ Bastón de Madera	80	800	64.000	
▪ Bastón de Acero	27	900	24.300	
Total Ingresos				88.300
MENOS COSTO DE MATERIA PRIMA				
▪ Bastón de Madera	80	330	26.400	
▪ Bastón de Acero	27	230	6.210	
Total Costos Materia Prima				32.610
VALOR DEL THROUGHPUT				55.690
MENOS GASTOS OPERACIONALES				42.200
THROUGHPUT SEMANAL				13.690

Como se puede observar en los cuadros 9 y 10, la producción de 80 bastones de madera y 27 de acero sugerida en el análisis del Margen *Throughput* es la que permite obtener una mejor utilidad semanal (\$13.690), no así, la combinación sugerida por el Margen de contribución (\$ 12.450). Los resultados obtenidos nos llevan a concluir que el Margen de contribución no permite un adecuado gerenciamiento del recurso restrictivo.

3) Subordinar Todo el Sistema a la Restricción

Cuando se decide que el sistema se debe subordinar a la restricción esto lleva a que, en el caso específico de los bastones de acero, no se atienda la demanda semanal, la cual es de 50 bastones y, conforme a los resultados obtenidos para efectos de maximizar la utilidad, tan solo se deben producir 27 bastones de este tipo.

La compañía de Bastones Colombia S.A., no puede usar los equipos 1 y 3 a su máxima capacidad para producir más bastones de madera y acero. Pues de hacerlo se genera más inventario en proceso, lo que originaría una acumulación de inventarios en el área de empaques de bastones de madera, dando espera a que lleguen las partes de acero que están siendo procesadas por el recurso restrictivo (equipo 2). Adicionalmente en la parte de proceso del caucho que será utilizado en los bastones de Acero (mangos de caucho), los productos en proceso que salen del equipo 1 se comenzarían a acumular delante del equipo 2.

Las consecuencias negativas que se generarían de las anteriores circunstancias descritas serían las siguientes:

- 1) La compañía de Bastones Colombia S.A gastará dinero comprando madera y caucho que ellos no pueden transformar en *throughput*.
- 2) Como comienza a crecer la cantidad de mangos de caucho, el operador del equipo 2 podría llegar a confundirse. El operador del equipo 2 estaría gastando tiempo disponible haciendo mangos de caucho, en lugar de las piezas de acero requeridas. Por lo tanto, los mangos de caucho simplemente crearán una acumulación de inventarios en proceso delante del centro de trabajo de empaque.
- 3) La acumulación de piezas de madera para los bastones de madera o los mangos de caucho para bastones de acero podrían ocultar producción imperfecta que se mantiene no descubierta por algún tiempo. Una vez que los imperfectos son descubiertos, el equipo 2 podría parar hasta que se produzcan mangos de caucho aceptables. En adición, la demanda de mercado por los bastones de madera podría no ser atendida en cuanto la compañía de Bastones Colombia S.A. lucha por producir las piezas de madera en máquinas que originalmente tienen tiempo de sobra (capacidad) para producir piezas aceptables.

Por lo tanto, para evitar estos problemas, La compañía de Bastones Colombia S.A. necesita:

- 1) Subordinar las operaciones no cuello de botella al equipo 2 usando el sistema de Goldratt: tambor, pulmón, cuerda. La compañía de Bastones Colombia S.A. debería primero establecer un pulmón de inventario de acero (material directo) e inventarios en proceso de mangos de caucho para Bastones de acero delante del equipo 2. Estos inventarios pulmón serían lo suficientemente grandes para garantizar que, en el caso de que surjan

problemas con el acero o con el equipo 1, el equipo 2 pueda continuar produciendo.

2) La compañía de Bastones Colombia S.A. necesita que a través del sistema cuerda se evite que, el equipo 1 produzca más de lo que el equipo 2 puede soportar, una vez que el equipo 2 impone la capacidad de producción para la operación entera.

Finalmente, la tasa de producción (compás de tambor) del equipo 2 es comunicado al centro de trabajo de empaque y al equipo 3, así, que estas operaciones pasan a tener un ritmo más bajo del real.

4. Elevar la Restricción

Con TOC y la información del *Throughput* contable, la gerencia de La compañía de Bastones Colombia S.A. se concentrará en elevar el equipo 2 (recursos restrictivo) para producir los bastones de acero dado que la demanda de mercado por los bastones de madera está totalmente satisfecha (80 unidades).

El cálculo del valor *throughput* como se exhibe en el cuadro 6, si se consideraran los 30 minutos en el proceso desarrollado en el equipo 2, adiciona \$670 de utilidad semanal. Por lo tanto, si la diferencia entre el valor total del tiempo extra y el valor del tiempo sin horas extras es menor que \$1.340 por hora ($\$670/30 \times 60$ minutos), la compañía de Bastones Colombia S.A. debería definitivamente reconsiderar su política restrictiva sobre el tiempo extra.

Finalmente, La compañía de Bastones Colombia S.A. querrá considerar otros métodos para incrementar la demanda del mercado de los Bastones de madera. Los datos del valor *Throughput* exhibidos en el cuadro 6 muestran que si la demanda del mercado de los bastones de madera aumentará de 80 para 90 adiciona \$235 de utilidad semanal para los bastones de madera (se requieren 200 minutos para producir 10 bastones de madera que a un margen *throughput* de \$23,50 por unidad da la utilidad de \$ 235). El costo de oportunidad de producir los 10 bastones de madera en lugar de producir aproximadamente 7 bastones de acero es de \$148,86⁷. No obstante, el cambio compensatorio tiene sentido financiero.

Eventualmente, como La compañía de Bastones Colombia S.A. eleva su restricción crítica actual (La capacidad de el equipo 2 y la nueva demanda del mercado por los bastones de madera), el cuello de botella será eliminado y una nueva restricción surgirá, por ejemplo, La compañía de Bastones Colombia S.A. podría encontrar que es incapaz de obtener suficiente madera para satisfacer la capacidad del proceso elevado (aumentar la producción de bastones de madera en 10 unidades) y la demanda del mercado. Por lo tanto, el proceso total del TOC

⁷ En los mismos 200 minutos tan solo se podrían producir aproximadamente 7 bastones de acero que a un margen *throughput* de \$22,33 por unidad adicionan una utilidad de \$148,86.

comienza otra vez con nuevos cálculos de valores *throughput* basados en unidades de material directo (madera) convirtiéndose, así, en el recurso restrictivo.

3. CONSIDERACIONES FINALES

Las compañías manufactureras están obligadas a ofrecer productos diversos, de alta calidad y que sean entregados a sus consumidores finales en el menor tiempo posible.

Sin esfuerzos de mejoría continua que faciliten el logro de los objetivos mencionados inicialmente, las compañías difícilmente podrán mantener la ventaja competitiva que las mantienen vigentes en el mercado.

La TOC como herramienta gerencial permite que ese esfuerzo de mejoría continua sea realizado permanentemente por las empresas de tal forma que a través del TA, los gerentes pueden apreciar unos escenarios y resultados más claros para la toma de decisiones.

En el caso de Bastones Colombia S.A. se puede constatar que el modelo de toma de decisión de la TOC y su mecanismo de medición TA son definitivos para que se realice una gestión orientada a la maximización de los beneficios a partir de la identificación del recurso restrictivo, ya que de no hacerse de este modo, la compañía difícilmente alcanzará su meta, la cual es maximizar el beneficio de los accionistas o, en otras palabras, ganar dinero.

BIBLIOGRAFIA

ATWATER, B. And GAGNE, M.L. ***The Theory of Constraints versus Contribution Margin. Analysis for Product Mix decisions.*** Journal of Cost Management January-february, 1997, p. 5-15.

CONSTANTINIDES, Kim and SHANK, John K. ***Matching Accounting to Strategy: One mill's experience.*** Management Accounting, September, 1994; pag.76

CORBETT, Neto Thomas. **Contabilidade de Ganho: A nova contabilidade gerencial de acordo com a Teoria das Restrições.** São Paulo, Nobel, 1997, p.37-53.

DE SALES CIA, Joania Neide, **Contabilidade Gerencial e Teoria das Restrições: Interligando Contabilidade à Produção.** Memórias do XV Congresso Brasileiro de Contabilidade Fortaleza-Ceará, Vol. IV, outubro 1996, p. 143-164.

DUGDALE, David & JONES Colwyn. **The Theory of Constraints.** Accountancy, september 1995, p. 134.

_____ Accounting **for Throughput Part 1.**
Management Accounting, april 1996, p. 24-29.

_____ **Accounting for Throughput Part 2.**
Management Accounting, may 1996, p. 38-42.

FOSTER, George & HORNGREN, Charles. **JIT: Cost Accounting and Cost Management Issues.** Management Accounting. June 1987, p. 19-25.

GARDINER, Stanley C., BLACKSTONE Jr. John H. & GARDINER Lorraine R.
The Evolution of the Theory of Constraints. IM, may/june 1994, p. 13-16.

GOLDRATT, Eliyahu M. & COX, Jeff. **A Meta.** 35 ed. São Paulo, Educator, 1997.

_____ & FOX, Robert. **A Corrida Pela Vantagem Competitiva**
6^a.ed. São Paulo. Educator, 1996.

_____ **Garimpendo Informação Num Oceano de Dados: A Síndrome do Palherio.** São Paulo, Educator, 1996.

GUERREIRO, Reynaldo. **A Meta da Empresa Seu Alcance Sem Mistérios.** São Paulo, Editora Atlas S.A . 1996.

_____ **Princípios da Teoria das Restrições sob a Ótica da Mensuração econômica.** Caderno de estudos, São Paulo, FIPECAFI, V. 8, n. 13
Janeiro/Junho 1996, p. 9-18.

_____ & CATELLI, Armando. **As Críticas da Teoria das Restrições à Contabilidade de Custos: Uma resposta.** Memórias do XV Congresso Brasileiro de Contabilidade, Fortaleza - Ceará, Vol. I, outubro 1996, p. 43-64.

JAYSON, Susan. **Goldratt & Fox: Revolutionizing the Factory Floor.**
Management Accounting, may 1987, p. 18-22.

JOHNSON, Thomas & KAPLAN, Robert S. **The Rise and Fall of Management Accounting** Management Accounting, January 1987, p. 22-30.

LEE, Nels Terry & PLENERT, Gerhard. **Optimizing Theory of Constraints when New Product Alternatives Exist.** Production and Inventory Management Journal. Third Quarter, 1993, p. 51-57.

RUHL, Jack M. **Introduction to the Theory of Constraints.** Journal of Cost Management. Vol. 10, No. 2 Summer 1996 p. 43- 48.

SALAFATINOS, Chis. **Integrating The Theory of Constraints and Activity-Based-Costing.** Journal of Cost Management. Vol. 9, No 3, Fall 1995, p. 58-67.

SCHRAGENHEIM, Eli & BOAZ, Ronen. **Drum-Buffer- Rope Shop Floor Control.** Production and Inventory Management Journal. Third Quarter, 1990, p. 18-23.

UMBLE, Michael & SPOEDE, Charlene. **Making Sense of Management's Alphabet Soup.** Baylor Business Review, fall 1991, p. 26-27.

pagonza@univalle.edu.co
pagonza@usp.br