

**DISEÑO DE UNA MEZCLA OPTIMA DE PRODUCCION PARA AUMENTAR
LA PRODUCTIVIDAD DE UNA EMPRESA DEDICADA A LA
RECUPERACION DE MATERIALES PLASTICOS APLICANDO LA
CONTABILIDAD DEL TRUPUT**

INTEGRANTES

JOSE DANIEL PULIDO ROMERO

JHON JAIRO AMARIS

Trabajo presentado para optar el título de Especialista de Logística de Operaciones

UNIVERSIDAD SIMON BOLIVAR

Especialización en Logística de Operaciones

Barranquilla, Colombia

2021

NOTA de aceptación

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

Barranquilla, Junio de 2021

Contenido

1. GENERALIDADES DEL PROYECTO	7
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	9
2. OBJETIVOS	12
2.1 OBJETIVO GENERAL	12
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	12
3. MARCO DE REFERENCIA	13
3.1 ESTADO DEL ARTE	13
3.2 MARCO CONCEPTUAL	16
3.3 MARCO TEORICO	17
3.3.1 TEORÍA DE RESTRICCIONES.....	17
3.3.2 LA CONTABILIDAD DEL TRUPUT.....	21
3.3.3 EL RENDIMIENTO POR PRODUCTOS.....	23
3.3.4 RENDIMIENTO MÍNIMO POR PRODUCTOS. (RMP)	26
4. DISEÑO METODOLÓGICO	27
4.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	27
4.1.1 TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	27
4.1.1.1 FUENTES PRIMARIAS.....	27
4.1.1.2 FUENTES SECUNDARIAS.....	27
5. RESULTADOS	30
5.1 DIAGNOSTICO	30
5.2 MEZCLA ACTUAL DE PRODUCTOS.....	38
5.3 MEZCLA OPTIMA DE PRODUCTOS	40
6. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	44
7. CONCLUSIONES	46
8. REFERENCIAS	48

INTRODUCCION

La teoría de restricciones o TOC, fue creada por el doctor Eliyahu Goldratt en los años 80 cuando se dedicaba a realizar estudios de los problemas en la logística de producción. La teoría de restricciones brinda fundamentos, metodologías y herramientas que permiten entender el problema que se está presentando y buscar una solución práctica para resolverlo (Birrell R, 2004). La teoría de restricciones es un proceso de mejora continua, que se basa en un pensamiento sistémico, que ayuda a las empresas a incrementar sus utilidades con un enfoque práctico, identificando y explotando las restricciones para poder lograr sus objetivos, y permitirles ejecutar cambios fundamentales para eliminarlos (Goldratt & Cox, La Meta, 1984).

El objetivo general de todo gerente de una empresa es velar por el cumplimiento de los objetivos a corto, mediano y largo plazo, siempre buscando el sostenimiento de la empresa en el tiempo, proponer alternativas de mejora continua que impulsen a la empresa a crecer y conseguir más participación en el mercado. Esto se puede lograr con buenas prácticas de análisis de indicadores y herramientas gerenciales que permitan tomar decisiones acertadas que estimule al crecimiento de la compañía (Perez Henao & Arcos Henao, 2009), la contabilidad del trópeo brinda esos indicadores como base para la toma de decisiones en el momento en que las empresas crean opciones de negocio en los procesos y productos que ofrece, es una herramienta diferente para el analizar futuros procesos que se salgan en el mercado o en la organización.

El presente proyecto se desarrolla en una pequeña empresa que opera en la ciudad de Barranquilla desde el año 2014 realizando una efectiva labor en la recolección de materiales plásticos reutilizables. Su valor agregado se basa en la contribución implícita al medio ambiente, además de constituirse como la mejora de un núcleo económico de personas de

bajos recursos las cuales no cuentan con maneras de obtener ingresos económicos en otras actividades a razón de la condición social en la que se encuentran sus hogares por falta de oportunidades laborales y académicas. En Colombia, la industria plástica presenta una amplia lista de necesidades en los sectores demandantes de estos productos los cuales son adecuados a una amplia gama de industrias. Los productos plásticos tienen necesidades importantes en los campos de la construcción, embalajes, muebles y automóviles ya que compiten con materias primas como el vidrio, la madera, el papel, metales, etc., con repercusiones en los bajos costos de producción de los diferentes sectores (Díaz Escandon & Ramos Marrugo, 2000).

Se debe priorizar los modelos de negocios que tengan como objetivo la reutilización de productos plásticos. Estos productos cumplen con calidad, requisitos de demanda solvente, ayudan a reducir la degradación ambiental, brindan materiales competitivos a un menor costo, y se constituyen como una buena opción laboral para una determinada población contribuyendo de manera directa a la transformación de un mejor mundo. Este tipo de modelos de negocio debe ser más habitual y su permanencia en el tiempo deberá estar ligada a la responsabilidad e ideas que las gerencias otorguen a las labores de reciclaje y al aporte en la consecución de una cultura ambiental sostenible y eficiente, recicladora y conservadoras de fuentes naturales.

En este proyecto se busca diseñar una mezcla óptima de productos en una pequeña empresa de plásticos ya que no cuenta con un control estricto de sus operaciones, nace la necesidad de brindar un panorama actual y futuro de la empresa al aplicar herramientas como la teoría de restricciones y la contabilidad del trópeo obteniendo como resultado una mejor secuencia de producción de sus materiales.

Para lograr lo antes mencionado en este proyecto se plantea tres objetivos que contienen la siguiente información:

En el primer objetivo se aborda información sobre la actividad de la empresa, los productos que recicla y comercializa, procesos de producción y tiempos de producción de cada producto.

En el segundo objetivo se realiza un análisis de la mezcla de producción actual, el trput que genera cada producto, la utilidad neta que arroja esta mezcla y la productividad actual de la empresa.

En el tercer objetivo se analiza nuevamente la mezcla de producción, se determina el rendimiento de cada producto y con base al rendimiento se propone una nueva mezcla de productos, se calcula el trput por productos de la nueva mezcla de producción, se determina la utilidad neta y la productividad las cuales obtuvieron un aumento considerable.

Por último, se desarrolla un análisis de los resultados, los cuales indican a la empresa cual debe ser su prioridad y su enfoque en la recolección y producción de sus materiales, y las conclusiones del proyecto.

1. GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Colombia es un país con un proceso de reindustrialización permanente, el cual ha sido provocado por la consolidación de un crecimiento económico, afectado en los últimos años por la crisis económica mundial. La mayoría de las unidades productivas son Mipymes en las cuales la actividad y el tamaño de la empresa influye en la capacidad para ser innovadora, competitiva, exportar productos y poder financiarse. Como consecuencia de la importancia que tienen las Mipymes en el contexto económico y social colombiano, éstas se han convertido en el foco de interés de los bancos, de empresas que ofrecen tecnología, de empresas editoras que se interesan en realizar publicaciones especializadas sobre ellas e inclusive se han creado y fortalecido programas de emprendimiento dirigidos a incentivar la creación de pequeñas y medianas empresas. Por otro lado, también es importante la forma como las empresas utilizan la información ya que es un elemento que determina las ventajas competitivas entre las organizaciones. El uso estratégico de la información permite que los gerentes de las Mipymes utilicen la información para percibir los cambios y a partir de las representaciones creen conocimiento y tomen decisiones. Entre los mecanismos que ayudan a la toma de decisión se encuentran los estados financieros básicos, los indicadores financieros y no financieros, así como las herramientas gerenciales como el balanced scorecard, los costos ABC y la teoría de restricciones (esta es la menos conocida), las cuales a partir de sus premisas y modelos de decisión orientan el actuar de los gerentes para el logro del objetivo máximo que es el de crear valor (Gonzales & Bermudez , 2010).

Generalmente las empresas se preocupan mucho por reducir costos para poder obtener un mayor margen de utilidad, así mismo aumentar la productividad y los indicadores de gestión

de mayor utilización están orientados a medir eficiencias locales por departamentos o centros de costos. La teoría de restricciones evalúa estrictamente todos los modelos tradicionales que utilizan las organizaciones y muestra de una manera muy fácil y dinámica, un modelo que presenta la esencia de la función de las empresas la cual es generar utilidades. Para la teoría de restricciones, una empresa debe ser vista como un sistema de relaciones entre los recursos utilizados con la meta, la cual es agregar valor. Lo que le impide a una empresa aumentar las utilidades son las restricciones en sus procesos, si no hubiera restricciones, la compañía generaría mayores utilidades, ya que estos cuellos de botella son la limitación que bloquean la obtención de mayores ganancias, y los gerentes de las empresas deben enfocarse en ellas (Echeverria, 2008).

Actualmente el sector productivo se encuentra en un ámbito competitivo en el que se requieren recursos y habilidades para crecer y mantenerse en el tiempo. Existen empresas que no tienen en cuenta una planificación y análisis previo de sus operaciones obteniendo como resultado fallas en la programación de la producción, lo que puede incurrir en retrasos en las entregas de pedidos, incremento de costos y en ocasiones un bajo margen de contribución.

Las organizaciones tienen como objetivo crecer, sostenerse y generar utilidades. Para alcanzar estos objetivos, la gerencia, en algunas ocasiones, se concentran en incrementar el volumen de ventas. Este incremento en las ventas, está relacionado en forma proporcional con un incremento en la utilidad de la organización, con el retorno de la inversión y el mejoramiento en el flujo de caja. Pero este incremento en las ventas, genera la necesidad de contratar más empleados, abrir nuevos turnos de trabajo, comprar más materia prima, realizar inversiones en recursos y muchas veces el estado de resultado de la empresa se desmejora comparado con la situación sin el incremento de las ventas (Mendoza Vega , 2010).

La empresa en estudio recolecta, procesa y vende materiales plásticos, tiene una gran demanda de producto y un buen volumen de ventas, todo lo que produce es vendido inmediatamente alcanzando a cubrir sus costos operacionales, sin embargo, la empresa no cuenta con indicadores apropiados que permitan a los directivos enfocar sus esfuerzos y estimular las ventas de los productos con mayor rendimiento, dejando de lado una programación de la producción que les permita maximizar las utilidades. la empresa produce por mes aproximadamente 9.000 kilogramos obteniendo una utilidad aproximada de \$6'000.000, diseñando una nueva mezcla se espera aumentar la productividad en un 20% y así mismo incrementar las utilidades.

¿Cuál es la mezcla optima de producción que puede mejorar la productividad de una empresa dedicada a la recuperación de materiales plásticos aplicando la contabilidad del truput?

1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La planeación de la producción, es una actividad operativa para mejorar la productividad de bienes y servicios (Herrera Ramirez , 2011), que permite separar la información planificada mes a mes, semana a semana, ya no por familias, sino por productos. El objetivo debe apuntar a definir la mejor secuencia y ordenamiento en el periodo de los recursos compartidos, teniendo en cuenta las restricciones en el sistema y los objetivos de producción (Acevedo & Mejía, 2006).

Existen diferentes métodos de programación de la producción., una de ellas es la teoría de las restricciones (TOC), el cual se enfoca en gestionar frecuentemente las restricciones que obstruyen el crecimiento de la compañía hacia su principal objetivo; generar utilidad hoy y en el futuro (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008). Las restricciones del sistema definen

el tróput de la empresa, este consiste en un conjunto de procesos de pensamiento que utiliza la lógica de la causa y efecto para abordar lo que sucede y así hallar las formas de mejorar. Se tiene como idea central que en toda empresa existen restricciones que no dejan que las ganancias sean mayores, estos recursos limitantes son conocidos como cuellos de botella y el objetivo de los gerentes es eliminarlos mediante los pasos que brinda esta teoría, la cual propone pasos que ayudan a aumentar las utilidades como resultado del mejoramiento en los procesos de producción y en la asignación de los recursos. En este punto de vista, los cuellos de botella o restricciones pueden ser definidas como limitantes, puntos débiles o falta de algunos recursos dentro de una línea de producción, lo cual puede perjudicar el buen desempeño de un sistema, viendo a la empresa como un sistema (Gonzalez & Escobar , 2008).

La teoría de restricciones es una herramienta de gestión muy completa, ya que con su metodología se puede administrar una empresa de forma correcta y efectiva por medio de estas herramientas que permiten la toma de decisiones en áreas como producción, finanzas y mercadeo. Desde el punto de vista de producción se puede lograr una programación de producción que permita maximizar las utilidades de la empresa, desde finanzas se pueden tomar decisiones acertadas en inversiones de maquinaria o creación de nuevos productos y desde el área de mercadeo se enfocan en vender los productos que generen mayores ganancias a la empresa.

Con base a lo anterior al aplicar la teoría de las restricciones para determinar cuál es la mezcla óptima de producción en una empresa de recolección, procesamiento y venta de productos plásticos, permitirá a los dueños de la compañía tomar decisiones acertadas al momento de realizar la planificación y programación de la producción, estimular las ventas de los

productos que generen mayor margen de contribución y crear planes estratégicos para mejorar la productividad de la organización.

En este proyecto es importante tener claro la gestión actual de las operaciones de la empresa, Se debe tener en cuenta cual es el criterio que tienen los dueños para programar la producción, se deben identificar los costos totalmente variables y gastos de operación, la capacidad instalada de la planta de producción, precios de venta de cada productos y tiempos de procesos de los mismos e identificar el tiempo de capacidad restrictiva de cada uno, ya que con la información necesaria se lograra calcular el rendimiento de cada producto y poder determinar una priorización de los productos por orden de rendimiento y así mismo planificar la producción de manera adecuada.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar una mezcla optima de producción para aumentar la productividad de una empresa dedicada a la recuperación de materiales plásticos aplicando la contabilidad del trócut.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar un diagnóstico actual de la empresa que permita brindar información sobre su actividad económica, procesos productivos y volumen de ventas de cada producto.
- Analizar el estado actual de la mezcla de productos para determinar el margen de utilidades y productividad de la empresa.
- Definir la secuencia de producción por orden de rendimiento de mayor a menor y determinar el impacto en la productividad de la empresa.

3. MARCO DE REFERENCIA

3.1 ESTADO DEL ARTE

Todas las organizaciones en algún momento se han encontrado bloqueadas para lograr aumentar su rentabilidad debido a que utilizan métodos de costeo tradicionales que no les permite a sus directivos tomar decisiones acertadas que logren aumentar la productividad de la empresa, debido a estos problemas que se presentaban, el físico Eliyahu Goldratt en 1980 inicio realizando estudios en logística de producción y desarrolló la filosofía conocida como teoría de restricciones la cual ha tenido mucho éxito en las empresas en la que ha sido implementada cambiando una perspectiva de los gerentes y creando una cultura de mejora continua.

Autores como Echeverría (2008), quien Diseñó un sistema de información gerencial basado en la contabilidad del tróput para la toma de decisiones en finanzas, producción y mercadeo en una empresa de artículos plásticos y se basó en la contabilidad del tróput para brindar un nuevo enfoque a la organización y que se tomen mejores decisiones. También realizó una comparación entre los sistemas de información gerencial, la contabilidad del tróput. Y luego realizó el análisis de contribución por productos para lograr canalizar los recursos financieros hacia los puntos críticos para utilizarlos de manera óptima para aumentar la productividad de la empresa.

Además Ortiz & Caicedo (2012), determinaron la mezcla óptima de producción a partir del enfoque gerencial de la contabilidad del throughput en una pequeña empresa de calzados, donde identificaron las restricciones que presentaba el proceso productivo obteniendo las cantidades óptimas de producción y la secuencia de los productos mediante la teoría de restricciones y la investigación de operaciones obteniendo beneficios como mayores utilidades operacionales y mayor aprovechamiento de sus recursos. Por otro lado, Ramírez

Sarmiento (2009) diseñó una óptima mezcla de productos para aumentar la rentabilidad de la empresa Vidaplast S.A. mediante la teoría de restricciones y determinó cuál era la mezcla óptima de productos mediante la teoría de restricciones y logró aumentar la rentabilidad de la empresa Vidaplast S.A. en un 21.36% priorizando los productos que generan mayor tróput.

González & Escobar (2008), emplearon un caso en la empresa Cementos Andino S.A. En el que realizaron una comparación con el método de costeo variable y la teoría de restricciones y obtuvieron como conclusión que TOC y el TA permiten a los gerentes tomar decisiones coherentes y acertadas en los procesos productivos ya que colocan en consideración los recursos con capacidad restrictiva lo cual facilita la maximización de utilidades.

Castillo Baque, (2017) realizaron un trabajo sobre la contabilidad del tróput y su influencia en el mejoramiento de los resultados de la empresa, aplicando la teoría de restricciones en la empresa Latinomedical S.A. dando nuevo enfoque para la toma de decisiones gerenciales, y presentó los problemas de la contabilidad tradicional y los objetivos de la contabilidad del tróput, también hizo una comparación entre estos métodos de costeo y como conclusión se obtuvo que con la contabilidad de costos la compañía no puede identificar su cuello de botella ya que sus procesos de cálculo son manuales y eso afecta la toma de decisiones por otra parte este método de costeo no permite identificar la mezcla óptima de productos y los medidores de desempeño no van encaminados a los objetivos de la empresa.

Otros autores como Valdivieso Donoso & Vázquez Roldan (2012) aplicaron una comparación entre la contabilidad de costos vs. la contabilidad del tróput; aplicado a la empresa Rafael paredes e hijos cia. Ltda, una exportadora de sombreros durante el periodo 2011 y buscaron determinar las diferencias entre los métodos de costeo (contabilidad de costos vs contabilidad tróput) con el fin de establecer mejor su aplicación práctica. Y llegó a la conclusión que la contabilidad tróput permite tomar mejores decisiones en el área de

producción, Y brindo recomendaciones como analizar las mezclas de productos de acuerdo con la teoría de restricciones, es decir, las que generan mayor tróput, tener una planificación previa de producción para cumplir las entregas a los clientes y pedidos futuros y mejorar sus esfuerzos en mejorar la capacidad de su restricción.

También, Ávila Chimbo (2014) trabajó en el diseño de un sistema de costos utilizando la teoría de restricciones y la contabilidad tróput para la empresa Trapitos Uniformes y realizó un sistema de costeo basado en la contabilidad de tróput que permitió definir si los recursos de la compañía están dando su máximo rendimiento y si su distribución se encuentra en la forma correcta, para ello se llevó a cabo un análisis en cada uno de los procesos de producción en el cual se encontraron las restricciones del proceso productivo y así realizar el sistema de costeo mediante la teoría de restricciones. Los resultados de la implementación fueron favorables ya que se pudo explotar y elevar la restricción y se logró incrementar el tróput, lo que quiere decir que se generaron mayores ingresos a la empresa por medio de las ventas.

Además, Pérez Henao & Arcos Henao (2009), presentaron un nuevo enfoque para tomar decisiones basados en la aplicación de la contabilidad del tróput en una lavandería industrial con el fin de identificar la restricción del sistema, realizaron un análisis de los procesos de lavado especial a partir de su capacidad instalada. Se efectuó el análisis de contribución tróput y de esa manera identifico la línea de producción que genera dinero con mayor velocidad y así determinaron a cuál línea se le debe dar prioridad en las ventas para ocupar la capacidad disponible. Se simularon combinaciones de productos en los procesos de teñido, lavado y manualidades teniendo en cuenta su rendimiento por productos y se definió que sin tener incrementos en los costos de operación y sin ejecutar mayores inversiones en infraestructura o tecnologías, fue posible aumentar las ventas hasta un 70% con respecto a las ventas actuales.

3.2 MARCO CONCEPTUAL

Los siguientes conceptos son fundamentales para el desarrollo de esta investigación para generar una mejor comprensión y claridad del tema; a continuación, se mencionan los más relevantes:

- ✓ **Teoría de restricciones:** “La teoría de restricciones (TOC, del inglés theory of constraints) es un método sistemático de gestión que se basa en administrar frecuentemente las restricciones o cuellos de botella que obstruyan el crecimiento de la empresa hacia su meta de maximizar las ganancias o ventas con valor agregado menos los descuentos y los costos variables” (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008).
- ✓ **Truput:** “Es el ritmo en el que la empresa genera dinero a través de las ventas”(Goldratt, El síndrome del pajar, 1992).
- ✓ **Costo totalmente variable:** “Son aquellos gastos que varían en proporción a la actividad de la empresa” (Riquelme , 2020).
- ✓ **Inventario:** “Es la cantidad de dinero que el sistema invierte en compra de materias primas que la empresa intenta vender” (Zarruk & Fernandez , 2008).
- ✓ **Gatos de operación:** “Es todo el dinero que el sistema gasta en transformar el inventario en Truput” (Goldratt, El síndrome del pajar, 1992).
- ✓ **Utilidad neta:** “Es una medida de carácter absoluto. Ella mide en términos absolutos la cantidad de dinero que el sistema empresa está generando. Es definida, en el contexto de la teoría de las restricciones, como la ganancia menos los gastos operacionales” (Aguilera C, 2000).

- ✓ **Inversión:** “Todo el dinero que el sistema invierte en comprar cosas que pretende vender” (Goldratt & Cox, La Meta, 1984).
- ✓ **Rentabilidad:** “Es el beneficio obtenido de una inversión. En concreto, se mide como la ratio de ganancias o pérdidas obtenidas sobre la cantidad invertida” (Banca Privada, 2012).
- ✓ **Productividad:** “Se hace referencia al nivel de eficiencia que tienen los gastos invertidos por una empresa para desarrollar su actividad en relación a los ingresos recibidos” (Prokopenko, 1989).

3.3 MARCO TEORICO

3.3.1 Teoría de restricciones

Una restricción se define como cualquier factor que limita el funcionamiento de un proceso y restringe su producción, las restricciones pueden estar presentes en cualquier punto de la cadena de suministro, ya sea clientes, proveedores o dentro de los procesos de la empresa. Las decisiones que se toman en base a las restricciones y a la capacidad de un proceso deben tomarse en función al objetivo que el proceso desempeña dentro de la empresa ya que incrementar o disminuir la capacidad de un proceso genera un impacto en los otros procesos de la cadena. Los cuellos de botella son un tipo de restricción comúnmente encontrados en procesos de producción y se relaciona con la falta de capacidad de un proceso y también es conocida como recurso de restricción de capacidad, y se puede definir como cualquier recurso en el cual la capacidad disponible limita a la empresa para procesar las cantidades de productos, la mezcla de productos o dar respuesta a la variabilidad de la demanda requerida por el mercado. “Los gerentes de las empresas deben saber cómo identificar y administrar

los cuellos de botellas dentro de sus procesos, como realizar las mediciones de capacidad y desempeño de los procesos y de esa manera utilizar esa información para determinar la mejor mezcla de productos para la empresa” (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008).



Figura 1. Administración de restricciones

Fuente:

(Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008, pág. 255)

Los métodos que brinda la teoría de restricciones ayudan a incrementar las ganancias de la compañía con mejores resultados que los métodos tradicionales de costeo ya que son más sensibles al mercado. La mayoría de los métodos de contabilidad tradicional se centran en aumentar la producción de los productos de manera individual y a corto plazo, y no se enfocan en conseguir que los productos se fabriquen con rapidez a lo largo del sistema de productivo (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008).

La aplicación práctica de la teoría de restricciones abarca los siguientes pasos:

1. Identificar la restricción

Este es el proceso más complicado teniendo en cuenta que se le llama "restricción" a los indicios de no llevar a cabo un uso correcto del sistema. Normalmente creemos que hay muchas restricciones en el proceso: falta de personal, falta de maquinaria, falta de insumos,

falta de dinero, falta de espacio, políticas macroeconómicas, ausentismo, altos niveles de stocks, etc (Ramírez Sarmiento, 2009).

Las restricciones que están asociadas con las operaciones son llamadas también cuellos de botella y se dividen generalmente en dos tipos:

Externas: pueden ser las cantidades que pueden ser vendidas de un producto, o la disposición de la materia prima.

Internas: son las limitaciones que tiene la planta que limitan la producción a una cantidad menor a la de la demanda (Echeverría, 2008).

2. Explotar la restricción

Cuando ya se identificó la restricción del proceso debemos implementar planes de acción que aseguren el uso del 100% del tiempo disponible, ya que por ser un cuello de botella marca la velocidad de producción de la planta. Otra de las formas es cambiar la mezcla de productos que pasan por el cuello de botella, de manera que se minimice el tiempo de los mismos en la restricción, o también se pueden realizar controles de calidad preventiva inmediatamente antes de la restricción, para que éste no pierda tiempo con productos fuera de especificación que después van a ser rechazados y que disminuyen el volumen del lote a producir.

3. Subordinar

Este paso se lleva a cabo con base a la decisión anterior.

Ahora nos encontramos en un estado similar al de la situación actual. Todos los procesos que no son restricción deben estar balanceados con esta. Las no restricciones deben suministrar lo que los recursos con restricción necesitan. Desde este punto de vista, muy poco sirve que los demás procesos fabriquen con su máxima velocidad y que ignoren las restricciones proponiendo alcanzar un alto rendimiento local. Es muy probable que aumenten los

inventarios en proceso y los costos operativos, y es poco probable incrementen los beneficios (Estrategia focalizada, 2009).

4. Elevar la restricción

Para mejorar el proceso es necesario aumentar la capacidad del cuello de botella, En esto consiste este paso.

Una de las maneras de elevar las restricciones del sistema son: comprar una nueva máquina con mayor capacidad de producción, contratar más personal con habilidades adecuadas para ejecutar la labor, incorporar nuevos proveedores de los materiales que generan restricción en el proceso, ampliar la planta de producción, la construcción de una nueva planta operativa para satisfacer una demanda en crecimiento (Estrategia focalizada, 2009).

5. Volver al paso 1

En este debemos preguntarnos cuanto se ha elevado la capacidad de producción en la restricción, si ésta sigue siendo igual o si ahora existen otros recursos con menor capacidad. Entonces, se debe volver al Paso 1, iniciando de nuevo el Proceso.

El anterior es un proceso para centrarse en un procedimiento intuitivamente obvio, que a la vez es un proceso de mejora continua.

El proceso de mejora continua no termina nunca. El comportamiento de las mejoras realizadas variará a lo largo del tiempo. Es importante que todos los trabajadores de la empresa se interesen y se comprometan en el proceso de tal forma que lo importante no sean las mejoras en sí, sino el proceso mismo, esta es la principal idea, eliminar la resistencia de empezar a ver las cosas diferentes e incentivar un cambio de la cultura organizacional, Por ello se debe evitar que la inercia sea la principal restricción de la empresa. Para resolver esto tenemos la herramienta Procesos de Pensamiento (Estrategia focalizada, 2009).

3.3.2 La contabilidad del tróput

La contabilidad del tróput es una herramienta de gestión gerencial que brinda a los gerentes información para tomar decisiones enfocadas a la mejora de la productividad de una organización. Se enfoca en identificar los factores que limitan a una empresa a conseguir sus objetivos, y se enfoca en métodos simples que orienten al sistema en áreas claves para las metas organizacionales. La Contabilidad del Tróput es muy cercana a un flujo de caja de los ingresos y mantiene un enfoque no muy tradicional ya que no asigna casi ningún costo a los bienes y servicios vendidos por una empresa (Estrategia focalizada, 2009).

Para una organización que tiene como objetivo ganar dinero, el tróput es la velocidad a la cual el sistema genera dinero a través de las ventas. Se puede ver como el dinero generan las ventas a la organización menos el dinero que gasta la empresa en la materia prima.

Basándose en la teoría de restricciones existen tres indicadores que permiten evaluar el desempeño de la empresa: tróput, inventarios y gasto operativo, a partir de estos se pueden determinar otros indicadores como la Utilidad Neta, ROI y la productividad de una compañía.

El tróput es el valor monetario de las salidas o productos de una empresa y debe ser medido en unidades monetarias. las salidas son el volumen de productos producidos por la organización que se entregan al cliente en forma de ventas y en unidades físicas. Cada producto debe tener un precio de venta y un costo totalmente variable por lo tanto se obtendrá un tróput (Echeverria, 2008).

$$T= PV - CTV \quad (1)$$

T= tróput

PV= precio de venta

CTV= costo totalmente variable

El siguiente indicador es el inventario, en el cual se incluye los materiales, insumos y materias primas, productos en proceso y productos terminados, es decir todo el dinero invertido en la organización para obtener un bien o un servicio final.

El siguiente es el gasto operativo que es el costo con el que se da funcionamiento a la empresa, este incluye la mano de obra directa e indirecta. Estos gastos son inevitables, es decir, que seguirán incurriendo, aunque se decida clausurar parte del negocio, los gastos operativos también pueden ser variables en el transcurso del tiempo en la medida en que la producción aumente o disminuya y generalmente pueden variar en especial los que están asociados con los procesos de producción y ventas (Echeverría, 2008).

La utilidad Neta es el indicador que mide los resultados globales de la organización, es decir cuál fue la ganancia que se obtuvo durante un periodo de tiempo.

$$UN = T - GO \quad (2)$$

UN= Utilidad Neta

T= trput

GO= Gastos operacionales

La utilidad neta también se puede considerar como el retorno sobre la inversión (R.O.I).

$$R.O.I = \frac{\text{Trput} - \text{Gastos operativos}}{\text{Inversión}} \quad (3)$$

Otro indicador importante es la productividad que se expresa como los gastos invertidos por una empresa para poder desarrollar sus actividades en relación con los ingresos obtenidos.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Trput}}{\text{Gastos operativos}} \quad (4)$$

Para que la empresa pueda conseguir un aumento en la productividad, debe aumentar el tróvut del periodo y mantener los gastos operativos constantes o con muy poca variación, de otra manera sería reducir los gastos operativos, pero no se obtendrá un aumento significativo en la productividad de la organización.

3.3.3 El rendimiento por productos

Es la contribución que aporta a la empresa una vez que se ha descontado de los ingresos, los costos totalmente variables por unidad de recurso utilizado que restringe a la capacidad de producción de la empresa. El recurso utilizado puede ser horas maquinas, horas hombre, metros cuadrados de espacio utilizados por periodo (Mendoza Vega , 2010)

$$RP = \frac{\text{precio de venta} - \text{costo totalmente variable}}{\text{tiempo que se demora en ser procesada una en el recurso con capacidad restringida}} \quad (5)$$

En la Guía del Fabricante para Implementar la Teoría de Restricciones Mark J. Woeppe, menciona que las empresas funcionan como un reloj de arena, los productos que se producen están limitado por el tamaño del cuello de botella. Se puede incrementar la cantidad de arena que fluye en un periodo dado si agranda el cuello. Sin embargo, no toda la arena que fluye a través del cuello de botella es la misma. Una cierta cantidad de esta arena es oro, otras es plata, otra solamente arena. Si sabe cuál es cual, puede modificar la mezcla para incrementar la cantidad de oro y plata y disminuir la de arena y así incrementar los ingresos que fluyen a través del cuello de botella (Woeppe, 2003).

En la figura No 2, se puede apreciar, que la empresa da priorización en facturar más productos arenas, ósea productos que no le rinden tanto a la empresa. Por no tener capacidad suficiente en la empresa, al terminar un periodo quedan pendientes por facturar productos de mayores rendimientos como lo son los productos oro y plata. Todo esto es debido a que la organización

no utiliza unos indicadores de gestión apropiados que permita a la empresa realizar una priorización de los productos por orden de rendimiento de mayor a menor (Mendoza Vega , 2010).

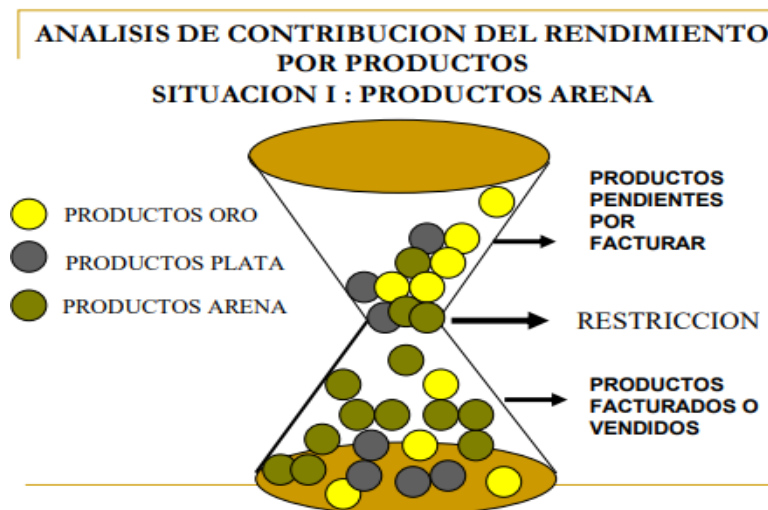


Figura 2. Analogía de las empresas

Fuente: (Mendoza Vega , 2010)

Cuando la empresa está en la situación de la Figura 2 se puede identificar que está dejando de fabricar los productos de mayor rendimiento, con la aplicación de la herramienta Análisis de Contribución de Rendimiento por productos, permite identificar estos tipos de productos realizando la clasificación por orden de rendimiento de mayor a menor. Con estos resultados el Departamento de Mercadeo y Ventas debe dar priorización, junto con el Departamento de Operaciones para la programación de la producción a los productos tipos oro, seguidos a los productos tipos plata y si queda tiempo a los productos arena. (Mendoza Vega , 2010).

En la figura 3 se puede apreciar que la empresa se esfuerza en vender productos tipo plata. Debido a la restricción de capacidad, la organización deja de facturar productos tipo oro. En este caso el departamento de mercadeo y Ventas diseñan sus estrategias de crecimiento en estos tipos de productos dejando por fuera los de mayores rendimientos (Mendoza Vega , 2010).

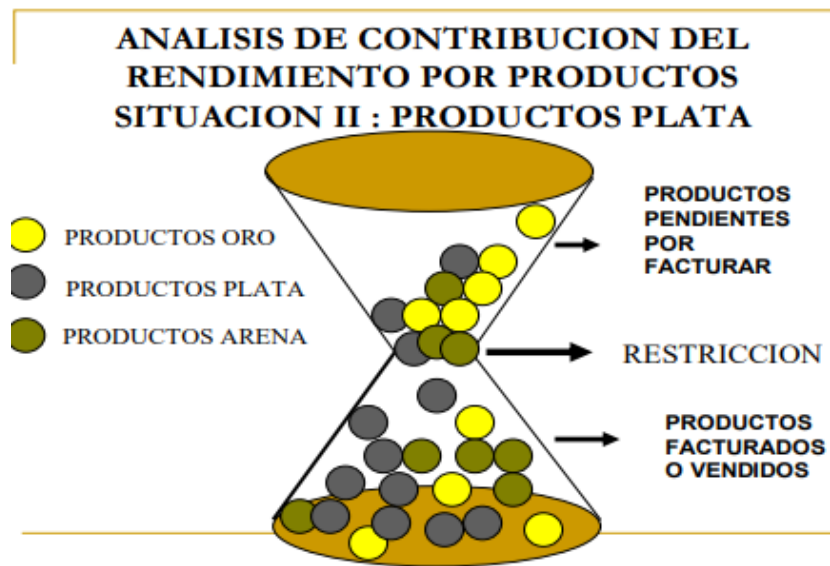


Figura 3. Analogía de las empresas

Fuente: (Mendoza Vega , 2010)

La situación de la figura 4 es la ideal, ya que la empresa enfoca sus esfuerzos en fabricar los artículos tipos oro y plata, los productos arena quedan pendientes por facturar por que son los productos de menor rendimientos. De tal manera que la programación de la producción debe dar prioridad a los productos tipo oro y plata ya que son los que generan mayores rendimientos y debe dejar de últimos los productos arena que son los que generan menor contribución como muestra la figura.

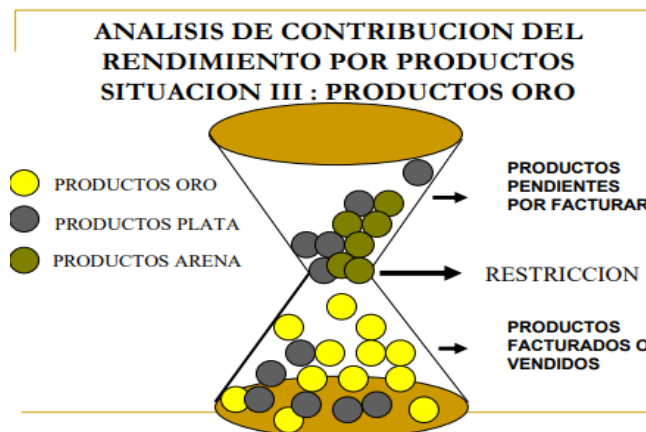


Figura 4. Analogía de las empresas

Fuente: (Mendoza Vega , 2010)

El propósito del Análisis de Contribución del Rendimiento por Productos es dar prioridad a aquellos productos que generan la mayor contribución con el menor uso de la restricción. La información puede ser evaluada para diseñar estrategias de mercadeo para estimular la venta de aquellos productos que entregan la mayor contribución por hora o desmotivar la demanda de aquellos que tienen menor contribución (Mendoza Vega , 2010).

3.3.4 Rendimiento mínimo por productos. (RMP)

El recurso que restringe la capacidad de producción de la empresa entre el tiempo que se utilice de este recurso en el periodo, es el que permite calcular cual debe ser el rendimiento mínimo (RMP) que debe tener cualquier producto que utilice este proceso para alcanzar una contribución que le permita a la empresa poder pagar los gastos operaciones del periodo.

$$\text{RMP} = \frac{\text{Gastos Operacionales}}{\text{tiempo disponible del periodo del recurso que restringe la capacidad}} \quad (6)$$

Con base a este rendimiento, se pueden identificar cuáles son los productos que están por debajo del RMP, los productos que rindan más que este rendimiento son los que se clasifican productos oro y plata. Si la empresa en su mezcla vende por debajo a este indicador, no alcanza a su punto de equilibrio de funcionamiento. Es por esto, que constantemente se debe monitorear que tipos de productos se están vendiendo con el fin de alcanzar a maximizar las utilidades de la empresa con una mezcla óptima de ventas.

Para que la empresa pueda ser productiva (generar Utilidad) la relación ponderada de la mezcla de venta debe ser $RP / RMP > 100 \%$. (Mendoza Vega , 2010).

4. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1 Tipo de investigación

Investigación descriptiva

Se emplea este tipo de investigación ya que se analizará el criterio que tienen los gerentes de la empresa para programar sus operaciones actualmente, identificando todas las variables como los costos de materia prima, tiempo, mano de obra, gastos de operación y otras variables que incidan en dicho proceso.

4.1.1 Técnicas para la recolección de datos

Para la recolección de la información de la presente investigación, se establece un procedimiento debidamente planeado, organizado y sistematizado, que sea congruente con la investigación para que sea información confiable y que permita su validación. Por lo cual las técnicas para la recolección de la información que se escogen para este proyecto son:

4.1.1.1 Fuentes primarias

la principal fuente de información es la proporcionada mediante las observaciones y mediciones realizadas en la planta de producción, también la información suministrada por los gerentes de la empresa, la cual es información básica e importante para lograr la consecución de los objetivos.

4.1.1.2 Fuentes secundarias

Se tomaron como soporte referencias bibliográficas distribuidas en libros, artículos científicos, artículos de revista, proyectos de investigación, tesis de grado entre otros, enfocados en la temática Teoría de restricciones que facilitaran la comprensión de la metodología. Adicional a esto, se consultó en portales web especializados en esta herramienta.

Para el desarrollo de este proyecto se recolectará parte de la información por medio de la observación directa e información suministrada por la gerencia, permitiendo realizar el debido análisis e identificar los puntos y datos necesario para lograr los objetivos de esta investigación. Se debe aplicar las herramientas suministradas por la teoría de restricciones en el campo de aplicación, es decir en la planta de producción de la empresa, las cuales fueron descritas con anticipación.

A continuación, se detallan de manera resumida mediante una tabla los principales aspectos que hacen parte de la metodología empleada en el desarrollo de la presente investigación, teniendo en cuenta sus características.

Objetivo 1	Realizar un diagnóstico actual de la empresa que permita brindar información sobre su actividad económica, procesos productivos y volumen de ventas de cada producto.
Actividades	• Recolección de datos generales de la empresa • Entrevistas con los gerentes de la empresa
Métodos de Investigación	Observación Científica Investigación básica
Técnica Utilizada	• La Observación • La entrevista
Objetivo 2	Analizar el estado actual de la mezcla optima de productos para determinar el margen de utilidades y productividad de la empresa.
Actividades	• Entrevista con gerencia • Mediciones de tiempos de procesos • Análisis de problemática
Métodos de Investigación	Observación Medición

Técnica Utilizada	• Entrevista • Observación
Objetivo 3	Definir la secuencia de producción por orden de rendimiento de mayor a menor y determinar el impacto en la productividad de la empresa.
Actividades	• Identificación de la restricción • Aplicación de la contabilidad trypu • Análisis de contribución por cada producto
Métodos de Investigación	Investigación Documental
Técnica Utilizada	• Análisis de la información

5. RESULTADOS

5.1 DIAGNOSTICO

La empresa Marpi Hermanos LTDA. es una pequeña empresa del sector industrial que se dedica a la recuperación y comercialización de materiales plásticos en la ciudad de barranquilla, Actualmente la empresa maneja tres tipos de productos los cuales son:

1. Polietileno de alta densidad
2. Polietileno de alta densidad soplado
3. Polipropileno

Cada uno de estos productos son clasificados y procesados por tipo y por color (blanco, amarillo, azul, rojo, gris, verde y negro).

✓ **Polietileno de alta densidad (PE-HD)**

Este tipo de plásticos pueden transformarse por cualquier método, los más comunes son: extrusión, extrusión soplado e inyección.

Sus aplicaciones mas comunes son:

Existe una amplia variedad de aplicaciones del PE-HD; las más comunes son:

- ✓ Bolsas
- ✓ Envase para leche, yogurt y otros lácteos.
- ✓ Envases para detergentes y otros líquidos limpiadores.
- ✓ Envases para cremas, champú y otros líquidos para aseo personal.
- ✓ Tarimas (pallets).
- ✓ Cestos para basura.
- ✓ Cajas para uso industrial o agrícola.
- ✓ Botes, cubetas, palanganas.

- ✓ Juguetes.
- ✓ Mangueras.

Casi todos los productos de PE-HD pueden recolectarse por la cantidad y facilidad con la que se encuentran, los que más se reciclan son: Envase, envases de yogur y jugos, envases de líquidos de limpieza y aseo personal, películas y bolsas, botes, cubetas, palanganas, juguetes, cestos, macetas, tarimas.

✓ **Polietileno de alta densidad soplado**

Se debe hacer la clasificación por el proceso con el que se fabricó la pieza (inyección, extrusión, etc.), por el tipo de producto, por el color (al menos en color natural y multicolor) y en la clasificación y selección se deben limpiar y retirar toda la suciedad y lo que se considere un contaminante del material.

En la tabla 1 se evidencia como deben ser separados los materiales según su proceso además los principales contaminantes encontrados en los productos reciclados.

Con base a lo mencionado anteriormente, el polietileno de alta densidad y el polietileno de alta densidad soplado son el mismo tipo de plástico y una vez se transforman, se desechan, se reciclan, deben ser utilizados para el mismo proceso de transformación al que fue sometido inicialmente.

Tabla 1. Separación de materiales

Productos	Procesos	Principales contaminantes
Botes Cubetas Palanganas Juguetes	Inyección	Asas metálicas Grasas y aceites Pinturas Cemento, cal o parecidos Metales Cromados o metalizados Quemados o degradados
Tarimas	Inyección	Alambres Tornillos Pasadores
Contenedores	Inyección	Alambres Tornillos Pasadores
Cajas uso industrial o agrícola	Inyección	Alambres Tornillos Pasadores
Mangueras cintillas	Extrusión	Alambres Tierra y lodo metales
Películas y bolsas sin color	Extrusión	Grapas Cintas adhesivas Rótulos con marcador Alambres Grasas y aceites
Películas y bolsas con color	Extrusión	Grapas Cintas adhesivas Rótulos con marcador Alambres Grasas y aceites
Envases de leche, yogurt y jugos	Extrusión soplado	Sello (foil) de aluminio Tapa y anillo de color Etiquetas de PVC Restos de lácteos y jugos
Envases de líquidos para limpieza (multicolor)	Extrusión soplado	Tapas Quemados o degradados Grasas y aceites

Fuente: (Recimex, 2017)

✓ Polipropileno

Este tipo de plástico se utiliza más comúnmente en los sectores de consumo masivo para fabricar cajas agrícolas, artículos para el hogar, juguetes, caja de herramientas, vasos de plásticos, cucharas, mesas, sillas, bancos etc.

Tipos de Polipropileno:

- ✓ Homopolimero
- ✓ Copolimero
- ✓ Con carga y sin carga
- ✓ Colores: rojo, blanco, verde, azul, negro, gris y amarillo.

Estas son algunas de las referencias que procesa la empresa:



Figura 5. Polipropileno reciclado
Fuente: almacenamiento de la empresa



Figura 6. Polipropileno
Fuente: almacenamiento de la empresa



Figura 7. Material Polietileno soplado
Fuente: propia



Figura 8. Polietileno soplado
Fuente: almacenamiento de la empresa



Figura 9. Material polietileno de alta densidad

Fuente: propia



Figura 10. Polietileno de alta densidad

Fuente: almacenamiento de la empresa

En la actualidad la empresa cuenta con cuatro máquinas para realizar la transformación de los materiales, sin embargo, para ello debe realizar un largo periodo de reabastecimiento dentro del cual se va realizando la clasificación de los productos una vez que vayan llegando a la empresa. A continuación, se describen cada uno de los procesos que se llevan a cabo para obtener el producto final.

- ✓ **Clasificación:** esta operación consiste en clasificar los materiales según su tipo y color, una vez llegan los materiales reciclados a la empresa se procede a realizar la respectiva clasificación de los mismos y luego se pasa a la máquina molidora para que sean quebrados y se reduzca su tamaño.
- ✓ **Quebrado:** este proceso consiste en introducir los materiales a una máquina molidora, con el fin de reducir el tamaño y así quepa una mayor cantidad de materiales en la máquina lavadora.
- ✓ **Lavado:** Este proceso consiste en retirar la suciedad de los productos ya que son productos reciclados, por tanto, se introduce el material en una máquina lavadora por cada tipo de producto y por color, durante siete minutos, el material se lava con soda caustica e hipoclorito de sodio.

- ✓ **Enjuague:** en este proceso se introduce el material en cloro para ser enjuagado durante diez minutos y luego se pasa a secar.
- ✓ **Secado:** se introduce el material en una maquina centrifuga con el fin de secar el material y pase al siguiente proceso.
- ✓ **Molida:** consiste en introducir el material en un molino para reducir más el tamaño del producto y posteriormente empacarlo y almacenarlo.
- ✓ **Empaque:** el producto una vez finalizado es empacado en sacos de 25 kg.

En el siguiente diagrama se muestra la secuencia del proceso

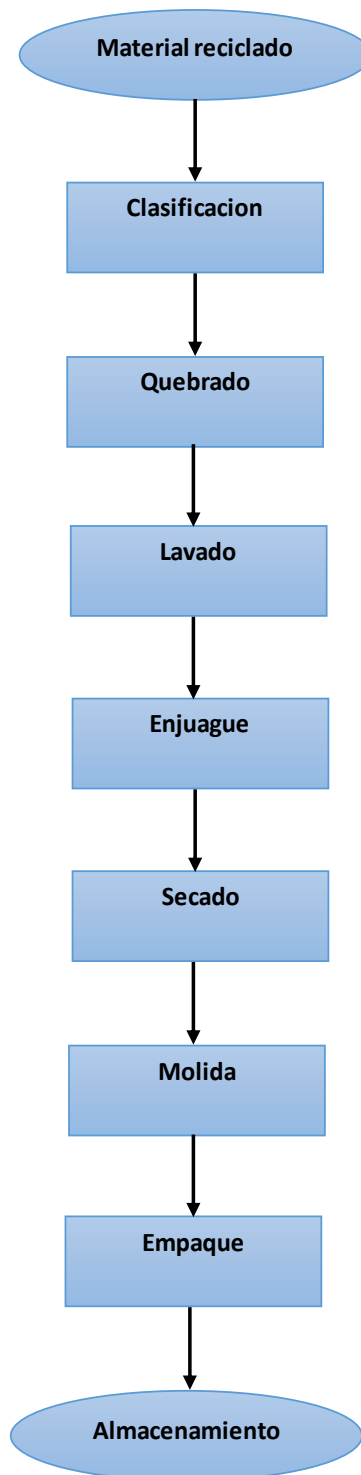


Figura 11. Diagrama de proceso

Fuente: Elaboración propia

la empresa mensualmente recolecta aproximadamente 12,000 kilos de materiales, las cuales no son procesadas en su totalidad ya que se debe clasificar y organizar los materiales durante un periodo de dos semanas, lo cual le resta capacidad a la empresa para producir la cantidad total. Durante el periodo en estudio se realizó una medición de los procesos para determinar la capacidad actual de la empresa y así mismo identificar su recurso con restricción de capacidad teniendo en cuenta que la empresa dispone de 10 horas/día y 6 días/semana lo cual da como resultado 120 horas disponibles para procesar los materiales que fueron clasificados. En la siguiente tabla se pueden observar los tiempos en cada proceso:

Tabla 2. Producción de material por hora

Material	Quebrado kg/h	Lavado kg/h	Enjuague kg/h	Secado kg/h	Molida kg/h	Empaque kg/h
Polipropileno	170	200	600	120	170	170
Polietileno soplado	65	200	600	120	80	80
Polietileno de alta densidad	160	200	600	120	160	160

Fuente: Elaboración propia

Los datos que se encuentran en la tabla número 2, expresan la cantidad de kilogramos procesados por hora, y los datos resaltados en rojo, son los cuellos de botella para cada producto. El recurso restrictivo es el que menor cantidad procesa en unidad de tiempo o el que tiene menor capacidad, para este caso encontramos que:

Para procesar un kilo de polipropileno y polietileno de alta densidad se necesitan 0,008333333 horas teniendo en cuenta el recurso con restricción de capacidad se encuentra en el proceso de secado.

Para procesar un kilo de polietileno soplado se requieren 0,015384615 horas teniendo en cuenta que el recurso con restricción de capacidad se encuentra en el proceso de quebrado.

Para el periodo observado el plan de producción fue:

1. Polietileno soplado: 4800 kg
2. Polipropileno: 4200 kg
3. Polietileno de alta densidad: 3000 kg

El tiempo disponible con el que la empresa cuenta es de 240 horas, ya que se trabaja 10 horas/día y 6 días/semana.

Para clasificar el material se requiere trabajar 120 horas de la siguiente manera:

10 horas/día y 6 días/semana.

Para procesar el material clasificado se dispone de las mismas 120 horas teniendo en cuenta que la eficiencia del proceso es del 93,3% lo cual da como resultado aproximadamente 112 horas disponibles.

A continuación, se observa las horas requeridas para procesar cada uno de los productos:

Polietileno soplado se requieren $4800 \text{ kg} / 65 \text{ kg/hora} = 73.8$ horas

Polipropileno se requieren $4200 \text{ kg} / 120 \text{ kg/hora} = 35.0$ horas

Polietileno de alta densidad $3000 \text{ kg} / 120 \text{ kg/hora} = 25$ horas

Con base a lo anterior se necesitan 133,8 horas para procesar la cantidad total de materiales y solo se cuenta con 112 horas.

5.2 MEZCLA ACTUAL DE PRODUCTOS

La mezcla actual de producción es la siguiente:

Tabla 3. Mezcla actual de productos

Prioridad	Productos	Horas requeridas	Producción (kg)
1	Polietileno soplado	73,8	4800
2	Polipropileno	35	4200
3	Polietileno de alta densidad	3,2	378,5
Total		112	9378,5

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3 se puede apreciar el plan de producción del periodo y la secuencia de los productos a procesar. La producción obtenida en el periodo fue de 9.378,5 kilogramos, y pendiente por procesar 2.621,5 kilogramos de Polietileno de alta densidad.

Ahora se calcula la utilidad que genera esta mezcla a la empresa teniendo en cuenta el trput de cada producto:

Precio de venta: \$2.500

Ctv: \$1.200

Truput= (precio de venta – costo totalmente variable) * kilogramos procesados

Truput Polietileno soplado = $(\$2500 - \$1200) * 4800 \text{ kg} = \$6'240.000$

Truput Polipropileno = $(\$2500 - \$1200) * 4200 \text{ kg} = \$5'460.000$

Truput Polietileno de alta densidad = $(\$2500 - \$1200) * 378,5 \text{ kg} = \492.000

De esta mezcla se obtiene un Truput total de \$ 12'192.000.

A continuación, se presentan los gastos operacionales promedio que genera la empresa mensualmente:

Tabla 4. Gastos operacionales

Gastos operacionales	
Arriendo	\$ 1.400.000
Luz	\$ 940.000
Agua	\$ 210.000
Mano de obra	\$ 3.094.000
Insumos	\$ 384.000
Total	\$ 6.028.000

Fuente: Elaboración propia.

La utilidad de la empresa con la mezcla utilizada sería la siguiente:

Utilidad neta: truput total – Gastos operacionales

Utilidad neta: \$ 12'192.000 - \$ 6'028.000

Utilidad neta= \$ 6'164.000

La productividad actual de la empresa con la actual mezcla seria:

Productividad = Truput total / Gastos Operativos

Productividad= \$12'192.000/ \$6'028.000

Productividad= 2,02

Según los cálculos anteriores la empresa tiene un buen margen de utilidad alcanzando a cubrir sus gastos de operación y obteniendo una utilidad de \$6'164.000 y también tiene una productividad elevada teniendo en cuenta su punto de equilibrio, sin embargo, con los indicadores adecuados puede elevar más sus utilidades y la productividad, y enfocarse en aquellos productos que generen mayor utilidad y así tratar de alcanzar su capacidad máxima de ganancias.

5.3 MEZCLA OPTIMA DE PRODUCTOS

Como ya se identificaron con anterioridad los recursos con restricción de capacidad para cada uno de los productos, ahora se requiere hallar la mezcla optima que permita a la empresa mejorar su productividad. Con base en la formula número 5 se puede determinar el rendimiento de cada producto por unidad de tiempo.

$$RP = \frac{\text{precio de venta} - \text{costo totalmente variable}}{\text{tiempo que se demora en ser procesada una en el recurso con capacidad restringida}}$$

En la siguiente tabla se puede apreciar el recurso el cuello de botella de cada producto.

Tabla 5. Tiempo de ciclo por kilogramo

Producto	Restricción (kg/hora)	RRC horas/unidad
Polipropileno	120	0,008333333
Polietileno soplado	65	0,015384615
Polietileno de alta densidad	120	0,008333333

Fuente. Elaboración propia.

Con la información suministrada por la tabla 5 es posible calcular el rendimiento de cada material como se muestra a continuación.

Polietileno soplado= $(\$2.500 - \$1.200) / 0,015384615$ horas

Polietileno soplado = \$84.500 / hora

Polipropileno= $(\$2.500 - \$1.200) / 0,008333333$ horas

Polipropileno = \$156.000 / hora

Polietileno de alta densidad= $(\$2.500 - \$1.200) / 0,008333333$ horas

Polietileno de alta densidad = \$156.000 / hora

Según la contabilidad del trócut el producto que más genera dinero en la restricción por hora es el polipropileno y el polietileno de alta densidad, con base a esto se puede determinar una nueva mezcla dándole prioridad a dichos productos ya que son los de mayor rendimiento.

En la siguiente tabla se propone una nueva mezcla de productos:

Tabla 6. Mezcla optima de producción

Prioridad	Productos	Horas requeridas	Producción (kg)
1	Polipropileno	35	4200
2	Polietileno de alta densidad	25	3000
3	Polietileno soplado	52	3380
Total		112	10580

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 6 se propone una nueva secuencia de productos para que sean procesados.

Con esta nueva mezcla se procesarían 10.580 kilogramos, 4.200 kg de polipropileno, 3.000 kg de polietileno de alta densidad y 3.380 kg de polietileno soplado. Queda pendiente por procesar 1.420kg

De polietileno soplado.

A continuación, se calcula el nuevo trput que genera la empresa con la nueva mezcla de productos:

Trput= (precio de venta – costo totalmente variable) * kilogramos procesados

Trput Polipropileno = (\$2.500 - \$1.200) * 4.200 kg = \$5'460.000

Trput Polietileno de alta densidad = (\$2.500 - \$1.200) * 3.000 kg = \$3'000.000

Trput Polietileno soplado = (\$2.500 - \$1.200) * 3.380 kg = \$4'394.000

De esta mezcla de productos se obtiene un trput total de 13'754.000 el cual es mayor que el trput obtenido con la mezcla de productos anterior. Con base a esto la empresa obtendría la siguiente utilidad neta:

Utilidad neta: trput total – Gastos operacionales

Utilidad neta: \$ 13'754.000- \$ 6'028.000

Utilidad neta= \$ 7'726.000

La productividad de la empresa con la actual mezcla seria:

Productividad = Truput total / Gastos Operativos

Productividad= \$13'754.000/ \$6'028.000

Productividad= 2,28

Como se pudo observar de la nueva mezcla de productos se obtiene un incremento en la utilidad de \$7'726.000, aumentando en \$1'562.000 con respecto a la mezcla actual de la empresa, lo cual significa un aumento del 26% en la productividad de la empresa.

6. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

La correcta programación de las operaciones representa un rol muy importante en la productividad de la empresa, ya que de realizando una correcta programación con herramientas adecuadas se puede maximizar las utilidades en los periodos determinados de producción. La teoría de restricciones es un método o herramienta útil para la toma de decisiones acertadas para programar la producción y que funciona como una herramienta de mejora continua que se concentra en aumentar las ganancias de la organización.

La aplicación de la contabilidad del tróput es una herramienta gerencial que brinda la teoría de restricciones que muestra de manera clara a donde debe apuntar la empresa. En el presente proyecto se pudo apreciar que la empresa tiene un buen margen de productividad, sin embargo, con la aplicación de la contabilidad del tróput es posible aumentar las utilidades dándole prioridad a los productos que generan mayores rendimientos. Con estos indicadores es posible conocer la capacidad máxima que tiene la compañía para un periodo determinado teniendo en cuenta el tiempo disponible para procesar los materiales y el rendimiento por hora de cada uno de la siguiente manera:

Polietileno soplado = \$84.500 / hora

Polipropileno = \$156.000 / hora

Polietileno de alta densidad = \$156.000 / hora

Como se puede observar el mayor rendimiento es de \$156.000 / hora, entonces la empresa debe tratar de recolectar mayores cantidades de polipropileno y polietileno de alta densidad para alcanzar su capacidad máxima de utilidades.

Capacidad máxima: $\$156.000/\text{hora} \times 112 \text{ horas/mes} = \$17'472.000/\text{mes}$

Alcanzando la capacidad máxima, se logra un aumento de en la utilidad neta de \$11'444.000 aumentando en \$5'280.000 con respecto a la utilidad neta que genera la mezcla actual de producción, y un aumento del 87% en la productividad.

Por otro lado, se puede conocer el rendimiento mínimo, el cual es un indicador que permite mostrar los productos que no alcanzan su punto de equilibrio, es decir, no generan la cantidad de dinero suficiente por unidad de tiempo.

$RMP = \text{Gastos Operacionales} / \text{tiempo disponible del periodo del recurso que restringe la capacidad.}$

$RMP = \$6'028.000 / 112 \text{ horas}$

$RMP = \$53.821,4 / \text{hora}$

Con base al rendimiento mínimo por productos, se puede apreciar que la empresa mantiene todos sus productos por encima del rendimiento mínimo, lo que le permite cubrir sus gastos operacionales y generar utilidad.

7. CONCLUSIONES

La teoría de restricciones es una metodología gestión y mejora continua de una empresa, que hace ver a la empresa como un sistema y que hace balancear el flujo de capacidad a la capacidad del recurso con restricción de capacidad que es el que determina el ritmo de la producción y la utilidad de la empresa.

El objetivo de todo negocio es generar utilidad, y satisfacer las necesidades del cliente. Si no se logra ganar una determinada cantidad de dinero o no se logra cumplir con la demanda establecida en un periodo es porque las restricciones lo están impidiendo y la toma de decisiones está fallando, por tal motivo la mezcla optima de producción es una importante decisión para definir una programación de la producción y así se lograr incrementar el margen de ganancias de la empresa. A través de una mezcla optima de producción se puede lograr aumentar las utilidades sin invertir mucho dinero, aumentando el margen del retorno sobre la inversión y volviendo a la organización más competitiva.

En este estudio se realizó un análisis de cómo se lleva a cabo la programación de producción en esta pequeña empresa, en la cual se pudo identificar que carece de indicadores adecuados para la toma de decisiones, se tuvo en cuenta las características y funcionamiento de la empresa para poder ofrecer una propuesta óptima para diseñar una nueva mezcla de productos. Se analizó la mezcla actual de productos, y se obtuvieron valores positivos como \$ 6'164.000 de utilidad y una productividad del 2,02 y para identificar la mezcla optima de productos se identificaron los cuellos de botella de cada producto y con base a ello se determinó cuanto es el trput de cada producto por hora, de tal manera se propuso una nueva mezcla dándole prioridad a los productos con mayor trput y esta nueva mezcla genera una nueva utilidad neta de \$ 7'726.000 y una productividad de 2,28.

El tróput no divide los costos como fijos y los variables, solo define los costos totalmente variables, es decir, los costos como mano de obra, servicios públicos, arriendos, etc., son considerados como gastos operacionales y los costos totalmente variables son los de la materia prima.

Con el método TOC, se toman decisiones basadas en la capacidad disponible que tiene la empresa, ya que la capacidad es la que determina los volúmenes de producción y así mismo los resultados de la empresa.

La empresa debe enfocarse en explotar la restricción de su proceso para aumentar su capacidad productiva y aumentar las ganancias.

Con la contabilidad del tróput, es posible conocer la capacidad financiera máxima que tiene la empresa y debe concentrar sus esfuerzos en vender los productos que generan mayor contribución.

8. REFERENCIAS

- Acevedo , J., & Mejia, G. (2006). Programación reactiva y robusta de la producción en un ambiente sistema de manufactura flexible: llegada de nuevas órdenes y cambios en la prioridad de las órdenes de trabajo.
- Aguilera C, C. I. (Diciembre de 2000). *Scielo*. Obtenido de Estudios Gerenciales : http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-59232000000400004
- Avila Chimbo, J. V. (2014). Diseño de un sistema de costos utilizando la teoria de restricciones y la contabilidad del truput para la empresa "Trapitos Uniformes". *Carrera de Contabilidad y Auditoria*. Universidad Politecnica Salesiana, Cuenca.
- Banca Privada. (27 de Febrero de 2012). *ANDBANK*. Obtenido de ANDBANK: <https://www.andbank.es/observatoriodelinversor/que-es-la-rentabilidad/>
- Birrell R, M. (2004). *Simplicidad inherente Fundamento de la teoria de restricciones*. Libros en red.
- Castillo Baque, D. R. (2017). “La contabilidad del truput y su influencia en el mejoramiento de los resultados de las empresas.”. (*Facultad de administracion*). Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Guayaquil.
- Diaz Escandon, E., & Ramos Marrugo, H. W. (2000). *Diagnostico y situacion de competitividad de la pequeña y mediana industria del plastico en la ciudad de Cartagena de Indias*. Corporación Universitaria Tecnológica de Bolívar, Cartagena.
- Echeverria, V. (2008). Diseño de un sistema de informacion gerencial basado en la contabilidad del truput para la toma de decisiones en finanzas, produccion y mercadeo

en una empresa de artículos plásticos. (*Tesis de Maestría*). Universidad del Norte, Barranquilla .

Estrategia focalizada. (2009). www.estrategiafocalizada.com. Obtenido de www.estrategiafocalizada.com: <http://www.estrategiafocalizada.com/contabilidad-del-truput>

Goldratt, E. (1992). *El síndrome del pajar*. Madrid, España: Ediciones Díaz De Santos, S.A.

Goldratt, E., & Cox, J. (1984). *La Meta*. Monterrey: Ediciones Castillo.

Gonzales , P., & Bermudez , T. (2010). Fuentes de información, indicadores y herramientas más usadas por gerentes de Mipyme en Cali, Colombia. *ResearchGate*, 27.

Gonzalez, P., & Escobar , J. W. (2008). Teoría de las restricciones (TOC) y la mecánica del Throughput Accounting (TA). Una aproximación a un modelo gerencial para toma de decisiones: caso compañía de Cementos Andino S.A. *Vicerrectoría de investigaciones Univalle*. Universidad Del Valle, Bogotá, Colombia.

Herrera Ramirez , M. (2011). Programación de la producción. *Virtual Pro*, 2.

Krajewski, L., Ritzman, L., & Malhotra, M. (2008). *Administración de operaciones, procesos y cadena de valor* . MEXICO: Pearson educación.

Mendoza Vega , L. (2010). Análisis de rendimiento por contribución: Indicador estratégico para el crecimiento de la productividad empresarial. *Congreso Internacional de Estrategias Empresariales*. Universidad Autónoma del Caribe, Barranquilla, Colombia.

Ortiz, V. K., & Caicedo, A. J. (2012). Mezcla óptima de producción desde el enfoque gerencial de la contabilidad del throughput: en una pequeña empresa de calzado.

(*facultad de ingenieria*). Universidad Francisco de Paula Santander, Cucuta, Colombia.

Perez Henao, C., & Arcos Henao, L. F. (2009). Toma de decisiones rentables mediante la contabilidad del tróput en una lavandería industrial. *Revista Soluciones de Postgrado EIA*.

Prokopenko, J. (1989). *La gestion de la productividad*. Ginebra: Oficina internacional del trabajo.

Ramirez Sarmiento, J. C. (2009). Diseño de una mezcla óptima de productos para aumentar la rentabilidad de la empresa Vida Plast S.A. aplicando la Teoría de restricciones . (*Diplomado en Administracion de Operaciones*). Universidad del Magdalena, Santa Marta.

Recimex. (15 de Septiembre de 2017). *Recimex*. Obtenido de Recimex: <http://www.recimex.com.mx/blog/?p=534>

Riquelme , M. (8 de junio de 2020). *Web y empresas*. Obtenido de Web y empresas: <https://www.webyempresas.com/costos-variables/>

Valdivieso Donoso, R. M., & Vazquez Roldan , R. M. (2012). La contabilidad de costos vs. La contabilidad del tróput; Aplicado a la empresa Rafael Paredes e Hijos CIA. LTDA.Exportadora de sombreros durante el periodo 2011. (*Facultad de ciencias economicas y administrativas*). Unicersidad de Cuenca, Cuenca.

Woepfel, M. J. (2003). *Guia del fabricante para implementar la teoria de restricciones*. Cuenca: ISOT Consulting.

Zarruk, L., & Fernandez , L. (2008). *Una maquina generadora de efectivo*. Bogota : Universidad Externado de Colombia.

