



**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**  
**Facultad de Ciencias Humanísticas y Económicas**  
**Ingeniería Comercial y Empresarial**

## **TESIS DE GRADO**

**"Optimización de la Producción a Través de la  
Administración de la Restricción, en el sector  
Manufacturero"**



**Previo a la obtención del título de:**

**Ingeniero Comercial y Empresarial con  
Especialización en Sistemas De Información  
Gerencial**

**AUTORES:**

**Diana Paola Solórzano Rendón**  
**Jorge Vicente Ramírez Ramírez**



**Quayaquil - Ecuador**  
**2004**



## DECLARACION EXPRESA

La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, nos corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.

Diana Paola Solórzano Rendón  
Jorge Vicente Ramírez Ramírez



CIB-ESPOL

## TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



---

Ing. Omar Maluk Salem  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL  
DE GRADUACIÓN

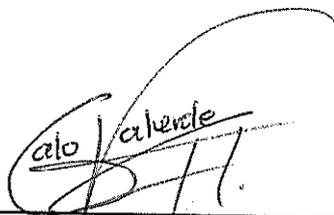


---

Ing. Rolando Lebed  
DIRECTOR DE TESIS



CIB-ESPOL



---

Ing. Galo Valverde  
VOCAL PRINCIPAL



---

Ing. Constantino Tobalina  
VOCAL PRINCIPAL

## DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a todas aquellas personas que hicieron posible la finalización del mismo, mi familia, mis amigos y principalmente a Dios.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darnos el entendimiento y la fuerza para seguir adelante, a mis padres por su constante apoyo y confianza, a mis hermanos por su ayuda incondicional, a mis amigos por simplemente estar allí cuando los necesitamos y a nuestros guías durante la elaboración de este trabajo el Ing. Rolando Lebed y el Ing. Galo Valverde.



CIB-ESPOL

## DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico de corazón a Dios por darme salud. A mis padres por su apoyo, su guía y sus palabras de aliento y cariño. A mis amigos por estar todos los momentos de este camino recorrido para alcanzar la meta planteada.

## AGRADECIMIENTO



CIB-ESPOL

Agradezco a Dios por la culminación de este trabajo, a mis padres Jorge y Clemencia, a mis amigos especialmente a Diana, al Ing. Rolando Lebed por su ayuda y colaboración para elaborar y concluir este trabajo de tesis.

## INDICE

	Pag.
I. <b>INTRODUCCIÓN</b>	
1. <b>Administración de la Manufactura - Problema de la Metodología Actual (Investigación de Campo).....</b>	1
1.1. La Naturaleza del Problema	1
1.1.1. Investigación de Campo	1
1.1.2. Resultados de la Investigación	7
1.1.2.1. Resultados por Pregunta	7
1.1.3. Conclusiones de la Investigación de Campo	16
1.2. Impacto de la Metodología actual (Administración de la Manufactura)	18
1.3. Efectos deseados por la organización	19
1.4. El lado negativo de los efectos de la organización.	21
1.5. La solución viable en el entorno.	21
1.5.1. ¿Qué es la Teoría de Restricciones?	21
1.5.2. Herramientas de TOC	22
2. <b>Teoría De Restricciones (Toc).....</b>	24
2.1. Enfoque Sistémico	24
2.1.1. ¿Qué es el pensamiento Sistémico?	24
2.1.2. Un Enfoque Integral	27
2.1.3. La Organización como Sistema	29
2.1.4. La Organización Comunicante	30
2.1.5. La Organización: Gestión y Dirección	31
2.1.6. Un Enfoque Sistémico de la Calidad	32
2.2. Producción: ¿Cómo Mejorar con TOC?	36
2.2.1. ¿Qué es TOC?	36



CIB-ESPOL

2.2.2.	Supuestos	38
2.2.3.	Parámetros de TOC	39
2.3.	Sistema DBR: Drum, Buffer, Rope	44
2.3.1.	Un Nuevo Sistema	44
2.3.1.1.	DEFINICIÓN	44
2.3.1.2.	Integración de conceptos	45
2.3.2.	DBR (Drum - Buffer - Rope)	47
2.3.2.1.	Drum ( Tambor)	47
2.3.2.2.	Buffer (Amortiguador)	47
2.3.2.3.	Rope (Cuerda)	48
2.3.2.4.	Analogía con una tropa	49
2.3.2.5.	Programación D.B.R.	52
2.3.3.	Implementando D.B.R. en una organización	56
2.4.	El Síndrome de las Eficiencias	59
2.5.	El Mundo del Costo y el Mundo del Valor	60
2.6.	Mejora Continua	61
2.6.1.	Importancia Del Mejoramiento Continuo	61
2.6.2.	Proceso de Mejora Continua	62
3.	<b>Implementando un Nuevo Modelo de Producción basado en TOC. ....</b>	68
3.1.	Infraestructura Industrial	68
3.1.1.	Códigos	68
3.1.1.1.	Ventajas de la Exactitud de los Códigos.	69
3.1.1.2.	Características de los Códigos	70
3.1.2.	Lista de materiales	70
3.1.2.1.	Panorama General	70
3.1.2.2.	El Uso de las Listas de Materiales para la Planeación de materiales.	73
3.1.3.	Hoja de Ruta	75



CIB-ESPOL

3.2.	Análisis del MRP	80
3.2.1.	Principales Problemas	81
3.3.	DBR Un Ejemplo Práctico	83
3.3.1.	Control de la Producción	91
3.3.2.	Inventario de trabajo-en-proceso WIP	93
3.3.3.	Tamaño del Amortiguador	95
3.3.4.	Administración del Amortiguador	97
3.4.	ARA (Árbol de Realidad Actual)	98
3.4.1.	Árbol de Realidad Actual de una Empresa Manufacturera de Plástico de Guayaquil	99
3.4.2.	Soluciones Viables	103
3.4.2.1.	Inyecciones para las causas	103
3.4.2.2.	Sistema computacional basado en DBR para la Planificación de Producción llamado MPS	105
<b>4.</b>	<b>Comportamiento y Mediciones</b>	<b>106</b>
4.1.	Contabilidad GAAP y Contabilidad Throughput	106
4.1.1.	Contabilidad GAAP	106
4.1.2.	Contabilidad Throughput	108
4.2.	Rango de los Indicadores	110
4.3.	Impacto de Reducir los Costos	112
4.3.1.	Una Analogía.	113
4.4.	Decisiones de evaluación.	114
4.4.1.	Un Ejemplo	115
4.5.	Optimo Local versus Optimo Global	118
4.5.1.	La meta de las empresas de manufactura	119
4.5.1.1.	Conflicto entre Medidas Locales y Globales	121
4.6.	Mediciones Globales	122



CIB-ESPOL

<b>5.</b>	<b>Planificación y Análisis del Sistemas de Información.....</b>	<b>123</b>
5.1.	Planificación del Sistema	123
5.1.1.	Misión	124
5.1.2.	Visión	124
5.1.3.	Objetivos	124
5.1.4.	Requerimiento del Sistema.	125
5.1.4.1.	Necesidades del Negocio.	125
5.1.4.2.	Funcionalidad del Sistema.	126
5.1.4.3.	Factibilidad Técnica	127
5.1.4.3.1.	Familiaridad con la Aplicación	127
5.1.4.3.2.	Familiaridad con la Tecnología	127
5.1.4.4.	Factibilidad Económica	127
5.1.4.4.1.	Beneficios Tangibles.	128
5.1.4.4.2.	Beneficios Intangibles	129
5.1.4.5.	Factibilidad Organizacional.	129
5.1.5.	Organización del Sistema	130
5.1.5.1.	Plan de Trabajo	130
5.1.5.2.	Asignación de Individuos.	132
5.1.5.3.	Control y Dirección del Proyecto.	133
5.2.	Análisis del Sistema.	133
5.2.1.	Sistema Actual	133
5.2.2.	Oportunidades de Mejoramiento.	134
<b>6.</b>	<b>Diseño e Implementación del Sistema.....</b>	<b>136</b>
6.1.	Diseño del sistema	136
6.1.1.	Diagrama de flujo de datos e Información	137
6.1.1.1.	Diagrama de Flujo de Datos de Nivel 0	137
6.1.1.2.	Diagrama de Flujo de Información	137



CIB-ESPOL

6.1.2.	Modelo de Base de Base de Datos	137
6.1.2.1.	Diagrama de Base de Datos	137
6.1.2.2.	Data Warehouse	139
6.1.3.	Diagrama de Flujo de Datos de Lógico a Físico	140
6.1.3.1.	Agregar Referencias de Implementación	140
6.1.3.2.	Establecer límites Hombre - Máquina	141
6.1.3.3.	Respaldo	142
6.1.4.	Arquitectura de Red	143
6.1.4.1.	Selección de Arquitectura	143
6.1.4.2.	Forma de Alimentación	144
6.1.4.3.	Procesamiento Analítico en Línea	144
6.1.5.	Interfases	145
6.2.	Implementación del Sistema	145
6.2.1.	Actividades	145
6.2.2.	Método de conversión	146
6.2.3.	Mantenimiento.	147
7.	<b>Conclusiones y Recomendaciones</b>	148
7.1.	Conclusiones	148
7.2.	Recomendaciones	151

## **ANEXOS**

Anexo 1	A
Anexo 2	A
Anexo 2	
Anexo 4	
Anexo 5	
Anexo 6	
Anexo 7	
Anexo 8	

## INTRODUCCION



CIB-ESPOL

Cada vez notamos que a las empresas de manufactura se les dificulta más y más la tarea de entregar al mercado la cantidad y/o calidad del producto que el cliente desea, culpan de este hecho a un sinnúmero de problemas que sienten, tanto dentro o fuera de la empresa, lo que no se dan cuenta es que muchas veces la solución de estos problemas existentes está en sus manos.

En todo sistema existe algo, sea físico o administrativo (políticas), que impide que el sistema trabaje a su plenitud, es a lo que se llama "La Restricción". Lo que buscamos es mostrar que a través de una correcta administración de la restricción es posible mejorar y llegar a hacer competitivo un sistema.

En producción se tienen que tomar en cuenta factores de importancia para poder llegar a optimizar su desempeño, y cada uno de los involucrados (trabajadores) deben de ayudar a identificar estos factores, no es trabajo de sólo un departamento si no de toda la organización. Hay procesos para lograr un buen desempeño de la organización como lo es La Teoría de Restricciones, un proceso de Mejora Continua, que ayuda a identificar y a lograr que la restricción trabaje como es debido, creando un círculo permanente de mejora, es decir, que si la restricción ha desaparecido, no es que ya no existe si no que cambió de lugar, entonces se vuelve a hacer todo este proceso.

El sistema utilizado es el DBR (drum – buffer – rope), que ayuda a optimizar el trabajo de producción, controlando y planificando el

proceso de elaboración de un producto determinado. Este sistema nos indica cuánto tiempo se demora en fabricar un producto, cuánto de materia prima se necesita y el momento en que se libera, para que no se acumule en un determinado centro de trabajo, ayudando así a una planificación suficientemente buena para producir.

Toda esta planificación puede ser soportada mediante un sistema informático llamado MPS (Manufacturing Planning System), que con base en DBR, este sistema facilita esos cálculos y hace que la planificación se lleve con mayor rapidez.

Este sistema MPS llega a ser una herramienta de fácil manejo y control de la producción, que puede ser moldeado de acuerdo a cada formato, requerimiento y/o manejo de cada organización empresarial.

## **CAPÍTULO # 1**

### **Administración de la Manufactura – Problema de la Metodología Actual (Investigación de Campo)**

#### **1.1. La Naturaleza del Problema**

Para poder demostrar el problema existente, dentro de la actual metodología administrativa que se utiliza en nuestras organizaciones, hemos llevado a cabo una investigación de mercado en las empresas de manufactura de Guayaquil en el área de producción.

A continuación se detalla la estructura y resultados de la investigación.

##### **1.1.1. Investigación de Campo**

##### **OBJETIVOS (Campos Investigados)**

1. Conocer el manejo y control del proceso productivo dentro de las empresas de manufactura.
2. Averiguar qué porcentaje de eficiencia tienen las empresas de manufactura.
3. Conocer qué herramienta administrativa utilizan dentro de la organización.
4. Averiguar qué herramienta práctica o software utilizan para planificar y controlar la producción.
5. Averiguar el porcentaje de cumplimiento de entrega de las órdenes al cliente final.

6. Conocer cuál es el proceso de toma de decisiones a nivel interno de la organización.

## **HIPÓTESIS**

Algunas empresas de Guayaquil sufren de efectos indeseables que se originan de una inadecuada administración de la manufactura y de su recurso restrictivo productivo, los elementos de la hipótesis a probar son:

- ✓ Algunas empresas tienen un exceso de inventario de producto en proceso.
- ✓ Algunas empresas de manufactura tienen exceso de inventario de materia prima.
- ✓ Algunas empresas tienen exceso de inventario de producto terminado.
- ✓ Algunas empresas reciben quejas de calidad o retrasos por parte del cliente final.

## **METODOLOGÍA**

La metodología que utilizaremos dentro de esta investigación será la siguiente:

- ✓ Se basará en entrevistas personales, con los funcionarios que tengan el conocimiento necesario acerca del proceso productivo de la empresa.
- ✓ La encuesta a realizar tendrá preguntas en un 80% dicotómicas, cerradas y con escalas, con una pregunta abierta.
- ✓ La encuesta a realizar será cualitativa.

## **DISEÑO DE LA ENCUESTA**

La encuesta se presenta a continuación:

1.- El aprovisionamiento de materia prima se lo realiza con proveedores:

- a.- Locales
- b.- Internacionales: Latinoamérica  
Europa  
EEUU
- c.- Ambos

2.- ¿Tienen inventario de materia prima del producto de mayor demanda?

- a.- SI
- b.- NO

3.- ¿Con qué frecuencia se queda la planta sin materia prima para producir adecuadamente?

- a.- Frecuentemente
- b.- A veces
- c.- Casi nunca
- d.- Nunca

4.- ¿Con qué frecuencia se queda la planta sin producto terminado para vender?

- a.- Frecuentemente
- b.- A veces
- c.- Casi nunca
- d.- Nunca

5.- ¿Tienen inventario de materia prima del producto de menor demanda?

- a.- SI
- b.- NO

6.- ¿La producción se planifica con el uso de lotes?

- a.- SI
- b.- NO

7.- ¿Miden el grado de productividad en el proceso de producción?

- a.- SI
- b.- NO

8.- ¿Qué grado de eficiencia obtiene la producción?

- a.- 20 - 40%
- b.- 41 – 60%
- c.- 61 – 80%
- d.- 81 – 100%

9.- ¿En qué porcentaje los recursos son empleados en el proceso productivo?

- a.- 20 – 40%
- b.- 41 – 60%
- c.- 61 – 80%
- d.- 81 – 100%

10.- El proceso de producción se lo realiza en base de:

- a.- Bajo Pedido
- b.- Inventario
- c.- Ambos

11.- Si escogió la c. ¿En qué porcentaje se da esta combinación?

	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
Bajo Pedido										
Inventario										

12.- ¿Utilizan alguna herramienta o filosofía para planificar el proceso de producción?

- a.- SI
- b.- NO

13.- Si contestó afirmativamente, ¿cuál es esta?

- a.- MRP
- b.- JIT
- c.- DBR
- d.- TQM
- e.- ERP

14.- ¿Qué tiempo se tiene establecido para la entrega de un producto al cliente final?

- a.- 5 – 10 días
- b.- 11 – 15 días
- c.- 16 – 20 días
- d.- 21 – 25 días
- e.- mayor de 26 días

15.- ¿En qué porcentaje se cumple con el plazo establecido de entrega del producto al cliente?

- a.- 0 –19%
- b.- 20 – 40%
- c.- 41 – 60%
- d.- 61 – 80%
- e.- 81 – 100%

16.- ¿Cuál es el porcentaje de producto realizado o devuelto por falta de calidad?

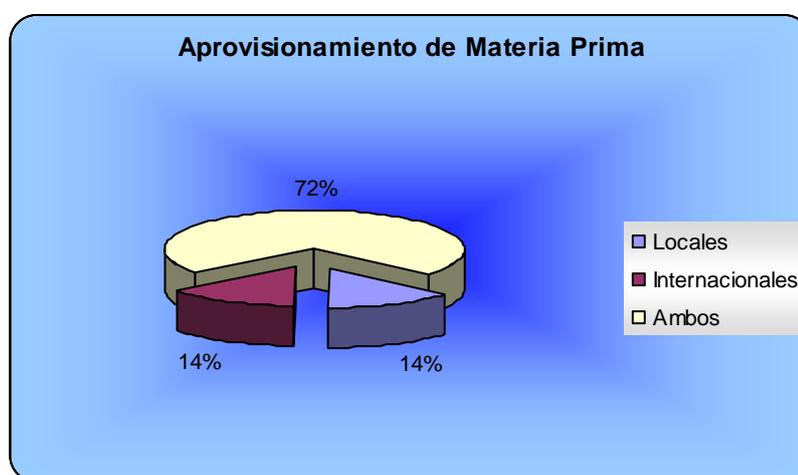
- a.- 0 –19%
- b.- 20 – 40%
- c.- 41 – 60%
- d.- 61 – 80%
- e.- 81 – 100%

17.- ¿Qué obstáculos le impiden lograr un mejor trabajo dentro de la organización?

## 1.1.2. Resultados de la Investigación

### 1.1.2.1. Resultados por Pregunta

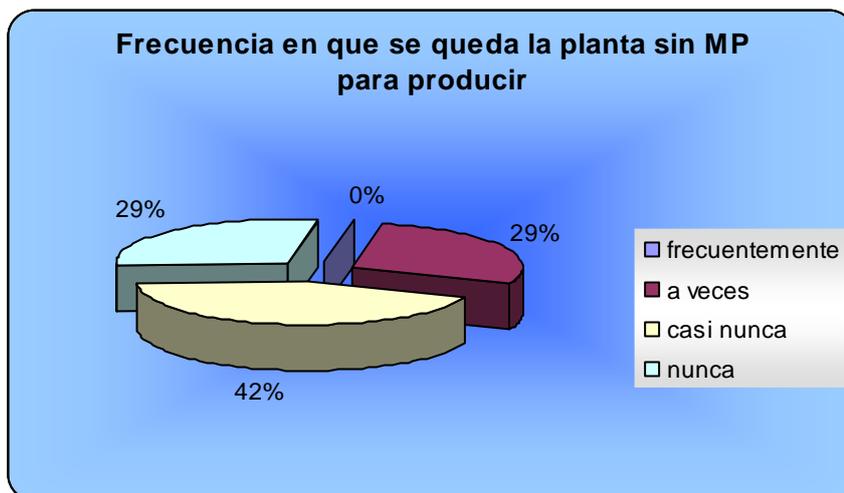
1.- El aprovisionamiento de materia prima se lo realiza con proveedores:



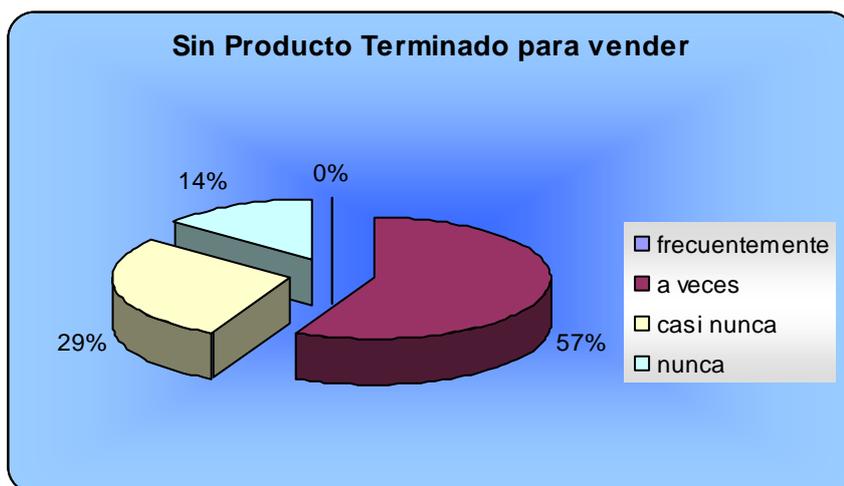
2.- ¿Tienen inventario de materia prima del producto de mayor demanda?



3.- ¿Con qué frecuencia se queda la planta sin materia prima para producir adecuadamente?



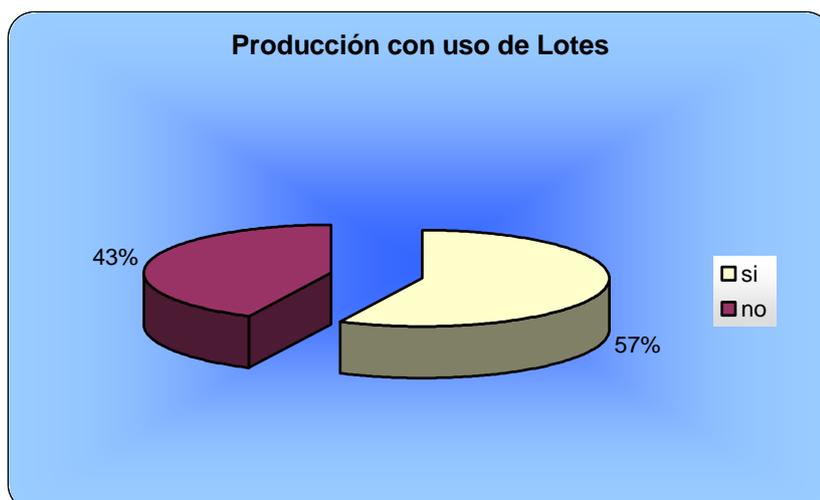
4.- ¿Con qué frecuencia se queda la planta sin producto terminado para vender?



5.- ¿Tienen inventario de materia prima del producto de menor demanda?



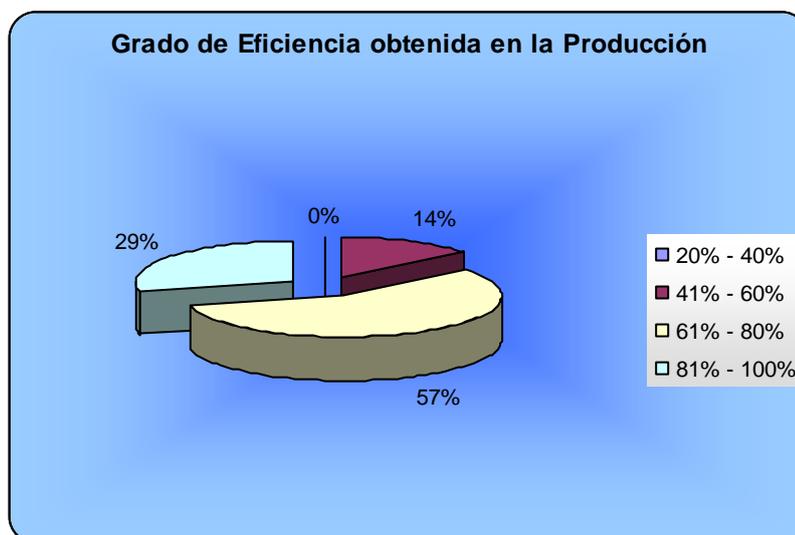
6.- ¿La producción se planifica con el uso de lotes?



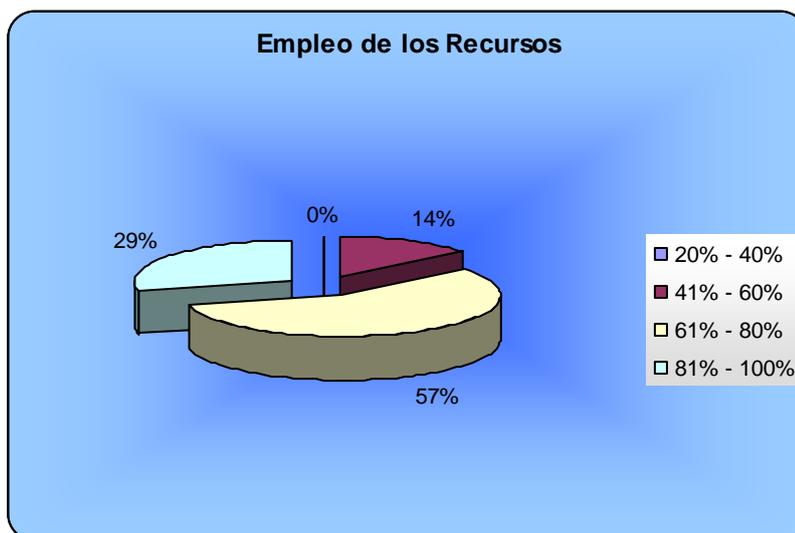
7.- ¿Miden el grado de productividad en el proceso de producción?



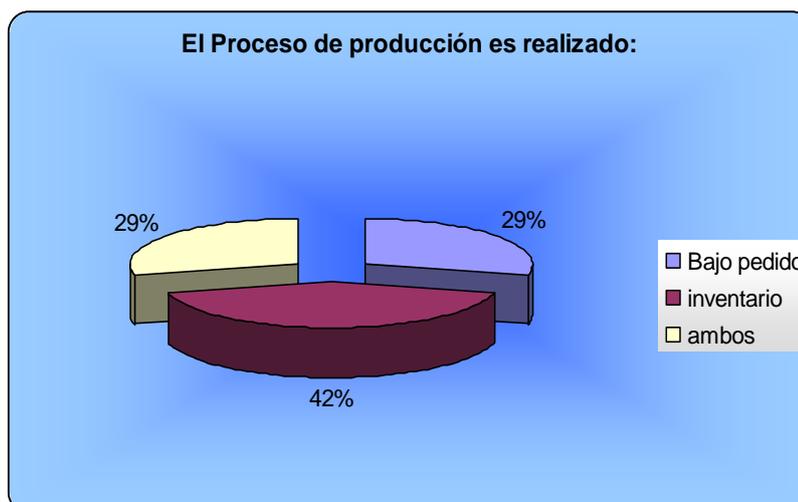
8.- ¿Qué grado de eficiencia obtiene la producción?



9.- ¿En qué porcentaje los recursos son empleados en el proceso productivo?



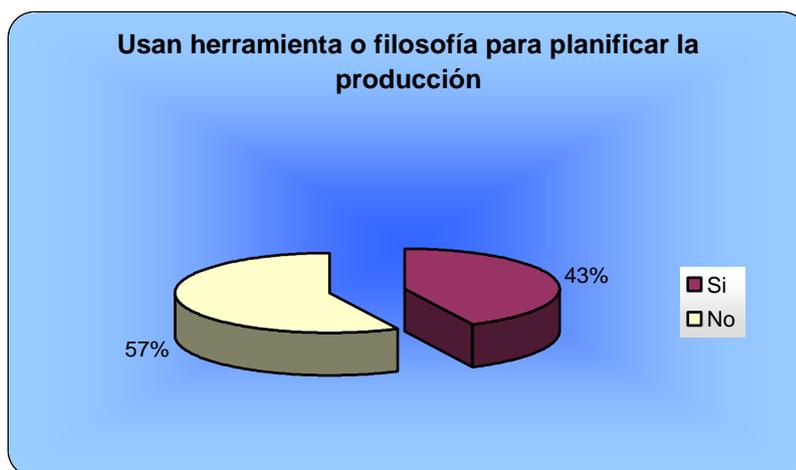
10.- El proceso de producción se lo realiza en base de:



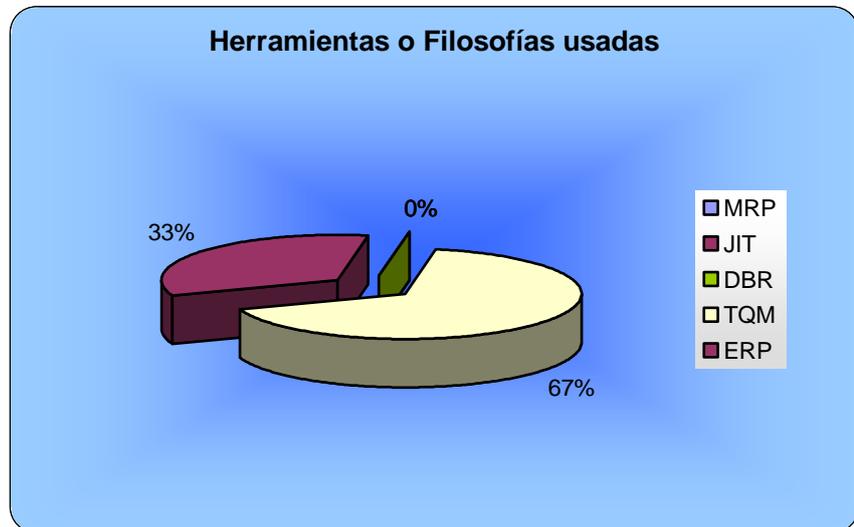
11.- Si escogió la c. ¿En qué porcentaje se da esta combinación?

Las empresas de manufactura de Guayaquil trabajan con una combinación de 50% por inventario y 50% por pedido.

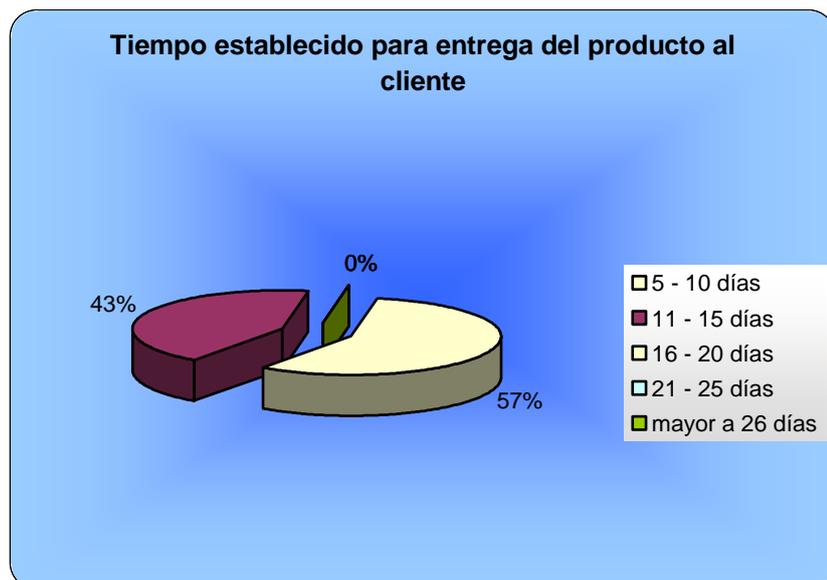
12.- ¿Utilizan alguna herramienta o filosofía para planificar el proceso de producción?



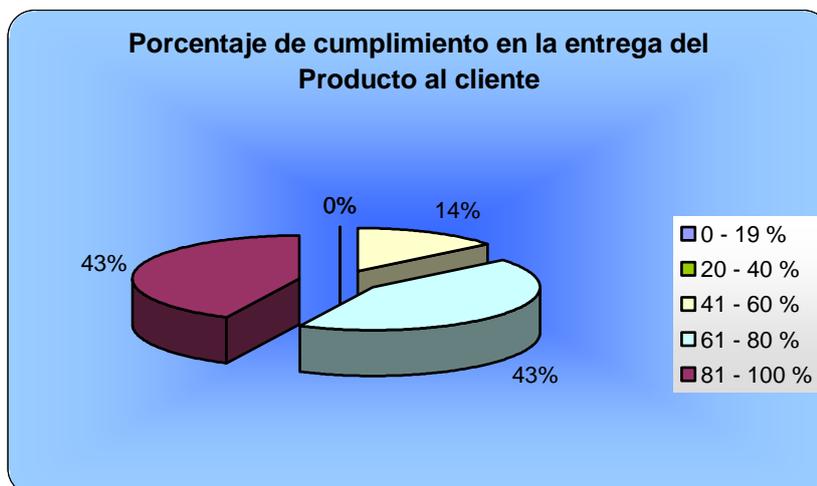
13.- Si contestó afirmativamente, ¿cuál es esta?



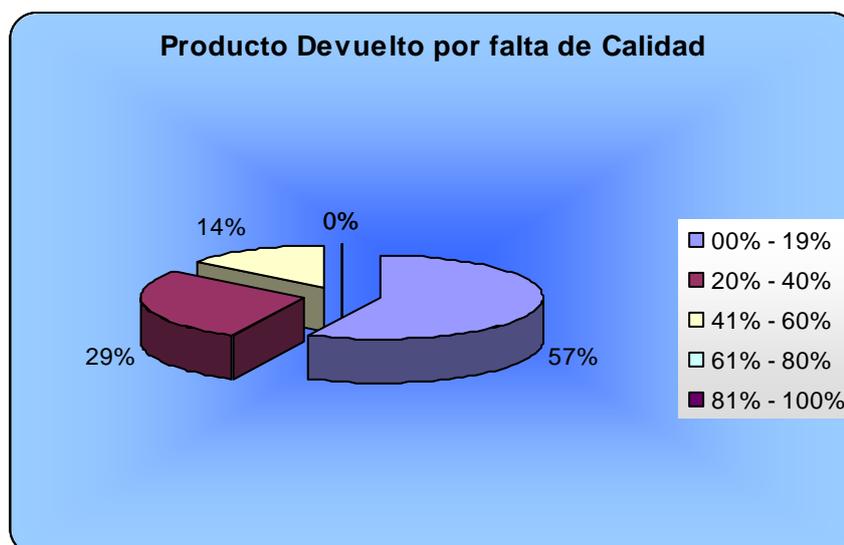
14.- ¿Qué tiempo se tiene establecido para la entrega de un producto al cliente final?



15.- ¿En qué porcentaje se cumple con el plazo establecido de entrega del producto al cliente?



16.- ¿Cuál es el porcentaje de producto terminado con falta de calidad?



17.- ¿Qué obstáculos le impiden lograr un mejor trabajo dentro de la organización?

Existe un cierto número de obstáculos que impiden desempeñarse de una mejor manera a los gerentes o encargados de la producción, el más nombrado y al que le daban mayor importancia eran las **Políticas** que poseen cada organización, estas generalmente impiden que las personas aporten de una manera más útil en las decisiones gerenciales o productivas.

Los obstáculos también nombrados son los siguientes:

- ✓ Cartera vencida: Muchas veces necesitan dinero para la producción y no tienen efectivo ya que han dado crédito y este no ha sido cancelado.
- ✓ Cambios de Gerencia: Cada gerente tiene su forma de administrar, y cuando ingresa un nuevo gerente, tiende a modificarse la manera en que se estaba llevando la organización.
- ✓ Alta Rotación del Personal: Al momento de ingresar nuevo personal a la organización, en el área de producción, existe un gran riesgo, de que el producto final salga defectuoso.
- ✓ Una Planificación más Efectiva: Muchas veces existe una mala planificación al momento de la producción originando un resultado no deseado por la alta gerencia.

- ✓ Sistemas de Comunicación: No existe una efectiva comunicación entre lo que es producción y las demás áreas, principalmente ventas.
- ✓ Falta de Trabajo en Equipo: Una mala relación entre ventas y producción, piensan localmente y no holísticamente.

### **1.1.3. Conclusiones de la Investigación de Campo**

Las conclusiones de esta investigación se presentan a continuación:

- ✓ Las empresas de manufacturera de Guayaquil tienen una similitud de cómo llevan sus procesos productivos. Nuestra investigación nos brinda un panorama más profundo de cómo prefieren siempre tener inventario de materia prima con el fin de no estar en apuros para satisfacer cambios inesperados en la demanda de sus productos, esto es un punto a favor que tienen ellas porque siempre mantendrán cierto nivel de materia prima para producir.
- ✓ Las empresas prefieren tener un alto inventario de materia prima del producto que mayor demanda tiene, que del producto que menor demanda tiene por parte del mercado, ya que será el producto que se venderá.
- ✓ A pesar de que están en constante reposición por parte de sus proveedores y que tienen un alto inventario, no siempre tienen el producto terminado para vender.

- ✓ La producción se da en base a lotes pero estos son de mayor magnitud, se prefiere esperar tener una cantidad grande de un producto para producir, con la finalidad de evitar los gastos de preparación que requieren las máquinas, que se presentan si las máquinas trabajaran más veces con un menor tamaño del lote.
- ✓ Miden el grado de productividad dependiendo del alcance del trabajo, así en el área de producción la miden por el porcentaje del trabajo terminado frente a lo que deberían haber hecho.
- ✓ Las empresas de manufactura de Guayaquil obtienen hasta un 80% de eficiencia en su producción.
- ✓ El proceso de producción lo realizan bajo pedido y por inventario.
- ✓ Un 60% de las empresas de manufactura de Guayaquil tienen hasta un 19% de producto devuelto por su calidad.
- ✓ La mayoría de las empresas de manufactura de Guayaquil no poseen una herramienta o filosofía para planificar sus procesos de producción.
- ✓ La mayoría de las empresas de manufactura de Guayaquil establecen el tiempo de entrega del producto en el momento de que los clientes hacen sus pedidos, el cumplimiento de entrega del producto en las fechas establecidas esta entre un 60% a 80 % de las veces.

## **1.2. Impacto de la Metodología actual (Administración de la Manufactura)**

Las empresas de manufactura de Guayaquil, como resultado de las prácticas que llevan, actualmente tienen las siguientes características en común.

- ✓ El aprovisionamiento de materia prima lo llevan a cabo en el mercado local y en el internacional, este aprovisionamiento depende de las garantías que ofrezcan los proveedores con el producto que ofrecen, unas veces les resulta conveniente comprar localmente y otras veces internacionalmente, ya que no hay todas las materias primas o materiales localmente. Por eso mantienen contacto tanto con proveedores locales como internacionales.
- ✓ Siempre mantienen inventario de materia prima ya sea del producto de mayor demanda o del producto de menor demanda, y aunque hacen esto, ocasionalmente tienen problemas al momento de producir, ya que no tienen la materia prima suficiente.
- ✓ Planifican la producción en base al uso de lotes, preferentemente de mayor tamaño, esto les ocasiona problemas para poder cumplir con el tiempo de entrega de los diferentes productos que ellos poseen, ya que esperan cumplir con una cantidad determinada para dar la orden de producir, lo que originaría un alto inventario de producto (en proceso y terminado).

- ✓ Para las empresas es importante el uso de dos indicadores como la productividad y la eficiencia, porque así controlan cuanto utilizan de cada recurso que existe en el proceso productivo.
- ✓ Generalmente las empresas de manufactura trabajan bajo pedidos, bajo inventario o con una combinación de ambos, ya que tratan de protegerse de la variabilidad que tiene la demanda, incurriendo así en la acumulación de inventario.
- ✓ Las empresas no se respaldan siempre de una metodología o filosofía administrativa, como MRP, ERP, JIT, etc.
- ✓ Tratan de cumplir con las entregas del producto en un plazo corto, aunque algunas veces tienen contratiempos debido a inconvenientes dentro de la planificación de producción, de distribución, etc.

### **1.3. Efectos deseados por la organización**

Dentro de las empresas de manufactura de Guayaquil nos podemos dar cuenta que existen diferentes resultados o efectos que quieren obtener, pero muchas veces se presentan inconvenientes que impiden lograrlo.

Administrar la producción requiere de una correcta organización y planificación de todos y cada uno de los elementos involucrados. Algunos de los efectos deseados más mencionados de las empresas son los siguientes:

- ✓ Producir lo necesario, ni poco ni en exceso.

- ✓ Tener una sincronización entre los recursos existentes en la planta, desde la materia prima hasta el embarque del producto final.
- ✓ Cumplir a cabalidad con los pedidos y necesidades de los clientes.

Las empresas de manufactura quisieran que su entorno se mantenga siempre igual y no cause problemas como los mencionados a continuación:

- ✓ Que los clientes NUNCA les cambien los pedidos.
- ✓ Que los proveedores SIEMPRE suministren a tiempo cualquier cosa que pidan.
- ✓ Que NUNCA tengan ausentismo en los trabajadores.
- ✓ Que TODOS los trabajadores sean disciplinados y estén perfectamente entrenados.
- ✓ Que los procesos SIEMPRE sean confiables.
- ✓ Que las máquinas NUNCA se averíen.
- ✓ Que la calidad SIEMPRE sea insuperable.
- ✓ Que los datos SIEMPRE estén disponibles y sean fiables.
- ✓ Que SIEMPRE puedan decidir que política preferir.

Entonces administrar Producción sería mucho más fácil, pero sabemos que esto no se da nunca; los puntos anteriormente mencionados son el sueño de cualquier gerente de producción, esto no se da ya que vivimos en un mercado en constante cambio.

Lo importante es tener un sistema productivo que, considerando que estos factores van a seguir sucediendo no impacte en la eficacia de la empresa (su sistema).

#### **1.4. El lado negativo de los efectos de la organización.**

Para poder conseguir lo que se desea dentro de una organización es necesario aplicar una o varias soluciones que ayuden a mejorar el desempeño de la empresa. En el momento que tratamos de dar una solución a un problema determinado, puede traer consigo efectos no deseados, que con la ayuda de las personas involucradas pueden solucionarse.

Estos efectos indeseados pueden ser remediados mediante inyecciones. Estas inyecciones nos permiten desaparecer esos efectos indeseables, para que la solución sea implementada de manera exitosa.

#### **1.5. La solución viable en el entorno.**

##### **1.5.1. ¿Qué es la Teoría de Restricciones (TOC)?**

Es una filosofía administrativa integral que utiliza los métodos usados por las ciencias duras para comprender y gestionar los sistemas con base humana (personas, organizaciones, etc.). TOC comprende un conjunto de conocimientos, principios, herramientas y aplicaciones que simplifican la gestión de los sistemas, utilizando la lógica y el sentido común.

La Teoría de Restricciones creada por Eliyahu M. Goldratt ha respondido a la necesidad de un sistema de medidas locales alineados con el desempeño global de las empresas. Esta adopta una visión sistémica de las organizaciones, considerándolas como sistemas de variables dependientes (interrelacionadas). Además reconoce la existencia de un factor limitante (la restricción) que es su base de enfoque para el mejoramiento.

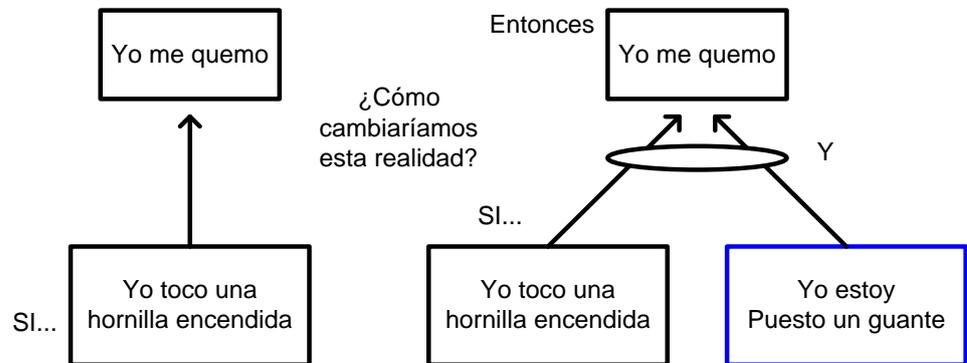
TOC provee un escenario para que la contabilidad gerencial pueda trabajar en búsqueda de la maximización de la rentabilidad conjuntamente con las aplicaciones probadas y el uso de los Procesos de Pensamiento.

### **1.5.2. Herramientas de TOC**

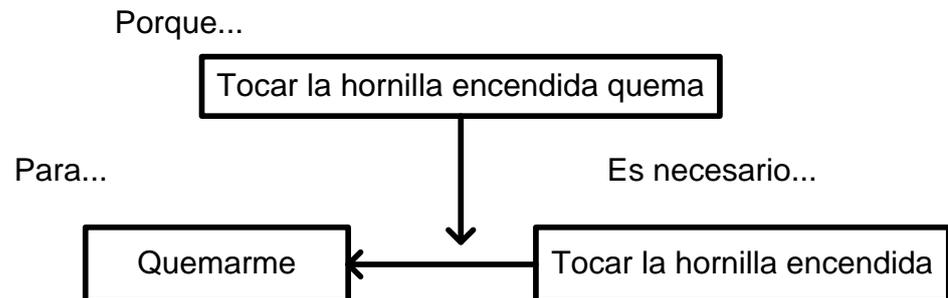
Los **Procesos de Pensamiento TOC** son herramientas que nos permiten usar la lógica de causa – efecto y la lógica de necesidad para tener un entendimiento de nuestra realidad y por qué ésta es como es, y luego encontrar caminos para mejorarla por medio de alterar los supuestos o paradigmas actualmente existentes.

Las dos construcciones lógicas básicas que construyen a todas las herramientas de los Procesos de Pensamiento TOC son:

- **Causalidad:** “Si.... Entonces....”



- **Necesidad:** “Para que.... Yo tengo que....”



Otras de las principales herramientas usadas en la Teoría de Restricciones son:

- ✓ Nubes
- ✓ Árbol de Realidad Actual (ARA o CRT)
- ✓ Árbol de Realidad Futura (ARF o FRT)
- ✓ Árbol de Prerrequisitos (APR o PRT)
- ✓ Árbol de Transición (ATR o TrT)

## **CAPITULO # 2**

### **TEORIA DE RESTRICCIONES (TOC)**

#### **2.1. Enfoque Sistémico**

##### **2.1.1. ¿Qué es el pensamiento Sistémico?**

El pensamiento sistémico es un proceso que permite explicar la dinámica de un sistema, partiendo de su propósito, para llegar a entender las interacciones de sus partes y poder tener claridad del mismo.

El pensamiento sistémico es integrador, tanto en el análisis de las situaciones como en las conclusiones que nacen a partir de allí, proponiendo soluciones en las cuales se tienen que considerar diversos elementos y relaciones que conforman la estructura de lo que se define como "sistema", así como también de todo aquello que conforma el entorno del sistema definido. La base filosófica que sustenta esta posición es el Holismo (del griego holos = entero).

La consecuencia de esta perspectiva sistémica, es que logra que la organización se vea ya no como que tiene un fin predeterminado (por alguien), como lo plantea el esquema tradicional, sino que dicha organización puede tener diversos fines en función de la forma cómo los involucrados en su destino la vean, surgiendo así la

variedad interpretativa. Estas visiones estarán condicionadas por los intereses y valores que posean dichos involucrados, existiendo solamente un interés común centrado en la necesidad de la supervivencia de la misma.

Así, el Enfoque Sistémico contemporáneo aplicado al estudio de las organizaciones plantea una visión inter, multi y transdisciplinaria que nos ayudará a analizar a una empresa de manera integral permitiendo identificar y comprender con mayor claridad y profundidad los problemas organizacionales, sus múltiples causas y consecuencias. Así mismo, viendo a la organización como un ente integrado, conformada por partes que se interrelacionan entre sí a través de una estructura que se desenvuelve en un entorno determinado, se estará en capacidad de poder detectar con la amplitud requerida tanto la problemática, como los procesos de cambio que de manera integral, es decir a nivel humano, de recursos y procesos, serían necesarios de implantar en la misma, para tener un crecimiento y desarrollo sostenibles y en términos viables en el tiempo.

El Pensamiento Sistémico tiene cualidades únicas que lo hace una herramienta invaluable para modelar sistemas complejos:

- Enfatiza la observación del todo y no de sus partes
- Es un lenguaje circular en vez de lineal

- Tiene un conjunto de reglas precisas que reducen las ambigüedades y problemas de comunicación que generan problemas al discutir situaciones complejas
- Contiene herramientas visuales para observar el comportamiento del modelo
- Abre una ventana en nuestro pensamiento, que convierte las percepciones individuales en imágenes explícitas que dan sentido a los puntos de vista de cada persona involucrada

## **Metodología**

En general el Pensamiento Sistémico se caracteriza por los siguientes pasos:

- La visión Global: La construcción de un modelo global donde se observen de manera general el comportamiento del sistema.
- Balance del corto y largo plazo: El Pensamiento Sistémico construye un modelo capaz de mostrar el comportamiento que lleva al éxito en el corto plazo y si tiene implicaciones negativas o positivas en el largo plazo que ayuda a balancear ambos para obtener el mejor resultado.
- Reconocimiento de los sistemas dinámicos complejos e interdependientes: Por medio de herramientas especializadas el Pensamiento Sistémico construye modelos específicos para

las situaciones bajo observación para entender sus elementos sin perder la visión global.

- Reconocimiento de los elementos medibles y no medibles: Los modelos del Pensamiento Sistémico fomentan el correcto uso de indicadores cualitativos y cuantitativos por medio de los análisis de situación y su integración en el comportamiento global.

### **Beneficios**

El Pensamiento Sistémico permite la comprensión, simulación y manejo de sistemas complejos, como los que existen en cualquier empresa, negocio o área de trabajo, al utilizar esta herramienta se simplifica el entendimiento de los procesos internos y su efecto en el ambiente exterior, así como la interacción entre las partes que integran el sistema global.

La metodología del Pensamiento Sistémico ayudará a la optimización de los procesos, la obtención de metas y a la obtención de una planeación estructurada para anticiparse al entorno donde se encuentra.

#### **2.1.2 Un Enfoque Integral**

En particular las personas son el elemento estructural de las organizaciones y posibilitan la existencia de las mismas; son las personas las que generan la cultura, dentro del cual cabe el concepto de cultura

organizacional, que confiere cierta estabilidad a los grupos de trabajadores que actúan en las organizaciones. Está compuesta por lo menos de tres dimensiones: la intelectual, la afectiva y la social.

Con el advenimiento de la sociedad postindustrial, las interacciones sociales han sido modificadas por la incorporación masiva de nuevas tecnologías y la construcción de redes globales de transmisión de datos. Esta situación altera radicalmente el modo de registrar, integrar, globalizar y relacionar las actividades de los seres humanos en las organizaciones, se ha llegado al punto de hablar de la sociedad virtual dentro de ellas, que promueven un absentismo de las personas, a pesar de que técnicamente se encuentran allí.

El recurso estratégico de esta sociedad competitiva es el conocimiento, la innovación y la incorporación tecnológica, que se difunden mediante el aprendizaje continuo. Por esto la educación se convierte en el factor crítico del desarrollo de los sujetos de la producción y de las organizaciones, por lo cual estas últimas se deben convertir en espacios para el aprendizaje continuo, el desarrollo y el bienestar e igualmente ese espacio crea las interacciones entre los creadores de conocimiento, los innovadores y los difusores; lo anterior se logra a través de procesos fundamentales de aprendizaje, que requiere garantizar

que las organizaciones se conviertan en espacios para el aprendizaje continuo.

### **2.1.3 La Organización como Sistema**

La organización es un sistema de variables interrelacionadas que actúan en conjunto para alcanzar su propósito. El propósito de las empresas está condicionado a las exigencias de los públicos claves. Así mismo las organizaciones tienen una meta que cumplir, en el caso de aquellas con ánimo de lucro, la meta es la utilidad económica de la empresa.

La teoría administrativa recogía inquietudes alrededor de los grados deseables de centralización y descentralización, al igual que frente a los procesos de comunicación y flujos de información. Pero en la perspectiva moderna, la comunicación tiene que ver con la construcción de significados comunes tendientes a lograr la difusión y apropiación de los conocimientos y datos necesarios para ejecutar las acciones cotidianas, lo cual posibilita el cumplimiento de las metas de la organización.

La coordinación está relacionada con la conducción de los procesos organizacionales; y está centrada en el estilo gerencial que oriente la interacción entre los jefes-líderes y los miembros de los grupos naturales y las áreas.

Las organizaciones poseen una identidad invariante que les permite ser distinguidas como singulares y diferentes de otras similares, esta se referencia en la estructura, es decir en el conjunto de recursos, en las personas y sus relaciones y en los procesos que se definen.

#### **2.1.4 La Organización Comunicante**

La expresión "Comunicación Organizacional" se inscribe dentro de tres conceptos fundamentales: sistema organizado, información y comunicación, por lo que se la puede definir como el conjunto de relaciones e interacciones comunicativas que se generan en una organización específica. La comunicación es un conjunto de actos más o menos estructurados; también es un objeto, incluso un recurso fundamental de la empresa, la comunicación debe ser un medio de motivación, de estrategia e incluso de desempeño.

Así, en las organizaciones específicas existen múltiples factores a tener en cuenta en un momento de cambio.

Entre los cambios más importantes están:

- Los cambios en lo cultural, en la mentalidad y en el "clima organizacional".
- Las transformaciones políticas, sociales y laborales.
- Los cambios económicos y tecnológicos.

### **2.1.5. La Organización: Gestión y Dirección**

La gestión, es una forma de dar continuidad a las organizaciones, que se ocupa de contribuir a mejorar el nivel de satisfacción de sus miembros, al igual que del diseño e implantación de modelos compatibles con el modo de regulación dominante, adaptables a los cambios de Organización del trabajo.

El Management es la actividad o conjunto de actividades orientadas al logro de un fin; el concepto latino administración se refiere a la dirección y obediencia para un fin.

La gestión es el gran "habilitador" para realizar los objetivos de las organizaciones. La gestión ha sido transformada por los cambios en el entorno, como corresponde a un mecanismo de regulación; hoy en día el centro de la gestión, no está en las tradicionales funciones, sino en los procesos, lo que permite una aproximación a la cotidianidad organizacional más dialéctica enfocada a las interacciones y no a los actores.

Se entiende mejor la capacidad que poseen las organizaciones en el largo plazo, si se recuerda que la organización no es sólo el conjunto de recursos, sino también de sistemas, procesos procedimientos y acciones que permiten el comportamiento adaptativo al entorno.

## 2.1.6. Un Enfoque Sistémico de la Calidad

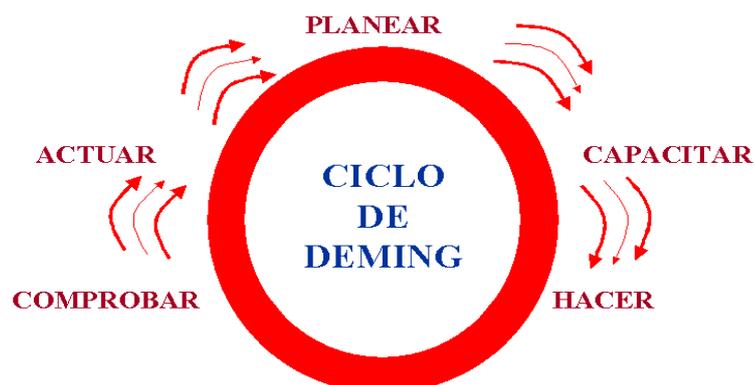
Se ha establecido que:

- La calidad se define operacionalmente como cumplir con los requisitos.
- El sistema que causa la calidad es la prevención, no la corrección.
- El estándar de calidad es cero defectos.
- La calidad se mide por el costo de la no calidad.

Ahora se pretende abordar otros aspectos del enfoque sistémico de la calidad.

### a) El Sistema

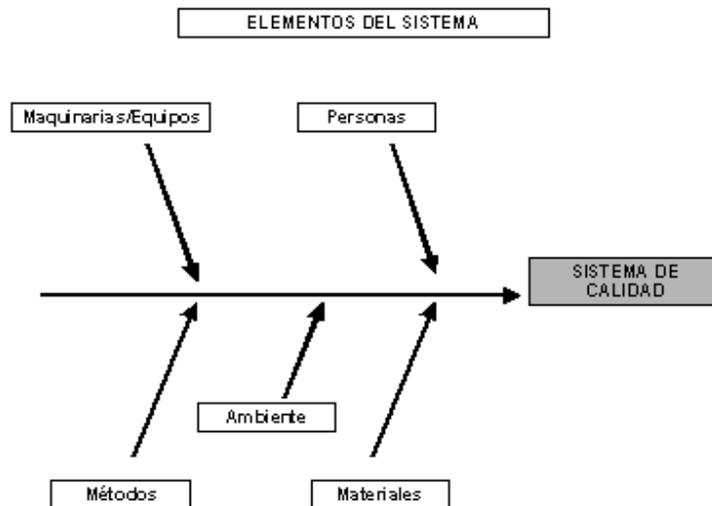
El SISTEMA DE LA CALIDAD es una construcción humana, y por tanto, sujeta de mejoras y que se debe adecuar constantemente, para esto tenemos el Ciclo de Deming.



**PLANEA LO QUE HARAS, CAPACITA A LOS QUE LO HARÁN, HAZ LO PLANEADO, COMPRUEBA SI LO HICISTE, ACTUA SOBRE LAS DIFERENCIAS, PLANEA DE NUEVO....**

## b) Las Relaciones

En un sistema se relacionan los siguientes elementos: Personas, Métodos, Materiales, Máquinas y Equipos, Ambiente. Ver el gráfico:



LAS PERSONAS (proveedores, dueños, clientes, y otros actores relacionados) generan relaciones en su vínculo con el quehacer de la entidad. Hay tres ideas básicas alrededor de las personas:

- ✓ El cliente es el próximo proceso.
- ✓ El trabajo es una sucesión de etapas.
- ✓ Estamos en un mercado de compradores, no de vendedores.

LOS MÉTODOS son esenciales para implementar una cultura de calidad. Hay que pensar en qué se hace y cómo es que se hace, buscando formas para hacerlo

más rápido, elegante y eficiente. También hay que descubrir los cuellos de botella, las malas transferencias y la falta de atención a los procesos, para mejorarlos. Se debe trabajar para ver la empresa como una red de procesos, y no como un organigrama poco conectado. Para mejorar un proceso se requiere tomar datos, analizarlos y evaluarlos correctamente. Se aprende realmente cuando se vuelve una y otra vez sobre la misma experiencia (principio de la mejora continua).

LOS MATERIALES son los insumos para cada etapa del proceso. Las diferencias en los materiales (y en los otros elementos) originan que no se tengan dos cosas idénticas. Es por eso que los esfuerzos de mejora se enfocan a reducir la variación en los resultados más que en cumplir especificaciones artificiales. Los materiales los suministran proveedores. Hay que trabajar con ellos para que entiendan qué es lo que realmente necesita quien hará uso de los materiales.

LAS MAQUINAS Y LOS EQUIPOS realizan la transformación de los insumos en productos y tampoco hay dos iguales. Esto lleva a la necesidad de evaluarlas. En ellas se puede evaluar la repetitibilidad, la confiabilidad, la precisión, etc. Para producir resultados estables, las máquinas tienen que estar bajo control estadístico.

El AMBIENTE es algo característico de la empresa, y susceptible de modificación.

### **c) El Servicio**

La calidad se orienta a satisfacer necesidades del cliente, es una vocación de servicio. En el compromiso hacia el servicio se aprecian los siguientes elementos

- CONTRIBUIR al logro del propósito común.
- RECIBIR RECONOCIMIENTO y REMUNERACION adecuados por la contribución.

### **d) La Innovación y la Investigación**

Si un producto o servicio no cambia, no se adapta se vuelve obsoleto. La capacidad para agregar nuevo valor al producto tradicional o para desarrollar nuevos, es esencial en el mundo moderno.

### **e) La Cultura**

La cultura es esencial, la empresa debe contribuir a la creación de empleos y a la mejora de la sociedad. Hacia ello deberían ir todos los esfuerzos. Una cultura de avanzar hacia el desarrollo nos orientaría a:

- Conservar a los mejores trabajadores y ayudar a todos a tener éxito.
- Aprovechar las inversiones que se realizan y las capacidades instaladas.

- Enfocarse al comercio y la generación de divisas.
- Desarrollar el conocimiento, su aplicación y generación.
- Enfocar al cliente y al cumplimiento de lo prometido.
- Aprovechar el tiempo y las oportunidades.
- Amar al trabajo.

## **2.2. Producción: ¿Cómo Mejorar con TOC?**

### **2.2.1. ¿Qué es TOC?**

La Teoría de Restricciones TOC (Theory of Constraints por sus siglas en ingles), es una filosofía de administración de organizaciones basada en un conjunto de procesos de pensamiento que utiliza la lógica de causa y efecto para entender lo que sucede y así encontrar maneras de mejorar, tomando en cuenta la restricción, la teoría de restricciones se base en los siguientes puntos:

- La Meta de cualquier empresa con fines de lucro es ganar dinero, y se debe de llevar acabo esto también satisfaciendo las necesidades de clientes, empleados y accionistas. Si no se logra el punto anterior, lo que lo impide es su o sus restricciones.

- Restricción no es sinónimo de recurso escaso. Es imposible tener una cantidad infinita de recursos. Las restricciones, lo que le impide a una organización alcanzar su más alto desempeño en relación a su Meta, son en general criterios de decisión erróneos.
  
- La única manera de mejorar es identificar y eliminar restricciones de forma sistemática.

TOC propone el siguiente proceso para gestionar una empresa y enfocar los esfuerzos de mejora:

**Paso 1.- IDENTIFICAR** las restricciones de la empresa.

**Paso 2.- Decidir cómo EXPLOTAR** las restricciones.

**Paso 3.- SUBORDINAR** todo lo demás a la decisión anterior.

**Paso 4.- ELEVAR** las restricciones de la empresa.

**Paso 5.- Volver al Paso 1**

Estos 5 pasos nos ayudará a mantener siempre un proceso de mejora continua. En materia de producción, TOC nos dice que la meta es hacer (más) dinero, y describe tres formas de lograrlo:

1. Aumentar el throughput
  
2. Reducir el inventario
  
3. Reducir los gastos de operación

### 2.2.2. Supuestos

La aplicación de la Teoría de Restricciones aumenta la capacidad del sistema. La Meta es ganar dinero. La pregunta, entonces, es cómo lograr más y disponer mejor de los recursos existentes y no cómo podemos hacer con menos recursos lo mismo que estamos haciendo en la actualidad.

La Teoría de Restricciones se basa principalmente en cuatro supuestos básicos:

**Primero:** Todo sistema tiene una meta y una serie de condiciones o sucesos necesarios que tienen que cumplirse para alcanzarla. Muchas organizaciones no han dedicado tiempo o recursos a definir sin lugar a dudas cuál es su meta, lo cual dificulta la administración de su producción y de la empresa misma. Aunque la hayan definido, muchas de esas organizaciones no han definido las condiciones necesarias mínimas para alcanzarla.

**Segundo:** La suma de los óptimos locales (e eficiencias locales) no equivale al óptimo del sistema.

**Tercero:** Existen muy pocas variables, generalmente sólo una, que limite el desempeño del sistema en un momento dado, nos referimos a las restricciones.

**Cuarto:** Existen relaciones válidas de causa y efecto detrás de cualquier organización.

### **2.2.3. Parámetros de TOC**

Para poder medir el desenvolvimiento de un sistema determinado necesitamos saber, cuánto genera, cuánto gasta y cuánto dinero existe dentro del mismo. Dentro de TOC los indicadores importantes y fundamentales son: Throughput, Inversión y Gasto de Operación, además de existir una condición necesaria, que es la liquidez.

#### **THROUGHPUT (T)**

Mide cuánto genera el sistema. Es la velocidad a la cual el sistema genera dinero. También se lo define como la velocidad a la cual el sistema genera dinero a través de las ventas, haciendo referencia a la principal fuente de Throughput de la empresa.

Sin embargo, deben incluirse otros ingresos como intereses cobrados por un plazo fijo, regalías por patentes, etc.

El Throughput asociado a un producto es similar al concepto de contribución marginal llevado a su expresión más pura.

La diferencia entre ambos es que EL THROUGHPUT NO EXISTE HASTA QUE EL PRODUCTO ES COBRADO.

$$\textit{Throughput} = \textit{Ventas} - \textit{Costo Totalmente Variable}$$

Las ventas son igual al precio multiplicado por las unidades producidas.

El costo totalmente variable, forma parte del Throughput, este es la materia prima e insumos que forman parte de la unidad producida vendida. La característica principal del costo totalmente variable es que no varía por la cantidad de unidades producidas vendidas es decir, su valor no cambia ante cualquier comportamiento de la producción.

Si la variación en el costo es directamente proporcional a la variación en el volumen producido, entonces es un CTV, y debe de ser restado del precio de venta del producto para calcular el throughput.

Mediante esto podemos calcular el throughput por producto y el total donde las fórmulas son las siguientes:

$$TTp = Tu * q$$

**TTp:** throughput total por producto.

**Q:** cantidad vendida en el período.

$$\text{Throughput total de la empresa} = \sum_{P=1}^N Tp$$

**P:** producto.

## INVERSIÓN (I)

Es todo el dinero que la empresa invierte comprando cosas que pretende vender. Dentro de este rubro se consideran también las maquinarias y edificios, si la empresa no genera la rentabilidad esperada, se va a tener que vender las acciones, lo cual es igual a vender parte de las maquinarias, edificios, etc. En otras palabras, es todo el dinero que el sistema captura (la inversión).

Los inventarios de materia prima, producto en proceso y producto terminado son valuados únicamente por su precio de compra. Nos tenemos que olvidar completamente de añadir valor agregado para valorar los inventarios de producto en proceso y producto terminado, porque esto hace que los esfuerzos por reducir inventarios sean muy lentos.

El valor adscrito al inventario de trabajo en proceso (IPP) y a los inventarios de producto terminado (IPT) es su CTV. La inversión debe dividirse en dos categorías: 1) el inventario de materia prima, y 2) el trabajo en proceso, los productos terminados y los demás activos. Esto debido a que el inventario de materiales tiene un gran impacto sobre la competitividad de la empresa.

### **GASTOS DE OPERACIÓN (GO)**

Se definen como todo el dinero que se gasta para convertir la Inversión en throughput. Los Gastos de Operación son todos los otros costos que no son variables.

A continuación se muestran algunos de los rubros que se toman en cuenta dentro de los gastos de operación:

- Los salarios del Director y/o Gerente.
- Los bancos por los intereses.
- Energía Eléctrica.
- Los Seguros.
- Mano de Obra
- Arrendamientos.

Llegamos a calcular el Gasto de Operación Total de la siguiente manera:

$$G.O. = \sum_{C=1}^N GO_C$$

Donde la C se refiere a cada una de las categorías mencionadas anteriormente. Lo que logramos establecer que estos rubros incluidos ayudan al sistema a transformar inventarios en Throughput.

Cuando se toma una decisión se trata de tener como base a estos tres medidores y medir su impacto.

TOC afirma que estos son suficientes para que logremos hacer el puente que cierre la brecha entre las Utilidades Netas, el Retorno sobre la Inversión y las acciones diarias de la gerencia. Bajo todo lo mencionado la Utilidad Neta se calculará de la siguiente manera:

$$UN = \sum_{P=1}^N T_p \cdot \sum_{C=1}^N GO_C$$

Donde la P son los productos y, la C cada una de las categorías de los gastos de operación. Esto nos lleva al cálculo final del Retorno sobre la Inversión.

$$ROI = (T - GO) / I$$

## **2.3. Sistema DBR: Drum, Buffer, Rope**

### **2.3.1. Un Nuevo Sistema**

#### **2.3.1.1. DEFINICIÓN**

La planificación industrial todavía es un problema que molesta a muchas compañías, no importa si se realiza cuidadosamente y ágilmente, algo siempre parece impedir esto arruinando los resultados esperados. Las averías de las máquinas y absentismo son algunas de las variables que provocan estos problemas. El desarrollo de Drum-Buffer-Rope, ha traído una nueva solución demostrando ser la respuesta.

Drum-Buffer-Rope (DBR) es un sistema fijado y controlado por la metodología basada en la Teoría de Restricciones (TOC), es un acercamiento a la dirección de las operaciones que se enfoca en los recursos con capacidad restringida (CCRs). TOC ve cualquier compañía como un sistema, es decir, un juego de elementos en una relación interdependiente. Cada elemento depende de los otros de alguna manera, y la actuación global del sistema depende de los esfuerzos unidos de todos los elementos de este. Uno de los conceptos más fundamentales es el reconocimiento del papel importante jugado por la restricción del sistema.

Drum-Buffer-Rope es un acercamiento a la dirección de las operaciones que se enfoca en los recursos con capacidad restringida (CCRs): “Una cadena sólo es tan fuerte como es su eslabón más débil, puede producir sólo lo que determine su recurso más lento, el CCR”. Por lo tanto, es arriesgado fijar la producción en base a la capacidad de un recurso no restrictivo, ya que sería más de lo que el sistema pueda manejar.

### **2.3.1.2. Integración de conceptos**

Dentro del sistema de Drum – Buffer – Rope podemos darnos cuenta que existe cierta relación con otras metodologías usadas para el manejo de inventario, como los usados en la Ford y la Toyota.

Esta manera de controlar el inventario fue aplicado por primera vez por Henry Ford cuando desarrolló la línea de ensamble. Luego, Taichi Ohno, de la Toyota, padre del Justo a Tiempo, la empleó cuando desarrolló su sistema de programación “Kanban” que tanto éxito ha tenido.

Ford eslabonó los recursos de producción uniéndolos mediante bandas transportadoras, es decir cuerdas (rope) físicas. Ohno utilizó tarjetas o lo que pudiéramos llamar “cuerdas de logística”. Ambos sistemas de cuerdas han demostrado tener un éxito enorme y han tenido implicaciones económicas de muy largo alcance.

El sistema de Ford funcionó bien para los productos de alto volumen fabricados con equipo dedicado, las líneas de ensamble dio inicio a una nueva era de producción masiva.

El sistema Kanban de Ohno amplió la idea de Ford y la trasplantó a los productos fabricados en forma repetitiva que se producía en equipo no dedicado.

La clave de ambos sistema radica en que se establece un amortiguador de inventario predeterminado entre cada dos centros de trabajo.

En la línea de ensamble de Ford, el amortiguador es el espacio que hay entre dos operaciones en la banda transportadora, en el enfoque de Ohno es la cantidad de tarjetas Kanban, una para cada recipiente de partes, que se planifica se usarán entre dos operaciones.

El amortiguador le dice al trabajador de cada centro de trabajo cuándo trabajar y cuándo no; en ambos enfoques, el flujo de trabajo está sincronizado de manera que el inventario sea bastante bajo en comparación con los modos convencionales de operar.

Algo que se debe tener en cuenta, en ambos enfoques, es que cualquier perturbación significativa en el centro de trabajo causará que el flujo general se detenga y se pierda Throughput, en este punto es donde el sistema

DBR evita que se origine una pérdida para la organización.

### **2.3.2. DBR (Drum – Buffer – Rope)**

#### **2.3.2.1. Drum (Tambor)**

*El Drum* (tambor) se refiere al recurso que regula el paso entero del sistema, como lo es el latido del corazón de una persona.

*El Drum* (tambor) se refiere a los cuellos de botella (recursos con capacidad restringida) que marcan el paso de toda la fábrica.

#### **2.3.2.2. Buffer (Amortiguador)**

El Buffer (Amortiguador) es un amortiguador de impactos basado en el tiempo, que protege al throughput (ingreso de dinero a través de las ventas) de las interrupciones del día a día (generalmente atribuidas al famoso Sr. Murphy) y asegura que el Drum (tambor) nunca se quede sin material.

En lugar de los tradicionales Inventarios de Seguridad "basados en cantidades de material" los Buffer recomendados por TOC están "basados en tiempo de proceso". Es decir, en lugar de tener una cantidad adicional de material, se hace llegar el material, llega a los puntos críticos con una cierta anticipación.

En lugar de situar Buffers de inventario en cada operación, lo cual aumenta innecesariamente los tiempos de fabricación, las compañías que implementan TOC sitúan Buffers de tiempo solo en ubicaciones estratégicas que se relacionan con restricciones específicas dentro del sistema.

Buffer está relacionado con un "amortiguador de impactos" basado en el tiempo, que protege al throughput de las interrupciones que pueden ocurrir cotidianamente en el trabajo, y asegura que el Drum no quede desabastecido de material.

### **2.3.2.3. Rope (Cuerda)**

*Rope (Cuerda)* se refiere al mecanismo sincronizado al que se une los requisitos de la fecha debidos a la actuación de la restricción y a los requisitos de descargo de materias primas.

"Rope-Length", o "longitud de soga". La liberación de materias primas y materiales a la planta está, entonces, "atada" a la programación del Drum. Ningún material puede entregarse a la planta antes de lo que el "Rope-Length" permita. Esto sincroniza todas las operaciones al ritmo del "Tambor", lográndose un flujo de materiales rápido y uniforme a través de la compleja red de procesos de una fábrica.

El método de programación puede llevar a beneficios substanciales en la cadena de suministros asegurando que la planta esté funcionando a la máxima velocidad con el mínimo de inventarios y alcanzando a satisfacer altas demandas.

#### **2.3.2.4. Analogía con una tropa**

A continuación vamos a presentar un ejemplo de una organización (sistema) que se enfrenta a problemas, debido a que existe un eslabón más débil que restringe su capacidad (restricción); definimos una analogía en la que se pueda expresar fácilmente los problemas de las restricciones que afectan a un sistema, el de una Tropa.

Puesto que el soldado mas débil es el que marca el ritmo dentro de una tropa, si permitimos al primer soldado marchar mas rápidamente que el soldado mas débil ocasionaremos que la tropa se disperse; una solución a esto sería amarrar una cuerda directamente del soldado mas débil al primer soldado de la fila, este es un enfoque diferente a la sincronización de nuestra tropa (planta manufacturera), llamado sistema DBR. Los soldados que siguen al soldado más débil podrán marchar mucho mas rápidamente que el y en consecuencia siempre estarán demasiado cerca (no existe dispersión). La primera fila de soldados también podría marchar mucho más rápido que el soldado más

débil pero esta restringida por la cuerda para que marche a una velocidad igual que el soldado más débil.

Los soldados entre la primera fila y el soldado mas débil son mas rápidos que el mas débil por lo que siempre estarán pisándole los talones a los de la primera fila, la única dispersión existente será frente al soldado mas débil, el tamaño de la dispersión será determinada previamente por la longitud de la cuerda que se haya seleccionado.

Veamos las ventajas de este método o sistema; supongamos, que uno de los soldados que sigue al más débil se le cae el rifle. En los sistemas de cuerdas de Ford y de Ohno toda la tropa tendría que detenerse pronto, bajo el sistema DBR el avance del soldado mas débil no se ve afectado en lo mas mínimo, se acumula cierta dispersión (inventario) debido a este suceso, pero como los soldados que siguen al mas débil son mas rápidos logran alcanzarlo dentro de muy poco tiempo, esta dispersión será temporal no existirá una disminución del avance de la tropa entera (Throughput).

Observamos que el impacto de este suceso bajo el sistema DBR, es diferente al impacto en el enfoque justo a tiempo, parece que el método DBR. tiene algunas ventajas. Si un soldado que precede al soldado más débil, deja caer su rifle, con que lo levante antes de que el soldado mas débil haya cerrado la

brecha no existirá algún cambio sobre el ritmo de movimiento de la tropa. La brecha (inventario) que existe frente al más débil y funciona como un amortiguador contra sucesos de los soldados precedentes (recursos de producción). Al concentrarse el inventario solo frente al soldado mas débil y hacer que el primero camine a la misma velocidad que el soldado mas débil, se esta en realidad ganando lo mejor de dos mundos. El inventario es todavía más bajo que en el sistema justo a tiempo y el throughput se protege aún más, que en el sistema “Por si Acaso”.

En toda planta existen unos cuantos recursos con restricción de capacidad (CCR), dentro de la tropa son los soldados más débiles. El método DBR. reconoce que esta restricción dictará la velocidad de producción de toda la planta, así que tratemos al recurso con restricción como si fuera el tambor de una tropa.

También se necesita establecer un amortiguador de inventario frente a cada CCR, el cual contendrá sólo el inventario necesario para tener ocupado al CCR durante el siguiente intervalo de tiempo predeterminado. En consecuencia, este amortiguador de tiempo protegerá al throughput de la planta.

Se debe limitar la velocidad a la cual se liberará material a la planta es como la cuerda que se amarra entre soldados, esta debe de situarse desde el CCR a la primera operación, la velocidad a la cual la operación

de entrada podrá libera materiales hacia producción, será mandada por la velocidad a la cual este produciendo el CCR

#### **2.3.2.5. Programación DBR.**

El método DBR asume que en sistemas dependientes existe siempre un recurso escaso, o unos pocos, más allá del producto mix, que podríamos denominar restricción. Es la restricción la que determina en todo momento cuanto throughput puede obtener el sistema. En otras palabras un entorno productivo sólo podrá obtener aquello que le permita obtener el recurso más escaso (restricción).

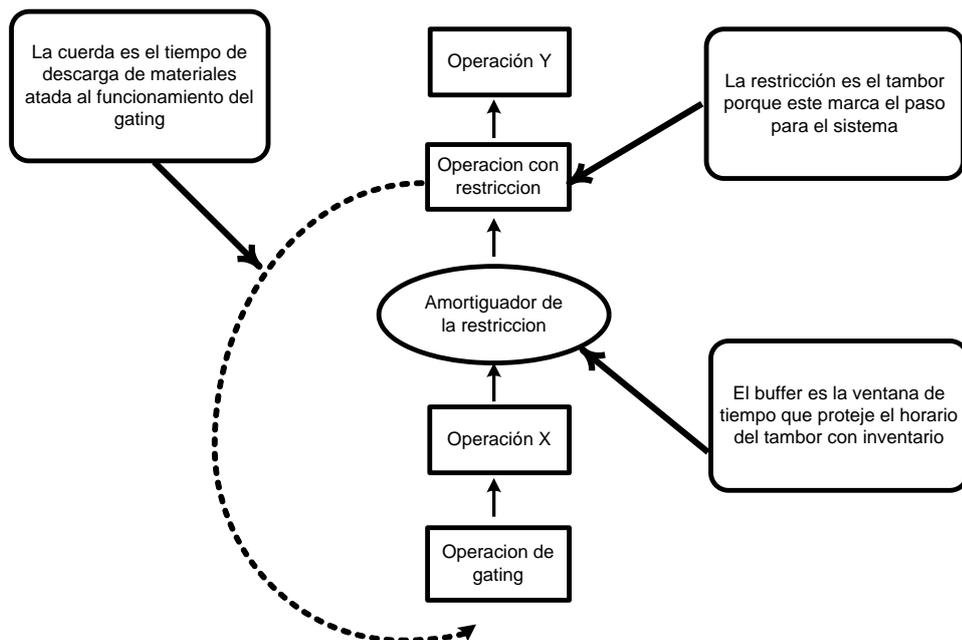
Sobre esta base, llegamos a la conclusión de que para proteger al máximo nuestro throughput es necesario que protejamos la restricción, el factor limitante del sistema. Los retrasos que sufra la restricción son retrasos que pueden perderse para siempre o, al menos, pueden suponer una expedición más costosa y cierta confusión en el sistema. Al tiempo que debemos asegurarnos de que la restricción (constraint) siga trabajando, tenemos que protegerlo del aumento excesivo de los inventarios, de forma que podamos controlar el 'lead-time' sin perder el control sobre los costes asociados al inventario (obsolescencia, costes de transporte y almacenaje, etc.).

Para romper con este dilema entre asegurar que la restricción disponga de trabajo suficiente para no tener que detenerse, y limitar el inventario total en el sistema, el DBR permite al recurso restrictivo lanzar el trabajo a realizar por el sistema (pull) de acuerdo a la programación rope (cuerda). Esto limita la cantidad de inventario en el sistema, ya que los recursos no-restrictivos disponen de la capacidad suficiente para asegurar una correcta alimentación de la restricción. De este modo, observamos que sólo existe un área donde gestionamos colas en toda la planta: delante de la restricción. Es esta cola, o buffer, y los mecanismos para monitorizar la misma, lo que asegura una protección para el recurso limitante y la información necesaria para gestionar los procesos y las órdenes de trabajo.

Este buffer protege contra las fluctuaciones que son naturales en todo proceso, y contra la acumulación de los retrasos que tienden a tener un grave impacto sobre el lead-time. Al tratarse de una protección centralizada, puede existir un nivel de inventario menor que la suma de los inventarios que teóricamente protegerían la fluctuación en cada uno de los recursos. Así, con un sistema DBR obtenemos una mejor protección de la fecha de entrega al tiempo que tenemos unos niveles de inventario en el sistema incluso más bajos que en un entorno KanBan. El buffer puede además combinarse con el Control Estadístico de Procesos que identifica y permite ocuparse de los procesos

problemáticos antes de que bloqueen la restricción y retrasen las órdenes lanzadas.

Los sistemas de Drum – Buffer - Rope simples proporcionan información unida al evento, que se usa para regular el flujo de producto a través de la producción. La información de eventos-dependientes significa que la dinámica de un sistema puede ser determinada directamente por atributos físicos, como la presencia (o ausencia) de trabajo en proceso, la descarga de material a través de operaciones, etc.



La programación DBR. permite obtener los resultados siguientes.

- Permite programar a capacidad finita cualquier Recurso de Capacidad Limitada (CCR) seleccionado, al tiempo que realiza el

seguimiento de la carga de capacidad de otros dos recursos más (denominados "Puntos de Control").

- Puede ser usado como herramienta y enlace entre el servicio al cliente y el sistema productivo.
- Integra el concepto de la programación finita en los MRP II existentes u otros sistemas que permitan planificar las salidas de material (basándose en la longitud de la cuerda) y las fechas de inicio de las operaciones en los Puntos de Control.
- Facilita un calendario para la gestión de buffers, fijando fechas para el CCR y para los buffers de Producto Terminado / Reposición.
- Es, además, flexible para adaptarse a las características propias de cada entorno productivo.
- La misma herramienta flexible basada en Excel puede ser usada a lo largo del tiempo para simular diferentes alternativas de producción y ventas, buscando siempre completar el proceso de cinco pasos para la mejora continua de TOC.
- Puede ser usado como una herramienta para planificar la producción en semanas o meses (como calendario de mantenimiento preventivo, esfuerzos de mejora, planificación de recursos, compras de equipamiento y otros recursos, etc.).
- En entornos productivos complejos, el Scheduler puede ser empleado para analizar de manera

conceptual (como un modelo) nuestro segmento del negocio, y prever una modificación en el software empleado o la necesidad de adquirir nuevo software para la producción.

### **2.3.3. Implementando DBR en una organización**

Dentro de toda organización tenemos que tomar en cuenta ciertos pasos necesarios para la implementación del sistema DBR, estos son los siguientes:

#### **1. Transferir el Know How del Drum – Buffer - Rope**

Antes de que un equipo administrativo o la organización misma manejen el sistema DBR, deben educarse de una manera eficaz alrededor de lo que DBR realmente es, y cómo tomar buenas decisiones operacionales dentro de su estructura, esto es crucial para las personas que deben vender estos conceptos después a otros. ¿Cuántas veces se ha forzado usted para explicar algo que usted no entendió totalmente? ¿Cuáles fueron los resultados?

Las personas tienen que comprender que la educación nunca es suficiente, se debe de estar en constante aprendizaje. Demasiadas organizaciones detienen en algún momento su aprendizaje y espera resultados de sus empleados o escoge comprar software con la expectativa que ellos les darán la información que la

organización necesita. ¿Cómo puede entregar un equipo industrial los resultados cuándo no existe confianza y efectividad en reportes por cómo los conceptos específicamente son transferidos a su ambiente?



## 2. La Construcción de un Único, Entallado Sistema de la Tambor-Amortiguador-Cuerda.

Una vez que la educación se proporciona, debe usarse por lo menos la intuición de un equipo de implementación. Primero, el equipo debe educarse y entonces su intuición debe organizarse para construir una fuerte estructura o reporte que tenga sentido para el sistema y ellos. Esto significa que los puntos críticos que definen todo su sistema deben ser fuertemente medidos y definidos con las políticas colocadas en su lugar para apoyar su habilidad de tomar las decisiones correctas a nivel operacional.

Sin este paso crítico ellos se esforzarán por llevar a cabo algo duradero. Adicionalmente, problemas prácticos incluyen opciones de software que deben dirigirse. En este punto, las organizaciones pueden hacer una opción informada sobre los paquetes de software de apoyo.

Piense sobre donde el equipo de implementación estará a estas alturas; conocedor sobre los conceptos de DBR, y lo más importante, conocedor sobre cómo esos conceptos se aplican específicamente al ambiente que ellos deben de trabajar. Ahora el equipo está en una mejor posición para explicar claramente a sus subordinados así como a otras funciones dentro de la organización, lo que el sistema está intentando hacer y lo que se espera de ellos y por qué. Esto son pasos que pueden destruirse frente a personas que tengan resistencia al cambio, el asesino más grande de cualquier iniciativa de mejora. Pero asegurando una implementación inicial no es suficiente. Para tener un término con éxito asegurado por mucho tiempo, las personas deben de quedar con la habilidad de innovar y mejorar el sistema existente.

### **3. Traslado de Herramientas de Proceso de Pensamiento Para Problema Eficaz que Resuelve Ahora y en el Futuro.**

Un equipo de aplicación debe tener la habilidad de tratar eficazmente con las personas de alrededor que sean renuentes al cambio. A menudo el conocimiento acerca del sentido común y cómo ellos lo aplican al ambiente es suficiente, ¿pero qué pasa cuándo alguien levanta una

afirmación u operación legítima que no fue totalmente considerada todavía? Nosotros sabemos que las personas que ejecuta el ambiente todos los días tienen una intuición fuerte, y muchas veces, sus preocupaciones son muy legítimas, ¿Desechamos nosotros el plan? Por supuesto que no.

Lo que realmente necesita nuestro equipo de implementación es tener la habilidad de entender estas reservaciones, solicitar o proponer soluciones cómodas y que los re-incorpore dentro de la solución. Además, nosotros sabemos una cosa, es que nuestros ambientes se mantienen dentro de un constante cambio. Dado eso, nosotros necesitamos asegurarnos que las personas tienen las herramientas necesarias para desenvolver el sistema frente al cambio. Estas herramientas proporcionarán un idioma común y la educación de DBR con la solución estructurada proporcionará el cuadro en el que se pueda comunicar. Cuando esas dos cosas están presentes en una organización se tiene la habilidad ofrecer fuertes y rápidas soluciones frente a condiciones cambiantes.

#### **2.4. El Síndrome de las Eficiencias**

Si los directivos tratan de alcanzar buenos resultados en un departamento una de las cosas que considerarán negativa es que un recurso esté sin hacer nada. No sólo es una política, es un comportamiento normal.

Las organizaciones dejan ver ciertas políticas o paradigmas como son los siguientes:

- Si un trabajador no tiene nada que hacer, entonces le buscamos algo que hacer.
- Los trabajadores no quieren que se les vea sin hacer nada.
- Los facilitadores buscan trabajo para su gente.
- Los Gerentes tratan de alcanzar altos porcentajes de eficiencia.
- La Alta Gerencia interferirá si las eficiencias son bajas.

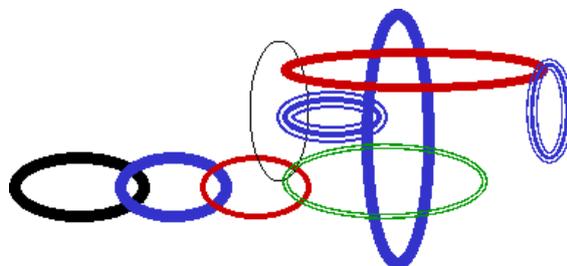
Al mismo tiempo es necesario tener buenos resultados. La empresa intenta cumplir con las fechas de entrega prometidas a sus clientes, y demás compromisos.

## 2.5. El Mundo del Costo y el Mundo del Valor

El Mundo del **COSTO**:

Medida Principal: El Peso.

Una Mejora en cualquier eslabón, es una mejora de la cadena.

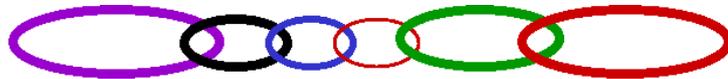


**MEJORA GLOBAL = SUMA MEJORAS LOCALES.**

El Mundo del **VALOR** (Throughput):

Medida Principal: La Resistencia.

Muchas mejoras en la mayoría de los eslabones NO mejoran la cadena.



MEJORA GLOBAL  $\neq$  SUMA MEJORAS LOCALES.

## 2.6. Mejora Continua

### 2.6.1. Importancia Del Mejoramiento Continuo

La importancia de esta técnica gerencial radica en que con su aplicación se puede contribuir a mejorar las debilidades y afianzar las fortalezas de la organización.

A través del mejoramiento continuo se logra ser más productivos y competitivos en el mercado al cual pertenece la organización, por otra parte las organizaciones deben analizar los procesos utilizados, de manera tal que si existe algún inconveniente pueda mejorarse o corregirse; como resultado de la aplicación

de esta técnica puede ser que las organizaciones crezcan dentro del mercado y hasta llegar a ser líderes.

Existen ventajas que podemos palpar gracias al uso del mejoramiento continuo dentro de una organización.

Ventajas:

- Se concentra el esfuerzo en ámbitos organizativos y de procedimientos puntuales.
- Consiguen mejoras en un corto plazo y resultados visibles.
- Si existe reducción de productos defectuosos, trae como consecuencia una reducción en los costos, como resultado de un consumo menor de materias primas.
- Incrementa la productividad y dirige a la organización hacia la competitividad, lo cual es de vital importancia para las actuales organizaciones.
- Contribuye a la adaptación de los procesos a los avances tecnológicos.
- Permite eliminar procesos repetitivos.

### **2.6.2. Proceso de Mejora Continua**

TOC propone un proceso para gestionar una empresa y enfocar los esfuerzos de mejora dentro de la organización, este proceso es el siguiente.

### **1.- Identifique la (s) restricción (es) del Sistema.**

En una planta siempre existirá un recurso que limite su máximo flujo, así como en una cadena siempre habrá un eslabón más débil. Para poder incrementar el desempeño del sistema, para incrementar la resistencia de la cadena, debemos identificar el eslabón más débil. Dentro de una planta estos son los llamados Recursos con restricción de Capacidad (CCR).

Hay básicamente dos tipos de restricciones:

- Físicas: Escasez de materias primas, una máquina muy cargada, gente con una habilidad determinada, el Mercado, etc. Sólo podemos decir que existen restricciones físicas cuando ya han sido eliminadas las restricciones políticas.
- Políticas: Reglas formales o informales erróneas, no alineadas o en conflicto con la meta del sistema.

### **2.- Decidir cómo explotar la(s) Restricción(es) del Sistema.**

Se ha identificado el recurso que limita el desempeño de la planta. Ahora se necesita obtener lo máximo de él. Cualquier minuto perdido en este recurso es un minuto perdido en el nivel de producción del sistema, así que se necesita garantizar que siempre existirá un

amortiguador de seguridad de la restricción, para que no se detenga debido a la falta de material.

Dependiendo de cuáles sean las restricciones del sistema, existen numerosos métodos para obtener de ellas el máximo provecho por ejemplo:

- La restricción es una máquina: Se le deberían asignar los operarios más hábiles, se debería hacer control de calidad antes de que la misma procese las piezas, se debería evitar las paradas para almorzar (Rotando a la gente), se debería evitar que quedara sin trabajar por falta de materiales (Incorporación de buffers de tiempo), se lo debería dotar de un programa óptimo donde cada minuto se aproveche para cumplir los compromisos con los clientes, etc.
  
- La restricción está en el Mercado (No hay ventas suficientes): Asegurarse que todos los pedidos se despachan en el plazo comprometido con los clientes. No hay excusa ya que la empresa tiene más capacidad de producción que la demanda del Mercado. Muchas veces, al bajar la demanda se reduce la capacidad de producción (Despidos), esto lleva a que no se puedan cumplir los plazos comprometidos, lo que a su vez reduce aún más las ventas, lo que aumenta los despidos, etc.

- La restricción es una materia prima (El abastecimiento es menor que las necesidades de la empresa): Minimizar el scrap (productos con fallas) y las pérdidas por mala calidad, no fabricar cantidades mayores a las se van a vender en el corto plazo, etc.

### **3.- Subordinar todo lo demás a la decisión anterior.**

Los demás recursos deben trabajar al ritmo de la restricción, ni más rápido ni más despacio. No se puede permitir que la restricción se quede sin material que procesar, debido a que entonces esta vaya a parar de trabajar, y el desempeño del sistema se va a deteriorar. Los recursos que no son restricción no deben de trabajar a mayor velocidad que la restricción, ya que no se incrementará el nivel de producción del sistema, solo aumentará el nivel de trabajo en proceso.

### **4.- Elevar la(s) Restricción(es) del Sistema.**

En el segundo paso buscamos obtener lo máximo de la restricción. En este paso consideramos las varias alternativas para invertir en la restricción como por ejemplo:

- La compra de una nueva máquina similar a la restricción.
- La contratación de más personas con las habilidades adecuadas

- La incorporación de un nuevo proveedor de los materiales que actualmente son restricción
- La construcción de una nueva fábrica para satisfacer una demanda en crecimiento.

En general nuestra tendencia es realizar este paso sin haber completado los pasos 2 y 3. Procediendo de ese modo estamos aumentando la capacidad del sistema sin haber obtenido aún el máximo provecho del mismo según como estaba definido originalmente.

Normalmente, el Paso 4 implica acciones que exigen mucho esfuerzo, tiempo y dinero, se recomienda no llevarlo a cabo hasta estar seguros de que se hayan implementado con éxito los pasos anteriores. Esta forma de proceder ayudará, además, a generar más recursos propios para afrontar las inversiones necesarias.

***5.- Si en un paso previo se ha roto una restricción, vuelva al paso 1.***

No se puede plantear estos cinco pasos si agregar uno final, como advertencia, “No permita que la Inercia genere una Restricción en el Sistema”.

Uno de los supuestos principales de TOC es que cualquier sistema, como puede ser una empresa con fines de lucro, debe de tener por lo menos una restricción. Si queremos un mejor desempeño del

sistema necesitamos manejarla, o manejamos nosotros la restricción o ellas nos manejan. Las restricciones van a determinar el resultado del sistema, sean reconocidas y gerenciadas o no.

Con el transcurrir del tiempo se han encontrado y puesto en práctica una serie de técnicas y herramientas que en la actualidad son de fundamental importancia para el buen manejo de cualquier organización, entre esas técnicas o herramientas tenemos el mejoramiento continuo.

El mejoramiento continuo es una herramienta que en la actualidad es fundamental para todas las empresas porque les permite renovar los procesos administrativos que ellos realizan, lo cual hace que las empresas estén en constante actualización; además, permite que las organizaciones sean más eficientes y competitivas, fortalezas que le ayudarán a permanecer en el mercado.

Para la aplicación del mejoramiento es necesario que en la organización exista una buena comunicación entre todos los órganos que la conforman, y también los empleados deben estar bien compenetrados con la organización, porque ellos pueden ofrecer mucha información valiosa para llevar a cabo de forma óptima el proceso de mejoramiento continuo.

## **CAPITULO # 3**

### **Implementando un Nuevo Modelo de Producción basado en TOC**

#### **3.1. Infraestructura Industrial**

##### **3.1.1. Códigos**

Debemos tomar en cuenta que dentro de un proceso productivo existen una gran cantidad de elementos relacionados, ya sea materia prima, producto en proceso, producto terminado y los recursos productivos. Todo lo mencionado debe de tener su código para que estos puedan ser ubicados en cualquier momento del proceso productivo.

El movimiento de los materiales en el proceso de fabricación puede ser distinto para cada empresa, según el método o proceso de fabricación empleado y la configuración específica del producto que se fabrica. Este movimiento también determina la forma en que se mueven los recursos dentro de la instalación de fabricación durante la elaboración del producto.

Al colocar un código a un recurso sea este inventario de la materia prima, producto en proceso o producto terminado, se debe de especificar a lado de este sus

características para poder llegar a reconocerlo en el momento de la producción.

#### **3.1.1.1. Ventajas de la Exactitud de los Códigos.**

El mantenimiento de registros de códigos exactos en inventario tiene muchas ventajas para la empresa:

- Se facilita el cumplimiento de los programas de fabricación, ya que los empleados pueden contar con la disponibilidad del inventario necesario cuando y donde lo necesiten.
- No se duplican los códigos de los productos terminados y materia prima, es decir que muestran el stock real.
- Se establece con corrección y exactitud el valor monetario del inventario.
- Ayuda al cálculo del Costo Totalmente Variable
- Ayuda al cálculo de los amortiguadores de materia prima, para poder responder a los distintos pedidos de manufactura.

La triste verdad es que muy pocas empresas mantienen un buen registro de sus recursos con códigos de una correcta exactitud, frecuentemente las

empresas desperdician la oportunidad de gozar de estas ventajas ya que sus registros carecen del grado necesario de exactitud.

### **3.1.1.2. Características de los Códigos**

Los códigos deben de tener las siguientes características:

- No permitir la duplicación de los mismos.
- No es necesario que sean nemotécnicos.
- Que exista una descripción automática de la nomenclatura de cada recurso o producto.

## **3.1.2. Lista de materiales**

### **3.1.2.1. Panorama General**

Todos los productos manufacturados y los artículos fabricados en talleres, líneas de ensamble, líneas de proceso o producción repetitiva tienen una lista de materiales.

#### **Definición**

Las Listas de materiales son documentos administrados por el Departamento de Ingeniería para definir todos los componentes y materiales utilizados para producir un producto. Las listas de materiales exactas y bien administradas son requisito esencial de

toda empresa de fabricación. Son utilizadas por muchos de los departamentos de la empresa tales como:

- ✓ Mercadeo: para configurar los pedidos y requisitos de la clientela.
- ✓ Planeación de Materiales: para planear los programas de materiales y fabricación.
- ✓ Fabricación: para describir la forma en que se han de producir los productos.

La lista de materiales también define con exactitud la cantidad requerida de cada componente y describe la secuencia en que se utiliza cada uno de ellos en el proceso de producción, desde los primeros niveles de las materias primas hasta producto terminado.

### **Cómo emplear la lista de Materiales**

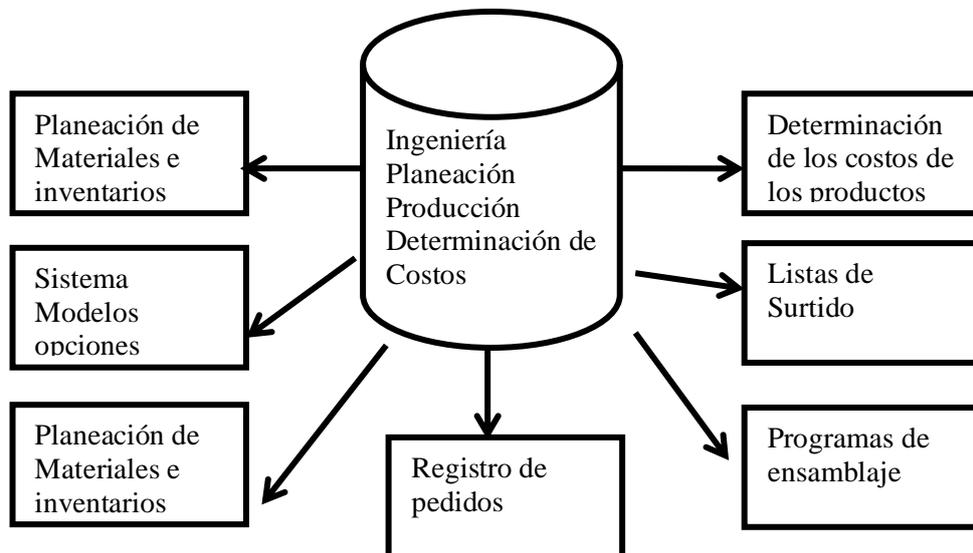
A nivel ejecutivo la empresa formula el plan de producción el cual define el régimen mensual de producción de cada familia de productos. La programación total traduce este plan en requisitos de tiempos específicos para cada uno de los artículos que constituyen las diversas familias de productos. A este nivel, la lista de materiales se utiliza para determinar la naturaleza exacta de los componentes necesarios para producir cada artículo. Este proceso arroja los requisitos totales o brutos necesarios para producir las cantidades requeridas por la programación total.

## Funciones

Las listas de materiales traducen la demanda de los productos en la de los componentes y materias primas necesarios para producirlos.

Estas listas también permiten al encargado de planeación de materiales planear los programas de materiales y fabricación de cada una de las materias primas y cada uno de los ensamblajes que entran en un producto determinado. Esta función se realiza utilizando los tiempos de entrega de los diversos componentes.

## Uso de las Listas de Materiales



Una vez formuladas las listas de materiales y definidos los tiempos de entrega, se introducen los datos en el sistema.

Las listas de materiales definen el producto efectivamente con el objeto de satisfacer las necesidades de la empresa. Un sistema de listas de materiales exactas y bien administradas es requisito esencial para mejorar las funciones de fabricación y alcanzar el nivel máximo de desempeño.

Las listas de materiales constituyen el marco dentro del cual se desenvuelve la totalidad del sistema de planeación de materiales y programación de producción. Las listas de materiales deben ser estructuradas de tal manera que reflejen la forma en que el producto ha de ser elaborado.

En la mayoría de los casos es aconsejable examinar las listas de materiales para determinar si se requieren cambios estructurales.

#### **3.1.2.2. El Uso de las Listas de Materiales para la Planeación de materiales.**

Existen muchas formas en que los diversos departamentos de una empresa pueden utilizar las listas de materiales para mejorar el desempeño:

- ✓ Ingeniería para especificar un producto.

- ✓ Planeación para determinar los requisitos de materiales y fabricación.
- ✓ Deposito para generar listas de surtido de materiales.
- ✓ Fabricación para determinar la modalidad de ensamblaje del producto.

### **Las listas de materiales y las estrategias de fabricación.**

Las listas de materiales definen que materiales, que cantidad de cada uno de ellos y en que secuencia se han de usar para elaborar el producto. Las estrategias de fabricación determinan la forma en que se fabrican los productos (fabricación contra inventario, ensamblaje contra pedido, etc.).

Solo debe haber una lista de materiales para cada uno de los productos de una empresa. Las listas de materiales múltiples ocasionan inexactitudes y confusión.

### **Listas de planeación**

Las listas de planeación garúan los productos en el formato de la lista d materiales. Toman en cuenta la estrategia de fabricación (fabricación contra inventario, fabricación contra pedido, etc.), al igual que otros factores, tales como los modelos, las características, las opciones, los componentes con tiempos de entrega

prolongados y los recursos de fabricación críticos para pronósticos de planeación. Su objeto es facilitar la programación del sistema, la planeación de materiales y mejorar el desempeño de las siguientes funciones:

- ✓ Planeación preliminar de capacidad
- ✓ Planeación de materiales
- ✓ Trámite de pedidos

Una lista de materiales para planeación es una lista establecida de acuerdo con los modelos, características y opciones que constituyen el producto. Se establece para simplificar el proceso de planeación.

### **3.1.3. Hoja de Ruta**

#### **¿Que es una ruta?**

La ruta es una lista de operaciones de fabricación que describe el proceso que se sigue para producir un producto. Establece la secuencia en que se realizan las operaciones.

La ruta generalmente consta de:

- ✓ el número de secuencia. y de la operación.
- ✓ la descripción de la operación,
- ✓ el número del centro del trabajo, y,
- ✓ el tiempo de producción.

OPERACIÓN	DESCRIPCION	CENTRO DE TRABAJO	TIEMPO DE PRODUCCIÓN
10	LLENADO	80	0,3 horas
20	MEZCLA	240	2,4 horas
30	INSPECCIÓN	450	0,3 horas

### **Los números de secuencia y de la operación**

El número de secuencia establece el orden en que se realizan las operaciones de fabricación. Puede ser el mismo número de la operación. Cuando no se emplean números de secuencia, los números de las operaciones deben asignarse en orden consecutivo para menor confusión al momento de controlar.

### **La descripción de la operación**

La descripción de la operación consiste en una descripción breve de la operación que se ha de realizar. Su propósito no es dar instrucciones detalladas para la fabricación del producto.

### **El centro de trabajo.**

El centro de trabajo es el nombre de la máquina, grupo de máquinas o recurso de manufactura utilizado para realizar el proceso de fabricación. La definición del centro de trabajo puede ser detallada o general, dependiendo de los requisitos de la empresa.

### **El tiempo de producción**

Este término se refiere al tiempo que toma en fabricar una pieza. Puede ser expresado como:

- ✓ **Tiempo de preparación.-** el tiempo necesario para montar y preparar la máquina antes de llevar a cabo un trabajo.
- ✓ **Tiempo de ejecución.-** el tiempo necesario para producir una pieza.

Los tiempos de preparación y de ejecución se mantienen separadamente, por operación, en el archivo de rutas y constituyen un 20 %, aproximadamente, del tiempo total de fabricación.

### **Utilización de la ruta**

Las rutas son desarrolladas en ingeniería, y son utilizadas por muchos de los departamentos de la empresa:

- **Ingeniería.-** Para Formular procesos de fabricación para artículos nuevos.
- **Control de producción.-** para determinar la planeación de los procesos de fabricación.
- **Fabricación.-** para elaborar cada producto correctamente.
- **Control de piso.-** para supervisar la secuencia de la producción.
- **Planificación.-** para determinar los amortiguadores de la producción.

## **Creación y Administración de las rutas.**

Ingeniería determina los métodos y recursos de fabricación (centros de trabajo) más adecuados para elaborar el producto. Inicialmente, los departamentos de Ingeniería y Fabricación pueden colaborar en el desarrollo de nuevas rutas. A medida que estas se ejecutan en Fabricación, las modificaciones y mejoramientos que se les hacen deben ser documentados y notificados a todo el personal interesado. Seguidamente Ingeniería y Fabricación realizan un esfuerzo conjunto para mejorar la exactitud de las rutas.

En breve, si las rutas son exactas y se emplean correctamente, pueden constituir un elemento importante de la red de comunicaciones de la empresa y contribuir a la producción eficaz del producto.

### **Exactitud de las Rutas**

Es importante que la información contenida en la ruta sea exacta, puesto que se utiliza para:

- Describir la forma en la que se ha de fabricar una pieza.
- Determinar la carga de fabricación de cada centro de trabajo y de todo el proceso de fabricación.

- Establecer los programas detallados de fabricación de cada centro de trabajo.
- Determinan la restricción productiva.
- Determinar los amortiguadores

### **Implementación de un sistema de Rutas**

**Primer Paso:** Definición de cada etapa del proceso de fabricación como una operación.

**Segundo paso:** Ordenación de las operaciones y asignación de números de operación para describir la secuencia de etapas.

**Tercer paso:** Definición del centro de trabajo para cada una de las operaciones a realizar.

**Cuarto paso:** Determinación de las normas de tiempos de preparación y ejecución.

**Quinto paso:** Fabricación del producto de acuerdo con las especificaciones de la ruta para probar el proceso.

**Sexto paso:** Recolección de retroalimentación y reajuste de la ruta conforme a los resultados obtenidos en el proceso de producción.

**Séptimo paso:** Entrada en el computador y de almacenamiento de todos los datos finales de las rutas para establecer registros de ruta para el producto terminado.

**Octavo Paso:** Establecimiento de un programa permanente para el mejoramiento del proceso.

### **3.2. Análisis del MRP**

La planificación de las necesidades de Materiales MRP, fue introducida en lo años 70 como un sistema de control de inventarios que servía para calcular la demanda interna de los componentes de un determinado producto a producir, era necesario crear un conciencia de en qué momento eran necesarios, y generar órdenes de producción y de compra que tuvieran en cuenta el tiempo necesario para fabricar estos o componentes o adquirirlos en el exterior. En su momento, el MRP fue un concepto revolucionario, ya que sirvió para introducir en la función de fabricación o manufactura la idea de la necesidad de una planificación sistemática y del importante papel que ello puede desempeñar la informática. Desde sus inicios, el sistema ha sufrido sucesivos cambios, con la tendencia a mejorarlo, el último de ellos es el denominado MRP II (Manufacturing Resources Planning), es mucho más amplio que el original, e incorpora relaciones con otras funciones como la comercial y la financiera.

El principal objetivo de cualquier sistema de inventarios es garantizar que los materiales estén disponibles cuando se los necesite, sin embargo tratar de llegar a cumplir este objetivo puede conducir a situaciones comprometidas, en las que enormes cantidades de recursos permanecen inmovilizados en los almacenes.

### **3.2.1. Principales Problemas**

A pesar de las expectativas que originó su aparición, los sistemas MRP no han llegado a alcanzar el éxito esperado. Muchos de los problemas se han asociado con malas estrategias de puesta en marcha, falta de apoyo de la alta gerencia, y ausencia de compromiso por otros miembros de la organización. Y a que este es un sistema generalmente informático, muchas de las virtudes de este sistema fueron exageradas por los vendedores de software, y las empresas los adquirieron sin conocer realmente sus necesidades de fabricación. Sin embargo la experiencia dice que estos problemas son innatos de toda nueva implantación. Existen 3 problemas puntuales que se derivan de la implantación de este sistema:

- ✓ MRP, planifica primero las necesidades de materiales. La capacidad es una idea posterior que en la mayoría de casos no se toma en cuenta. El procedimiento mediante el que el sistema crea el programa de trabajo no es muy eficiente. Son necesarios múltiples ajustes puntuales. Además,

en las empresas en las que existe un proceso concreto que limita el sistema o alguna restricción de capacidad difícil de superar, esta situación debería dirigir la programación más que la disponibilidad de materiales.

- ✓ El tiempo de realización en un sistema MRP está fijado. Se supone que el tamaño de los lotes permanece invariable, o que este no está relacionado con el tiempo de realización. En ciertos casos, cuando un trabajo para, se requiere un recurso que no está disponible, los tiempos de realización se disparan (son función, por tanto, de la capacidad del sistema productivo y de la prioridad que se asigne al trabajo). Muchos de los errores que se dan en la planta se deben a los errores al predecir los tiempos de realización.
  
- ✓ Los requerimientos de informes del MPR son excesivos, tenemos que plantearnos hasta qué punto es necesario tanto detalle para una base de datos común, o cuánto control es realmente preciso, muchas veces estamos abarrotados de grandes lotes de información que no es usada o es usada pero no toda o una mínima parte de ella, esto nos dice que es necesario tener una calidad de información y no una cantidad de ella.

### 3.3. DBR Un Ejemplo Práctico

Tomando en cuenta el marco teórico mencionado en el capítulo anterior, es importante para una correcta y óptima administración de la producción tener tres elementos funcionando, Drum (tambor), Buffer (amortiguador) y Rope (cuerda). Ya que nosotros no sólo queremos que la capacidad restrictiva de producción esté ocupada todo el tiempo sino también queremos usar su tiempo de una manera adecuada.

Tenemos que asegurarnos que nosotros estamos manufacturando productos para los que tenemos cierta demanda y son rentables para la compañía. Para asegurar que esto pase, tenemos que elaborar el horario de la restricción, llamado Tambor, es decir la velocidad en que se va a producir.

El Tambor, es un horario detallado, con los artículos que van a ser producidos, sus cantidades, y sus tiempos de entrada y salida. Cuando elaboramos el Tambor el punto de inicio o de referencia es la demanda del mercado. Primero debemos de intentar entregar lo que el mercado quiere, en las cantidades y fechas deseadas. Cuando no tenemos la suficiente capacidad de vender todo que el mercado quiere, la primera cosa que tenemos que hacer es determinar lo que vamos producir y vender. Después, tenemos que fijar la entrega de los órdenes.

Para entender mejor estos conceptos usaremos un ejemplo. Permítanos suponer que tenemos una orden de cliente para el producto A, 200 cantidades para el 10 de febrero. Para poder

entregar esta orden en la fecha deseada tenemos que procesarlo en la restricción algún tiempo antes de la fecha de entrega, para que tenga el suficiente tiempo para ser procesado por todos los recursos que están después de la restricción. Si este tiempo necesario es 5 días todo lo que necesitamos será procesar esta orden en la restricción 5 días antes de la entrega fijada.

Esto significa que el producto A tiene que ser procesado en la restricción el 5 de febrero. A continuación tenemos un ejemplo de un Tambor:

Producto	Cantidad	Inicio		Salida	
		Fecha	Hora	Fecha	Hora
A	200	05-feb	5:03	05-feb	21:43
Z	350	05-feb	21:43	05-feb	15:13
L	120	06-feb	15:13	06-feb	19:13
.....					

Cuando protegemos la restricción no es suficiente desarrollar el Tambor. Al crear el tambor estamos tratando con la condición necesaria de resolver los problemas de capacidad. Es decir, estamos asegurándonos de que el plan de producción sea factible. Sin embargo, también tenemos que proteger el plan de las incertidumbres en el proceso.

Un ejemplo de una incertidumbre es cuando un recurso que alimenta la restricción, descansa. Si esto pasa la restricción podría detenerse debido a la falta de materiales para procesar. Lo que tenemos que hacer aquí es crear un stock de partes antes de la restricción para que, aun si algo pasa con los

recursos que la alimentaban, la restricción se proteja durante algún tiempo.

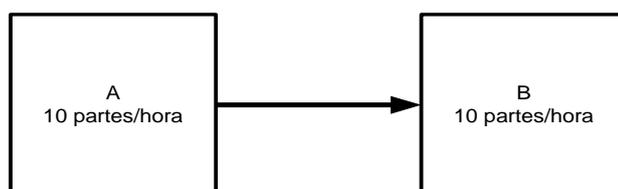
Esta protección se crea soltando el material a ser procesado en la restricción algún tiempo antes de que se necesite. Este 'algún tiempo antes' es lo que TOC llama Amortiguador. Como un ejemplo, usaremos un Tambor que simplemente creamos: Producto A, 200 unidades, tiene que empezar procesándose en la restricción el 05 de febrero a las 5:03. Permítanos suponer que antes de alcanzar la restricción esta parte tiene que ser procesado a través de otros 9 recursos. Si queremos que estas partes estén disponibles para la restricción en el momento fijado, nosotros, naturalmente, tenemos que soltarlo antes de las 5:03 en el 05 de febrero. La pregunta es: ¿Cuánto tiempo antes? En la terminología de TOC esto se expresa como: ¿Cuál debe ser el tamaño del amortiguador?

Se supone que el amortiguador protege la restricción de casi todas las fluctuaciones estadísticas en el proceso. Lo queremos para garantizar el suministro de materiales a la restricción. No podemos tener un 100% de protección porque necesitaríamos un amortiguador infinito para eso. Así que debemos apuntar al 99%. El amortiguador tiene que ser dimensionado para que haya suficientes partes delante de la restricción para garantizar su producción 99% del tiempo. Un amortiguador más pequeño pondría en riesgo nuestro Tambor y por consiguiente, el desempeño de la compañía. Un amortiguador más grande no aumentaría la protección pero aumentaría el inventario.

Así que, uno de los factores que influyen en el tamaño del amortiguador es la variación estadística en el proceso. Si es más grande la variación más grande el amortiguador tiene que ser.

El tamaño del amortiguador es también influenciado por la capacidad de los otros recursos en el proceso, aquellos que no son restricciones. Es decir que la máxima capacidad de los recursos no restricciones con respecto a la capacidad de la restricción podrían hacer que el amortiguador sea más pequeño.

Para entender mejor este punto, analicemos el proceso, tenemos dos recursos, A y B, ambos con una capacidad media de 10 partes/hora.



Lo que nosotros queremos hacer es generar un amortiguador proteccionista delante del recurso B. Sin embargo en la situación actual no es posible. El recurso A no tiene bastante capacidad protectora de renovar el amortiguador. Es decir, la acción proteccionista delante del recurso B alcanzará cero constantemente.

Ésta es la razón por qué nosotros no debemos intentar balancear la capacidad de los recursos. Esto haría imposible determinar la situación de la restricción, así como las variaciones estadísticas de los recursos haría que la restricción cambie de lugar todo el tiempo.

Todavía usando el ejemplo anterior, para que seamos capaces de proteger el recurso B tenemos que estar seguros de que el recurso A tenga más capacidad que el recurso B. En otras palabras, todos los recursos no-restricción tienen que tener más capacidad que la restricción para garantizar el flujo de trabajo a la restricción y de la restricción, a esto se le llama capacidad protectora

Aquí está otro concepto de TOC. Es la clasificación de la capacidad de recursos en 3 tipos:

La Capacidad Productiva - La parte de la capacidad del recurso que se usará para procesar materiales;

La Capacidad Protectora - Esa parte de la capacidad de un recurso necesario para renovar los amortiguadores y;

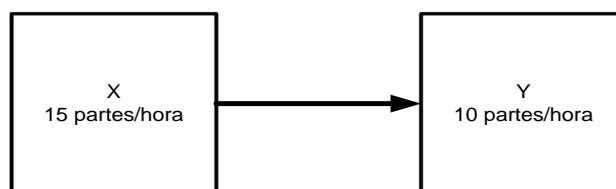
Exceso de Capacidad en la restricción - Esa parte de la capacidad de un recurso que puede venderse o puede eliminarse.

El CCR sólo tendrá capacidad productiva, como queremos explotarla, consiguiendo el máximo de él. Todos los otros recursos que son no-restricción, debe tener capacidad productiva y protectora.

Así que, el tamaño del amortiguador depende de la fluctuación estadística del proceso y de la capacidad proteccionista de los recursos no-restricción. Entonces, entre más grande la fluctuación estadística es, más grande el amortiguador tiene que ser. Y si es mayor la capacidad proteccionista de los recursos no-restricción, más pequeño el amortiguador puede ser.

Una vez que la restricción se explota tenemos que ir al tercer paso: Subordinar todo lo demás a la decisión anterior. La decisión anterior es el Tambor. Después de que hemos decidido cómo usar el tiempo de la restricción, tenemos que determinar lo que haremos con los otros recursos de la compañía.

Permítanos usar un proceso para ayudar a visualizar lo que debemos hacer con los otros recursos.



En este sistema el recurso Y es la restricción. Puede producir sólo 10 partes/hora. Esto significa que el sistema puede vender sólo 10 partes/hora en conjunto. Supongamos que nosotros ya hemos hecho el Tambor para el recurso Y, el próximo paso es determinar qué hacer con recurso X. El Recurso X puede

procesar 15 partes/hora. ¿Cuántas partes/hora debe procesar? Parece razonable decir que debe producir lo que puede venderse, que es, 10 partes/hora. Si produce más que eso aumentará sólo el inventario del trabajo-en-proceso. Si seguimos esta lógica, la eficiencia de el recurso X será de 66.6%, y esto no constituye ningún problema en el mundo de TOC, pero es un gran problema en nuestro mundo comercial tradicional.

De hecho TOC defiende la aniquilación completa de estas medidas de óptimos locales. TOC dice que la demanda para eficiencias locales altas arriesga el desempeño de la compañía. Si miramos el ejemplo anterior de nuevo podemos ver por qué.

Para aumentar la eficiencia de el recurso X de 66.6% a 100% nosotros tendríamos que alimentarlo con 15 partes/hora. Como el sistema en conjunto solo puede vender 10 partes/hora este aumento en la eficiencia del recurso X aumentará sólo el inventario de trabajo en proceso, WIP. Si las ventas no aumentan y el WIP lo hace, con seguridad la rentabilidad bajará. Uno de las razones del paso 3 (Subordinación) es el requisito para evitar aumentos innecesarios en costos e inventarios.

Los recursos no-restricción tienen que seguir el ritmo de la restricción. Eso es por qué el horario de la restricción se llama un Tambor, porque determina el ritmo de la tropa entera (analogía). Los recursos no-restricción no pueden permitir a la restricción trabaje sin materiales o se detendría y el desempeño del sistema se expondría o peligraría. Por otro lado, los

recursos no-restricción no deben, en promedio, trabajar más rápidamente que la restricción porque ellos no estarían aumentando la producción pero, estarían aumentando el nivel del WIP.

Uno de las conclusiones de TOC es que la mayoría de los recursos en una compañía son recursos no-restricción y por consiguiente deben estar ociosos una parte del tiempo. Éste es uno de los puntos más polémicos en TOC y debido a eso es uno de los más difíciles de ser llevado a cabo. En nuestro paradigma comercial actual creemos que las eficiencias locales altas nos llevan en conjunto a una actuación global buena en el sistema. Pero, cuando simplemente hemos visto, esto no es verdad. Sin embargo, aunque podríamos estar de acuerdo con TOC es muy difícil superar esta manera de pensar porque esta tan inculcado en todo lo que hacemos.

Como los recursos no-restricción tienen más capacidad que la restricción, no necesitamos fijarlos. Lo que DBR hace es descargar el requisito de materiales necesarios para cumplir el Tambor y determinar que los otros recursos trabajen tan rápido como ellos pueden cuando hay material esperando para ser procesado, por otra parte la máquina debe estar ociosa y el operador debe hacer algo más (mantenimiento preventivo, los círculos de calidad, u otras actividades similares).

Tomando el Tambor como el punto de salida o referencia y entonces substrayendo el amortiguador se calcula este tiempo de descarga. Recordemos el ejemplo de nuestro Tambor. Producto A, 200 unidades, se fija para ser procesado en la

restricción el 05 de febrero, supongamos que el tamaño del amortiguador es 7 días, esto significa que debemos soltar el material correspondiente el 29 de enero. Este horario de descarga del material se llama Cuerda, porque está deteniendo a los recursos no-restricción para que ellos sigan el ritmo de la restricción. A continuación se presenta el Tambor y se ha construido la Cuerda.

Producto	Cantidad	Inicio		Salida	
		Fecha	Hora	Fecha	Hora
A	200	05-feb	5:03	05-feb	21:43
Z	350	05-feb	21:43	05-feb	15:13
L	120	06-feb	15:13	06-feb	19:13
....					

Producto	Cantidad	Descarga	
		Fecha	Hora
A	200	ene-29	5:03
Z	350	ene-29	21:43
L	120	ene-30	15:13
.....			

Con la Cuerda soltamos lo que la restricción puede producir y haciendo esto garantizamos que todos los otros recursos trabajen al mismo ritmo de la restricción y por consiguiente no tendremos aumento innecesario en el WIP.

### 3.3.1. Control de la Producción

En la metodología del Tambor-Amortiguador-Cuerda (DBR), el control de la producción es hecho usando Administración de Amortiguador. Para entender cómo

el sistema de control trabaja queremos ver en más detalle cómo los amortiguadores operan.

### **Amortiguadores**

El amortiguador se crea para proteger un horario. Es una anticipación en el tiempo de descarga de materiales para que podamos certificar que el horario se logrará.

**Amortiguador de restricciones:** En el ejemplo que hemos presentado, el Tambor está siendo protegido por 7 días de anticipación a la descarga de materiales a la restricción. Este amortiguador se llama Amortiguador de Restricciones.

**Amortiguador para entregas o envíos:** El horario de restricciones no es el único horario que tiene que ser protegido. El horario de la entrega de órdenes también tiene que ser protegido, para que la compañía pueda ser fiable a sus clientes. La restricción tiene que procesar las partes con bastante tiempo de anticipación para que los recursos después de la restricción puedan procesarlos. Aquí también estamos usando el concepto del Amortiguador. Este es llamado Amortiguador de entrega.

En el caso dado sobre el amortiguador de entrega es de 5 días, es decir, la restricción tiene que terminar de

procesar los órdenes 5 días antes de la fecha de la entrega.

**Amortiguador de ensamble:** Cuando las partes que han sido procesadas por la restricción tienen que ser unidas con partes que no pasaron por la restricción, es necesario crear otra protección. En este caso nosotros tenemos que usar cada parte que pasó por la restricción para formar un producto final; por consiguiente no podemos permitir que ningún componente de no-restricción este perdido (podríamos perder una venta). Para que esto no pase TOC creo un Amortiguador de Ensamblaje.

Este amortiguador nos hace soltar con un tiempo antecedente pre-determinado, las partes que se unirán con las partes que pasaron por la restricción.

### **3.3.2. Inventario de trabajo-en-proceso WIP**

Estos 3 amortiguadores son suficientes para proteger nuestros horarios de producción contra las incertidumbres en el proceso. Cada compañía no necesita todos los 3 amortiguadores; depende del tipo de proceso y en la situación de la restricción.

Si la restricción está en la demanda del mercado, el único amortiguador necesitado es el amortiguador de entregas o envíos, como no hay ninguna restricción física en el proceso.

En este caso, todas las partes pasarán por sólo un amortiguador, el amortiguador de entregas o envíos.

Si hay una restricción física, habrá al menos 2 amortiguadores, el amortiguador de la restricción y el amortiguador de entregas. El amortiguador de ensamble será sólo necesario si hay un ensamble que involucre partes que pasaron por la restricción y partes que no lo hicieron.

Cuando hay una restricción física, todas las partes pasan por uno de dos alternativas:

1. Esas partes que pasan por la restricción tendrán en su flujo dos amortiguadores, de la restricción y el de entrega o envío.
2. Esas partes que se ensamblan (unen) con otras partes que pasaron por la restricción tendrán dos amortiguadores en su flujo, el amortiguador de ensamble y el amortiguador de entrega o envío.

Cuando usamos DBR es fácil de saber cuál es el tamaño del inventario en progreso. Esto es establecido por el tamaño de los amortiguadores. Por ejemplo: si hay un amortiguador de envío de 5 días y un amortiguador de la restricción de 7 días, el inventario en progreso será de 12 días. Esto porque la restricción se fijará para procesar una cierta orden 5 días antes de

su fecha de entrega y el material virgen para esta orden se soltará 7 días antes de su horario en la restricción. Por consiguiente, el material virgen será soltado 12 días antes de la fecha de la entrega. Esto también muestra que para reducir el WIP es necesario reducir los amortiguadores.

### **3.3.3. Tamaño del Amortiguador**

El amortiguador es una medida en tiempo. En el ejemplo anterior usamos un amortiguador para la restricción de 7 días. Esto significa que el material virgen se suelta 7 días antes de su horario en la restricción. Durante estos 7 días las partes deben llegar a la restricción con una cierta holgura.

En el ejemplo anterior esto significa que el material virgen está soltándose 7 días antes de su horario en la restricción y si el amortiguador se clasifica según el tamaño, debemos ver un inventario medio delante de la restricción de 3.5 días. Si el inventario medio delante de la restricción es de menos de 3.5 días (menos de la mitad el amortiguador) significa que la restricción no está siendo bien protegida, así que hay un riesgo considerable de tener interrupciones en el horario. Por otro lado, si el inventario medio delante de la restricción es mayor que 3.5 días, esto significa que hay más amortiguador que el necesario, lo que significa más WIP que el necesario. Este aumento en el

amortiguador no aumenta la protección, sólo aumenta el inventario.

Eso es que por qué en administración del amortiguador tenemos siempre que intentar mantener un inventario medio delante del horario que estamos intentando proteger igual a la mitad del amortiguador.

Cuando uno está empezando a implementar DBR hay siempre la pregunta de cómo determinar el tamaño de los amortiguadores. Sin embargo, el proceso es bastante simple. Tenemos que tener presente que los amortiguadores son necesarios para proteger nuestros horarios, esto es, proteger nuestras ventas. Así, si usted tiene que determinar el tamaño inicial de un amortiguador, ¿debe escoger un amortiguador más grande o uno más pequeño?

Si usted escoge un tamaño para el amortiguador más grande que el que necesita, ¿Que pasará con el inventario delante de la restricción?, será más grande que la mitad del amortiguador. Y, según lo que hemos visto, eso significa que nosotros tenemos más protección que la que necesitamos. Éste es un claro signo de que nosotros podemos reducir el tamaño del amortiguador sin perder las ventas.

Ahora, si usted escoge un tamaño para el amortiguador que es demasiado pequeño, ¿Que pasará con el inventario delante de la restricción?, será

más pequeño que la mitad de el amortiguador, y podría interrumpir la producción de la restricción.

Por consiguiente, siempre que tengamos que determinar el tamaño de el amortiguador debemos empezar con una estimación conservadora, porque haciendo esto no corremos el riesgo de perder ventas. Entonces, cuando nosotros hacemos nuestra administración del amortiguador, podemos empezar reduciendo el tamaño del amortiguador hasta alcanzar el nivel adecuado de protección.

#### **3.3.4. Administración del Amortiguador**

Para poder garantizar la restricción y la entrega de la orden fijada tenemos que controlar la producción. Tenemos que certificar que las partes alcanzarán su destino como se planeó. DBR usa esta administración del Amortiguador para hacer este control.

Como ya se declaró, cada parte pasa por uno o dos amortiguadores (dependiendo de la existencia o no de restricciones físicas). Por consiguiente, para controlar la producción todo lo que nosotros tenemos que hacer es administrar los amortiguadores; es decir, tenemos que verificar si las partes están llegando a los amortiguadores como se planeó.

Todo lo que tenemos que hacer es certificar que las partes están llegando como se planeó. Si hay alguna parte perdida, una brecha en el amortiguador se creará.

Manteniendo un control en las brechas del amortiguador podemos predecir cuando un problema interrumpirá el horario. Por consiguiente, podemos resolver el problema antes de que se arriesgue nuestro horario. La administración del amortiguador es un sonar que nos alerta de cualquier problema potencial.

Para controlar la producción todo lo que tenemos que hacer es mantener vigilado los amortiguadores. Haciendo esto podemos controlar toda la producción supervisando muy pocos puntos del flujo.

### **3.4. ARA (Árbol de Realidad Actual)**

El árbol de realidad actual (ARA), es una representación de la realidad de la empresa, que aclara a los ejecutivos a través de la lógica rigurosa de causa y efecto, de como una causa medular ocasiona la mayoría de los efectos indeseables del sistema.

El ARA trata de demostrar que las principales causas o el problema medular producen la mayoría o todos los efectos indeseables de la empresa. Generalmente las personas creemos que existen un sin número de problemas que aquejan a la organización y que no permiten que esta se

desenvuelva correctamente, pero en realidad son pocos o uno el problema que origina esto, lo demás son efectos indeseables que existen gracias al problema medular, vemos una relación causa – efecto.

En este punto se explicará y se podrá observar un ARA, para crear o elaborar uno es necesario tomar como referencia toda la organización, pero para efecto de este estudio se toma en cuenta el departamento de producción de una empresa manufacturera de plástico de la ciudad de Guayaquil, aunque implícitamente podemos observar dentro de este ARA como se administra o se maneja esta organización, y por lo tanto ver problemas generales de toda la organización.

Para poder solucionar o arreglar la falta de rentabilidad y/o competitividad de la organización es de vital importancia que se ataque el o los problemas medulares que causan los efectos indeseables, es decir los enunciados que se encuentran en la parte baja del ARA.

#### **3.4.1. Árbol de Realidad Actual de una Empresa Manufacturera de Plástico de Guayaquil**

Se identificaron los efectos que crean conflictos en la empresa. Como se presenta en el árbol de realidad actual ([anexo 1](#)) son pocos las causas a las que tenemos que tratar (inyectar) con soluciones que posiblemente estén en manos de los gerentes y la gente que trabaja en la empresa.

Entre estas causas que se encontraron en la empresa tenemos:

- ✓ No realizamos la compra a tiempo de la materia prima.
- ✓ Frecuentemente el presupuesto de producción Indurama no se cumple.
- ✓ Las ventas a Indurama son el 80% aproximadamente de las ventas totales de la empresa.
- ✓ La capacitación a operadores no es la adecuada.

Además se identificaron los efectos indeseables para la empresa:

- ✓ Se pierde reputación con los clientes
- ✓ Los gastos operativos son más altos de lo que deberían ser
- ✓ Las ventas (el throughput) es menor al que podría ser.
- ✓ La rentabilidad es menor a la que podría llegar a ser.
- ✓ Existe presión de vender a terceros.

Para llegar a los efectos indeseables, las causas señaladas provocan una cadena de situaciones indeseables para la empresa, en la que todos los

participantes tienen conflictos al no poder cumplir con las tareas asignadas.

Una de las causas es no realizar la compra de materia prima a tiempo, provoca que ocasionalmente falte la materia prima, esta a su vez provoca que ocasionalmente no tengan la materia prima de correcta especificación, usándose la materia prima que se tiene, downtime, y por consiguiente que no se cumpla con el plan de producción.

También frecuentemente no se cumple con el presupuesto de producción de Indurama, lo que a su vez provoca que hayan cambios en los requerimientos a última hora originando que se manufacturen productos fuera de especificaciones, que haya desperdicio de materia prima virgen y que no se cumpla con el plan de producción.

Además la capacitación a los operadores no es la adecuada, al presentarse esta causa provoca que el control durante el proceso no sea el correcto, se cometan errores en el manejo de la estrusora y que se manufacture productos fuera de especificaciones presentándose así daños en la máquina, downtime, desperdicio de materia prima virgen, y que no se cumpla con el plan de producción.

Otro causa que existe es que las ventas a Indurama son aproximadamente el 80% (alta dependencia) de

las ventas totales de la empresa, se prefiere producir a Indurama que a terceros, esto provoca conflicto porque existe una presión por ventas a terceros, junto a los cambios en los requerimientos a última hora provocando que los pedidos a terceros se retracen.

Si usualmente no se cumple con el plan de producción, entonces los clientes se quejan de atrasos en los pedidos, no se cumple con las medidas de desempeño, y no se es productivo. Así, si no se cumple con el plan de producción, si se manufactura productos fuera de especificaciones, y si los pedidos se retrasan, entonces se pierde reputación con los clientes. Mis clientes no me harían pedidos, no tendría pedidos para producir más impidiendo que el throughput sea mayor.

Así mismo, existe también desperdicio de materia prima virgen provocando que el costo totalmente variable sea más alto de lo que podría ser, impidiendo que el throughput sea mayor.

Otro efecto indeseable es que los gastos operativos son más altos de los que deberían ser, esto se da porque no se es productivo, ocasionalmente se manufactura productos fuera de especificaciones y ocasionalmente ocurren daños en las máquinas.

Por último si el throughput es mayor y si los gastos operativos no son más altos de los que deberían ser entonces se puede obtener una mayor rentabilidad.

Después de leer lo anterior nos podemos dar cuenta que en muchas ocasiones algunos problemas se repiten lo que nos lleva a decir que son efectos de los problemas medulares que existen dentro de esta organización, y no todos ellos tienen que ver estrictamente con producción.

### **3.4.2. Soluciones Viables**

#### **3.4.2.1. Inyecciones para las causas**

##### **¿Que es una inyección?**

Es una nueva realidad que el sistema debe de conseguir para lograr los factores críticos de éxito del sistema y por ende su propósito, sin causar conflictos adicionales.

##### **¿Como se debe implementarla?**

Para implementar las inyecciones se debe tener en cuenta cuales son los efectos indeseados que se provocan de implementarla y cuales son los obstáculos que impiden implementarla. Para eso debemos seguir un proceso que a continuación lo detallamos:

- ✓ Se debe lograr un aceptación de cual es el problema medular

- ✓ Lograr un consenso de que la solución resuelve los problemas y consigue efectos deseados
- ✓ Asegurar de que todos los nuevos problemas (efectos secundarios negativos significativos) han sido expuestos y podados
- ✓ Asegurar de que todos los obstáculos significativos para la implementación han sido expuestos y tratados
- ✓ Asegurarse de que exista un compromiso de todas las personas involucradas para la implementación exitosa de la solución.

Para el caso expuesto presentamos tres inyecciones que ayudarían a resolver los problemas (efectos indeseables).

- ✓ Los trabajadores están perfectamente entrenados
- ✓ Trabajamos con un amortiguador de materia prima
- ✓ Trabajamos con un amortiguados de producto terminado para Indurama
- ✓ Planificamos toda la producción con un MPS (Manufacturing Planning System).

### **3.4.2.2. Sistema computacional basado en DBR para la Planificación de Producción llamado MPS : Manufacturing Planning System**

EL sistema MPS (Manufacturing Planning System), es un sistema que se basa en la planificación del recurso restrictivo, para que toda la organización pueda tomar decisiones en relación a la capacidad restrictiva del sistema. Una característica principal de este sistema es que su programación se la realiza de acuerdo a las necesidades de la empresa.

Con el sistema MPS la empresa puede:

- ✓ Obtener información sobre el proceso de producción de cualquier producto, set\_up, mantenimiento de las máquinas, etc.
- ✓ Obtener información sobre Productividad, Capacidad Utilizada vs. Capacidad Instalada, Tiempo de entrega prometido vs. tiempo de entrega real, ya sea diaria, semanal, mensual, y anual
- ✓ Planificar las órdenes de producción.
- ✓ Obtener el tiempo de entrega de los pedidos.
- ✓ Facilitar el trabajo a los vendedores para saber que cantidad vender , ni mas ni menos y en que tiempo pueden entregar

**CAPITULO # 4**  
**Comportamiento y Mediciones**

**4.1. Contabilidad GAAP y Contabilidad Throughput**

**4.1.1. Contabilidad GAAP**

La Contabilidad Gerencial tiene dos conceptos primordiales:

- ✓ Proceso de evaluar, analizar, interpretar y dar información que sea útil a los gerentes en la toma de decisiones para obtener los objetivos organizacionales.
- ✓ Efecto en el comportamiento de la persona, lo que se mide y como es interpretado por ellas.

Estos dos conceptos dependen el uno del otro, ya que el evaluar, analizar, interpretar y dar información llegan a determinar el comportamiento de las personas. Se puede llegar con esto a un ciclo vicioso, porque el comportamiento de las personas va a dictar nuevas decisiones sobre lo que se tiene que evaluar y dar información en el futuro.

La Contabilidad de Costos tradicional permite satisfacer los principios de Contabilidad Generalmente Aceptados GAAP (en el Ecuador es NEC), pero esto no significa

que la información que se transmita tenga que ser usada como base para la toma de decisiones gerenciales.

Características generales de la Contabilidad Tradicional:

- ✓ Calcula las cifras en base a lo que ya ha pasado.
- ✓ El Proceso de cierre se hace sólo una vez que se tiene toda la información del periodo a contabilizar.
- ✓ Permite a los directivos el uso de principios contables generalmente aceptados para incrementar la rentabilidad mediante la acumulación de inventario y/o el diferir gastos a periodos futuros.
- ✓ El Inventario es considerado un activo de la compañía.
- ✓ Costos (incluyendo los costos fijos de manufactura por unidad predeterminados) son asignados a cada producto de acuerdo al volumen producido.
- ✓ La atención esta enfocada normalmente a la reducción de los costos por unidad.
- ✓ Los costos directos (variables o fijos) son asignados al segmento que los causa, los costos comunes o compartidos son asignados bajo alguna base razonable, otros costos comunes (como los generados por los corporativos) se mantienen en una suma total y son deducidos del margen total de la organización.

Dentro de la contabilidad tradicional es más difícil tomar decisiones gerenciales únicamente con los reportes presentados, es necesario el realizar sondeos alternativos y/o utilizar reportes alternos para esclarecer los datos y tener información confiable, lo que lleva al aumento del papeleo y muchas veces a seleccionar información irrelevante para la toma de decisiones.

El enfoque típico distribuye los resultados de la organización entre sus varias áreas, algunas de ellas son evaluadas individualmente lo que no genera un resultado real de su desempeño de esa área y de la organización. La “mentalidad de costos” predomina en cada decisión, lo que lleva a otorgar costos a cada maquinaria o proceso. (Ver 4.6)

Tomemos en cuenta que el reporte bajo costeo variable o directo, no es de uso común y no es aceptado como soporte fiscal.

#### **4.1.2. Contabilidad Throughput**

La Contabilidad Throughput es un sistema de administración contable basado en la Teoría de las Restricciones, el cual ve a una empresa como a un sistema. El concepto fundamental de la contabilidad throughput es la importancia que le da al rol que tiene la restricción dentro del sistema.

Esta metodología permite tomar decisiones en un tiempo menor al tradicional, con la información necesaria y logrando mejores resultados.

Características generales de la Contabilidad Throughput:

- ✓ Reportes de Ingresos en el formato de costos totalmente variables (CTV).
- ✓ Planeación de toda la organización basada en los requerimientos de la restricción del sistema.
- ✓ Reportes de eficiencia sobre el recurso restrictivo en términos del tiempo requerido por trabajo y por el tiempo total de la operación (no se desea tener tiempos ociosos, la pérdida de un minuto en la restricción es la pérdida de un minuto en toda la organización)
- ✓ Subordinación de todos los recursos a la restricción.
- ✓ Mediciones de la eficiencia de los recursos no restrictivos en términos de: Tiempo requerido por trabajo y apego al plan para dar soporte a la restricción.
- ✓ Decisiones de inversión (presupuestos de capital) deben ser hechas basados en los cambios en el Throughput (T), Inversión (I) y Gastos de Operación (GO), términos explicados anteriormente.
- ✓ Los gastos de manufactura son considerados como parte de los gastos

Considerar los costos operativos totales de la organización, aunque no es de uso común, es uno de los bloques fundamentales para la contabilidad throughput. La contabilidad Throughput es de fácil manejo y permite manipular la información necesaria para poder tener resultados suficientemente buenos para la hora de tomar decisiones, todos estos resultados pueden ser solicitados en cualquier momento sea al comienzo, en medio o al final de cada mes.

#### **4.2. Rango de los Indicadores**

Como se explicó anteriormente cada uno de los indicadores globales que maneja TOC, los cuales son Throughput, Inventario y Gastos Operativos, tenemos ahora que definir el rango o el orden de importancia que tiene cada uno de ellos con respecto a los otros dos. Esto no nos dice que el sistema tome decisiones o acciones ignorando totalmente su impacto sobre los indicadores de menos rango o importancia.

Lo que nos dice esto, es que lo que nosotros queramos optimizar siempre estará orientado primero a la mejora del indicador que TOC considera más importante y después a los otros dos.

Como se ha mencionado anteriormente el objetivo que tiene TOC es encontrar un proceso de mejora continua.

La Contabilidad Tradicional tiene como su indicador de mayor importancia el Costo, ya que la hipótesis es que disminuyéndolo obtendrán márgenes de ganancias. Si es que usamos la reducción del mismo como base para mejorar a la organización estaríamos partiendo con limitantes, ya que no se puede reducir permanentemente este indicador porque tiene un límite bajo (intrínseco) que a partir de este el desempeño de la organización se perjudicaría, y no habría una manera de mantener el proceso de mejora continua.

El indicador de mayor rango o importancia dentro de TOC es el Throughput, ya que este posee límites más flexibles y puede crecer con relación al mercado, logrando así el objetivo de TOC el cual es un Proceso de Mejora Continua.

El indicador que le sigue en importancia es el Inventario, si este es demasiado alto, el flujo de caja llegaría a disminuir peligrosamente, si se tiene inventarios altos aumenta el gastos operativo ya que se tendría que incurrir en gastos para poder mantener el inventario en buen estado. Quedando así el tercer lugar el Gasto Operativo.

Si el Throughput aumenta mi inventario disminuye, teniendo así que incurrir poco o nada en salida de dinero para mantener al inventario es decir disminuye mis gastos operativos, teniendo estos resultados mejora el desempeño global de la organización, haciéndola más competitiva.

### 4.3. Impacto de Reducir los Costos

Lo primero que las organizaciones buscan es tratar de reducir sus costos, sin darse cuenta que esto no tiene los resultados deseados por todo el sistema, se debe de tratar de ver a la organización globalmente para tomar una decisión de esta naturaleza.

Para la mayoría de las compañías, los beneficios de reducir costos tienen efectos poco duraderos. (Muchos artículos han validado la falta de beneficios a largo plazo de programas masivos de reducción de costos).

El **problema** que existe es el siguiente:

“No se pueden recortar costos de la operación, lo que significa que cambiar la carga a otro lugar no hace que el costo se elimine”

Los programas de reducción de costos se convierten con demasiada frecuencia en programas de recorte de personal, cosa que se está viendo mucho en la actualidad dada la situación presente de muchas empresas ecuatorianas.

Recortes a lo ancho de la organización o el congelamiento total de nuevas contrataciones frecuentemente disminuye la capacidad productiva de la organización. La idea fundamental debería ser reducir costos mientras que se mantienen los ingresos constantes, y no cortar costos que reducen ingresos

perjudicando así a la empresa y las personas que laboran allí, muchas veces aparte de que los costos no se logran disminuir, lo que lleva esto es muchas veces a que los obreros y trabajadores no confíen en la organización y haya renuncias empeorando así las condiciones actuales.

#### **4.3.1. Una Analogía.**

Manejemos la siguiente analogía, imaginémonos a atletas, los cuales están subidos de peso (sobrepeso) y se les dificulta llevar a cabo una buena práctica y desempeño de un deporte, en la vida real esto lo podemos asemejar con una empresa que no es rentable ni competitiva dentro de su industria.

Los atletas con sobrepeso tienen dos opciones para poder mejorar su desempeño, las cuales son:

1. Llevar a cabo una dieta no nutritiva.
2. Mantener un régimen de ejercicios y comida que logren mejorar su estado físico.

Si se escoge la primera opción, llevar a cabo una dieta no nutritiva, el organismo del atleta responde de una mal manera, ya que por falta de una buena alimentación no logra tener la capacidad necesaria para afrontar los retos físicos que tiene una determinada actividad. La relación de esto con una empresa es como si se dijera que queremos disminuir los Gastos, con lo que la empresa en algún punto no

tendrá la capacidad de afrontar las situaciones variables que tiene el mercado.

Si los atletas escogen la segunda opción, llevar un adecuado régimen de ejercicios y comida, el organismo del atleta se va reforzando y tonificando, lo que lleva a poder reaccionar a los retos físicos que tenga que afrontar en alguna práctica deportiva. Comparando esto con una empresa lo que se estaría haciendo es aumentar el Throughput, aumentando su capacidad de reaccionar ante cambio de la demanda y de la industria, logrando un mejor nivel de competitividad.

Sabemos que lo óptimo de todo esto es tener un régimen adecuado de ejercicios, junto a una dieta llena de proteínas y vitaminas para que así ayuden al cuerpo a tonificarse y tener una buena capacidad de reacción ante actividades físicas. Lo que en una empresa sería aumentar mi Throughput disminuir el Inventario y disminuir mis Gastos Operativos.

#### **4.4. Decisiones de evaluación.**

Todo negocio de manufactura está compuesto por varios subsistemas. Primero el producto debe ser diseñado. Luego el requerimiento tanto de materiales y recursos debe ser obtenido o comprado. Finalmente el producto debe de ser manufacturado, mercadeado, vendido, y obtener los réditos de los compradores. No es deseable para la organización tratar de

optimizar cada una de estas áreas operacionales, ya que los objetivos de estas no son compatibles. Por ejemplo, dentro de una típica fábrica de manufactura el personal de ventas siempre preferirá la línea de producto que más opciones tenga, pero el énfasis que da la contabilidad es en el producto que cueste menos producir y producción siempre optará por la manera más fácil de producir determinado producto.

Si la empresa busca ser o es exitosa, todos los diferentes subsistemas deben de estar en armonía con la meta de todo el sistema. Los óptimos locales que se podrían lograr en cada subsistema deben de ser subordinados al óptimo global de todo el sistema.

En las organizaciones manufactureras no es fácil medir el impacto de políticas o decisiones que se toman en cada uno de los subsistemas hacia el sistema total., ya que estas crecen cada vez más y cada uno de los subsistemas incrementan su complejidad y muchas veces es necesario crear divisiones de estos. Resultado de lo anterior, origina que se conviertan cada vez en partes menos significantes de todo el sistema, e incrementan la dificultad de determinar el verdadero impacto de las decisiones locales o departamentales sobre todo el sistema.

#### **4.4.1. Un Ejemplo**

Vamos a observar una empresa que produce zapatos, su proceso productivo tiene o funciona con dos máquinas, una que corta en molde del zapato y la otra que lo cose, sólo produce dos tipos de zapatos uno para hombres y

otro de mujeres. Como es lógico primero se debe de cortar el molde seleccionado previamente para poder unir las piezas en la máquina que cose. A continuación se muestra una tabla con detalles de los productos.

	<b>Zapatos de mujeres</b>	<b>Zapatos de hombres</b>
Demanda semanal	130	130
Precio de venta unitario	95	90
Costo de mp	35	40
Tiempo de corte	2	10
Tiempo de costura	15	10
Tiempo total de proceso	17	20

Tomemos en cuenta que cada máquina posee un operario, trabajan 8 horas diarias y 5 días a la semana, es decir 2400 minutos semanales. Los gastos operacionales semanales de la empresa son de \$ 10400, incluye el arriendo, la luz eléctrica y los salarios, es decir todo lo que la empresa requiere para mantenerse trabajando.

Hemos planteado este ejemplo, ahora usemos el proceso de toma de decisiones tradicional para definir la mezcla de producto que llegue a maximizar las utilidades de la empresa, dado que no tiene la capacidad suficiente para producir 130 zapatos de mujeres y 130 zapatos de hombres en una semana. La máquina que cose no tiene la capacidad deseada.

<i>Recurso</i>	<i>minutos necesarios zapato de mujer</i>	<i>minutos necesarios zapato hombre</i>	<i>total de minutos necesarios</i>	<i>minutos necesario / minutos disponibles</i>
cortar	260	1300	1560	65,00
coser	1950	1300	3250	135,42

Necesitamos decidir que cantidad o combinación de productos necesitamos producir para vender, es decir maximizar las utilidades de la empresa y para esto tenemos que elegir el producto más rentable. Vemos en los siguientes datos que según nuestro sistema de toma de decisiones tradicional el producto más rentable son los zapatos de mujeres.

	<i>Mujer</i>	<i>Hombre</i>	<i>Mejor Producto</i>
precio	95	90	95
MP	35	40	35
Tpo de Proceso	17	20	17

Los zapatos de mujeres necesitan gastar menos en materia prima y en tiempo de producción, además su precio es más elevado.

Precio	16400	mujeres	<i>materia prima</i> 4550	<i>precio</i> 12350
Costo de MP	6350	hombres	1800	4050
Margen bruto	10050			
Gasto de operación	10400			
Utilidad Neta	<b>-350</b>			

**Se produce el más rentable MUJERES**

1950

450 queda para producir el otro producto

45 camisas de hombre se produciría

Nos damos cuenta que de la manera tradicional escogimos el producto de zapatos de mujeres y si se lo produce vamos a obtener una pérdida de 350 dólares. Ahora veamos si escogemos el otro producto sin tomar en cuenta la toma de decisiones tradicional.

Precio	18666,67	hombres	<i>materia prima</i>	<i>precio</i>
Costo de MP	7766,67	mujeres	5200	11700
Margen bruto	10900		2566,67	6966,67
Gasto de operación	10400			
Utilidad Neta	<u>500</u>			

**No se produce el más rentable**

1300  
 1100 queda para producir el otro producto  
 73 camisas de mujer se produciría

Nos damos cuenta que lo mejor sería producir el otro producto.

La forma tradicional de toma de decisiones nos llevó a tener pérdidas, ya nos podemos dar cuenta claramente que existe un error en esta metodología.

**4.5. Optimo Local versus Óptimo Global**

Describimos como el costo estándar del sistema es la técnica fundamental para tomar decisiones actualmente usada por la mayoría de las firmas manufactureras, también ilustramos algunas de las severas limitaciones que tiene esta. Nosotros expondremos mas allá de los problemas del costo estándar,

como un sistema se enfoca en el desempeño local y no en el global dando un resultado erróneo y, cómo este puede llevar a una conducta disfuncional. Recomendaremos también un sistema superior, el cual puede ser usado para reforzar la toma de decisiones, evaluar el desempeño más efectivamente, y animar a la gente a tomar acciones apropiadas.

#### **4.5.1. La meta de las empresas de manufactura**

Dada toda la complejidad que existe realmente dentro de las organizaciones comerciales, es fácil “no ver el bosque por los árboles”. Esto se refuerza cuando los administradores operan bajo el sistema de costeo estándar; también usado o recogido por la emergencia de un organizador quien con nuevas técnicas administra una operación. Los administradores a veces se preguntan exactamente que significa determinadas técnicas administrativas, esto puede llegar a ser un tiempo desperdiciado en entender cualquiera de estos conceptos, y mas aún invierten tiempo en comprender totalmente las ramificaciones de implementar un sistema en un particular ambiente de manufactura.

Los administradores necesitan un apropiado juego de medidas para ayudarse a tomar correctas decisiones y evitar consumir el tiempo que tienen al momento de administrar una organización.

Para mejorar la habilidad de desarrollar un correcto juego de medidas que puedan ayudar a tomar las decisiones gerenciales apropiadas, uno debe primero reconocer la meta de cada organización de manufactura. Muchas organizaciones y personas llegan a preguntarse:

- ✓ ¿Es la meta de la empresa de manufactura proveer productos de alta calidad a los precios competitivos?
- ✓ ¿Es la meta ofrecer el mejor servicio al cliente?
- ✓ ¿Es la meta capturar participación de mercado?
- ✓ ¿Es la meta tener el equipo y maquinaria mas adelantada tecnológicamente?
- ✓ ¿Debería la meta ser reducir costos?
- ✓ ¿Debería ser la meta corporativa sobrevivir?

Mientras todo esto pueda ser considerado como los medios validos para lograr la meta, ninguno de ellos es la meta de la organización. Hay solo una meta para una empresa de manufactura: **“La meta es hacer dinero, ahora y en el futuro”**

Cada decisión administrativa debería ser dirigida hacia ayudar a la organización a alcanzar su meta de hacer dinero. Cada decisión de negocios, una decisión del personal, una decisión de inversión o una decisión operacional, debería ser basado en que si esta decisión ayudaría o no a la empresa a alcanzar su meta de hacer dinero.

#### **4.5.1.1. Conflicto entre Medidas Locales y Globales**

La primera meta de la porción manufacturera de la empresa deberá ser ayudar a maximizar desempeño financiero de la compañía entera. Afortunadamente, esta meta es entendida por la mayoría de los gerentes. El problema es la falta de pautas apropiadas que pueden ayudar a los administradores a lograrla. A lo largo de la historia nos hemos dado cuenta de algunas industrias que han fracasado dada la falta de estas pautas, es necesario que cada una de las áreas de la organización entiendan el propósito de la organización para que estas trabajen en conjunto. Las empresas tanto manufactureras y las que no lo son deben de considerar dentro de su sistema la variabilidad que existe en este, ya que si en algún momento una determinada área toma una decisión tomando en cuenta sólo su éxito podría afectar a todo el sistema organizativo, llegando inclusive a afectar esta decisión a la empresa, ya que se tomo en cuenta sólo una parte de ella y no se la vio como un todo.

Ahora se trata de dar un enfoque que cambie esa manera de ver a la organización el cual ha llevado al fracaso a empresas, se debe de considerar a la organización como un todo y

medirlo como tal, no por partes ni por logros individuales.

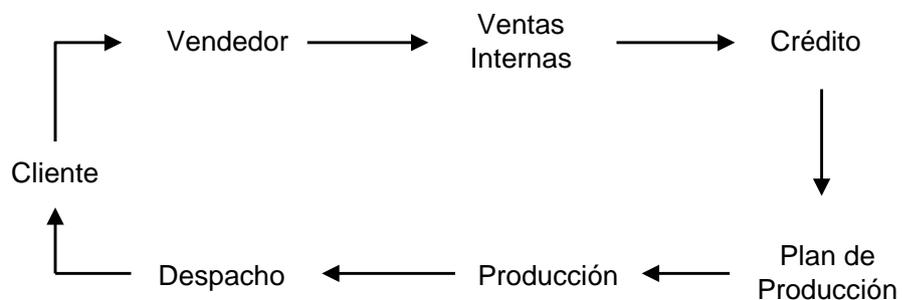
#### 4.6. Mediciones Globales

La medida utilizada es la de Throughput Dólar Día (T\$D), que es la cantidad de días que la empresa se demora en despachar los productos, adicionales a lo prometido al cliente.

Cada factura u orden, se calcula el throughput que se deberá obtener y se multiplica por el número de días que hay se atrasó. La sumatoria del T\$D por todas las facturas u ordenes que se retrazaron, es el indicador del período, puede mostrarse diario, semanal, mensual o por año.

Lo óptimo es que el T\$D como indicador debe de ser 0, ya que el throughput calculado anteriormente por cero (días de demora) da como resultado 0.

Se deber de calcular este indicador en cada uno de los elementos que están involucrados en el proceso administrativos, los cuales son:



## CAPITULO # 5

# PLANIFICACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GERENCIAL

### **5.1. Planificación del Sistema**

Existen varios tipos de sistemas, dentro de los cuales pueden llevarse a cabo un sin número de actividades, mostraremos cada uno de ellos ([Ver Anexo 2](#)) y señalaremos el sistema que vamos a utilizar.

Nuestro sistema está dentro de la clasificación de Sistema de Apoyo Gerencial, dentro de este se encuentran tres clasificaciones más, de las cuales la de Sistemas de Información Gerencial corresponde a nuestra selección, ya que permite elaborar informes especificados para los gerentes y jefes de departamentos. También suministran a los usuarios finales gerenciales productos de información que respaldan gran parte de sus necesidades de toma de decisiones diarias.

Este sistema es un Sistema de Información Gerencial; Manufacturing Planning System basado en DBR, MPS-DBR; estará en coordinación comercial con el área de ventas y mercadeo; controlará las operaciones físicas de la empresa, ayudando a planificar la producción de la empresa (área de producción), cuando se produce por pedidos.

### **5.1.1. Misión**

Tener el suficiente inventario para no perder ventas, cumplir 100% los tiempos de entrega prometidos al cliente en el caso de producir por órdenes de producción.

### **5.1.2. Visión**

Lograr una reputación de cumplimiento al mercado para convertirla en un factor de diferenciación de éxito.

### **5.1.3. Objetivos**

Los objetivos del sistema son los siguientes:

- Ofrecer una programación real de la producción, acorde con el entorno y realidad de la empresa, tomando en cuenta cada uno de los recursos empleados como: tiempo, efectivo, mano de obra, etc.
- Llevar mediciones holísticas, que fomente cumplir con la meta de la empresa.
- Mantener siempre un fluido proceso de producción.
- Manejar la información necesaria para programar el proceso productivo de la empresa.

#### **5.1.4. Requerimiento del Sistema.**

##### **5.1.4.1. Necesidades del Negocio.**

Dentro de los procesos productivos las organizaciones en la industria manufactureras necesitan:

- Lograr una comunicación eficaz entre todos los departamentos de la organización, principalmente ventas y producción.
- Contar con una correcta sincronización en la elaboración de los pedidos, entregando a tiempo cada uno de ellos, o de inventarios suficientes
- Poder contar con un respaldo dentro de la programación de la producción ante algún percance.
- Procesar los datos de acuerdo a como va avanzando el proceso de producción.
- Poder programar la producción con datos reales y suficientes que permitan buenos resultados.
- Tener un respaldo tecnológico en los procesos productivos y gerenciales dentro de la organización.

#### **5.1.4.2. Funcionalidad del Sistema.**

La función que llevará a cabo el nuevo sistema dentro de la organización está detallada a continuación:

- El sistema trabajará bajo el sistema operativo de Windows, lo que lo hace de fácil manejo siendo amigable al usuario.
- Logrará tener una transferencia de datos con información actualizada y necesaria para la planificación de la producción.
- Se contará con el almacenamiento de la información dentro de una base de datos dentro de una plataforma SQL que trabajará con Excel.
- El usuario final, podrá tener la información que necesita de los distintos departamentos, por medio de un data warehouse, un repositorio central que contiene la información más valiosa de la empresa; los datos que aquí se almacenan pasarán por un proceso de calidad que asegura su consistencia.
- La información presentada por el sistema estará apoyada por gráficos del desempeño de la producción y planificación de la misma.

### **5.1.4.3. Factibilidad Técnica**

#### **5.1.4.3.1. Familiaridad con la Aplicación**

Las aplicaciones que contiene este sistema son familiares con los procesos de la empresa, como lo es Microsoft Excel que contará con una relación directa con un administrador de base de datos, SQL, ya que estas permiten que exista una interacción entre el sistema y el usuario, logrando una especie de simulación del trabajo a realizarse por medio del sistema y/o sus distintas aplicaciones.

#### **5.1.4.3.2. Familiaridad con la Tecnología**

La tecnología a emplearse en el sistema posee un grado medio de familiaridad hacia el usuario, aunque se operará con un sistema operativo conocido, no todos lo saben manejar a su plenitud y aprovecharlo al máximo.

### **5.1.4.4. Factibilidad Económica**

Para llevar a cabo el desarrollo de este sistema tenemos que tener en cuenta las diferentes opciones de elaboración del mismo, una puede ser que lo desarrolle el departamento de sistema

de la misma empresa, lo que no sería muy recomendable, ya que sólo vería sus requerimientos y no de toda la organización originando un conflicto, otro podría ser adquirir un sistema estándar, aquí encontraríamos el problema de que toda organización es diferente y se necesita desarrollar el sistema con los requerimientos propios de la organización, la última posibilidad es tercerizar este servicio, lo que sería lo ideal, ya que se trabajaría a la empresa de una manera holística y bajo los requerimientos exclusivos de la esta. No tenemos que olvidar la forma de pago para con la empresa tercerizadora, hay que estudiar cada una de sus opciones y su tipo de contrato.

#### **5.1.4.4.1. Beneficios Tangibles**

- Ya que el sistema es de corta y fácil implementación se logrará disminuir de un 30% a 40 % en el costo del desarrollo del sistema nuevo.
- Se logrará disminuir el costo de mantenimiento de materia prima y producto final.
- Existirá una disminución en el inventario de materia prima.
- Se controlará el proceso productivo dentro de la planta.

- Se logrará cumplir con las fechas de entrega del producto terminado a los clientes finales.

#### **5.1.4.4.2. Beneficios Intangibles**

- Se podrá planificar la compra de materia prima necesaria para producir.
- Aumentará la competitividad dentro de la industria manufacturera nacional e internacional.
- Aumentará la satisfacción de los clientes por entrega del producto final.
- Se logrará un crecimiento sostenido de la organización.

#### **5.1.4.5. Factibilidad Organizacional.**

Dentro de este punto a tratar analizamos en ¿qué proporción será aceptado el nuevo sistema, lo usarán o no? El sistema a usar tendrá una alta participación del personal relacionado con este, es decir su usuario final, como son:

- ✓ Gerente de Planta: controlar el proceso de producción y sus requerimientos.
- ✓ Jefe de Producción: planificar de manera conjunta la producción y sus necesidades.

- ✓ Jefe de Control de Calidad: verificar el buen estado del producto final y que cumpla con los requerimientos del cliente.
- ✓ Gerente de Ventas: proporcionar al cliente las opciones, beneficios y características del producto.
- ✓ Gerente de Compras: coordinar en conjunto con producción la adquisición de materia prima necesaria para producir.

Los encargados de la producción y la alta gerencia jugarán un papel muy importante en el uso del mismo, ellos utilizarán la información de una manera holística para desarrollar una correcta planificación de la producción, lo que asegurará el éxito del nuevo sistema.

## **5.1.5. Organización del Sistema**

### **5.1.5.1. Plan de Trabajo**

#### **Identificación de Tareas**

Se identificarán todas las tareas a llevarse a cabo para poder cumplir los objetivos planteados, esto lo hará el gerente del proyecto, pueden existir varias maneras de hacerlo, una puede ser usando un método estructurado de arriba abajo en donde los niveles altos son definidos primero y luego divididos en sub-

niveles, otra es utilizar una lista de tareas o metodología, la cual se la va a usar. Las tareas que se llevarán a cabo son:

- Investigar y recoger información del sistema actual y sus procesos utilizados, mediante reuniones de grupo.
- Conversar con los encargados y/o posibles usuarios finales del sistema para observar y escuchar sus requerimientos, para esto podría llevarse a cabo una pequeña encuesta para recabar esta información.
- Unir toda la información recogida y analizarla detalladamente para encontrar el problema original.
- Mostrar una nueva opción de un sistema de información y armar su diseño.
- Implementar el nuevo sistema.
- Seguimiento del sistema implementado.

### **Estimación de Tareas.**

Es de vital importancia, luego de haber definido y detallado cada una de las tareas a llevarse a cabo, ponerles tiempo límites para su elaboración, para que no exista problema alguno en su desarrollo.

#### **5.1.5.2. Asignación de Individuos.**

Lo que se tratará de hacer es asignar un individuo a una tarea determinada, esto se hará en base a sus habilidades y necesidades de la organización, para poder llegar a alcanzar los objetivos del proyecto minimizando los conflictos que puedan llegar a ocurrir. Las actividades se las asignaran de acuerdo con la responsabilidad de los diferentes ejecutivos de la organización y sus conocimientos para llevar a cabo las actividades del sistema.

Para poder llevar a cabo el proyecto se designará las responsabilidades de las actividades a:

- Gerente General
- Gerente del Proyecto
- Analista del Negocio
- Ingeniero de Sistemas
- Analista de Sistema
- Analista de Infraestructura
- Programadores
- Usuarios Finales

### **5.1.5.3. Control y Dirección del Proyecto.**

Para asegurar el éxito en la elaboración del proyecto es necesario que exista un estricto control del mismo, tomando en cuenta los siguientes puntos importantes:

- Determinar que recursos son críticos, para poder establecer prioridades efectivas en el desarrollo del sistema.
- Tener medio de control para cada una de las tareas, lo cual se llevará a cabo por medio de diagramas Gantt dentro del programa MS Project, considerando el recurso restricción.
- Contar con herramientas de prevención de riesgos, en donde se enlisten las actividades y el avance de cada una de ellas.

## **5.2. Análisis del Sistema.**

### **5.2.1. Sistema Actual**

Tomando en cuenta la información obtenida por la investigación llevada a cabo en el primer capítulo podemos mencionar que la metodología que las empresas manufactureras tienen es la siguiente:

- ✓ Sus sistemas generalmente tienen información que no utilizan al momento de planear la producción y tomar decisiones.
- ✓ El sistema de información que manejan está computarizado por paquetes de software adquiridos anteriormente o por sistemas elaborados por ellos de acuerdo a sus requerimientos locales.
- ✓ Se emiten muchas veces ordenes de pedidos para con la planta con las cuales se lleva a cabo la producción sin saber exactamente por que las hacen producción.
- ✓ Muchos de estos sistemas son de una implementación larga y su uso ocasionalmente es complejo.
- ✓ Los sistemas para planeación de la producción más usados son Manufacturing Requirement Planning (MRP) u otras como Enterprise Resourcing Planning (ERP), los cuales permiten un control minucioso de la producción.
- ✓ Muchas veces estos sistemas son complementados con otros, que llevan un control de otras áreas.

### **5.2.2. Oportunidades de Mejoramiento.**

Las oportunidades de mejoramiento van de la mano de lo que los usuarios finales requieren del proyecto, a su vez tenemos que tomar en cuenta todas y cada una de las necesidades del negocio para poder así optimizar las tareas que el sistema realizará. Cada una de las personas involucradas en la realización del nuevo

sistema tendrá que determinar una manera modelo o aplicación en que se logre llevar a cabo la misión visión y objetivos del nuevo sistema. Las mejoras que se lograrían serían las siguientes:

- Una mayor rapidez en la elaboración de un plan de producción.
- Lograr un mayor cumplimiento en las fechas de entrega de los productos terminados a los clientes.
- Dejar ver que el tiempo de implementación de este sistema se diferenciará del tiempo que se lleva implementando otros.
- Un orden esquematizado y optimizado de la información necesaria para la producción de un determinado producto.

## CAPITULO # 6

### DISEÑO E IMPLEMENTACION DEL SISTEMA

#### 6.1. Diseño del sistema

EL sistema a emplearse es un MPS (Manufacturing Planning System), es un sistema computacional que se basará en DBR, que ayuda a proveer a la empresa una planificación adecuada del proceso de producción tomando en cuenta la restricción. Su programación se la realiza de acuerdo a las necesidades de la empresa y permite controlar el tiempo de liberación de materia prima su cantidad a emplearse y el tiempo que demorará la producción de un producto determinado ordenando las ordenes de producción.

Con el sistema MPS la empresa puede:

- ✓ Obtener información sobre el proceso de producción de cualquier producto, set\_up, mantenimiento de las máquinas, etc.
- ✓ Planificar las órdenes de producción.
- ✓ Obtener el tiempo de entrega de los pedidos.
- ✓ Facilitar el trabajo a los vendedores para saber que cantidad vender , ni mas ni menos y en que tiempo pueden entregar

Para entender de una manera gráfica lo que tratamos de hacer mediante el MPS ver [Anexo 8](#)

## **6.1.1. Diagrama de flujo de datos e Información**

### **6.1.1.1. Diagrama de Flujo de Datos de Nivel 0**

Este diagrama muestra todos los procesos de alto nivel del sistema y cómo están interrelacionados.

[Ver Anexo 3](#)

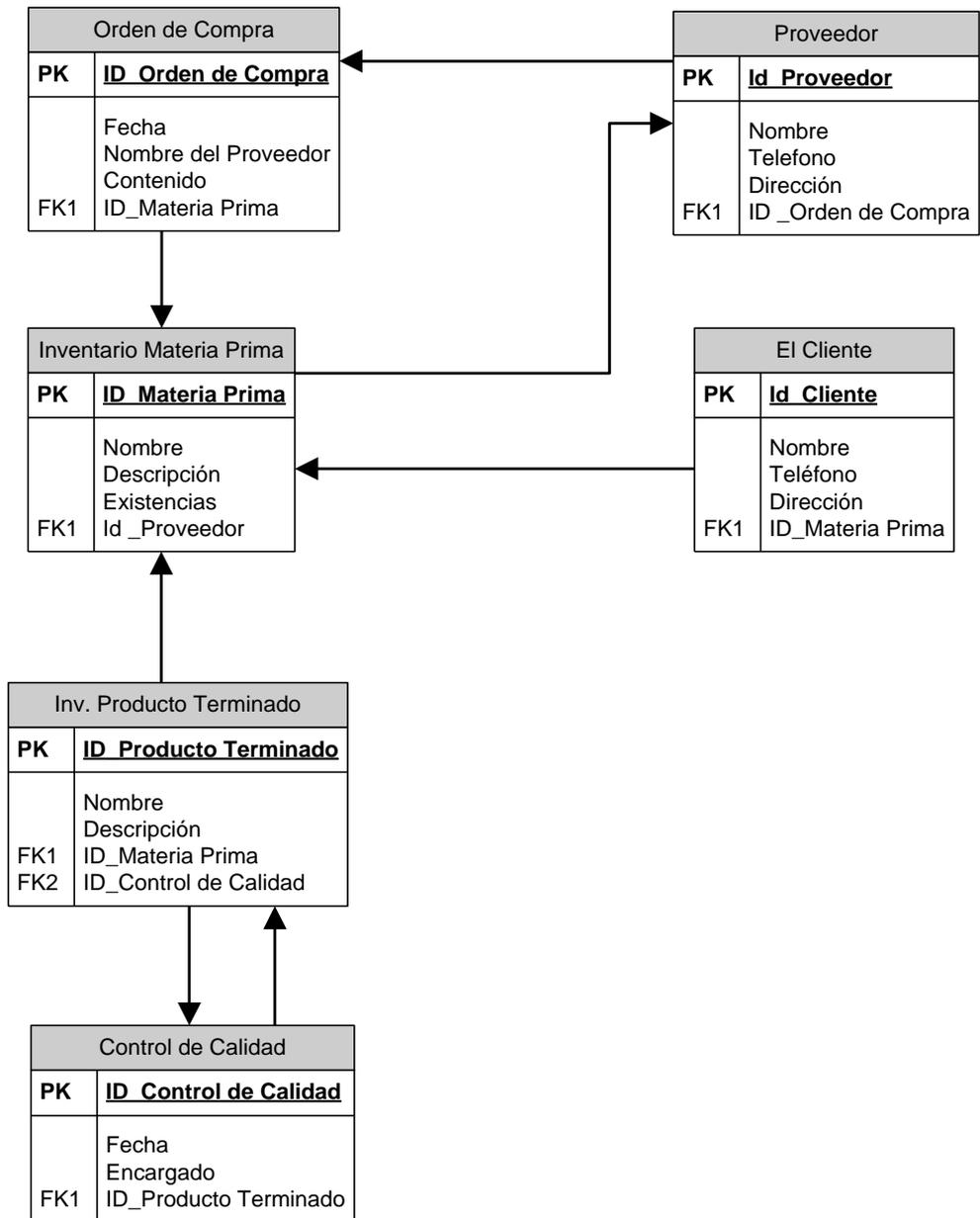
### **6.1.1.2. Diagrama de Flujo de Información**

Este diagrama de flujo nos muestra la manera en que fluye la información a lo largo de la organización y el sistema. [Ver Anexo 4](#)

## **6.1.2. Modelo de Base de Base de Datos**

### **6.1.2.1. Diagrama de Base de Datos**

A continuación se muestra el diagrama de la base de datos a usar dentro de nuestro sistema, cada una de las tablas sus características y especificaciones se puede observar en el [Anexo 5](#)



### 6.1.2.2. Data Warehouse

Tomando como referencia lo mencionado en el capítulo anterior dentro de funcionalidad del sistema, se usará el data warehouse para facilitar la recolección de datos, ya que es un conjunto de datos integrados orientados hacia algo específico, lo cual apoya el proceso de toma de decisiones administrativas.

Las características que un Data Warehouse tiene son:

- ✓ Datos organizados orientados hacia entidades.
- ✓ Se crean y diseñan fuera de las bases de datos operacionales.
- ✓ Las operaciones sobre la base de datos se reducen a captura de datos y acceso de los mismos.

Data Warehousing es el almacenamiento de datos con fines estratégicos mediante el cual se crea el Data Warehouse, se establecen las herramientas para análisis y recuperación de la información. Los Data Marts son lugares que guardan la información de un lugar específico, estas se caracterizan por satisfacer las necesidades inmediatas de las unidades de negocio y además de ser fáciles de implementar.

Nuestro sistema lo que hará gracias al Data Warehouse, es recolectar la información de diferentes bases de datos, y esta información irá a un repositorio de datos (Data Marts), del cual se escogerá la información necesaria para llevar a cabo determinada actividad.

### **6.1.3. Diagrama de Flujo de Datos de Lógico a Físico**

#### **6.1.3.1. Agregar Referencias de Implementación**

Al momento de recolectar la información de cada uno de los almacenamientos de datos se usará un modelo de base de datos llamada Data Warehouse, que estará relacionada con MS Excel.

Los procesos que se encargaran de recolectar la información se encontrarán implementados bajo MS Excel, donde se utilizará algunas de sus herramientas, como lo son las Macros y la introducción y elaboración de hojas de cálculo donde podremos observar el comportamiento de la producción.

Cada pantalla o interfases con la que interactuarán los usuarios finales serán de fácil manejo y amigable a la vista, ya que se cuenta con el sistema operativo Windows. Esta aplicación permite al usuario revisar el comportamiento y estado de la producción mediante consultas que pueden ser vistas en la

pantalla del monitor o impresas, donde se mostrarán gráficos estadísticos, rutas de procesos y demás herramientas administrativas.

El flujo de datos dentro de este sistema será llevado a cabo mediante una alimentación de red, las ordenes de compra y facturas de proveedores mantendrán su respaldo en papel, los requerimientos de materiales serán controlados por ambos métodos es decir en papel y en computador, los requerimientos y peticiones de producción serán ingresados al ordenador el cual se encargará del cálculo de tiempo de producción de lo requerido, tomando en cuenta dentro de esto la elaboración de los amortiguadores necesarios dentro del proceso productivo y controlando la salida del material solicitado o requerido para cada producto a manufacturarse.

#### **6.1.3.2. Establecer límites Hombre – Máquina**

Algunas de las acciones a realizarse como es el ingreso de los requerimientos de un producto específico para su producción serán ingresadas manualmente, para alimentar el almacenamiento de materia prima a utilizar, para poder así permitir internamente el cálculo del tiempo que llevará manufacturar determinado producto. Para llevar a cabo la solicitud de Materia prima se llenará

manualmente una orden para que esto se almacene en Órdenes de Compra.

Según las necesidades de materia prima del departamento de producción basados en un control de los procesos de la misma, el abastecimiento será de una manera automática, sin embargo cuando nuestro almacenamiento BOM (Bill of Material o Lista de Materiales) detecte que nuestro sistema llega al límite del amortiguador de inventario, el mismo que de una manera automática enviará esa información al Departamento de Compras donde el mismo se encargará de realizar el pedido.

Así mismo, será el proceso con los Inventarios de Producto Terminado, una vez que ventas hayan ejecutado esa función automáticamente disminuirán los inventarios de Producto terminado y retroalimentará con el departamento de producción de una manera automática.

#### **6.1.3.3. Respaldo**

Cada actividad que se lleve a cabo dentro del sistema tendrá un respaldo automático. También se mantendrán informes o reportes con la información necesaria para poder tenerla a la mano en el momento que se la quiera volver a revisar o tomar alguna decisión basada en la misma.

A lo que se refiere al hardware si en algún momento el servidor que mantiene la red llegara a fallar por cualquier motivo, entrará en uso otro suficientemente bueno para soportar la circulación de información, hasta que el servidor anterior sea reparado o se reemplace.

#### **6.1.4. Arquitectura de Red**

La estructura de la arquitectura de red se presenta en el [anexo 6](#)

##### **6.1.4.1. Selección de Arquitectura**

La arquitectura a usar dentro de este Sistema de Información es la de Cliente/Servidor ya que posee las siguientes características:

- ✓ Los usuarios finales en estaciones de trabajo cliente pueden manejar una amplia gama de tareas de procesamiento de información (ingreso de datos, respuesta de consultas, procesamiento de transacciones, actualización de base de datos, generación de informes, etc....)
- ✓ Los servidores de red pueden compartir procesamiento de aplicaciones, controlar el hardware, software y base de datos comunes.
- ✓ El rendimiento de los servidores puede crecer o decrecer dependiendo del flujo de la

información. Como no controla todas las aplicaciones, la red se convierte más segura, si la red se congestiona no existe un punto central de fallas.

#### **6.1.4.2. Forma de Alimentación**

La forma de alimentación será lineal, dado que el procesamiento de datos es centralizado (servidor de base datos) donde se almacena toda la información; al momento en que se lleve a cabo un ingreso, las líneas de transmisión están dedicadas solo a transferir datos y estas se realizaran de acuerdo al ingreso de la empresa dados los requerimientos de las consultas.

Un ejemplo de la transferencia es cuando se actualiza la información de datos de los requerimientos de producción o el ingreso de nuevos, las consultas realizadas por los departamentos es automático y se muestran dependiendo de lo que requieran.

#### **6.1.4.3. Procesamiento Analítico en Línea**

El procesamiento analítico en línea puede involucrar el uso de servidores especializados y base de datos multidimensionales (data warehouse), Una sesión OLAP ocurre en línea y en tiempo real, proporciona respuestas rápidas a consultas complejas

planteadas por gerentes, directivos o analistas utilizando sistemas de información gerencial.

### **6.1.5. Interfases**

Las interfases están en relación con las especificaciones del sistema, desarrollan un diagrama de estructura que define la estructura básica, sus conexiones, pantallas, formas y reportes del mismo. [Ver Anexo 7](#)

## **6.2. Implementación del Sistema**

### **6.2.1. Actividades**

El proceso de implementación de un sistema sea cual sea su tamaño comprende algunas actividades que tendrán que llevarse a cabalidad para el éxito del mismo, es un paso vital para su óptimo funcionamiento. Así vemos casos de sistemas bien diseñados y que han fallado en su implementación.

#### **Prueba**

Mediante esta actividad se pretende poner a prueba todos aquellos dispositivos, hardware, depurar programas computacionales y probar procedimientos del procesamiento de la información, para ver si el sistema funciona según lo planificado. Una importante parte de las pruebas es la generación de prototipos de presentaciones, informes y otra salida de datos como

consultas que tendrán que llevarla a cabo los usuarios finales.

### **Documentación**

Una buena documentación del sistema diseñado es muy importante, ya que mediante esta se podrá facilitar la comunicación entre las personas relacionadas con el proyecto y dentro del diagnóstico de errores y realización de cambios, especialmente si los encargados del desarrollo del proyecto y programadores no se encuentran actualmente en la organización.

### **Capacitación**

Esta actividad es de vital importancia dentro de la implementación de un sistema ya que sin la correcta capacitación de los usuarios finales el sistema fracasará. La capacitación puede involucrar diversas actividades como ingresos de datos, o también todos los aspectos del uso apropiado de un nuevo sistema. Se tiene que incentivar a los usuarios de este de tal manera que se sientan parte de la creación del sistema, ya que se sentirán más a gusto con el mismo y no querrán cometer errores en el momento de usarlo.

### **6.2.2. Método de conversión**

La operación inicial de un sistema puede llegar a ser una tarea difícil, ya que es un proceso de conversión en el que el personal, los procedimientos, el equipo, los

medios de entrada/salida y las bases de datos de un sistema de información anterior deben de convertirse a los de uno nuevo; es por esta razón que la conversión de nuestro sistema será Paralela, ya que durante este tiempo es cuando deben compararse y evaluarse las operaciones y los resultados de ambos sistemas. Los errores pueden identificarse y corregirse y los problemas operacionales pueden solucionarse antes de que se abandone el sistema antiguo.

### **6.2.3. Mantenimiento.**

Una vez que un sistema está completamente implementado y que está siendo operado por los usuarios finales, comienza la función de mantenimiento. El mantenimiento de sistemas es la supervisión, evaluación modificación de sistemas de información operacionales para realizar los mejoramientos necesarios o deseados.

La actividad de mantenimiento incluye un proceso de revisión después de la implementación, para garantizar que los sistemas recientemente implementados satisfagan los objetivos de desarrollo de sistemas que se les han establecidos. Para arreglar errores en el desarrollo de un sistema, debe de hacerse una auditoria o revisión periódica de un sistema, con el fin de asegurarse de que esté operando en forma apropiada y de que esté logrando sus objetivos.

## **CAPITULO # 7**

### **Conclusiones y Recomendaciones**

#### **7.1. Conclusiones**

Las conclusiones a las que hemos llegado a través de la elaboración de este trabajo son las siguientes:

- ✓ La Teoría de las Restricciones (TOC) es una metodología sistémica de gestión y mejora continua de una empresa, a la que considera como un sistema, reconociendo las interrelaciones que hay entre sus elementos.
- ✓ Dentro de un sistema existe por lo menos una restricción que impide que la empresa genere las ganancias esperadas, esto puede ser solucionado mediante el proceso de Mejora Continua, proceso que siempre estará vigente.
- ✓ La Teoría de las Restricciones (TOC) ayuda a identificar la restricción del sistema, a administrarla y sincronizar su flujo a la capacidad del mismo.
- ✓ La meta de cualquier empresa con fines de lucro es ganar dinero hoy y en el futuro satisfaciendo las necesidades de los clientes, empleados y accionistas. La meta debe ir paralela con el propósito de la misma, y los empleados y

demás deben de entender ambos para que sepan el camino a seguir.

- ✓ Las empresas de manufactura, generalmente no se dan cuenta que los negativos que tienen son originados por pocos o un problema medular que puede ser solucionado de una manera sistémica.
- ✓ En las empresas, los empleados que están dispuestos a cambiar su forma de trabajar aplicando algo nuevo generalmente no pueden hacerlo, ya que si la alta gerencia no quiere cambiar, no es posible trabajar de una manera diferente porque ellos son los que dan las ordenes.
- ✓ La metodología administrativa anterior, está tan arraigada en la mentalidad de las personas, que se les hace difícil ver que existe otra manera de administrar que puede ser más fácil y muchas veces no creen que lo sea.
- ✓ La parte administrativa de la organización muchas veces no cree que sea necesario cambiar.
- ✓ Los encargados o jefes de departamentos no se involucran en la solución al problema y limitan su campo de acción, tratan de mejorar sólo su departamento o área originando así más negativos que impiden el crecimiento de la organización como sistema (en conjunto).

- ✓ Mediante el empleo del sistema DBR (drum – buffer – rope), podemos planificar la producción con gran exactitud, impidiendo así la acumulación en exceso de inventario en proceso o de producto terminado.
  
- ✓ Es de vital importancia contar con una infraestructura industrial que permita tener una lista de materiales y rutas de proceso de gran exactitud, y que no se duplique los códigos existentes, ya que muchas veces se tendría una existencia fantasma de ciertos artículos gracias a la duplicación de la codificación.
  
- ✓ El sistema MPS (Manufacturing Planning System), es una de las posibles soluciones para ayudar a la planificación de la producción, permite controlarla mediante gráficos y recolección de datos que son seleccionados para calcular la fecha de entrega de un producto.
  
- ✓ Para implementar un modelo de mejora con TOC, se necesita el apoyo de los gerentes trabajando en equipo con todo su personal, si ellos no se involucran y cambian su pensamiento y el de sus empleados, la estrategia y la meta difícilmente será alcanzada.

## 7.2. Recomendaciones

Las recomendaciones a dar son las siguientes:

- ✓ Se debe dar una mayor difusión de la Teoría de Restricciones entre los estudiantes, universidades, empresas, etc., ya que esta metodología de gestión esta acorde con los cambios que se han presentado en la administración.
- ✓ Para que los gerentes puedan implementar esta metodología en sus empresas primeramente ellos deben estar dispuestos a cambiar sus paradigmas sobre la administración
- ✓ El cambio de los paradigmas implica las políticas administrativas que causan muchos conflictos en el interior de la empresa y que no están acorde con su meta.
- ✓ Se debe de reconocer que toda empresa es un sistema de variables dependientes interrelacionadas que actúan para alcanzar su meta.
- ✓ Se tiene que reconocer siempre las restricciones que puede tener una empresa porque estas limitan su desempeño, ya sean estas de políticas, físicas o de tiempo, usando los cinco pasos de mejora continua que propone TOC.
- ✓ Si se mantiene siempre este proceso de los cinco pasos que propone TOC, la empresa entrará en un proceso de mejoramiento continuo. Es importante reevaluar toda la

situación porque no hay que dejar que la inercia se convierta en la restricción del sistema

- ✓ Para poder utilizar los cinco pasos de mejora continua la empresa necesita definir su meta y tener un sistema de medidas. TOC define como medidas principales al Throughput, al Inventario y los Gastos de Operación
  
- ✓ La organización debe y siempre tiene que subordinarse a la restricción porque de ella depende alcanzar un máximo desempeño.