



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO
DE HIDALGO

INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA

ÁREA ACADÉMICA DE INGENIERÍA

"PROPUESTA PARA APLICAR LA
TEORÍA DE RESTRICCIONES, EN LA
EMPRESA: INGENIERÍA DEL FRÍO
DE HIDALGO S.A. DE C. V."

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL PRESENTAN:

ARMANDO GARCÍA CORTÉS
BEATRIZ ANDREA SAAVEDRA GARCIA

ASESOR: M. en I. HERIBERTO NICCOLAS MORALES

PACHUCA DE SOTO, HGO. MAYO 2006.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Introducción.....	1
Capítulo 1 El pensamiento de Sistemas y su utilidad en las empresas productivas.....	8
1.1 Introducción.....	8
1.2 ¿Qué es un sistema?.....	10
1.3 Subsistemas.....	11
1.4 Elementos del Sistema.....	11
1.5 Las relaciones de los sistemas.....	16
1.6 Sistemas cerrados y sistemas abiertos.....	19
1.6.1 Sistema cerrado.....	19
1.6.2 Sistema abierto.....	19
1.6.3 Confrontación entre sistema abierto y cerrado.....	20
1.7 Propiedades de los sistemas.....	22
1.8 Complejidad del sistema.....	26
1.9 La palanca del pensamiento sistémico.....	27
1.10 Las organizaciones como sistemas.....	28
1.10.1 Las organizaciones sistemas cerrados o abiertos.....	29
1.11 Subsistemas que forman la organización.....	32
Capítulo 2 La nueva Revolución Administrativa: Teoría de Restricciones.....	33
2.1 Introducción.....	33
2.2 Orígenes de la Teoría de Restricciones (TOC).....	34
2.3 La meta de una empresa.....	36
2.4 Paradigmas y Pensamiento Cartesiano vs Pensamiento Sistémico.....	37
2.4.1 Pensamiento Cartesiano.....	37
2.4.2 Cambiar el Pensamiento Cartesiano o viejo Paradigma.....	39
2.5 Configuración de las organizaciones.....	41
2.6 Indicadores para medir la meta.....	43

	Pág.
2.6.1 Jerarquía de los indicadores.....	45
2.7 Throughput.....	46
2.7.1 Contabilidad del Troughput.....	48
2.8 Gastos de Operación.....	51
2.9 Inventario.....	52
2.10 Mejora continua con la Teoría de Restricciones (TOC).....	53
2.11 Balancear una planta: ¿Éxito o Fracaso?.....	57
Capítulo 3 Metodología para eliminar Restricciones Físicas.....	60
3.1 ¿Qué es una restricción?.....	60
3.2 Cómo explotar las restricciones.....	61
3.3 Restricciones Físicas.....	64
3.4 Recurso Cuello de Botella.....	65
3.5 Las nueve reglas de la Tecnología de Producción Optimizada (OPT) aplicada al programa Maestro de Producción (MP).....	69
3.6 La Metodología de TOC en el Proceso de Focalización.....	72
3.7 Metodología Tambor-Inventario-Cuerda (Drum-Buffer-Rope DBR).....	81
3.8 Ventajas y Desventajas de la implementación de TOC/ OPT.....	84
Capítulo 4 Metodología para eliminar restricciones Políticas.....	86
4.1 Procesos de pensamiento en la Teoría de Restricciones.....	86
4.1.1 Los sistemas y su complejidad.....	87
4.2 Metodología para romper las restricciones Políticas.....	90
4.2.1 Pensamiento de Causa – Efecto.....	91
4.3 Verificación de validez de las herramientas.....	94
4.4 Herramientas de solución para las Restricciones Políticas.....	96
4.4.1 Árbol de la Realidad Actual [ARA] (Current Reality Tree - CRT-).....	96
4.4.2 Nubes de Conflicto [NB] (Evaporating Cloud -EC-).....	99
4.4.3 Árbol de la Realidad Futura [ARF](Future Reality Tree -FRT-).....	104
4.4.4 Árbol de Pre-Requisitos [AP] (Prerequisite Tree -PRT-).....	107
4.4.5 Árbol de Transición [AT] (Transition Tree -TT-).....	111

	Pág.
Capítulo 5 Sistema actual de la Empresa Ingeniería del Frío de Hidalgo S. A. de C. V.....	113
5.1 Antecedentes de la Empresa Ingeniería del Frío de Hidalgo S. A. de C. V.....	113
5.2 Estructura Organizacional de la empresa.....	118
5.3 Diagnóstico.....	120
Capítulo 6 Aplicación del TOC en el departamento de Ingeniería y Proyectos de la empresa Ingeniería del Frío de Hidalgo S. A. de C. V.....	129
6.1 Introducción.....	129
6.2 Aplicación del Árbol de la Realidad Actual [ARA] (Current Reality Tree CRT).....	130
6.3 Aplicación de la Nube de Conflicto [NB] (Evaporating Cloud EC).....	134
6.4 Aplicación del Árbol de la Realidad Futura [ARF] (Future Reality Tree - FRT-).....	139
6.4.1 Aplicación de las Ramas Negativas [RN] (Negative Branches - NB-).....	143
6.5 Aplicación del Árbol de Pre- Requisitos [AP] (Prerequisite Tree -PRT-)[AP] (Prerequisite Tree -PRT-).....	150
6.6 Aplicación del Árbol de la Transición [AT] (Transition Tree -TT-).....	159
Conclusiones.....	162
Apéndice1.....	166
Apéndice 2.....	168
Glosario.....	176
Bibliografía.....	178

RELACIÓN DE FIGURAS

			Págs.
Figura	1.1	Aspectos del sistema.....	10
Figura	1.2	Corrientes de entrada de un Sistema Abierto.....	19
Figura	1.3	Propiedades del Sistema.....	22
Figura	1.4	Representación del sistema.....	27
Figura	1.5	Ambiente de un Sistema.....	30
Figura	2.1	Plantas con capacidad balanceada.....	39
Figura	2.2	Costos vs Throughput.....	48
Figura	2.3	Enfoque del TOC.....	55
Figura	2.4	Ejemplo de la diferencia del pensamiento cartesiano y sistémico	58
Figura	3.1	Ciclo de pasos del TOC para enfocarse a las restricciones Físicas.....	65
Figura	3.2	Ejemplo de Restricción de un Consultorio Médico.....	74
Figura	3.3	Ejemplo de Restricción en una línea de Producción.....	74
Figura	3.4	Localización de Buffers de tiempo.....	79
Figura	4.1	Sistema X vs Y.....	87
Figura	4.2	Los síntomas y el problema raíz de un sistema.....	88
Figura	4.3	Representación de una entidad.....	91
Figura	4.4	Representación de una flecha.....	92
Figura	4.5	Representación de causas.....	92
Figura	4.6	Representación del conector Y.....	92
Figura	4.7	Señalización de los efectos.....	93
Figura	4.8	Señalización de los efectos y presunciones.....	93
Figura	4.9	Puntos de entrada.....	93
Figura	4.10	Representación de un Árbol de Realidad Actual ARA.....	98
Figura	4.11	Representación de la satisfacción de un deseo.....	99
Figura	4.12	Representación de la Nube de Conflicto NC.....	100

			Pág.
Figura	4.13	Representación de un Árbol de la Realidad Futura ARF.....	106
Figura	4.14	Arreglo de Obstáculos y Objetivo Intermedio.....	110
Figura	4.15	Representación un Árbol de Pre-requisitos.....	110
Figura	4.16	Representación de un Árbol de Transición.....	112
Figura	5.1	Tipos de productos que instala la empresa Ingeniería del frío de Hidalgo S.A de C.V.....	116
Figura	5.2	Representación de la estructura organizacional de la empresa Ingeniería del Frío de Hidalgo S.A. de C. V.....	118
Figura	5.3	Representación de la relación de los departamentos con Ingeniería y proyectos dentro de la empresa Ingeniería del Frío de Hidalgo S.A. de C.V.....	127
Figura	6.1	Aplicación del Árbol de la Realidad Actual [ARA] (Current Reality Tree -CRT-).....	131
Figura	6.2	Aplicación de la Nube de Conflicto [NC] (Evaporating Cloud -EC-) PR1.....	135
Figura	6.3	Aplicación de la Nube de Conflicto [NC] (Evaporating Cloud -EC-) PR2.....	136
Figura	6.4	Aplicación del Árbol de la Realidad Futura [ARF] (Future Reality Tree -FRT-).....	140
Figura	6.5	Aplicación de las Ramas Negativas [RN] (Negative Branches -NB-).....	144
Figura	6.6	Aplicación del Árbol de Pre- Requisitos [AP] (Prerequisite Tree -PRT-).....	151
Figura	6.7	Aplicación del Árbol de la Transición [AT] (Transition Tree -TT-).....	160

RELACIÓN DE TABLAS

			Págs.
Tabla	1.1	Subsistemas de la organización.....	32
Tabla	3.1	Ejemplo de cómo explotar restricciones.....	63
Tabla	4.1	Herramientas de TOC para eliminar Restricciones Políticas.....	89
Tabla	4.2	Pasos para elaborar un Árbol de Realidad Actual ARA.....	97
Tabla	4.3	Pasos para elaborar una Nube de Conflicto NC.....	103
Tabla	4.4	Pasos para elaborar un Árbol de Realidad Futura ARF.....	105
Tabla	4.5	Pasos para elaborar un Árbol de Pre-requisitos AP.....	109
Tabla	5.1	Distribuidores de productos en la empresa.....	117
Tabla	5.2	Funciones de los departamentos que integran Ingeniería del Frio de Hidalgo S.A. de C.V.....	119
Tabla	5.3	Efectos Indeseables del Departamento de Ingeniería y Proyectos.....	128
Tabla	6.1	Ramas Negativas de la Inyección 1.....	145
Tabla	6.2	Ramas Negativas de la Inyección 2.....	145
Tabla	6.3	Ramas Negativas de la Inyección 3.....	146
Tabla	6.4	Ramas Negativas de la Inyección 4.....	146
Tabla	6.5	Ramas Negativas de la Inyección 5.....	146
Tabla	6.6	Ramas Negativas de la Inyección 6.....	147
Tabla	6.7	Ramas Negativas de la Inyección 7.....	147
Tabla	6.8	Ramas Negativas de la Inyección Adicional 1.....	147
Tabla	6.9	Ramas Negativas de la Inyección adicional 2.....	148
Tabla	6.10	Ramas Negativas de la Inyección Adicional 3.....	148
Tabla	6.11	Ramas Negativas de la Inyección adicional 4.....	148
Tabla	6.12	Ramas Negativas de la Inyección Adicional 5.....	149
Tabla	6.13	Ramas Negativas de la Inyección adicional 6.....	149
Tabla	6.14	Ramas Negativas de la Inyección Adicional 7.....	149
Tabla	6.15	Ramas Negativas de la Inyección adicional 8.....	152
Tabla	6.16	Pre- Requisitos para la Inyección 1.....	152
Tabla	6.17	Pre- Requisitos para la Inyección 2.....	152
Tabla	6.18	Pre- Requisitos para la Inyección 3.....	153

			Pág.
Tabla	6.19	Pre- Requisitos para la Inyección 4.....	153
Tabla	6.20	Pre- Requisitos para la Inyección 5.....	154
Tabla	6.21	Pre- Requisitos para la Inyección 6.....	154
Tabla	6.22	Pre- Requisitos para la Inyección 7.....	155
Tabla	6.23	Pre- Requisitos para la Inyección Adicional 1.....	155
Tabla	6.24	Pre- Requisitos para la Inyección Adicional 2.....	156
Tabla	6.25	Pre- Requisitos para la Inyección Adicional 3.....	156
Tabla	6.26	Pre- Requisitos para la Inyección Adicional 4.....	157
Tabla	6.27	Pre- Requisitos para la Inyección Adicional 5.....	157
Tabla	6.28	Pre- Requisitos para la Inyección Adicional 6.....	158
Tabla	6.29	Pre- Requisitos para la Inyección Adicional 7.....	158
Tabla	6.30	Pre- Requisitos para la Inyección Adicional 8.....	158

INTRODUCCIÓN

Las tendencias en la forma de administrar a las empresas muestran cómo ha evolucionado esta disciplina en búsqueda de la perfección, debido a la nueva dinámica de competitividad en el ámbito empresarial. Cada vez es más notorio el interés por encontrar nuevos enfoques para retener y captar una mayor cantidad de clientes, ofreciendo innovadores servicios y productos que rompen con los antiguos esquemas (o viejos paradigmas) que en estos días resultan obsoletos para dirigir a las organizaciones.

Este hecho repercute en las empresas actuales y establece como condición preponderante que "Quien no se adapte a los cambios del entorno competitivo, desaparece del mercado". Ante estos nuevos escenarios, el éxito será sólo para aquellas compañías que tengan la capacidad de adaptarse al nuevo enfoque de pensamiento administrativo (o nuevo paradigma). Los paradigmas son un conjunto de conocimientos y creencias que forman una visión del mundo, en torno a una teoría en determinado periodo histórico.

La mayoría de los modelos de administración fueron exitosos para un paradigma reconocido por la comunidad de los negocios, en una sociedad industrial. Sin embargo, los

grandes cambios que se experimentan a nivel mundial están desatando inesperadas formas de competencia y un mercado cada vez más impredecible.

Las oportunidades están dentro de la crisis, pero para detectarlas se requiere observar bajo la perspectiva de un nuevo enfoque o paradigma, como la **Teoría de Restricciones** (TOC) propuesta por el Doctor Eliyahu Goldratt. Esta teoría expone una manera distinta de observar, analizar, interpretar y actuar para alcanzar la meta de toda empresa con fines de lucro, que es ganar dinero ahora y en el futuro.

Para lograr dicha meta es necesario respaldar antes una serie de condiciones como: fomentar un excelente ambiente de trabajo, instalaciones adecuadas, satisfacción de los empleados y del equipo de trabajo, compromiso de cada persona y compromiso con el cuidado de la ecología entre otras. La administración adecuada de estos aspectos como un todo permite lograr la meta.

La Teoría de Restricciones (TOC) expone un enfoque efectivo y preciso para las necesidades nuevas de la administración de los negocios del futuro, logrando alcanzar los objetivos determinados con esfuerzos mínimos en puntos estratégicos que reflejarán impactos considerables en las utilidades de las compañías.

El enfoque de la Teoría de Restricciones (TOC) se basa en la perspectiva del enfoque sistémico, en donde toda causa corresponde a uno o más efectos, afirmando que todo es una relación múltiple entre variables. La tarea de TOC es encontrar las causas que originan la mayor parte de los problemas llamándolas síntomas pues estas desaparecen al momento de eliminar el problema raíz o medular.

En el presente trabajo se presenta un caso de aplicación de la TOC en una empresa pequeña dedicada a prestar servicios de sistemas de aire acondicionado, cuya razón social es **Ingeniería del Frío de Hidalgo, S.A. de C.V.**, empresa hidalguense que tiene la necesidad de establecer procesos de mejora continua que le permitan posicionarse en el mercado.

Lo anterior motiva el interés por saber ¿Cuáles son los fenómenos que actúan e impiden que el sistema administrativo de la empresa Ingeniería del Frío de Hidalgo S. A, de C. V., en especial su departamento de Ingeniería y Proyectos alcance una operación eficiente para el logro de su meta?

Las respuestas parecen ser: La falta de una administración adecuada y de una adecuada definición de las funciones de los departamentos, el excesivo uso de la comunicación informal entre ellos, la existencia de espacios reducidos, falta de motivación en los empleados, una programación deficiente de actividades y una falta de compromiso en el personal; que han ocasionado que esta empresa no tenga un crecimiento adecuado para competir bajo las nuevas exigencias de un estado en constante crecimiento.

Lo anterior pone de manifiesto la siguiente **problemática**: En la empresa Ingeniería del Frío de Hidalgo, S. A. de C.V., se ha tenido un crecimiento acelerado en personal, servicios e infraestructura; carente de planeación lo que ha provocado serias deficiencias en la gestión y administración de la misma.

Por lo tanto la **hipótesis** de trabajo que se plantea es: "A partir de un análisis dentro de la empresa y la adecuada aplicación del TOC para reestructuración del sistema administrativo en especial su Departamento de Ingeniería y Proyectos se pueden modificar y romper las restricciones que harán que la empresa Ingeniería del Frío de Hidalgo S.A. de C.V. funcione para lograr su meta".

La **justificación** de este trabajo de tesis se establece en razón de buscar una herramienta completa y eficiente que ayude a la empresa Ingeniería del Frío de Hidalgo S. A. de C. V., en especial su departamento de Ingeniería y Proyectos a tener un crecimiento que la ayude a enfrentar el desarrollo que demanda su entorno y así alcanzar nuevos mercados.

De ahí que el **objetivo general** de esta tesis se plantea como: *Diseñar un plan operativo suficiente para lograr el cambio de la administración del Departamento de Ingeniería y*

Proyectos a un estatus que satisfaga las necesidades de los clientes actuales y futuros de la empresa por medio de la Teoría de Restricciones en su enfoque de procesos de pensamiento.

Los **objetivos específicos** que se pretenden alcanzar con la realización de este trabajo son:

- 1.- Exponer el enfoque de la Teoría de Restricciones a todo aquel que esté interesado.
- 2.- Mostrar la importancia del uso de la Teoría de Restricciones como metodología de solución de problemas.
- 3.- Que el Departamento de Ingeniería y Proyectos alcance cambios impactantes en beneficio de toda la empresa.

Los **resultados esperados** con la realización de este trabajo es aportar a la empresa Ingeniería del Frío de Hidalgo S.A. de C.V., una metodología que le ayude a resolver problemas dentro de su departamento de Ingeniería y Proyectos mejorando de esta manera cada parte de la empresa, poniendo como perspectiva una mejora continua. Con la Teoría de Restricciones se pretende mejorar substancialmente los procesos administrativos.

La **metodología** utilizada para el desarrollo de la presente tesis contempla la investigación documental y de campo.

- 1.- Tomando como punto de partida una indagación y obtención de información bibliográfica actualizada sobre la Teoría de Restricciones, para fundamentar la tesis. Los materiales de apoyo considerados son: Libros y Sitios Web.
- 2.- Clasificación de la información obtenida así como también su estructuración para dar base al marco teórico de la tesis.

3.- Se procedió a la aplicación de un cuestionario de apoyo para comenzar a realizar el diagnóstico de la empresa, así como también una observación de campo dentro de la misma para fundamentar de mejor manera la problemática que se presenta.

4.- El punto medular del desarrollo de este trabajo es el diseño de un plan operativo basado en la Teoría de Restricciones, para la solución de las restricciones que presenta la empresa Ingeniería del Frío de Hidalgo S.A. de C.V., en especial el Departamento de Ingeniería y Proyectos. El soporte teórico-conceptual del sistema está determinado por la metodología de solución a las restricciones políticas y procesos del pensamiento derivados de la Teoría de Restricciones. La selección de esta metodología de solución se hace en razón de conseguir soluciones prácticas en mediano plazo.

La estructura del presente documento está conformada por seis capítulos, las conclusiones y dos apéndices. Para poder empezar a exponer la aplicación de la Teoría de Restricciones es necesario dar a conocer las bases en las que opera, por lo cual el primer capítulo integra todo lo relacionado a la Teoría General de Sistemas que es considerada como la plataforma en que se basa esta teoría, tomando los elementos, propiedades y relaciones dentro de los sistemas que originan a una organización o empresa como punto de partida para conocer la forma en que se integra una empresa.

En el capítulo dos, "La nueva revolución administrativa: Teoría de Restricciones", se presentan los orígenes de la Teoría de Restricciones haciendo un comparativo entre los viejos paradigmas administrativos y el pensamiento sistémico, presentando todos los puntos que emplea la teoría para analizar los indicadores que se necesitan para medir la meta en las empresas y para obtener una relación de ganar – ganar, que ayude a obtener suficientes ingresos sin arriesgar el capital y condiciones de la empresa.

En el capítulo tres, "Metodología para eliminar restricciones físicas", se hace una descripción de las restricciones físicas, definiendo en primera instancia qué es una restricción y como utilizarla para obtener un beneficio, dentro de este punto es indispensable señalar que este tipo de restricciones son las que se presentan

generalmente en líneas de producción. También se da a conocer la metodología para eliminarlas tomando en cuenta sus ventajas y desventajas haciendo un comparativo entre una producción optimizada y un programa maestro de producción.

El capítulo cuatro, "Metodología para eliminar restricciones políticas", señala todo lo referente a las restricciones políticas, mostrando una metodología para eliminarlas y las herramientas que se utilizan para poder llegar a una solución eficiente al ser aplicadas. Este capítulo es importante ya que presenta las bases del trabajo que se muestra.

El capítulo cinco, "Sistema actual de la empresa Ingeniería del Frío, S.A de C.V.", brinda un panorama general de la empresa Ingeniería del Frío de Hidalgo S.A. de C.V., dando a conocer su estructura organizacional e historia. En este capítulo se define que el Departamento que será objeto de estudio y aplicación de la TOC es el de Ingeniería y Proyectos ya que este presenta mayores problemas dentro de la empresa.

Por último, en el capítulo seis, *"Aplicación del TOC en el Departamento de Ingeniería y Proyectos de la empresa Ingeniería del Frío de Hidalgo, S.A. de C.V."*, se muestra la aplicación de las herramientas para la resolución de las Restricciones Políticas que aquejan al departamento de Ingeniería y Proyectos de la empresa Ingeniería del Frío de Hidalgo, S.A. de C.V.

El documento contiene además dos apéndices. El primero contiene el cuestionario que se diseñó para ser aplicado en la empresa y el segundo contiene una serie de formatos que se proponen a partir de la aplicación del TOC en la empresa.

CAPÍTULO 1

EL PENSAMIENTO DE SISTEMAS Y SU UTILIDAD EN LAS EMPRESAS PRODUCTIVAS.

*“Dadme un punto de apoyo
y moveré el mundo”
Arquímedes*

1.1 Introducción

El carácter cada vez más complejo de los problemas que debe resolver el directivo moderno, determina la necesidad de contar con enfoques y métodos capaces de enfrentar adecuadamente este reto.

El análisis de los problemas en las organizaciones modernas implica la consideración de los adelantos provocados por el desarrollo de las fuerzas productivas; la ascendente profundización de la división y especialización del trabajo; el incremento de la cooperación como forma de trabajo a escala social; la necesidad de armonizar, los elementos materiales, humanos y financieros puestos a disposición de las organizaciones.

Esta realidad exige la necesidad de la cooperación interdisciplinaria para la solución de los problemas, así como para enfrentar los retos que a diario plantea la solución de complejas y grandes tareas impuestas por el desarrollo de la sociedad.

Hoy en día es más notoria la inexperiencia de los administradores, gerentes, planificadores, directivos y otros ante la complejidad de los sistemas dando paso al surgimiento de los muchos problemas en sólo la identificación de mejoramiento y el diseño de sistema. El mejoramiento viene a ser la transformación o adecuación de un sistema buscando que el resultado y efecto se acerque a un estándar ya predeterminado o planeado. El diseño precede de una creatividad que retoma los supuestos actuales en los cuales se estructuran las formas antiguas y las cuestionan proyectando nuevos supuestos e innovaciones con la capacidad de aliviar aquellas enfermedades que perturban a la actualidad.

A raíz de los diferentes fenómenos que se presentan en las empresas surge la teoría general de sistemas concebida en 1950 por Ludwing Von Bertalanffy, su finalidad era construir un modelo práctico para conceptuar fenómenos que la ciencia clásica no podía explicar. Proporcionando un marco teórico unificador de los conceptos Organización, Totalidad, Globalidad e Interacción dinámica. La Teoría General de Sistemas ve a la realidad como una gran estructura, organizada en subsistemas relacionados, constituyendo una importante herramienta para el estudio de problemas complejos en el campo administrativo.

La meta de la Teoría General de Sistemas es tratar de evitar la superficialidad científica, para ello se emplean modelos utilizables y transferibles como marco de referencia en la integración de un sistema. Una retroalimentación basada en que las salidas del sistema regresen a éste como recursos o información.

1.2 ¿Qué es un sistema?

El análisis de problemas directivos implica la consideración del desarrollo de fuerzas productivas, incremento en la cooperación y la necesidad de armonizar los elementos materiales, humanos y financieros.

Muchos son los autores que han definido el término de sistema, partiendo de esto, se puede decir que un sistema es un conjunto de elementos interactuantes para llegar a un fin determinado.

Hall¹ define al sistema como un conjunto de objetos, junto con las relaciones entre los objetos y entre sus propiedades. Los elementos u objetos mantienen una interacción dinámica en función de una finalidad.

Todos los sistemas poseen aspectos estructurales y aspectos funcionales como se muestra en la Figura 1.1

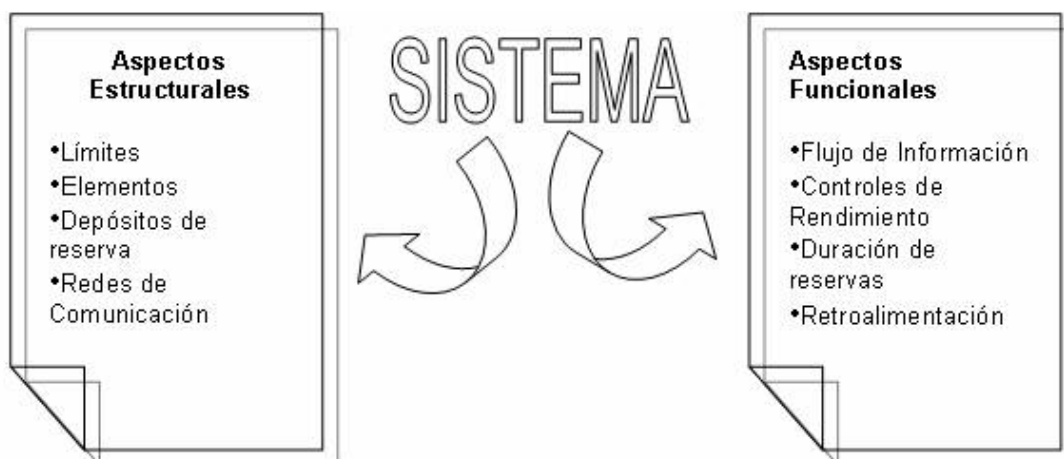


Figura 1.1 Aspectos del Sistema.

Fuente: Elaboración propia.

¹ Oscar Johansen Bertoglio. *Introducción a la Teoría General de Sistemas*. Ed. Limusa Noriega Editores 2000 México, D. F.. 164 Págs.

1.3 Subsistemas

En la definición de sistema, se menciona a los subsistemas como una parte componente del mismo en forma de conjuntos o partes.

Estos conjuntos o partes pueden ser a su vez sistemas (en este caso serían subsistemas del sistema de definición), ya que conforman un todo en sí mismos y estos serían de un rango inferior al del sistema que componen.

Estos subsistemas forman o componen un sistema de un rango mayor, el cual para los primeros se denomina macrosistema.

Cada sistema y subsistema contiene un proceso interno que se desarrolla sobre la base de la acción, interacción y reacción de distintos elementos que deben necesariamente conocerse.

Dicho proceso es dinámico, a cada elemento que compone o existe dentro de los sistemas y subsistemas se le conoce como variable. Estas no tienen el mismo comportamiento, ya que dependiendo de los procesos y características del mismo, asumen comportamientos diferentes dentro del mismo proceso de acuerdo al momento y las circunstancias que las rodean.

1.4 Elementos del Sistema

Cabe aclarar que los elementos o partes que componen al sistema, no se refieren al campo físico (objetos), sino más bien al funcional. De este modo los elementos o partes pasan a ser funciones básicas realizadas por el sistema.²

² Las ideas desarrolladas en este apartado se basan en la propuesta de John P. Van Gigch. *Teoría General de Sistemas*, 2da. Edición, Ed. Trillas, México 1987. 607 Págs.

Entradas: Las entradas son los ingresos del sistema que pueden ser recursos materiales, recursos humanos o información. Las entradas constituyen la fuerza de arranque que suministra al sistema sus necesidades operativas.

Si se identifican las entradas o recursos de un sistema, es importante especificar si están o no bajo control del medio ó del sistema. Cuando se evalúa la eficacia de un sistema para alcanzar sus objetivos las entradas y los recursos generalmente se consideran como costos.

Las entradas pueden ser:

- **En serie:** Es el resultado o la salida de un sistema anterior con el cual el sistema está relacionado en forma directa.
- **Aleatoria:** Las entradas aleatorias representan entradas potenciales para un sistema.
- **Retroacción:** Es la reintroducción de una parte de las salidas del sistema en sí mismo.

Proceso: El proceso es lo que transforma una entrada en salida, como tal puede ser una máquina, un individuo, una computadora, un producto químico, una tarea realizada por un miembro de la organización, etc.

En la transformación de entradas en salidas se debe saber siempre como se efectúa dicha transformación. Frecuentemente el proceso es diseñado por el administrador. En este caso el proceso se denomina "caja blanca". No obstante, en la mayor parte de las situaciones no se conoce en sus detalles el proceso mediante el cual las entradas se transforman en salidas, porque esta transformación es demasiado compleja. Cuando diferentes combinaciones de entradas o su combinación en diferentes órdenes de secuencia pueden originar diferentes situaciones de salida. Se le conoce al proceso como "caja negra".

Caja negra: Se utiliza para representar a los sistemas cuando no se sabe que elementos o cosas lo componen, pero se sabe que a determinadas entradas corresponden determinadas salidas y poder influir, tomando en cuenta que a determinados estímulos, las variables funcionarían en cierto sentido.

Salidas: Las salidas de los sistemas son los resultados que se obtienen de procesar las entradas. Al igual que las entradas estas pueden adoptar la forma de productos, servicios e información. Siendo el resultado del funcionamiento del sistema, o también conocido como el propósito para el cual existe el sistema. Las salidas de un sistema se convierten en las entradas de otro, que ya procesadas se convierten en otra salida, repitiéndose sucesivamente este ciclo.

Atributos: Los atributos de los sistemas, definen al sistema tal como lo conocemos u observamos. Pueden ser definidores o concomitantes: los definidores son aquellos sin los cuales una entidad no sería designada o definida; los concomitantes en cambio son aquellos que cuya presencia o ausencia no establece ninguna diferencia con respecto al uso del término que describen la unidad.

Proceso de conversión: En sistemas organizados necesariamente los elementos del sistema pueden cambiar de estado, es decir el proceso de conversión da paso a agregar valor y utilidad entre los elementos de entrada al convertirse en salida.

Contexto: Un sistema siempre estará relacionado con el conjunto de objetos exteriores al sistema, pero que influyen decididamente a éste, y que a su vez el sistema influye en ellos, aunque en una menor proporción; se trata de una relación mutua de contexto-sistema.

Tanto en la Teoría de los Sistemas como en el método científico, existe un concepto que es común a ambos: el foco de atención.

El análisis depende fundamentalmente del foco de atención que se fije. Ese foco de atenciones igualmente conocido como límite de interés, considera dos etapas por separado:

a) La determinación del contexto de interés: Suele representarse como un círculo que encierra al sistema, y que deja afuera del límite de interés a la parte del contexto o medio que no interesa.

b) La determinación del alcance del límite de interés entre el contexto y el sistema: Sirve para definir que partes son de nuestro interés, con lo que habrá un límite de interés relacional.

Determinar el límite de interés es fundamental para marcar el foco de análisis, puesto que sólo será considerado lo que quede dentro de ese límite. Entre el sistema y el contexto, existen infinitas relaciones. Aunque no se toman todas, sino aquellas que interesan o aquellas que probabilísticamente presentan las mejores características de predicción científica.

El medio: La definición de los límites del sistema; determina cuáles sistemas se consideran bajo control de quienes toman decisiones y da conocimiento de los que no pueden ser fácilmente controlados. A pesar de los límites, no pueden ignorarse las interacciones con el medio a reserva que no sean de importancia incluirlos.

El medio es algo que incluye todos los sistemas sobre los cuales no ejerce control en la toma de decisiones dentro del sistema.

Rango: Existen distintas estructuras de sistemas siendo posible ejercitar en ellas un proceso de definición de rango relativo. Esto produciría una jerarquización de las distintas estructuras en función de su grado de complejidad.

Cada rango o jerarquía marca con claridad una dimensión que actúa como un indicador de las diferencias que existen entre los subsistemas respectivos. Se observa de igual manera que cada sistema es diferente de otro y que, en consecuencia, no pueden aplicarse los mismos modelos, ni métodos porque podrían cometerse evidentes errores metodológicos y científicos. Para aplicar el concepto de rango, el foco de atención debe utilizarse en forma alternativa: se considera el contexto y a su nivel de rango o se considera al sistema y su nivel de rango.

Refiriéndose a los rangos se establecen los distintos subsistemas. Cada sistema puede ser fraccionado en partes sobre la base de un elemento común o en función de un método lógico de detección.

El concepto de rango indica la jerarquía de los respectivos subsistemas entre sí y su nivel de relación con el sistema mayor.

Propósito y Función: Los sistemas (no vivientes o inanimados), adquieren un propósito o función específicos cuando entran en relación con otros subsistemas y sistemas totales, porque saben a donde son dirigidos y para el cual están hechos.

Metas y objetivos: Este punto es de gran importancia para el estudio de sistemas y su diseño, las mediciones de eficacia regulan el grado en que se satisfacen los objetivos de sistemas, es decir son elementos para comparar lo real y lo deseado.

Componentes, Programas y Misiones: El proceso de conversión debe ser organizado alrededor de orientarse hacia los objetivos por medio de componentes, programas o misiones de cada una de las partes del sistema. El cual cae en una relación de compatibilidad.

En la mayoría de casos los límites de los componentes no coinciden con los límites de la estructura organizacional.

Administración, Agentes y Autores de decisiones: Se atribuyen o asignan a quienes cuya responsabilidad es la guía del sistema hacia el logro de sus objetivos.

Estructura: Es la forma de las relaciones que mantienen los elementos del conjunto, dicha estructura puede ser simple o compleja dependiendo del número y tipo de relaciones entre elementos. La complejidad involucra jerarquías que son niveles ordenados, los sistemas tienden a funcionar a largo plazo, la eficiencia con la cuál funcionan dependen del tipo y forma de las interrelaciones entre los componentes del sistema.

Estados y Flujos: El estado de un sistema se define por las propiedades que muestran sus elementos en un punto en el tiempo. Las condiciones de un sistema esta definida por el valor de atributos que lo caracterizan ahora bien los cambios de un estado a otro por los que experimentan los elementos del sistema da surgimiento a flujos que se definen en terminación de tasas de cambio de valor de los atributos del sistema.

1.5 Las Relaciones de los Sistemas

Una característica importante de los sistemas son las relaciones: Las relaciones son los enlaces que vinculan entre sí a los objetos³ o subsistemas que componen a un sistema complejo.

Se pueden clasificar en:

Simbióticas: Son aquellas en que los sistemas conectados no pueden seguir funcionando solos. A su vez puede subdividirse en unipolar o parasitaria, que es cuando un sistema no puede vivir sin el otro sistema; y bipolar o mutual, que es cuando ambos sistemas dependen entre sí.

³ Objeto es todo aquello que ocupa un lugar en el espacio y/o tiempo. Johansen Bertoglio *Introducción a la Teoría General de Sistemas*. Ed. Limusa Noriega Editores 2000 México, D.F. Pág.38

Superflua: La razón de las relaciones superfluas es la confiabilidad. Estas aumentan la probabilidad de que un sistema funcione todo el tiempo y no una parte del mismo. Estas relaciones tienen un problema que es su costo, que se suma al costo del sistema que sin ellas puede funcionar.

Recursividad: Esta se presenta en torno a ciertas características particulares de diferentes elementos, totalidades de diferentes grados de complejidad. Es decir, la recursividad se da cuando en un sistema los componentes o elementos que constituyen el mismo tienen una semejanza entre ellos mismos y en sus distintos niveles; por ejemplo: En una empresa existe el departamento de administración el cual tiene como actividades planear, organizar, dirigir y controlar, pero a su vez dentro del mismo se conforma contabilidad y créditos - cobranza, tomando el departamento de contabilidad se observará que tiene las mismas actividades con ciertos límites pero necesariamente debe planear, organizar, controlar y dirigir a otros elementos, hasta llegar a un empleado que necesariamente deberá de planear, organizarse, dirigirse y controlar lo que hace. Se entiende el hecho de que un objeto sinérgico, un sistema, esté compuesto de partes con características tales que son a su vez objetos sinérgicos entre (sistemas y subsistemas); lo importante es que cada uno de estos objetos, no importando su tamaño, tienen propiedades que lo convierten en una totalidad, es decir, en elemento independiente. La recursividad se aplica dentro de sistemas mayores.

Sinergia: El filósofo Fuller ⁴ plantea que un objeto posee sinergia cuando el examen de una o alguna de sus partes (incluso cada una de sus partes) en forma aislada, no puede explicar o predecir la conducta del todo. Entonces se dice que el efecto total del sistema es mayor que la suma de todas sus partes, es decir, el efecto de una organización es mucho más que el efecto que produce la suma de todas sus partes. En nuestro entorno existen objetos que poseen o no poseen Sinergia, pero si se descubre el objeto que se está analizando posee como una de sus características la sinergia, el sistema reduccionista queda eliminado como método; para explicar ese objeto el no

⁴ Johansen op. cit. nota del Filósofo Fuller

reconocimiento de las características del objeto y al no conocer si alguna de sus partes es o no sinérgica puede ocasionar muchos problemas y muy serios.

Peter F. Drucker ⁵ plantea "La empresa debe ser capaz, por definición, de producir más o mejor que todos los recursos que comprende. Debe ser un verdadero todo, mayor que la suma de sus partes, o por lo menos, diferente a ella, con un rendimiento mayor que la suma de todos los consumos".

Entonces se dice que la empresa es una Totalidad con sinergia. Igualmente Peter F. Drucker menciona que "La empresa no puede ser un agrupamiento de recursos, para convertir los recursos en empresa no es suficiente reunirlos en orden lógico y luego girar la llave del capital como creían finalmente los economistas del siglo XIX (y como creen aún muchos de sus seguidores entre los economistas académicos). Lo que se necesita es una transmutación de los recursos y eso no puede venir de un recurso inanimado como el capital, requiere Dirección".

Cuando la situación en estudio posee sinergia, el análisis, o los mecanismos aplicados sobre ella para que desarrolle una cierta conducta esperada, debe tomar en cuenta la interacción de las partes o componentes y los efectos parciales que ocurren en cada una de ellas. Entonces podremos predecir la conducta del todo si logramos establecer las relaciones existentes entre sus elementos cuando le apliquemos una fuerza particular el efecto final será un "efecto en Conjunto".

El sistema total tiene una conducta que generalmente no se puede explicar a través del estudio y análisis de cada uno de sus elementos, en forma más o menos interdependiente, sino deberá analizarse con enfoque global y visionario.

⁵ Peter F. Drucker en su libro. *La ciencia de la Gerencia*. Págs.23-24.

1.6 Sistemas Cerrados y Sistemas Abiertos

1.6.1 Sistema cerrado

Un sistema es cerrado cuando ningún elemento de afuera entra y ninguno sale fuera del sistema. Estos alcanzan su estado máximo de equilibrio al igualarse con el medio. En ocasiones el término sistema cerrado es también aplicado a sistemas que se comportan de una manera fija, rítmica o sin variaciones, como sería el caso de los circuitos cerrados.

1.6.2 Sistema Abierto

Es aquel sistema que puede ser comprendido como un conjunto de partes en constante interacción, constituyendo un todo sinérgico, orientado hacia determinados propósitos y en permanente relación de interdependencia con el ambiente externo.

Los sistemas abiertos son influenciados por el medio ambiente e influyen sobre él, alcanzando un equilibrio dinámico. Conserva la característica de interacción constante con el medio ambiente en forma dual, es decir lo influncia y es influenciado pues se encuentra en constante competencia con otros sistemas lo que el sistema cerrado no lo hace. Las características de los sistemas abiertos son:

- **Corriente de entrada:** recepción de energía necesaria para funcionamiento y manutención.⁶

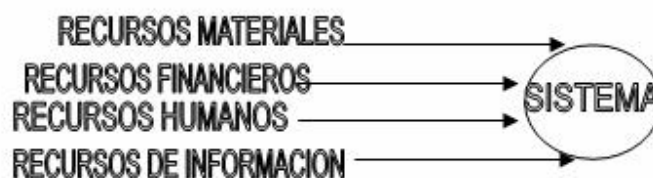


Figura 1.2 Corrientes de entrada del Sistema Abierto.

Fuente: Oscar Johansen Bertoglio, Introducción a la Teoría General de Sistemas

⁶ Op. cit. Johasen

- **Proceso de conversión:** Es donde la energía importada al sistema sirve para mover y hacer actuar sus mecanismos particulares con el fin de alcanzar los objetivos.
- **Corriente de salida:** Exportación de los sistemas al medio. De ahí que un sistema viable es aquel capaz de sobrevivir y adaptarse a las variaciones del medio en el que se encuentra, debe poseer tres características básicas:

1) *Autoorganización:* Es decir que todo sistema debe mantener una estructura y que pueda modificarla de acuerdo a las exigencias que se le presenten.

2) *Autocontrol:* Debe mantener sus principales variables dentro de límites.

3) *Autonomía:* Debe poseer suficiente nivel de libertad determinado por sus recursos para mantener esas variables dentro de su área de normalidad.

- **Comunicación de Retroalimentación:** Todos los sistemas tienen propósitos desarrollándose a partir de la recepción de energía suficiente. Indica básicamente como el sistema busca su objetivo y como es introducido nuevamente al sistema con el fin de corregirlo. También puede ser considerado como un mecanismo de control del sistema para asegurar el logro de su meta.

1.6.3 Confrontación entre Sistema Abierto y Cerrado

Existen grandes diferencias acerca de los sistemas abiertos y cerrados, cabe mencionar que algunas organizaciones tienden a presentar las características y el perfil de los sistemas cerrados, así que es importante mencionar que en dichas organizaciones exista un dudoso éxito en el futuro.

En los siguientes puntos se muestra la perspectiva de los sistemas abiertos:

- La naturaleza Dinámica del ambiente está en conflicto con la tendencia estática de la organización. Está constituida para auto perpetuarse en lugar de cambiar de acuerdo a las transformaciones del ambiente.
- Un sistema organizacional rígido no podrá sobrevivir si no responde eficazmente adaptándose al entorno.
- El sistema abierto necesita garantizar la absorción de los productos por el ambiente, así que debe ofrecer al ambiente productos necesitados o crearle la necesidad.
- Necesita una constante y depurada información del ambiente.
- A continuación se muestra la tendencia y perspectiva de las organizaciones que conservan una apariencia cerrada:
- La práctica administrativa se concentra en reglas de funcionamiento interno. Se enfatiza en procedimientos y no en programas.
- La perspectiva de organización como sistema cerrado se da por insensibilidad de la administración tradicional a las diferencias entre ambientes organizacionales y por la desatención a la dependencia entre la organización y su ambiente.
- Al igual conduce, hacia la insensibilidad a los cambios y adaptaciones constantes que exige el ambiente. En un ambiente de rápido cambio las organizaciones desaparecen si no se adaptan.

1.7 Propiedades de los sistemas

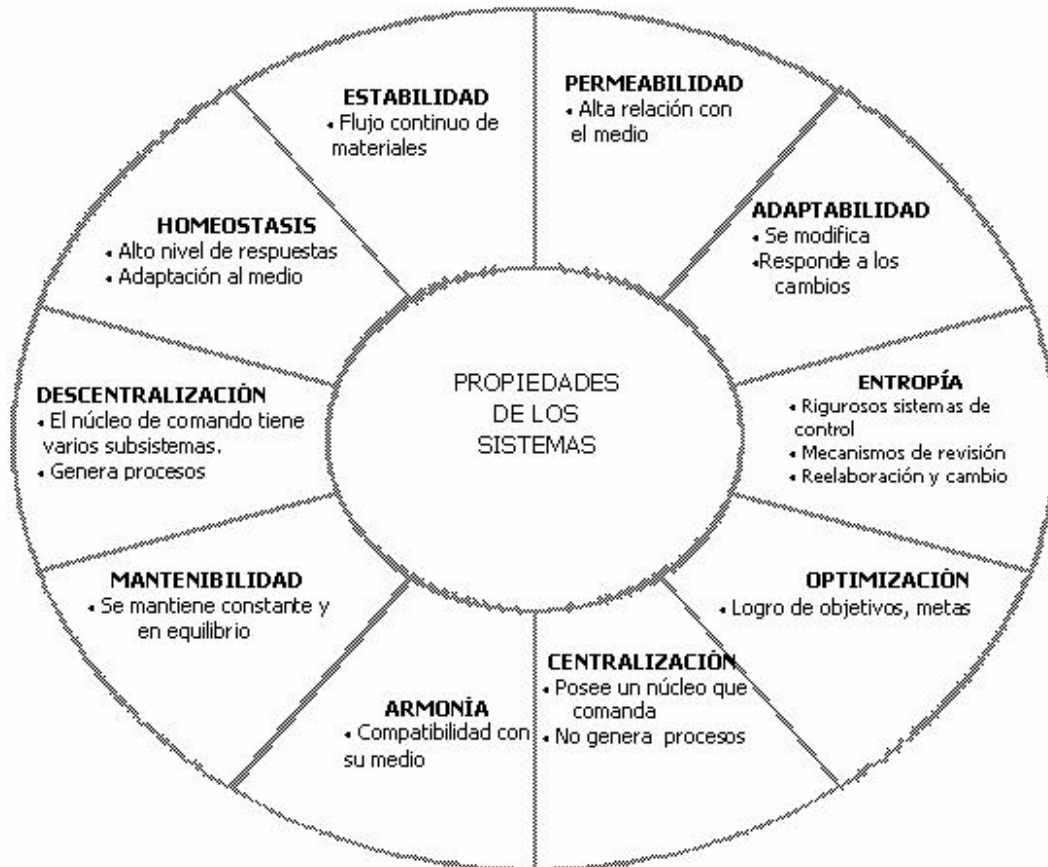


Figura 1.3 Propiedades del sistema

Fuente: Elaboración propia.

Homeostasis y entropía en los sistemas: La homeostasis es la propiedad de un sistema que define su nivel de respuesta y de adaptación al medio o contexto. Este nivel permite la adaptación permanente del sistema o su tendencia a la supervivencia dinámica. Los sistemas altamente homeostáticos sufren transformaciones estructurales en igual medida que el contexto sufre transformaciones, ambos actúan como condicionantes del nivel de evolución.

La entropía de un sistema es el desgaste que el sistema presenta por el transcurso del tiempo o por el funcionamiento del mismo. Los sistemas altamente entrópicos tienden a desaparecer por el desgaste generado por su proceso sistémico. Los mismos deben tener rigurosos sistemas de control y mecanismos de revisión, reelaboración y cambio permanente, para evitar su desaparición a través del tiempo.

En un sistema cerrado la entropía siempre debe ser positiva. Sin embargo en los sistemas abiertos biológicos o sociales, la entropía puede ser reducida o mejor aun transformarse en entropía negativa, es decir, un proceso de organización más completo y de capacidad para transformar los recursos. Esto es posible porque en los sistemas abiertos los recursos utilizados para reducir el proceso de entropía se toman del medio externo.

Permeabilidad de los sistemas: Los sistemas que tienen mucha relación con el medio en el cuál se desarrollan son sistemas altamente permeables, estos y los de permeabilidad media son los llamados sistemas abiertos. Por el contrario los sistemas de permeabilidad casi nula se denominan sistemas cerrados.

Un sistema integrado es aquel en el cual su nivel de coherencia interna hace que un cambio producido en cualquiera de sus subsistemas produzca cambios en los demás subsistemas y hasta en el sistema mismo. El sistema es independiente cuando un cambio que se produce en él, no afecta a otros sistemas.

Centralización y descentralización de los sistemas: Un sistema se dice centralizado cuando tiene un núcleo que comanda a todos los demás, y estos dependen para su activación del primero, ya que por sí solos no son capaces de generar ningún proceso.

Por el contrario los sistemas descentralizados son aquellos donde el núcleo de comando y decisión está formado por varios subsistemas. En dicho caso el sistema no es tan dependiente, sino que puede llegar a contar con subsistemas que actúan de reserva y que sólo se ponen en funcionamiento cuando falla el sistema que debería actuar en dicho caso.

Los sistemas centralizados se controlan más fácilmente que los descentralizados, son más manejables, requieren menos recursos, pero son más lentos en su adaptación al contexto. Por el contrario los sistemas descentralizados tienen una mayor velocidad de respuesta al medio ambiente pero requieren mayor cantidad de recursos y métodos de coordinación y de control más elaborados y complejos.

Adaptabilidad de los sistemas: Esta propiedad refiere que la tendencia de un sistema es la de aprender y modificar un proceso, un estado o una característica de acuerdo a las modificaciones que sufre el medio. Lográndolo a través de un mecanismo de adaptación que permite responder a los cambios internos y externos a través del tiempo.

Para que un sistema pueda ser adaptable debe tener un fluido intercambio con el medio en el que se desarrolla.

Mantenibilidad de un sistema: Es la propiedad que tiene un sistema para mantenerse constantemente en funcionamiento. Utilizando un mecanismo de mantenimiento que asegura que los distintos subsistemas están balanceados y que el sistema total se mantiene en equilibrio con su medio.

Estabilidad en los sistemas: Un sistema se dice estable cuando puede mantenerse en equilibrio a través del flujo continuo de materiales, energía e información.

La estabilidad de los sistemas ocurre mientras ellos mismos pueden mantener su funcionamiento y trabajan de manera efectiva (mantenibilidad).

Armonía de los sistemas: Es la propiedad de los sistemas que mide el nivel de compatibilidad con su medio o contexto. Un sistema altamente armónico es aquel que sufre modificaciones en su estructura, proceso o características en la medida que el medio se lo exige y es estático cuando el medio también lo es.

Optimización y sub - optimización en los sistemas: La optimización sirve para modificar el sistema para lograr el alcance de los objetivos.

Según W. Edwards Deming en su libro *The New Economics for Industry, government and education*, "La optimización es el proceso de orquestar los esfuerzos de todos los componentes hacia el logro del propósito formulado. La optimización es una tarea de la dirección. Todo el mundo gana con la optimización". Cualquier cosa que no sea optimizar el sistema, traerá pérdidas a cada uno de los componentes individuales del mismo, en algún momento. Cada grupo ó componente deberá tener como propósito la optimización del sistema mayor del cual el grupo forma parte.

Sub - Optimización en cambio es el proceso inverso, se presenta cuando un sistema no alcanza sus objetivos por las restricciones del medio o porque el sistema tiene varios objetivos y los mismos son excluyentes, en dicho caso se deben restringir los alcances de los objetivos o eliminar los de menor importancia si estos son excluyentes con otros más importantes.

Éxito de los sistemas: El éxito de los sistemas es la medida en que los mismos alcanzan sus objetivos. La falta de éxito exige una revisión del sistema ya que no cumple con los objetivos propuestos para el mismo, de modo que se modifique dicho sistema de forma tal que el mismo pueda alcanzar los objetivos determinados.

Se entiende por sistema integral el conjunto de componentes cuya interacción engendra nuevas cualidades, que no poseen los elementos integrantes.⁷

Frontera del sistema: Por frontera del sistema se quiere decir que es aquella línea que separa al sistema de su entorno (suprasistema) y que define lo que le pertenece y lo que queda fuera de él.

Para poder definir las fronteras se presentan una serie de dificultades como son:

⁷ Diaz Crespo Rafael, Enfoque de Sistemas. www.calidad.org. 2000

- 1- Aislar diferentes aspectos del sistema.
- 2- La existencia del contacto permanente con el mundo exterior.
- 3- El continuo intercambio de interrelaciones tiempo - secuencia, las presiones del medio sobre el sistema modifican su conducta y esta a su vez modifica al medio y a su comportamiento.

En un sentido amplio, la Teoría General de Sistemas (TGS) presenta una forma sistemática y científica de aproximación y representación de la realidad y, al mismo tiempo, una orientación para realizar trabajo interdisciplinario.

Entonces se enfoca en que los fenómenos de cualquier entorno no deben estudiarse a través de un enfoque reduccionista sino también pueden ser vistos bajo su totalidad. Hay fenómenos que solo pueden ser explicados tomando y poniendo atención en el todo en donde forman parte, a través de las interacciones en el interior y exterior de su entorno.

La teoría general de sistemas es una poderosa herramienta que busca explicar la realidad e indaga los efectos en un futuro a través de un análisis de las totalidades del efecto del sistema.

1.8 Complejidad de un Sistema

La complejidad de sistemas se define como el número de puntos dentro del sistema que deben ser examinados o resueltos para afectar el sistema completo. La ciencia tiene una creencia básica: *“En realidad todo sistema es extremadamente simple”*⁸. La siguiente figura muestra dos sistemas.

⁸ TOCFE centro y sur América. Eliyahu M. Goldratt Kathy-Suerken Bogotá Octubre 2 del 2002

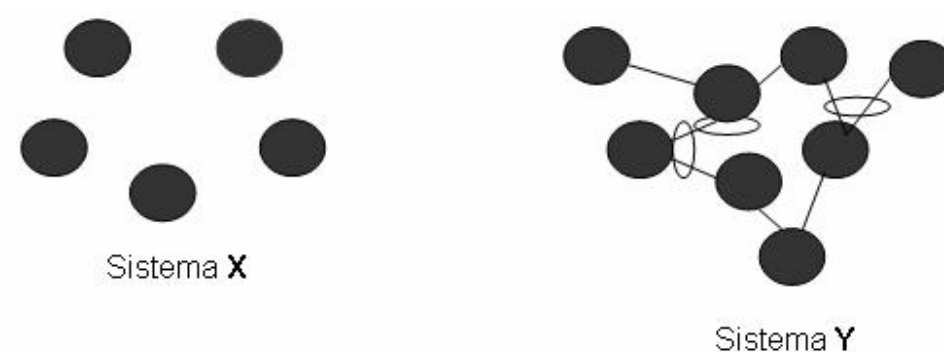


Figura 1.4 Representación de Sistemas.

Fuente: Elaboración propia.

La organización interna del sistema se expresa en su estructura. "Cuanto más complejo es el sistema, más compleja es su estructura y más alto su grado de diferenciación. No existe sistema sin estructura. La estructura ejerce un colosal papel de ordenamiento de los componentes, nacida de la naturaleza de los mismos, y permitiendo como resultado de esta influencia la integración sistémica."

La estructura ejerce un papel importante en la obtención de las cualidades emergentes de la integración del sistema, de la adecuación de ella a la finalidad del sistema depende el grado de consecución de sus objetivos.

1.9 La Palanca en el Pensamiento Sistémico

La clave del pensamiento sistémico es la palanca y coloca las siguientes recomendaciones:

- Identificar las relaciones, patrones y arquetipos como descifrar la complejidad de la realidad.
- Hallar el punto donde los actos y soluciones en estructuras pueden conducir a mejoras significativas y duraderas (este es el punto de apalancamiento).

El pensamiento sistémico como disciplina administrativa radica en visualizar patrones donde otros sólo ven hechos y fuerzas ante las cuales reaccionan.

El Arte consiste en localizar donde están las conexiones entre la inmensidad de los hechos, procedimientos, resultados y acciones de las organizaciones, reconocer leyes o patrones en medio de la complejidad.

1.10 Las Organizaciones como Sistemas

Una organización es un sistema socio-técnico incluido en otro más amplio que es la sociedad con la que interactúa influyéndose mutuamente, percibiéndose como un sistema abierto que intercambia información, energía y materia con el medio.

Ackoff ⁹ define la organización como “un sistema por lo menos parcialmente auto controlado” que posee:

1. **Contenido:** Las organizaciones son sistemas hombre-maquina.
2. **Estructura:** El sistema debe mostrar la posibilidad de cursos de acción, alternativos, la responsabilidad por la cual puede diferenciarse con base en funciones (Mercado, producción, contabilidad, geografía, o alguna otra propiedad).
3. **Comunicaciones:** Desempeñan un papel vital en la determinación de la conducta e interacción de subsistemas en la organización.
4. **Elecciones de toma de decisiones:** Los cursos de acción conducen a resultados que también deben ser el objeto de elecciones entre los participantes.

⁹ R. L Ackoff *Systems, organizations, and interdisciplinary research*, General Systems, 5 1960. Págs 1 – 8.

Puede ser definida como un sistema social, integrado por individuos y grupos de trabajo que responden a una determinada estructura y dentro de un contexto al que controla parcialmente, desarrollan actividades aplicando recursos en pos de ciertos valores comunes.

Herbert Spencer afirmaba a principios del siglo XX “Un organismo social se asemeja a un organismo individual en los siguientes rasgos: El crecimiento, en el hecho de volverse más complejo a medida que crece y cuando éste tiende a ser complejo, sus partes exigen una creciente interdependencia, porque la vida del organismo social tienen inmensa extensión comparada con la vida de sus componentes y por que en ambos existe creciente heterogeneidad”.

Al igual N. Wiener¹⁰ plantea que la organización debía concebirse con “una interdependencia de las distintas partes organizadas, pero una interdependencia que tienen grados. Ciertas interdependencias internas deben ser más importantes que otras lo cual equivale a decir que la interdependencia interna no es completa”. (Buckley 1970:127), por lo cual la organización sistémica se refiere al patrón de relaciones que definen los estados posibles de variabilidad para un sistema determinado.

1.10.1 Las organizaciones sistemas cerrados o abiertos

Todas las organizaciones poseen las características de los sistemas abiertos como las siguientes:

Tienen un comportamiento probabilístico y no determinístico. La organización se ve afectada por el medio ambiente y dicho ambiente incluye variables desconocidas e incontroladas al igual que el ser humano.

¹⁰ Marcep Arnold, Ph. D y Francisco Osorio, *Introducción a los Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas*, cinta de Moebio no. 3 Abril de 1998. Depto. de Antropología. Universidad de Chile.

La organización como parte de una sociedad mayor y constituida de partes menores, presenta las propiedades de un sistema, tales como: Interdependencia de las partes, Homeostasis, Fronteras o límites.

Una característica distintiva de las organizaciones es que están abiertas en grado variable al ambiente. ¹¹

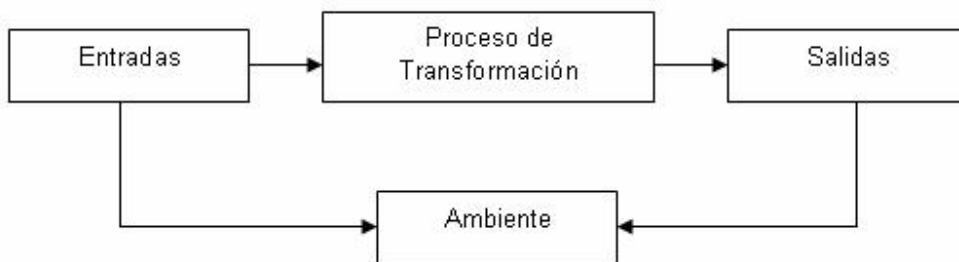


Figura 1.5 Ambiente de un sistema.

Fuente: Elaboración propia.

Siendo una entidad viva, cambia y evoluciona junto con su ambiente, no sólo cambia su ambiente si no también su estructura.

“La organización es un grupo relativamente estable de personas en un sistema estructurado y en evolución cuyos esfuerzos coordinados tienen por objeto alcanzar metas en un ambiente dinámico”. ¹²

También es posible visualizar una organización como una entidad contenida de factores económicos, tecnológicos, socioculturales y político – legales.

¹¹ David R. Hampton. Administración. Tercera edición (2da. en Español). Mc. Graw – Hill 1995

¹² idem.



Aplicando el Enfoque de Sistemas podemos visualizar una relación entre los insumos, procesos y productos, así como la incidencia del entorno en cada uno de ellos, siendo este el componente fundamental en las organizaciones.

Ahora bien las empresas tienen 6 funciones primarias, estrechamente relacionadas entre si como los organismos vivos y son las siguientes:

1. **Ingestión:** Adquieren dinero, máquinas y personas del ambiente para asistir otras funciones.
2. **Procesamiento:** Se procesan materiales y se desecha lo que no sirve. Haciendo una relación entre las entradas y salidas.
3. **Reacción al ambiente:** Adaptándose para sobrevivir cambiando sus materiales, consumidores, políticas, empleados y recursos financieros, alterando el producto, el proceso o la estructura.
4. **Provisión de las partes:** Los participantes, máquinas, etc. Pueden ser remplazadas y al igual se les recompensa bajo la forma de salarios y beneficios.
5. **Regeneración de partes:** Las partes pierden eficiencia, se enferman por lo que deben ser regeneradas o relocalizadas para sobrevivencia del conjunto.
6. **Organización:** Entre las funciones que requiere un sistema de comunicaciones para el control y la toma de decisiones para ser coordinados en el medio ambiente y estar preparado.

1.11 Subsistemas que forman la Organización

Tabla I.1 Subsistemas de la organización

Tipo de Subsistema	Características
<p>Psicosocial</p> 	<p>Está compuesto por individuos y grupos en interacción. Dicho subsistema está formado por la conducta individual y la motivación, las relaciones del status y del papel, dinámica de grupos y los sistemas de influencia.</p>
<p>Técnico</p> 	<p>Se refiere a los conocimientos necesarios para el desarrollo de tareas, incluyendo las técnicas usadas para la transformación de insumos en productos.</p>
<p>Administrativo</p> 	<p>Relaciona a la organización con su medio y establece los objetivos, desarrolla planes de integración, estrategia y operación, mediante el diseño de la estructura y el establecimiento de los procesos de control</p>

Fuente: Elaboración propia basada en los subsistemas que forman la organización

CAPÍTULO 2

LA NUEVA REVOLUCIÓN ADMINISTRATIVA: TEORÍA DE RESTRICCIONES.

*“Es más fácil dividir un átomo
que cambiar un paradigma”
Albert Einstein*

2.1 Introducción

La competencia internacional de diferentes empresas se ha visto seriamente afectada debido en gran parte a antiguas prácticas administrativas y deficientes procedimientos contables de ahí que se haya iniciado una búsqueda de nuevos métodos que puedan revertir esta situación, y la Teoría de las Restricciones (TOC)²⁵ ofrece un medio no sólo de sincronizar la producción sino de mejorar continuamente mientras se trabaja.

²⁵ Dr. Eliyahu M. Goldratt y Jeff Cox., La Meta - Theory of Constraints (Teoría de Restricciones)- Ediciones Castillo, 8va. Edición 1999, 409 Págs.

La Teoría de Restricciones (Theory of Constraints) es una filosofía de gestión administrativa compuesta por un conjunto de métodos de causa - efecto. Teniendo como apoyo un conjunto de herramientas administrativas orientadas hacia la mejora constante de habilidades administrativas y un modo innovador de soluciones practicas.

La Teoría de Restricciones es una manera práctica de planificar, organizar, evaluar y controlar sistemas complejos, se puede decir que es una metodología del enfoque de sistemas. Trata al sistema enfocado a las organizaciones como un todo integrado por partes dependientes.

La teoría de restricciones basa sus raíces en el modelo de pensamiento Socrático, de igual manera trata de explotar el potencial del sistema total basándose en sus eslabones mas débiles.

2.2 Orígenes de La Teoría de Restricciones

Muchas son las versiones que tratan de explicar el surgimiento de la Teoría de Restricciones, siendo el origen más conocido el que se le atribuye al Dr. Eliyahu Goldratt, basada en la creación de un algoritmo de programación en los años 70 que al ser aplicado tenia la posibilidad de incrementar la productividad sin necesidad de adquirir nuevos recursos, requiriendo cambios en las políticas y en los criterios de decisión de las empresas.

Sin embargo otros autores afirman que la teoría nace a través del trabajo de diversos investigadores de todo el mundo, mencionando que algunas de las características de la Teoría de Restricciones no fueron desarrolladas por el Dr. Goldratt. Entre ellas se puede encontrar que algunas de las soluciones propuestas por la teoría de restricciones se basan en la teoría de colas y la teoría estadística de la agregación, el costeo directo y la simulación así como también algunos de los términos utilizados.

Lo que se puede afirmar es que el Dr. Goldratt desarrolló un método o una forma que permite a las personas hacer el uso correcto de las diversas herramientas que al ser aplicadas en los diversos problemas de las diferentes empresas se cuenta con altas probabilidades de conseguir buenos resultados

La Teoría de Restricciones asocia múltiples restricciones con la operación de las empresas y la administración, mostrándolas para ejercer un control consiguiendo identificarlas con la finalidad de que los recursos asociados a ellas puedan utilizarse de la mejor manera.

A su vez fomenta el desarrollo de la intuición personal mediante el uso de un método científico para administrar a las empresas y que se pueda establecer parámetros de medición de desempeño.

La Teoría de Restricciones considera a la empresa como una cadena, tratando de aumentar la resistencia de esta concentrándose en los eslabones más débiles. Tiene como base la meta de toda empresa con fines de lucro que es tener más utilidades ahora y en el futuro, tomando a las restricciones como criterios de decisión y enfocándose a una mejora continua.

El objetivo de la teoría es aumentar ganancias en cortos y largos plazos, al mismo tiempo reducir inventarios y gastos de operación.

La clave para ello es que cualquier sistema, como se mencionó es una cadena de recursos y que algunos condicionan las salidas del sistema. Al implementar TOC se crean soluciones simples para problemas complejos.

La teoría de las restricciones afirma que siempre es posible encontrar y eliminar, una y otra vez, las diferentes restricciones a las que nos enfrentamos.

2.3 La Meta de una Empresa

La meta de cualquier empresa con fines de lucro es ganar dinero ahora y en el futuro a través de las ventas, pero existen empresas que no estarán de acuerdo con esta meta, por lo que su meta será brindar más y mejores servicios a sus clientes ahora y en el futuro.

Ahora bien ganar dinero viene acompañado de algunas condiciones necesarias y que estrictamente ninguna debe faltar:

- La satisfacción de clientes y proveedores.
- La satisfacción de empleados y proveedores.
- Cuidado del entorno ecológico.
- Satisfacción de los requisitos legales.
- La satisfacción de accionistas, socios y propietarios.
- El flujo de efectivo.

Que aunque deben satisfacerse, no requieren una mejora continua. La condición es que si alguno de estos puntos falla el resultado será el impedimento de mejorar la *meta* en forma continua. Al igual es importante mencionar que la Meta debe tender a infinito, mientras las condiciones necesarias sólo deben mantenerse en rango competitivo, para establecer una relación Ganar-Ganar. De esta manera se logrará la mejora continua de la META.

Si la empresa esta ganando dinero limitadamente es por que las restricciones están impidiendo el más alto desempeño en relación a su *meta*.

2.4 Paradigmas y pensamiento cartesiano vs pensamiento sistémico

Para lograr la meta rápidamente es necesario romper con algunos paradigmas que salen a flote. Los más comunes son:

- Operar el sistema como si se formara de eslabones independientes, en lugar de una cadena.
- En la toma de decisiones, la fijación del precio en función del costo contable, en lugar de calcularlo en función de la contribución a la Meta que es aumentar la facturación.
- Se requiere de grandes océanos de datos cuando se necesitan de pocos relevantes.
- Operar una empresa bajo el pensamiento cartesiano.
- Copiar las soluciones de otros sistemas en lugar de desarrollar soluciones propias e inéditas con base a metodologías de relaciones lógicas de "Efecto-Causa-Efecto".
- La práctica común que cada área busque sus propios medidores de éxito.
- La práctica común, que cada área construye y promueve un lenguaje particular que explica sus comportamientos.

2.4.1 Pensamiento Cartesiano

Se suele afirmar que "La empresa es un sistema", aún cuando en el común denominador de los casos, las estructuras empresariales parecen sustentarse sobre bases opuestas al pensamiento sistémico.

En la mayoría de las empresas, las políticas de funcionamiento y medidas de evaluación de los recursos como las personas, maquinarias, etc. están basadas en el pensamiento cartesiano esto es, la forma de ver el mundo que regía hasta la aparición de la teoría general de sistemas.

La diferencia entre pensamiento cartesiano y pensamiento sistémico es la regla que siguen utilizando las empresas y es "el máximo rendimiento del sistema, se obtiene cuando todos sus recursos funcionan al máximo" esto es una secuencia de utilizar el pensamiento cartesiano. Ésta no es una ley de la naturaleza o una gran verdad, pero sin embargo está muy arraigada. Se observa en la mayoría de las organizaciones de todo tipo (gestión, mejora, etc.).

Si en una planta industrial se produce para lograr un aprovechamiento integral de la capacidad instalada está se dirige al sentido contrario a la Meta; por que las unidades que se localizan en el inventario no son vendidas, los niveles de inventario se están elevando, al igual que los gastos por maniobras y operaciones que no eran necesarias pero se llevaron a cabo por basarse en políticas erróneas.

Y ¿que pasa con las ventas o la facturación? pues se mantienen constantes y de ese dinero habrá que solventar los costos de inventario y el esfuerzo por operaciones adicionales generando más gastos. Esto es exactamente lo contrario a la definición de la *meta*.

Eliyahu Goldratt²⁶ sostiene que el mundo cree que una solución a esto sería tener una planta balanceada; es decir una planta en donde la capacidad de todos y cada uno de los recursos está en exacta concordancia con su subsecuente operación y así sucesivamente hasta llegar con la demanda del mercado.

²⁶ Eliyahu Goldratt, Jeff Cox. La Meta. Ediciones Castillo, 8va. Edición 1999. Págs. 114 – 144.

Si se indica que la demanda del mercado requiere 10 piezas de un producto diariamente y la línea de producción tiene exactamente la capacidad de producir dichas piezas en un día como en la figura 2.1 donde los recursos tienen la misma capacidad para producir de manera sincronizada. Parece ser la solución ideal pero según Goldratt todo esto es una suposición errónea.

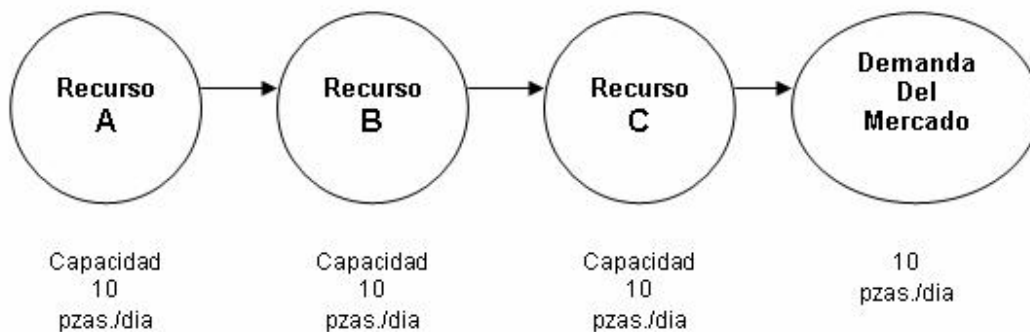


Figura 2.1 Planta con capacidad balanceada.

Fuente: Elaboración propia.

2.4.2 Cambiar el Pensamiento Cartesiano o Viejo Paradigma.

Se ha mencionado que las organizaciones son sistemas, también son evidentes y fructíferos los logros obtenidos en otras disciplinas que vienen adoptando el paradigma sistémico. Pero, ¿Por qué entonces no se logra gestionar conforme al pensamiento sistémico?, ¿Será tal vez porque las organizaciones son sistemas constituidos por personas?, ¿Qué se necesitaría para provocar un cambio de pensamiento en una organización?. Cambiar el pensamiento de las personas que lo componen y romper el paradigma cartesiano o el viejo paradigma.

Los paradigmas encuentran una resistencia al cambio y pueden tener explicaciones racionales y conscientes como el miedo a lo desconocido, la incertidumbre, el rechazo y la crítica. Estas explicaciones también pueden ser completamente inconscientes sin una base de pensamiento objetivo. Pero con mayor frecuencia en los paradigmas se encuentran esa resistencia inconsciente a los cambios y cuando la realidad no se adapta a nuestras reglas mentales, tenemos un alto grado de dificultad para entenderla.

Un cambio de paradigma comienza a gestarse cuando se acumula un exceso de cuestiones que se salen del marco ordinario y que el paradigma actual no puede explicar. Este es cuestionado de manera continua y, bajo estas circunstancias, puede surgir una nueva y poderosa evidencia que explique las contradicciones aparentes he introduzca un nuevo principio, una nueva perspectiva o un nuevo paradigma.

Ferguson²⁷ también afirma que dado el poder y el alcance superior de las nuevas ideas, podría esperarse que estas se impusieran rápidamente, pero esto casi nunca sucede. El problema radica en que para poder usar el nuevo paradigma se tiene que borrar el anterior; de no ser así, la sombra del antiguo contaminara las ideas generadas por el nuevo.

Así que la nueva perspectiva exige un giro mental, tan pronunciado que las personas más arraigadas al viejo paradigma raramente llegarán a hacerlo.

Si el paradigma emergente explica lo que hasta estos momentos era turbio y oscuro, con el tiempo poco a poco va ganando terreno. Una vez que pasa la etapa embrionaria, el crecimiento es exponencial como una reacción en cadena.

²⁷ Ferguson M. "La conspiración de acuario" , Ed. Kairos, Barcelona, 1985. En el libro de Valdez Luigi "La revolución industrial empresarial del siglo XXI conocimientos y capital intelectuales: las nuevas ventajas competitivas de la empresa", Editorial Norma, 2002

2.5 Configuración de las Organizaciones²⁸

Para poder explicar como es que la Teoría de Restricciones (TOC), realiza estrategias para poder analizar a las empresas u organizaciones debe partirse de las clasificaciones de los sistemas productivos, cabe señalar que cualquier sistema productivo, ya sea que produzca bienes o servicios, pertenece a una, estas configuraciones son V, A, T, e I. Conociendo la gran variedad de sistemas es posible sintetizarlos de esta manera.

Todas las organizaciones tienen las características de las siguientes configuraciones o una combinación de las mismas.

Configuración en "V"

Son sistemas cuyos procesos tienen muy pocos puntos de entrada y muchos puntos de salida. La característica principal de esta configuración es la existencia de *muchos puntos de divergencia*, que son puntos donde un error puede hacer que un material lanzado con un fin sea usado en otro fin (encontrando desvíos o robos de material).

Un problema típico de estos sistemas es la existencia de mucho stock de producto terminado que no necesita, y a la vez faltantes de producto que si son necesarios. Conduciendo a pérdida en ventas, gastos de operación y de inversión.

Configuración en "A"

Son sistemas cuyos procesos tienen muchos puntos de entrada y pocos puntos de salida. La característica principal de la configuración en A es la existencia de *muchos puntos de ensamble*, donde son necesarios varios componentes o submontajes para realizar las operaciones correspondientes.

²⁸ Héctor Debernardo, Artículo: Gestionando las operaciones de una empresa, publicado en <http://www.cimatic.com.ar/toc/boletin/index.asp>, 2000.

Un problema típico de estas configuraciones es la existencia de horas extra, aun cuando la utilización de los recursos es baja. La falta de sincronización conduce a grandes pérdidas de tiempo y por consiguiente produce pérdidas en ventas, aumentos de gastos de operación e inversión.

Configuración en "T"

Son sistemas con puntos de ensamble que a su vez son puntos de divergencia. Ya que los mismos componentes pueden ser utilizados en diferentes submontajes. Es decir hay muchos puntos de entrada, al igual que de salida.

Esta configuración es difícil de gestionar debido a que tienen los problemas de los sistemas "V" y "A". En general no poseen restricciones internas, pero están basados en el paradigma cartesiano (la máxima eficiencia del sistema se obtiene cuando todos trabajan al máximo de su eficiencia individual), creando la ilusión de que tiene restricciones que están cambiando continuamente.

Configuración en "I"

Estas configuraciones no tienen puntos de divergencia ni de ensamble de componentes o submontajes fabricados en el mismo sistema, por lo tanto son más fáciles de manejar.

Su problema general radica en su diseño. Sugiere una línea perfecta que tiene holgura cero en todas sus etapas, siendo un método clásico de diseño de líneas de producción. Es decir que los tiempos promedio que tarda en una etapa cada producto es el mismo. Conduciendo a la inexistencia de capacidad de protección originando problemas de gestión.

De acuerdo al pensamiento sistémico se recomienda diseñar sistemas productivos utilizando la teoría de colas y simulación discreta para que de este modo se equilibre el flujo de productos con la demanda en lugar de equilibrar la capacidad de producción.

2.6 Indicadores para medir la Meta

Como se mencionó anteriormente E. Goldratt define que la única *meta* de toda organización es ganar dinero, ahora y en el futuro, considerando los demás objetivos como simples medios para conseguir la meta final.

El análisis del grado de acercamiento de una empresa a su meta debe estar basado en el estudio de una serie de variables financieras a las que denomina parámetros de gestión:

- **UTILIDAD NETA:** Este es un indicador absoluto, ya que es el saldo de todos los movimientos en el periodo.
- **RETORNO SOBRE LA INVERSIÓN:** Este es indicador relativo que muestra cuánto dinero hemos ganado con respecto al dinero invertido en el negocio.
- **FLUJO de EFECTIVO:** Este es un indicador de supervivencia, si no se tiene suficiente flujo ya nada importa.

Al analizar los indicadores deben verse en forma conjunta, no en forma aislada e independiente, o sea el movimiento de alguno de ellos tendrá un impacto en los otros dos.

Es evidente que cualquier aumento de la utilidad neta acompañado de un incremento paralelo en la tasa de rentabilidad y de la liquidez acerca a la consecución de la meta, sin

embargo, no siempre se observa una buena marcha de los tres parámetros simultáneamente.

Todas las organizaciones buscan indicadores que ayuden a determinar el nivel de desempeño y realización ya sean en forma particular o a nivel global.

La medición es en definitiva algo sumamente importante, pero se debe preguntar cuál debe ser el principal objetivo de la medición, ya que de otra forma se desenfocara fácilmente el objetivo.

Estos indicadores están relacionados con Dinero, y como se mencionó anteriormente tienen un ligamento directo con los Indicadores de resultados.

En tanto estos tres indicadores son suficientes para determinar cuánto dinero está ganando cualquier empresa, sin embargo, son lamentablemente inadecuados para juzgar el impacto de las acciones específicas sobre la meta. Por ejemplo, ¿en qué tamaño de lote debemos procesar los productos en nuestra planta?, ¿qué impacto van a tener estos tamaños de lote en los indicadores de resultados?

Retomando, que la meta es *ganar dinero*, ¿Cuáles deberían de ser los indicadores que permitan determinar el nivel de desempeño en esta área? TOC plantea que ya existen un grupo de indicadores para efectuar esta medición y los denomina Indicadores de Resultados.

Estos indicadores son demasiado generales para ayudar a la toma de decisiones en los niveles operativos de la organización. El enlace tradicional entre estos parámetros y las decisiones operativas es el concepto clásico de costo, el cual es acometido por Goldratt, y en su lugar propone otros tres parámetros, denominados de explotación, los cuales permiten establecer una serie de procedimientos operativos para dirigir las plantas productivas, pues permiten evaluar fácilmente el impacto de una decisión local sobre la meta de la empresa. Estos parámetros de explotación son:

THROUGHPUT: Es la velocidad a la que el sistema genera dinero a través de las ventas. Tomándolo en cuenta a través de las ventas, no a través de la Producción. Si se produce algo y no se vende no es throughput.

INVENTARIO: Todo el dinero que el sistema invierte en la compra de cosas que pretende vender. Esta definición de inventario se desvía de las definiciones tradicionales pues no incluye el valor agregado de la mano de obra y los gastos generales de fabricación., esto con el fin de eliminar las distorsiones y decisiones contraproducentes causadas por las utilidades y pérdidas por inventarios generados contablemente.

GASTOS DE OPERACIÓN: Todo el dinero que la empresa gasta en poder transformar el inventario en throughput. Esta definición incluye no solamente la mano de obra directa, sino también la gerencia, las computadoras, e incluso las secretarías.

Para distinguir si una acción local contribuirá o no el acercamiento a la meta general de la empresa, se evalúa su impacto sobre los tres parámetros anteriores. Por ejemplo, un efecto positivo sobre uno sólo de ellos y negativo sobre los otros dos podría ocasionar efectos indeseables para la organización.

2.6.1 Jerarquía de los Indicadores

En las organizaciones con fines de lucro, los tres indicadores (Throughput Inventario y Gastos de Operación) se miden en las mismas unidades (dinero).

Es imprescindible conocer los tres indicadores para medir el desempeño de una organización. Ahora bien, ¿existe alguna jerarquía entre ellos? ¿Hay alguno que sea más importante?

En las organizaciones sin fines de lucro no hay dudas: el más importante es el Throughput, ya que es la razón misma de su existencia.

La confusión aparece en las organizaciones con fines de lucro ya que, dada la fórmula de la utilidad neta, pareciera que da igual enfocarse en aumentar el Throughput (Aumentar las ventas) que enfocarse en reducir Gasto de Operación (o como se dice habitualmente "Apretarse el cinturón").

Los directivos de las empresas sienten más control sobre el Gasto de Operación que sobre el Throughput y es por ello que existe una tendencia natural a enfocar los esfuerzos de mejora en el sentido de la reducción de gastos.

TOC sostiene, en cambio, que debido a la insaciable competencia de hoy en día, toda empresa que quiera sobrevivir debe enfocarse principalmente en aumentar el Throughput ya que es el único de los tres indicadores que no tiene límites naturales (el límite teórico del Gasto de Operación y de la Inversión es cero, el límite real es por supuesto mucho más alto que cero).

2.7 Throughput

En inglés se escribe throughput. La traducción más aceptable es "generación de dinero" y se define como la velocidad a la cual el sistema genera dinero a través de las ventas. El throughput es parte fundamental de la Teoría de las Restricciones (TOC), que se basa en el principio elemental, de ganar más dinero ahora y en el futuro.²⁹

Toda organización fue creada para conseguir un propósito. Por lo tanto, siempre que se debate cualquier acción, de cualquier organización, la única forma de llevar a cabo una discusión lógica será asentando el impacto de tal acción sobre el propósito global de toda la organización.

²⁹ Ignacio Gómez Escobar. Artículo Mundo del Throughput publicado en <http://www.gestiopolis.com/canales/financiera/articulos/64/truput.htm>. Medellín, Colombia Consultada el 23 de junio 2004

En el mundo del throughput, las restricciones son la clave y la clasificación básica, cambiando el papel que los productos desempeñaron en el mundo de los costos.

Existen grupos de poder como son los clientes, los empleados y el gobierno / estado, que tienen el dominio para arruinar o lesionar seriamente la organización si es que cierto aspecto les disgusta, imponiendo límites o fronteras a la meta. Al igual que las fuerzas del mercado (factores de tipo externo sobre los cuales no se tiene control y las organizaciones, deben vivir con ellos y realizar actividades acomodándose a dichas restricciones), estos factores son: la competencia, los clientes, y los sistemas habituales de comercialización (costumbre).

La propuesta de Goldratt no dice que se deben olvidar los aspectos referentes al marketing tradicional que hablan de productos, servicios, valores agregados, marca, orientación al consumidor, logística, distribución, etc..., Pero siempre teniendo presente la meta y no olvidarse de ella.

Existen además unas restricciones activas que cambian según sea la compañía. Algunas de carácter universal son: el capital de trabajo, el recurso humano, hay otras que varían según las empresas. El marketing también cuenta con unas herramientas tales como: el sistema de información de mercadeo, la planeación estratégica, la capacitación transformacional y otros.

Y por último se puede considerar los indicadores o índices de resultados o gestión. Como son el throughput, el inventario, los gastos de operación, el nivel de servicio, la rotación, el presupuesto de compras, el presupuesto de ventas, la penetración en el mercado, la productividad, el tiempo de respuesta.

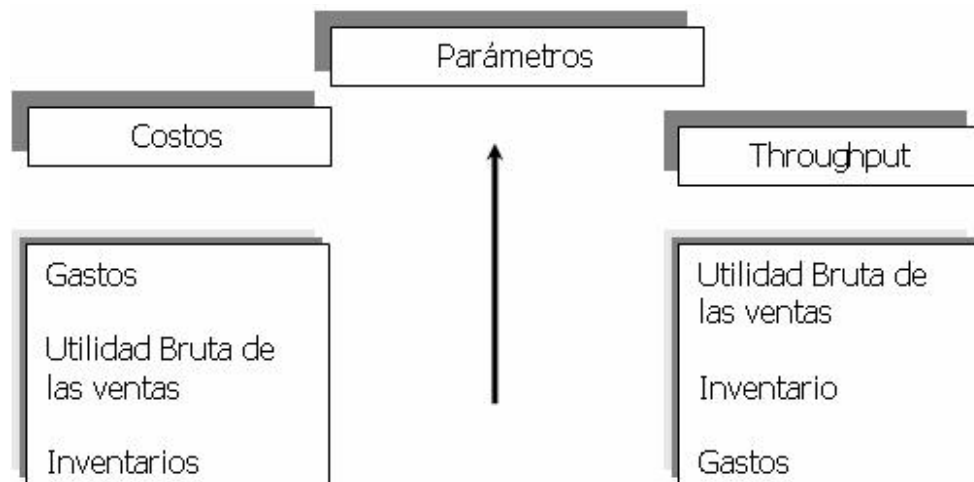


Figura 2.2 Costos vs. Throughput.

Fuente: Elaboración propia.

2.7.1 Contabilidad de Throughput

Se puede definir contabilidad del Throughput como:

- a) Modificación de las técnicas contables, fundamentalmente en lo relativo a la exposición de resultados.
- b) Esta contabilidad del Throughput es tan ambiciosa que da origen al "mundo del Throughput", contraponiéndolo al "mundo de los costos" y criticando los métodos convencionales de identificación y determinación de costos
- c) Orientación de todo el proceso de toma de decisiones a partir del throughput.

d) Planificación de la producción en plantas donde existen cuellos de botella, lo que luego se hace extensivo a otras variables.

¿ Y qué significa contabilidad del throughput ?. En el libro "La Meta" E. Goldratt sostiene que el objetivo de toda empresa es ganar dinero; y los indicadores para saber si una empresa está ganando dinero son:

- Utilidad Neta
- Rendimiento sobre el Capital invertido
- Flujo de Caja

Según Goldratt, la meta de una planta industrial es la misma que la de la empresa: ganar dinero; y producir para lograr un pleno aprovechamiento de la capacidad instalada, buscando una plena absorción de los costos, alejan a la planta industrial de la meta, si esas unidades no pueden ser vendidas, incrementando el inventario de productos terminados, ó el de producción en proceso, ya sea si el cuello de botella es la demanda ó alguno de los recursos productivos. O sea que bajo las circunstancias descritas, una alta eficiencia lleva a la empresa en sentido contrario a la meta.

Como se menciono anteriormente el Throughput es la velocidad con la cual el sistema genera dinero a través de las ventas. Una unidad producida y no vendida no genera throughput. Se puede entender de la siguiente manera.

$$\text{Throughput} = \text{Precio de venta} - \text{Costo de materia prima}$$

Goldratt define: un parámetro para el dinero que ingresa (throughput), otro para el dinero que permanece inmovilizado (inventario), y finalmente un parámetro para el dinero que sale (gastos de operación).

A partir de esto, se entiende que se avanza en términos de meta, en la medida que se aumente el throughput y se disminuyan los inventarios y los gastos de operación, poniendo especial atención en la relación que existe entre los parámetros; de esta manera:

$$\text{Ganancias Netas} = \text{Throughput} - \text{Gastos de operación}$$

$$\text{Rendimiento sobre Capital invertido} = \frac{\text{Throughput} - \text{Gastos de operación}}{\text{Inventarios}}$$

Con estas relaciones se concluye: si aumenta el throughput y no se modifican desfavorablemente los inventarios y los gastos de operación, se aumenta la ganancia neta, el retorno sobre el capital invertido y el flujo de caja; lo mismo ocurre si bajan los gastos de operación y no se modifican desfavorablemente el throughput y los inventarios; en cambio si bajan los inventarios y no se modifican desfavorablemente el throughput y los gastos de operación, solamente se afecta el retorno sobre el capital invertido y el flujo de caja, permaneciendo inalterable la ganancia neta.

E. Goldratt comenzó sus desarrollos definiendo claramente que los indicadores para saber si una empresa estaba ganando dinero eran: ganancia Neta, Rendimiento sobre capital invertido y flujo de caja. Luego adaptó los mismos porque sostenía que no se ajustaban a la organización; así nacieron: Throughput, Inventarios y Gastos de Operación.

Recursos que determinan el Throughput

El Throughput asociado a un producto se define matemáticamente de la siguiente manera:

$$T = N \times (PV - G1A1)$$

Siendo:

T: Throughput del producto.

N: Cantidad de unidades cobradas en un periodo..

PV: Precio de venta del producto.

G1A1: Gastos "uno a uno". Aquellos que aumentan uno a uno con el volumen de ventas, tales como materias primas y componentes, servicios de terceros, comisiones por ventas, etc.

2.8 Gastos de Operación

Es todo el dinero que la empresa gasta en poder transformar el inventario en throughput. Esta definición incluye no solamente la mano de obra directa, sino también la gerencia, las computadoras, e incluso las secretarías.

La solución eficaz es la respuesta definitiva a un problema serio, a un problema que afecta el desempeño total de la empresa, a un problema que distorsiona el comportamiento de mucha gente.

Cuando una compañía experimenta un cambio muy importante, produce un impacto en su entorno, el cual provoca nuevos desafíos que eventualmente pueden hacer que la solución original se convierta en algo obsoleto.

En algún momento la contabilidad de costos fue una de las soluciones más poderosas de las industrias. Debido a su crecimiento, se generó la necesidad de una mejor tecnología, la cual se incrementó en forma exponencial. Conforme la tecnología iba avanzando cambiaron la necesidad las relaciones entre la necesidad de los músculos Humanos y la necesidad de los sesos Humanos.

Anteriormente el gasto de mano de Obra Directa era diez veces mayor que el gasto general, actualmente nos acercamos al momento en que la mano de obra directa será tan solo una décima parte del Gasto de operación.

2.9 Inventario

Todo el dinero que el sistema invierte en la compra de cosas que pretende vender. Esta definición de inventario se desvía de las definiciones tradicionales pues no incluye el valor agregado de la mano de obra y los gastos generales de fabricación., esto con el fin de eliminar las distorsiones y decisiones contraproducentes causadas por las utilidades y pérdidas por inventarios generadas contablemente.

Cuando se habla de inventario se sabe que una alta rotación acelera la tasa de retorno del dinero, por lo tanto para tener una rotación alta y teniendo presente que el precio de venta, lo fija el mercado, entonces se deberá manejar un inventario bajo. Esto implica necesariamente unos ciclos de compra de insumos y materias primas (en general de inventarios) con una mayor frecuencia o periodicidad, esto permite adicionalmente la mejor utilización de un recurso escaso, el capital de trabajo (una restricción activa porque siempre es limitado). Es decir, la estrategia que se debe aplicar es la de acelerar la tasa de retorno del dinero, manejar unos inventarios bajos (comprando más frecuentemente), pero manteniendo un nivel de servicio en porcentajes que permitan el calificativo por parte del mercado objetivo de oportunos.

Además se deben manejar unos amortiguadores (inventarios) que permitan además de manejar un buen nivel de servicio no caer en el pecado de los costos ocultos (que a veces no lo son tanto), ocasionados por los agotamientos o abaratamiento.

Todo este análisis, lleva a una conclusión muy simple, poner especial atención a los inventarios y su rotación, ya que son indicadores definitivos e influyen definitivamente en las utilidades netas.

2.10 Mejora Continua con la Teoría de Restricciones (TOC)

Si en las empresas se hablara un lenguaje común y simple de mejora continua, no habría problemas de comunicación y el acercamiento a la meta de la empresa sería permanente.

Todas las empresas están buscando que su Proceso de Mejoramiento Continuo sea exitoso y perdurable. Para que sea exitoso es necesario tener un líder desde la Alta Gerencia, que sea carismático en la promoción del proceso permanentemente. Y para que sea perdurable, es necesario que se formen líderes constantemente, en todas las áreas. Cuando se apoya el Proceso de Mejoramiento Continuo en un líder carismático, se corre el riesgo de que cuando no esté, el proceso se vaya muriendo. ¿Cómo se logra que en la empresa exista un ambiente que permita que todos asuman un liderazgo para que la empresa sea mejor globalmente?

Se ha encontrado que existen dos paradigmas mencionados anteriormente que son arraigados y que al ser retados guían a encontrar la dirección de una solución que permite resolver el problema. Primero: es una práctica común que cada área busque sus propios medidores de éxito. Y un segundo paradigma, que resulta de estos medidores, el cual es una práctica común, que cada área construye y promueve un lenguaje particular que explica sus comportamientos. Y este lenguaje hace que se perciba la necesidad del éxito de la tarea de cada área, o la necesidad de explicar su fracaso, en forma aislada.

Si cada área busca sus propios medidores de éxito, y se piensa que la suma de los éxitos de cada área se refleja en el éxito de todos, entonces se alienta a que todos traten de ser mejores.

O se evalúa globalmente sumando éxitos y restando fracasos. Y para tener control del éxito, o evaluación del fracaso de cada área, de acuerdo a esos medidores, se construye, un lenguaje local, que protege y une a cada persona del área, y los diferencia de los demás. Los ejemplos están a la vista. De una forma se mide y se habla en el área financiera, o en el área de mercadeo, o en el área de sistemas, o de producción, o de personal, etc.

Pero resulta que el éxito de todo el proceso depende de la capacidad del eslabón más débil. El eslabón más débil es el que determina la resistencia de la cadena. Lo cual significa que si cada eslabón, distinto del eslabón más débil, puede tener más capacidad, eso no implica que se aumente la capacidad de toda la cadena. Es decir, el éxito del proceso no es la suma de los éxitos de cada área de la empresa.

Y entonces ¿cómo se mide el éxito de un proceso? Por su capacidad de generar resultados al final del proceso. El resultado del proceso es el resultado del tipo de enlaces y de la estructura de los eslabones de una cadena. En una cadena son importantes los eslabones, pero en función de los enlaces. Un enlace es lo que integra los eslabones. Un enlace es lo que le entrega un área a la siguiente para que puedan hacer parte de un proceso.

Y el enlace que determina globalmente cómo debe ser la capacidad de transmisión de resultados locales es el enlace alrededor del eslabón más débil. Dado que el eslabón más débil es quien define la capacidad del proceso, el ritmo en que produce define el ritmo de toda la cadena, y lo que ese eslabón necesita para producir es lo que le deben entregar los demás eslabones, a través de sus enlaces. Eso significa que lo que produce el eslabón más débil, la cantidad y la forma como lo produce y lo entrega, define el carácter del resultado global del proceso. Es así de sutil y definitivo.

TOC tiene dos componentes principales como se muestra la Fig. 8, el primero apunta una metodología que consta del ciclo de los 5 pasos con un enfoque de mejora continua como es el *(DBR Drum Buffer Rope)*³⁰ que significa Tambor, amortiguador y cuerda. El segundo componente de TOC es un acercamiento genérico para el análisis y soluciones de conflictos o problemas complejos que son resueltos por el *Proceso del Pensamiento*.³¹

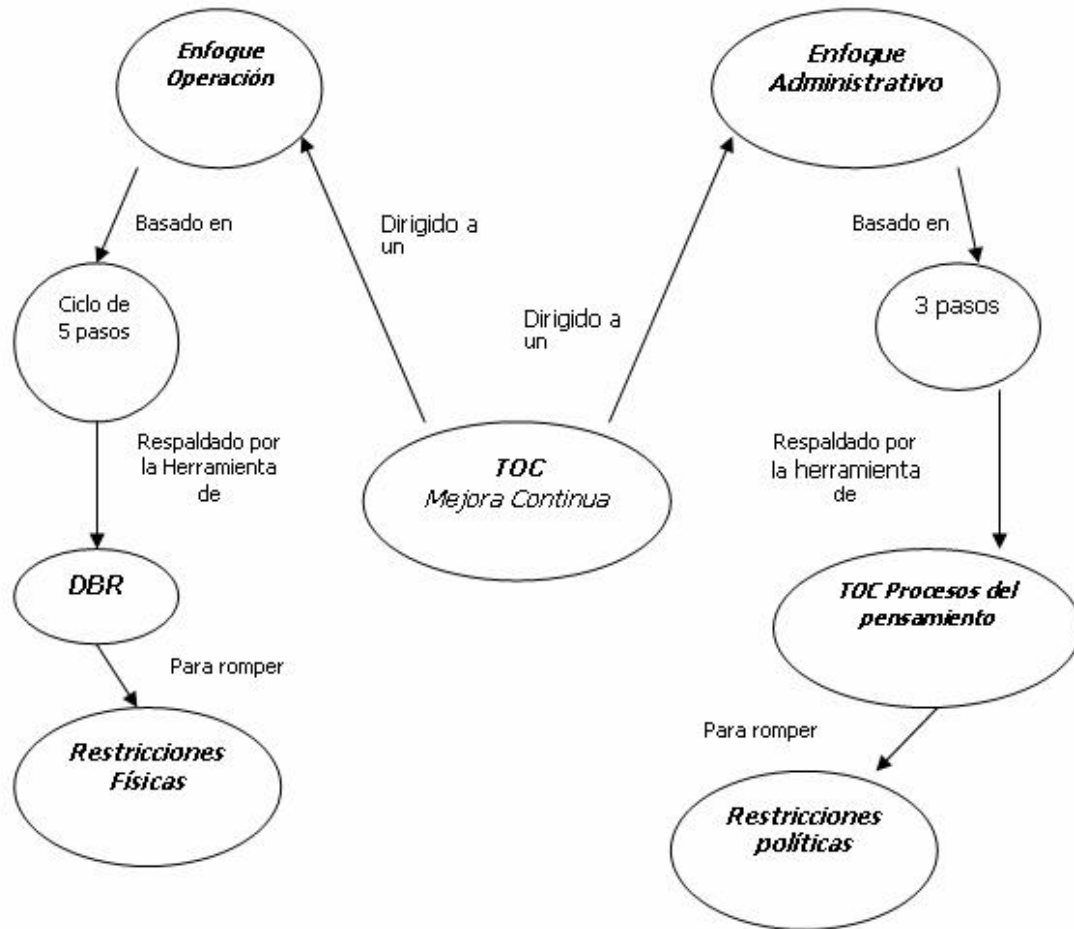


Figura 2.3. Enfoque del TOC.

Fuente: Elaboración propia.

³⁰ Eliyahu Goldratt. La Carrera. Ediciones Castillo

³¹ Eliyahu Goldratt. No fue la Suerte 2da parte de la Meta. Ediciones castillo. Procesos de Pensamiento (thinking Proceses). 1995. 82-89 Págs.

El proceso necesario y suficiente para comprender globalmente cómo mejorar continuamente una empresa, consiste de las siguientes etapas:

1. Entender la Meta del Proceso, enmarcada dentro de las condiciones necesarias de hacer más dinero hoy y en el futuro, satisfacer a los accionistas, a los consumidores y a los empleados, simultáneamente.
2. Definir los eslabones de la cadena y sus enlaces.
3. Identificar el eslabón más débil.
4. Explotar el eslabón más débil. Lograr que le ofrezca al sistema toda su capacidad, que es la máxima capacidad de todo el proceso.
5. Subordinar todos los demás eslabones y enlaces para ayudarle al eslabón más débil. Subordinar y sincronizar todas los demás procesos al comportamiento del eslabón más débil.
6. Si ya no se puede obtener más capacidad del eslabón más débil, se debe buscar la mejor forma para aumentar la capacidad del eslabón más débil.
7. Cuando ese eslabón ya no sea el eslabón más débil, entonces vuelva al punto 3 porque siempre habrá algún eslabón débil.
8. No dejar que la INERCIA genere eslabones débiles. Esto garantiza que se dé un Proceso de Mejora Continua

La garantía de que este proceso funcione es que todas las áreas de la empresa conozcan y comprendan las relaciones causa-efecto fundamentales, que les permitan evaluar el impacto de sus decisiones y acciones locales sobre la Meta del proceso. Y esas relaciones causa-efecto se integran en un lenguaje que le permite a las personas entender que la

suma de las mejoras locales no es igual a la mejora global. Es un lenguaje orientado a identificar dónde enfocarse localmente para ser mejor globalmente.

2.11 Balancear una planta: ¿Éxito o Fracaso?

La mayor parte de los gerentes, ingenieros, supervisores de empresas intentan por todos los medios balancear sus plantas tratando de igualar la capacidad de sus recursos con la demanda del mercado y aún así, si se llevara a cabo, se perdería la oportunidad de ganar más dinero, pues se elevarían los inventarios.

Existen 2 fenómenos que reforzarán la suposición que el balancear la capacidad de una planta es un gravísimo error, estas razones son:

Los eventos dependientes: Se entiende que un evento o una serie de eventos deben llevarse a cabo antes de que otro pueda comenzar para satisfacer su demanda. En la figura 2.4 cada evento de A debe satisfacer 10 piezas antes de que el evento B produzcan 10 piezas y estas deben elaborarse previas a las 10 piezas del evento C y así hasta llegar a la demanda que solicita 10 piezas terminadas. Entonces cada recurso depende de algún otro que tiene que llevarse a cabo para satisfacer la demanda del siguiente.

Las fluctuaciones estadísticas: La suposición de que los eventos dependientes se van a producir sin ningún tipo de alteración viene a ser una utopía, existen fluctuaciones que afectan los niveles de actividad de todos los recursos, como: disminución de la demanda, baja calidad de materia prima, ausentismo del personal, falta de herramientas, descompostura en máquinas, accidentes, paros por el sindicato, corte de energía eléctrica etc. Todo esto tiene una explicación por (Murphy).

La combinación de dichas razones o fenómenos generan un desajuste inevitable cuando la planta esta balanceada en su capacidad originando perdida de Throughput (T), incremento de gastos de operación (GO) y niveles de inventario.

En seguida se observará un ejemplo que permitirá diferenciar entre el pensamiento cartesiano y sistémico.

Se tiene una empresa en el que el cuerpo de producción cuenta con 2 recursos X y Y. dicha empresa elabora 1 único producto. Los clientes están dispuestos a adquirir todo lo que se pueda producir de esta empresa.

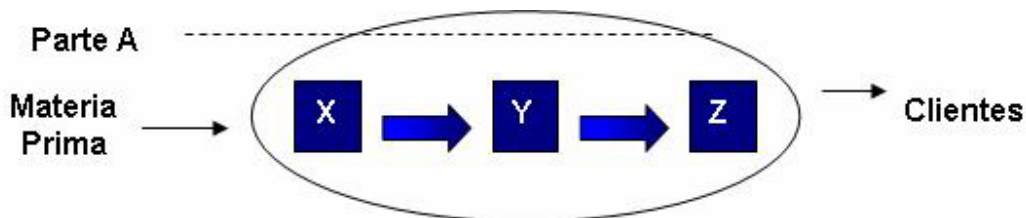


Figura 2.4 Ejemplo de la diferencia del pensamiento cartesiano y sistémico.

Fuente: Elaboración propia.

En primer lugar el recurso X procesa la materia prima a una velocidad de 580 unidades por día, en una siguiente operación, el recurso Y procesa lo emitido por el recurso X a una velocidad de 253 piezas por día, una vez terminando la operación pasa a un ensamble con al producto A realizado por el recurso Z a una velocidad de 350 piezas. por día. ya elaborado del producto es enviado directamente a los clientes.

Ahora bien nuestros proveedores están en condiciones de entregar de manera instantánea toda la materia prima necesaria para la transformación.

¿Cuál es la velocidad que debe funcionar cada recurso para obtener el máximo rendimiento de esta empresa? 580, 253, ó 350 piezas por día, Según la *Teoría de restricciones (TOC)*, todos los recursos deberán funcionar a una velocidad de 253 piezas.

Carece de sentido que X no funcione al máximo de su capacidad por que el recurso Y no podrá al final del día producir más de 253 piezas y no se puede asegurar que este recurso produzca exactamente las 253 piezas si es que aparece Murfhy.

Ahora ¿Cuál será la eficiencia de X trabajando al ritmo de Y?, solo será de 44%. ¿Que sucederá con el recurso X, al darse cuenta el supervisor del turno cuando observe que su capacidad es tan baja?, seguramente el supervisor dará la orden de activar el recurso basándose en el paradigma erróneo. Y ¿Qué consecuencias tendrá la empresa si el recurso X sigue las órdenes del supervisor?, seguramente logrará ver el trabajo acumulado entre el recurso X y Y a razón de 327 piezas diarias, pero de cierto es que no se vendería ni un sola unidad más, solo las que a procesado Y.

¿Qué consecuencia tendría esta empresa?; En primer lugar el Throughput (T) disminuiría, los inventarios (I) aumentarían al igual que los Gastos de operación (GO). Esto representaría pérdidas para la empresa. El paradigma sistémico, en cambio, sostiene que el máximo rendimiento de un sistema no se consigue mediante el máximo rendimiento individual de cada uno de los recursos, sino que solo unos pocos deberán funcionar al máximo para obtener todo lo esperado por el sistema.

Existe una relación entre la demanda y la capacidad. Goldratt³² recomienda balancear el flujo del producto por la planta con la demanda del mercado y no la capacidad con el mercado, y mejor aún el flujo debe permanecer un poco por debajo de la demanda por si disminuye el mercado.

³² Eliyahu Goldratt. La Meta. Ídem.

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA PARA ELIMINAR RESTRICCIONES FÍSICAS.

*“Facilitar una buena acción
no es lo mismo que hacerla ”
Mahoma*

3.1 Qué es una restricción?

La idea central es que en toda empresa hay, por lo menos, una restricción. Si así no fuera, generaría ganancias ilimitadas. Las restricciones son factores que bloquean a la empresa en la obtención de más ganancias. Toda gestión que apunte a ese objetivo se debe administrar enfocándose en las restricciones.

No hay alternativa en esta cuestión. O se manejan las restricciones o ellas manejan el sistema. Las restricciones determinarán la cantidad de dinero que generará la empresa, se conozcan o no, se administren o no.

Partiendo de un enfoque sistémico de la organización, y definiendo la meta como: ganar dinero ahora y en el futuro, se puede derivar una metodología simple y efectiva para encarar la gestión con resultados medibles en corto plazo que inciden en las restricciones de la empresa.

La teoría de restricciones supone que la tendencia a incrementar las eficiencias locales atenta la mayor parte de las veces contra el desempeño global de la compañía. Se desechan, por lo tanto, los índices locales de desempeño que se usan tradicionalmente, y se reemplazan por otros que miden el acercamiento real a la *meta*.

Para lograr un aumento en la generación de beneficios es necesario localizar la restricción y actuar sobre ella, explotándola primero y elevándola después.

Cuando la restricción, al ser elevada se cambia de lugar, ya no es conveniente hacer mejoras en este sitio, pues ahora lo que determina la generación de utilidades es otra parte del sistema. Hacer las cosas en un orden distinto a éste, resulta en un gasto inútil de esfuerzo y dinero, ya que la empresa no se acerca a su *meta* mientras la restricción no haya sido mejorada.

3.2 Cómo explotar las restricciones.

Las restricciones impiden al sistema alcanzar un mejor desempeño en relación a su *meta*. Por esta razón es fundamental, decidir cuidadosamente cómo se van a utilizar, y cómo se van a explotar.

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

En la abundante bibliografía sobre Investigación de Operaciones pueden encontrarse métodos y algoritmos que facilitan esta tarea. Pero se debe tener el cuidado de aplicar esos métodos sólo en las restricciones y no en todos los recursos.

En "El Síndrome del Pajar"⁴¹, se presenta un método para explotar una restricción física interna. En el libro E. Goldratt menciona: "Dime cómo me mides y te diré cómo me comporto". Ya que necesitamos entender qué está pasando realmente dentro de la organización y qué botones se deben presionar para apagar las luces rojas que parpadean a lo largo de toda la organización. Para aplicar mejoras es necesario disponer de un mecanismo que indique en qué procesos o elementos ha de centrarse la mejora por estar limitando o produciendo perturbaciones en la *meta*.

Es por eso que antes de establecer indicadores que realmente resuelvan el problema del desconocimiento, se debe tener en cuenta que cada uno de ellos debe estar conectado de forma directa con la *meta* de dicha organización. La organización debe tener algo claro: Cuál es su Meta.

En la tabla 3.1 se muestran algunos ejemplos de cómo explotar algunas restricciones partiendo del elemento en donde se encuentran.

⁴¹ Eliyahu Goldratt. Como explotar información del océano de datos: El Síndrome del Pajar. Ediciones Castillo 1999. 283 Págs.

Tabla 3.1.- Ejemplos de cómo explotar restricciones

Restricción	Formas de explotar la restricción
<p data-bbox="325 517 427 544">Máquina</p> 	<p data-bbox="539 517 1361 757">Se le deben asignar los operarios más hábiles, se debe hacer control de calidad antes de que la misma procese las piezas, se deben evitar las paradas para almorzar (Rotando a la gente), se deben evitar que quedara sin trabajar por falta de materiales (Incorporación de inventarios temporales - buffers de tiempo-), se le debe dotar de un programa óptimo donde cada minuto se aproveche para cumplir los compromisos con los clientes, etc.</p>
<p data-bbox="325 864 427 891">Mercado</p> <p data-bbox="300 909 453 976">(No hay ventas suficientes)</p> 	<p data-bbox="539 864 1361 1104">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.</p>
<p data-bbox="293 1301 459 1328">Materia prima</p> <p data-bbox="245 1346 507 1447">(El abastecimiento es menor que las necesidades de la empresa)</p> 	<p data-bbox="539 1391 1361 1458">Minimizar las pérdidas por mala calidad, no fabricar cantidades mayores a las que se van a vender en el corto plazo</p>

3.3 Las Restricciones Físicas

Dentro de la teoría de restricciones se pueden señalar dos tipos de restricciones las físicas y las políticas. En este capítulo se tratarán sólo las físicas.

Una empresa es una cadena de eventos. La existencia de esta cadena implica que haya recursos dependientes - un paso no se puede hacer antes que su anterior - y fluctuaciones estadísticas que afectan el flujo de producto a través de los recursos.

Esta realidad puede presentarse en al menos tres escenarios: Abastecimiento, Operaciones y Mercado.

Para lograr la mejora continua en el caso de las restricciones físicas, la Teoría de Restricciones⁴² ha desarrollado un ciclo de cinco pasos simples que garantizan el acercamiento enfocado a la meta:

- Identificar la restricción
- Decidir como explotarla
- Subordinar todo lo demás a esa decisión
- Elevar la restricción
- Si en algún paso anterior se ha roto la restricción, volver al primer paso.

⁴² Dr. Eliyahu M y Jeff Cox. Goldratt, La Meta - Theory of Constraints (Teoría de Restricciones)- Ediciones Castillo, 8va. Edición 1999, 409 Págs.

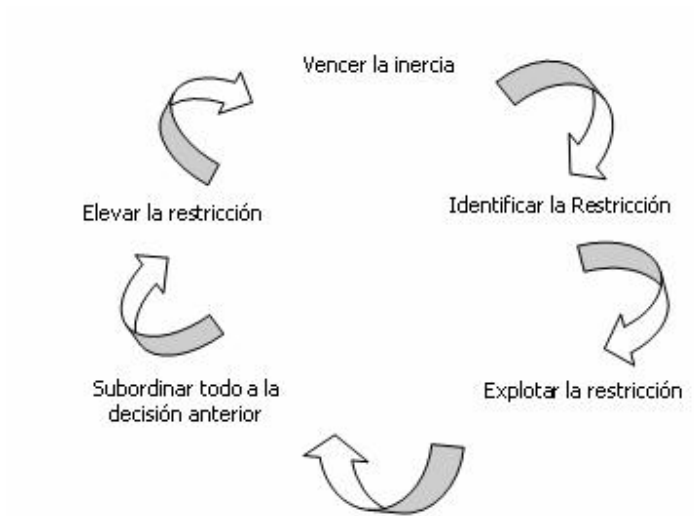


Figura 3.1.- Ciclo de pasos de TOC para enfocarse a las restricciones.

Fuente: Elaboración propia.

Este ciclo de cinco pasos cumple el objetivo en lo relacionado a la explotación económica de las restricciones del tipo físico, pero para lograr la meta de "Más Utilidades Ahora y en el Futuro" es necesario tener una metodología para la solución de las restricciones políticas, que son las más comunes en cualquier tipo de empresa y son las que tienen un impacto estratégico en el corto, mediano y largo plazo.

3.4 Recurso cuello de botella

El recurso cuello de botella: es aquel cuya capacidad es menor o igual a la demanda que hay de él.

Los cuellos de botella no son ni negativos ni positivos pero son una realidad, es decir, hay que utilizarlos para manejar el flujo del sistema.

Goldratt⁴³ afirma que lo que determina la capacidad de un sistema es la capacidad del recurso cuello de botella, pues la clave está en aprovechar al máximo los cuellos de botella, ahora bien la teoría de restricciones reconoce los cuellos de botella como restricciones del sistema que determinan la capacidad global en la organización.

Hay dos técnicas principales para optimizar los cuellos de botella (CB) y son:

1. Asegurar que no se desperdicie el tiempo de los (CB). Frecuentemente el tiempo de los (CB) se desperdicia:

- Dejando ocioso el cuello de botella durante el descanso para comer o almorzar.
- Cuando se permite que trabaje con partes que ya estaban defectuosas debido a descuidos del trabajador o a un mal control de proceso.
- Desperdiciando el tiempo de un cuello de botella, procesando partes que no se necesitan (cualquier cosa que no esté dentro de la demanda actual se estará sacrificando el dinero presente por dinero futuro). Se recomienda utilizar los Cuello de Botella únicamente en lo que contribuya con el Throughput y no dentro de varios meses.

2. Incrementar su capacidad descargando parte del trabajo del cuello de botella y pasándolo a otros recursos que sean No Cuellos de Botella. Si se tienen máquinas que pueden hacer el mismo proceso, entonces se descargan los CB, no importa que se deban hacer más preparaciones.

⁴³ <http://www.monografias.com/trabajos14/restricciones/restricciones.shtml>.

Responsable del sitio Lucas Morea. Ushuaia 216 Pico Blvd. Suite 19 Santa Monica, CA 90405 USA. 1997. Consulta 06 mayo 2004

¿Qué cuesta más, un par de minutos en preparaciones o dejar que el sistema entero siga limitando el Throughput?, esto permitirá ganar capacidad y Throughput al sistema entero.

Lo anterior nos obliga a pensar en ¿Cuánto dinero representa el mantener parado un cuello de botella?

Los costos por máquina o célula si no están determinados como centros de trabajo en conjunto están mal. Los costos fueron determinados como si estos centros de trabajo existieran en forma aislada y en realidad no es así.

Según Goldratt⁴⁴ “la capacidad de la planta es igual a la capacidad de sus recursos cuello de botella” es decir lo que los cuellos de botella produzcan en una hora, equivale a lo que la planta producirá en una hora, por ejemplo:

$$\begin{array}{l} \text{\$ Costo perdido por 1 hr.} \\ \text{de ocio por un cuello de} \\ \text{botella} \end{array} = \frac{(\text{GO}) \text{ gasto de operación total del sistema/mes}}{\text{Hrs. Disponibles del cuello de botella/mes}}$$

$$\begin{array}{l} \text{\$ Costo perdido por 1 hr.} \\ \text{de ocio por un cuello de} \\ \text{botella} \end{array} = \frac{\$ 2,250,000 /\text{mes}}{495 \text{ hrs./mes}}$$

$$\begin{array}{l} \text{\$ Costo perdido por 1 hr.} \\ \text{de ocio por un cuello de} \\ \text{botella} \end{array} = 4545.45 \text{ \$/hrs}$$

En el ejemplo se observa que a una empresa le cuesta \$ 2, 250,000 pesos operar por mes, y se tiene un cuello de botella con una disposición de 495 horas por mes, ahora bien “el costo real de un cuello de botella es el gasto total del sistema dividido entre el número de horas de producción de cuello de botella”.

⁴⁴ Con base a las ideas de Eliyahu Goldratt. La Meta. Ediciones castillo. 8va edición 1999. Páginas 188 – 194.

Los cuellos de botella (CB) deben estar trabajando por que si se perdiera 1 hora o un tiempo x , se habrá perdido para siempre, no se podrá recuperar en otro sitio de todo el sistema. Es por esto que los cuellos de botella deben trabajar con piezas no defectuosas y asegurar que estén siempre alimentados.

Cuando en un caso sucede lo contrario en donde los cuellos de botella han trabajado con piezas defectuosas el tiempo utilizado en ellas es tiempo perdido y su efecto se observará con la disminución de Throughput. Para no presentar ese problema las inspecciones deben hacerse antes de que las piezas pasen por un cuello de botella, sí es así se reduce el tiempo utilizado por los recursos limitados.

También se encuentran los recursos no cuellos de botella (NCB) que son aquellos cuya capacidad es mayor de la demanda que hay de él. Estos recursos no son tan críticos puesto que conservan mayor capacidad para absorber la demanda que tienen sobre ellos. Los NCB no necesariamente deben estar trabajando todo el tiempo ya que su contribución al Throughput, cuando su demanda ya es cumplida no significa nada.

Los sistemas de cuello de botella no son diferentes, este enfoque presenta una componente técnica conocida como programador llamada *optimized production technology* (OPT) o tecnología de producción optimizada, y una componente administrativa llamada Teoría de Restricciones (TOC).

Una compañía debe al mismo tiempo, aumentar la producción reducir el inventario y disminuir los gastos operativos. Estos puntos están más allá de cualquier argumento. TOC, junto con OPT, se desarrollaron para lograr esta meta.

La premisa de OPT es que los cuellos de botella (CB) deben programarse a su máxima utilización y no los no cuello de botella (NCB) para servir a estos.

OPT es en esencia un software, pero la aplicación de algunos de sus principios no necesariamente requiere este. Entonces TOC es una manera de manejar las restricciones del sistema. Mientras que OPT es un método para manejar esta restricción.

3.5 Las nueve reglas de la Tecnología de Producción Optimizada (OPT) aplicada al Programa Maestro de Producción (MPC)⁴⁵

Los principios básicos de OPT guardan coherencia completa con TOC aplicada al Programa Maestro de Producción.

Regla 1: No se debe equilibrar la capacidad productiva con la demanda del mercado, sino el flujo de producción. El intento de hacer lo contrario conducirá al descenso del Throughput (T), un aumento del Inventario (I) y Gastos de Operación (GO).

Esto sucede porque en toda planta productiva se presentan los fenómenos de eventos dependientes y fluctuaciones estadísticas.

Regla 2: La utilización de un recurso que no es un cuello de botella (NCB) no está determinada por su propia capacidad, sino por alguna otra limitación del sistema.

Siendo que en ningún caso son los recursos (NCB) los que determinan la facturación del sistema, cuando estos trabajan por encima de la capacidad de los recursos CB lo único que se consigue es aumentar el inventario y no los ingresos netos.

Regla 3: La utilización y la activación de un recurso no son lo mismo.

⁴⁵ Las reglas mostradas aquí han sido tomadas del trabajo de Héctor Montero Sobrado. Artículo: Reglas básicas del OPT. Mayo 19 del 2000. Costa Rica. <http://www.puntolog.com/foro/buzon/messages/4429.htm>

“Utilizar” un recurso significa hacer uso de él para que el sistema se dirija hacia la meta.
“Activar” un recurso es como apretar el botón de encendido de una máquina para que funcione, se obtenga o no beneficio de su trabajo.

Regla 4: Una hora perdida en un CB es una hora que pierde todo el sistema.
Los recursos CB también pueden definirse como aquellos cuyas limitaciones locales de capacidad se convierten en limitaciones para todo el programa de producción.

Por lo tanto, cualquier tiempo que se pierda en él o cualquier disminución de su capacidad disminuirá en la misma medida, la capacidad global del sistema.

Regla 5: Una hora ganada en un recurso NCB es un espejismo.

Al equilibrar la capacidad de los recursos NCB con los CB, a los primeros les sobrarán tiempo. Este tiempo debe permanecer ocioso si no se le da otra utilidad productiva, pues cualquier aumento en su producción conducirá a una acumulación de inventario innecesario.

El enfoque OPT (*Optimized Production Technology*) ó Tecnología de producción optimizada, recomienda no invertir dinero, ni energías, ni aumentar la capacidad en los recursos NCB puesto que no aumentará la facturación de la empresa.

Regla 6: Los cuellos de botella rigen tanto el inventario como la facturación del sistema.

“No tiene sentido planear en la programación de producción exigencias superiores a la capacidad de los CB. La OPT critica algunas simplificaciones del sistema MRP el cual realiza la explosión de necesidades suponiendo, en principio, capacidad infinita aunque posteriormente haga consideración expresa de las limitaciones de la misma, modificando, si fuese necesario, el Programa Maestro”

Otras simplificaciones del MRP, concretamente, el suponer lotes y tiempos de suministro constantes y predeterminados, pueden dar lugar a programas de producción no realistas que deben ser modificados posteriormente. El enfoque OPT considera que si las limitaciones de capacidad y la variabilidad del tamaño de lote y tiempos de suministro se incluyesen desde el principio, no serían necesarias correcciones posteriores y se facilitaría la producción”.

Regla 7: El lote de transferencia puede no ser, y de hecho muchas veces no debe ser, igual al lote en proceso.

En el proceso de manufactura OPT distingue dos tipos de lotes:

1. El lote de proceso es el realizado por un determinado centro de trabajo entre dos preparaciones sucesivas.
2. El lote de transferencia es el que se emplea, para transportar ítem's entre dos centros de trabajo.

Regularmente los lotes de proceso tienen un tamaño grande para evitar las grandes ineficiencias de los largos tiempos de preparación de la maquinaria (para conseguir disminuir los costes medios unitarios) y con frecuencia se utiliza un tamaño igual o similar para el lote de transferencia; se advierte que esta mala decisión incrementa el tiempo total de fabricación, acompañado del efecto de una acumulación de inventarios en curso.

Esta regla posibilita la disminución del tiempo total de fabricación, pues en un determinado centro de trabajo no deberá esperar a la terminación de un lote completo para comenzar su traspaso al siguiente, sino que podrá hacerlo de forma gradual a través de la ayuda de los lotes de transferencia con un menor tamaño.

Regla 8: El lote de proceso debe ser variable a través de la ruta y también en el tiempo.

Los lotes pueden y deben acortarse, solaparse y dividirse para adaptarse al comportamiento dinámico de cualquier proceso de producción, donde los CB pueden ser flotantes a lo largo del tiempo, dependiendo del programa de producción a realizar.

Regla 9: Las prioridades sólo se pueden fijar teniendo en cuenta simultáneamente todas las restricciones del sistema.

El tiempo de fabricación es un derivado del programa. Muchos de los casos en los que los resultados del proceso de fabricación no corresponden con los esperados, no se debe a los famosos imprevistos, sino a una deficiente forma de programar la actividad productiva.

Es común que en una empresa, una vez que se producen retrasos en ciertos pedidos, se decida fabricarlos con máxima urgencia, incluso interrumpiendo el procesamiento de otras series y sin tener en cuenta las consecuencia que eso puede tener para los diferentes Clientes de la organización.

La mayoría de los retrasos que suceden en el proceso de producción se deben a la falta de análisis y la frecuente ocurrencia de fenómenos aleatorios desfavorables.

3.6 La Metodología de TOC en el Proceso de Focalización ⁴⁶

Antes de utilizar el proceso de focalización se debe definir ¿Cuál es el sistema en estudio?
Y ¿Qué Meta Persigue?

El proceso de focalización se desarrolla en cinco pasos que se mencionan a continuación:

Paso 1. Identificar las restricciones de la empresa u organización.

⁴⁶ <http://www.cimatic.com.ar/toc/articulos/index.asp>. CIMATIC S.R.L..soluciones tecnológicas para empresas, representante exclusivo de MAPICS, INC. USA, Juramento 2550 3er Piso (1429) Buenos Aires, Argentina. Consulta 10 Agosto 2004.

Este paso viene a ser el más difícil ya que normalmente se le llama restricción a los síntomas de no usar correctamente el sistema. En general la empresa siente que se tienen miles de restricciones por ejemplo: falta de personal, falta de maquinaria, de capital, espacio, políticas, exceso de Stocks, etc.

La TGS (Teoría General de Sistemas) sostiene que cualquiera sea el sistema y su meta, siempre hay unos pocos elementos que determinan su capacidad sin importar cuán complejo o complicado sea.

Recordando que existen 2 tipos de restricciones como las Físicas y Políticas dentro de cada una se encuentra todas las restricciones que pudieran presentar una empresa por ejemplo:

Restricciones físicas pueden ser: una máquina muy cargada de trabajo, escasez de materias primas, gente con habilidades determinadas, el mercado, etc.

Restricciones Políticas podrían ser: las reglas formales e informales erróneas, no alineadas produciendo conflictos con la meta.

Ahora bien, ¿Qué tipo de restricción son las más comunes en una empresa?, En la mayoría de las empresas las restricciones Políticas son las más frecuentes y comunes. Estas impiden al sistema alcanzar un mejor desempeño en la relación a su *meta*.

El hecho de conocer que existan más restricciones políticas es una muy excelente noticia ya que si se consiguiera identificarlas y eliminarlas se podría aumentar notablemente la rentabilidad del sistema entero sin inversiones importantes de dinero.

Pero se presenta una pregunta ¿Cómo identificar las restricciones del sistema?, La teoría de restricciones TOC propone en primer lugar construir el Árbol de la Realidad Actual que en sus siglas en inglés es: (Current Reality Tree CRT).

En el siguiente capítulo se explicará a detalle esta técnica. Dicha herramienta nos permite explicar las interdependencias que existen en el sistema en estudio y encontrar los problemas medulares o restricciones.

Es importante aclarar que un error bastante típico en operaciones y servicios, es suponer que la restricción es el lugar donde se acumulan los stocks dentro del sistema. Esto no es siempre correcto, sino que “depende de las interdependencias en que es involucrado el recurso”. Un ejemplo se observa en la figura 3.2.

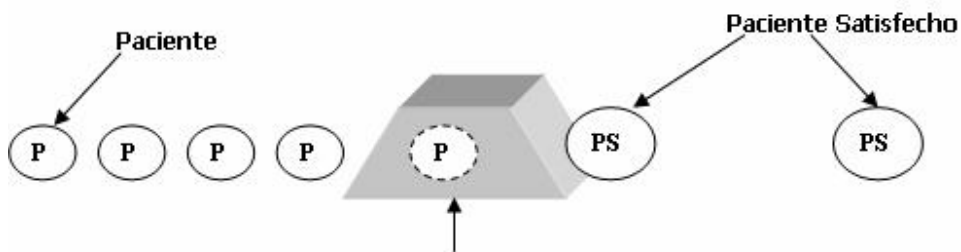


Figura 3.2 Ejemplo de restricción de un consultorio médico.

Fuente: Elaboración propia.

Se podría pensar, apresuradamente, que la restricción es el médico. Analizando las interdependencias se descubre que, una vez enviando el paciente al consultorio, el médico esta varios minutos esperando que le llegue el historial clínico del paciente, entonces ¿Cuál es la restricción, Física o Política?. Otro ejemplo es el siguiente:

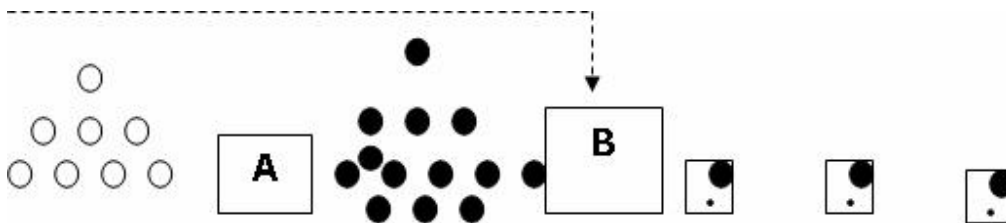


Figura 3.3 Ejemplo de restricción en una línea de producción.

Fuente: Elaboración propia.

A simple vista se podría pensar, que ambos son restricciones. Analizando las interdependencias se descubre que el recurso (A) abastece al recurso (B) de uno de los componentes necesarios para realizar la operación de ensamble, y a la vez es abastecido por un proveedor externo. El departamento de compras dice que el proveedor no le entregara el componente solicitado por compras a falta de pago ¿ahora cuál es la restricción?, ¿Es física o política?.

Estos ejemplos muestran que es vital explicar todas las interdependencias que existen en un sistema, ya que de este modo, se puede descubrir como impactan las decisiones de un área o departamento sobre las de otras áreas. Se recomienda estrictamente construir el Árbol de Realidad Actual del sistema (ARA).

Cabe mencionar que identificar las restricciones de la empresa no es un tarea sencilla como podría parecer.

Paso 2. Decidir como explotar las restricciones

En este paso todos los refuerzos son enfocados en romper la restricción, es decir, convertirlas en no restricciones para el sistema. En la extensa bibliografía de Investigación de Operaciones se encuentran métodos y algoritmos que facilitan este paso, sin olvidar que estos métodos se deben aplicar a la restricción y no en todos los recursos.

En este contexto, las acciones más usuales para explotar restricciones de capacidad son:

- Definir los tamaños de los lotes de producción a mínimos de manera que no se conviertan en restricciones físicas o cuellos de botella (CB).
- Descargar órdenes de fabricación hacia recursos no cuellos de botella (NCB) que puedan llevar a cabo el mismo trabajo.

- Incorporar los *buffers de tiempo* (amortiguadores) para evitar que el recurso este ocioso por falta de material.
- Asegurar que las restricciones procesen piezas que no tengan defectos previos.
- Asignar el personal más capacitado a los cuellos de botella CB.
- Aplicar algoritmos de secuenciamiento que permitan minimizar la pérdida de tiempo en las restricciones (muy útiles cuando los tiempos de preparación dependen de la secuencia, cuando tenemos CB que alimentan a otros CB).
- Se debería dotar de un programa óptimo donde cada minuto se aproveche para cumplir los compromisos.

Las acciones más utilizadas para explotar las restricciones de materiales son:

- Reducir la cantidad de preparaciones de máquina en caso de que provoquen pérdida de un material restricción.
- No fabricar cantidades mayores a las que van a vender en corto plazo.
- Extremar los cuidados para no provocar daños en el material.

En el caso que la restricción sea política

- Cambiar las normas por otras con el objetivo de eliminar las restricciones.
- Eliminar papeles o formatos innecesarios que tienen la función de retrasar las operaciones.

Para el caso de las restricciones del Mercado (no hay ventas suficientes). Asegurar que todos los pedidos se despachen en el plazo comprometido con los clientes. No hay excusa

puesto que la empresa cuenta con más capacidad de producción para la demanda del mercado. Regularmente al bajar la demanda se reduce la capacidad de producción (se despide gente), esto lleva a que no se puedan cumplir los plazos comprometidos, lo que a su vez reduce aún más las ventas, lo que aumenta nuevamente los despidos.

Paso 3. Subordinar todo lo demás a la decisión anterior

Este paso consiste en obligar necesariamente al resto de los recursos a funcionar al ritmo que maneja las restricciones del sistema, según el orden en que fueron explotadas las restricciones.

Existen interdependencias entre recursos de una empresa. Por tal motivo no tiene sentido exigir a cada recurso que actúe obteniendo el máximo rendimiento respecto a su capacidad, sino que se debe exigir que actúe de manera tal que facilite la tarea de explotar las restricciones.

Es esencial, entonces, tener en cuenta las interdependencias que existen si se quiere tener éxito. Para este paso es recomendado apoyarse de las herramientas La nube de Conflicto (Evaporating or Conflict Cloud ECC) y el Árbol de realidad Futura (Future Reality Tree FRT), que se verán en el siguiente capítulo.

Ahora bien este paso es difícil de asimilar para aquellos que han sido educados bajo el pensamiento cartesiano, de hecho sonará inapropiado y carecerá de sentido. Por ejemplo: a una empresa le cuesta \$7,500/mes mantener a una persona, pero esta no es restricción, entonces deberíamos obligarla a no estar ocupada el 100% del tiempo de su trabajo, es decir, rotar a apoyar si es posible a la restricción. ¿Qué diría el supervisor o su jefe inmediato?

Este paso también significa asegurar que las restricciones no sean obligadas a incumplir sus programas por razones ajenas a ellas mismas. Las acciones principales para lograr este objetivo son:

- Establecer *Buffers de tiempo* (Amortiguadores) que permiten absorber las fluctuaciones estadísticas de las operaciones anteriores a la restricción. Existen 3 tipos de *Buffer*:
 1. Interno: este protege al programa de producción de CB.
 2. Despacho: su misión es proteger al programa de entregas a los clientes.
 3. Ensamble: su objetivo es asegurar que las piezas ya procesadas por un CB no sufran retrasos por piezas que no pasan por ninguna restricción y deben ser ensambladas con ellas.

En la figura 3.4 se muestra la localización de los buffers.

Para el tamaño de cada uno de los buffers depende del parámetro de las fluctuaciones estadísticas y de la capacidad de protección en los recursos que están en la ruta hacia la restricción.

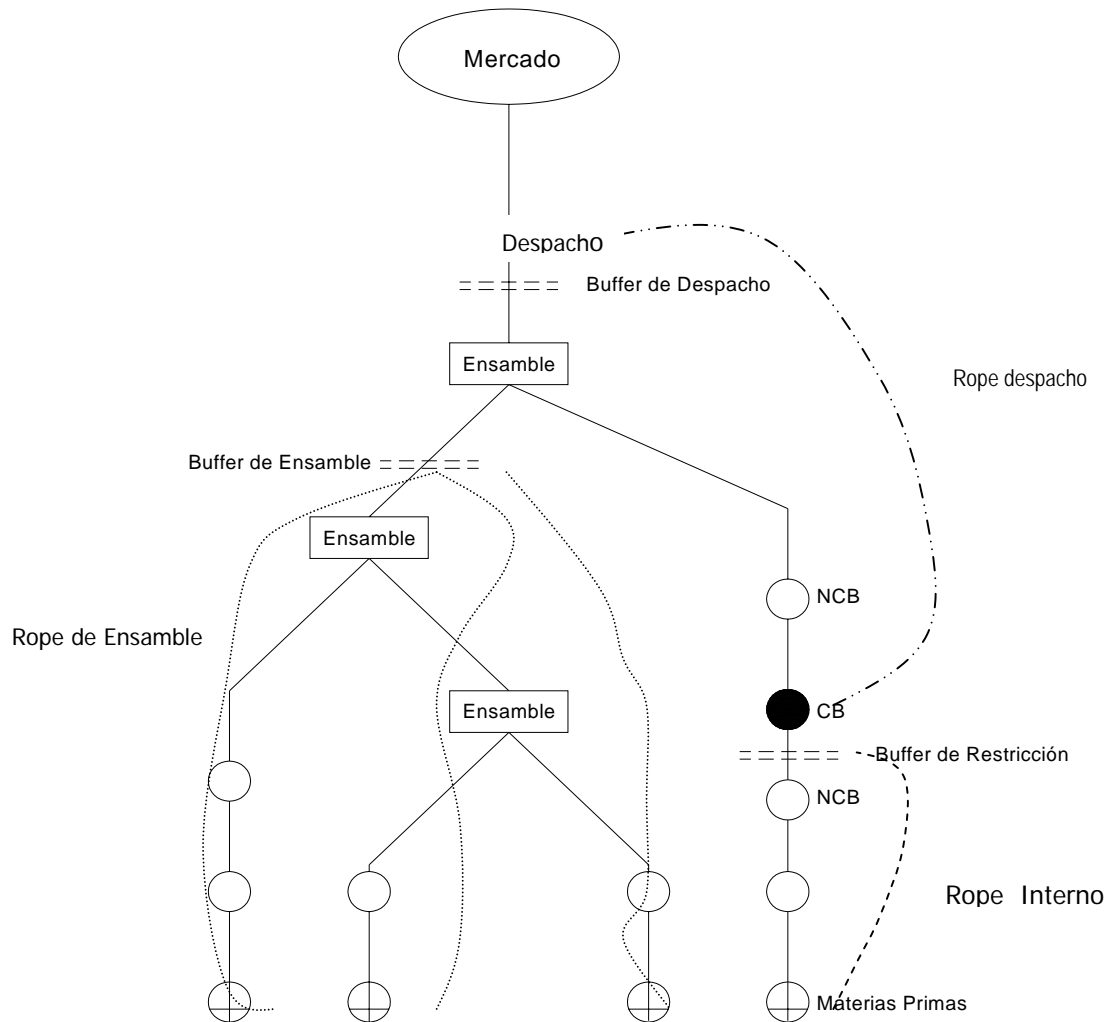


Figura 3.4. - Localización de Buffers de tiempo.

Fuente: Elaboración propia.

- Establecer ROPES (Cuerdas) de tiempo que faciliten la sincronización del flujo de materiales en toda la fabrica, existen 3 básicamente:

1. Interna: su función es sincronizar el lanzamiento de las materias primas a ser procesadas por los CB con sus respectivos *Drums*.

2. Despacho: su objetivo es sincronizar los programas de CB con los programas de despacho de productos terminados.
3. Ensamble: esta tiene la misión de sincronizar con los *Drums* el lanzamiento de las materias primas que no serán procesadas por ningún cuello de botella.

Ahora bien el tamaño de una *Rope* dependerá del buffer correspondiente y de los tiempos de procesamiento y preparación de la ruta hasta la restricción. Así que cada *Rope* (cuerda) representa la "longitud del camino" hacia una restricción, considerando los tiempos necesarios y las fluctuaciones estadísticas.

PASO 4. Elevar las restricciones de la empresa.

Cuando ya se ha subordinado todos los recursos a las restricciones es momento de elevar recursos CB. El significado de este paso es:

- Adquisición de nueva maquinaria similar a la restricción.
- Contratación de mayor personal con las habilidades adecuadas.
- La incorporación de nuevos proveedores de los materiales que son restricciones.
- Construcción de una nueva planta para satisfacer la demanda en crecimiento.

En realidad la tendencia es realizar este paso sin haber completado los pasos 2 y 3, dando paso al modo de aumentar la capacidad del sistema sin haber obtenido aún el máximo provecho del mismo.

Este paso normalmente origina acciones que exigen mucho esfuerzo, dinero y tiempo, por lo que se recomienda no llevarlo a cabo hasta no estar seguro de tener éxito en los pasos previos a éste. Esta forma de aplicar los pasos anteriores apoyará a generar más recursos propios para afrontar las inversiones necesarias.

PASO 5. Si en los pasos anteriores se ha roto una restricción volver al paso 1, pero no hay que permitir que la inercia provoque una limitación al sistema.

En el momento en cuanto se ha elevado la restricción se debe responder ¿si esta sigue siendo restricción o si ahora existen otros recursos con menor capacidad? De todas maneras para enfocar una organización a la mejora continua se debe volver al paso 1 y enfrentar nuevamente el ciclo de TOC. Es importante hacer una advertencia *Cuidado con la Inercia*, no permitir que la inercia sea la causa de restricciones del sistema

3.7 Metodología Tambor-Inventario-Cuerda (Drum-Buffer-Rope) DBR

Es una metodología de planteamiento, programación y ejecución que aparece como resultado de aplicar TOC a la programación de una fábrica. DBR tiene la peculiaridad de ser fácil de entender para implementarse en la planta productiva.⁴⁷

- **Drum** (tambor) se refiere a los cuellos de botella CB que marcan el paso de toda la planta.
- **Buffer** (amortiguador) son amortiguadores de impactos basados en el tiempo de proceso, en lugar de tener una cantidad adicional de material como los inventarios de seguridad, se hace llegar inventarios de tiempo a los puntos críticos y estratégicos relacionados con los CB, con una cierta anticipación. Tiene el objetivo

⁴⁷ <http://www.cimatic.com.ar/toc/articulos/suministro.asp>. Artículo elaborado por Héctor Debernardo. CIMATIC S.R.L. Consultado el 24 de Agosto 2004

de proteger el Throughput de las interrupciones de día a día, atribuidas a Murphy, pues asegura que el Drum (tambor) no le haga falta el material.

- **Rope-length** (longitud de la cuerda) es el tiempo de preparación y ejecución necesario para todas las operaciones anteriores al Drum, más el tiempo del buffer. La liberación de materia prima a la planta, está atada a la programación del Drum, ningún material puede entregarse a la planta antes de que la longitud de la cuerda lo permite. De esta forma cada producto es tirado por la cuerda a través de la planta. Esto sincroniza todas las operaciones al ritmo del Drum, logrando un flujo de materiales rápido y uniforme a través de la compleja red de procesos de una planta productiva.

Se hace la aclaración que no se programa toda la planta, sino sólo los puntos críticos mínimos que aseguran el control del sistema. Resalta varias ventajas al implementar el DBR:

- Reduce significativamente el tiempo de programación de las operaciones sin perder el control.
- Se minimiza la probabilidad de reprogramación porque se minimiza la transmisión de las fluctuaciones estadísticas.

El sistema DBR es un proceso iterativo, por complicada que sea la planta, siempre se seguirá el mismo proceso, por lo que estos pasos se pueden programar en cualquier sistema complejo. Con evidencias es necesario el empleo del software de TOC debido a posible cantidad de datos. Estos pasos se describen simplificada de la siguiente manera:

1. Programación del CB: sólo se debe tener en cuenta su propia limitación de capacidad y los datos relevantes de la demanda que tiene que cubrir. Se considera siempre los pedidos de los clientes como limitaciones del sistema y protegerle con

un Buffer de Despacho ó Envió (BE) con la misión de proteger la fecha de entrega a los clientes, para lo cual como regla general el CB deberá comenzar su trabajo con una prioridad igual al Buffer de Despacho.

El Programa generado, además de garantizar la plena utilización de la capacidad limitada del CB, debe favorecer un buen cumplimiento de las fechas de entrega

El tamaño de los lotes de procesamiento de los CB no será el mismo en todos los casos, sino que será función del propio Programa Maestro a realizar. Se emplearan en el CB grandes lotes de procesamiento para minimizar el tiempo gastado en preparaciones y lotes de transferencia pequeños para disminuir el tiempo global de manufactura.

2. Programación de los recursos NCB que siguen en la secuencia de operaciones al CB, y que, por lo tanto utilizan componentes ya procesados por él. Los centros de trabajo limitados que siguen en la secuencia de operaciones al CB trabajarán con una programación subordinada a la del CB. Solo se deberá considerar la fecha de terminación de los componentes por parte del CB y el tiempo de operación de cada uno de ellos. Dichos centros empezarán a trabajar cuando dispongan de material para ello.
3. Programación de los recursos no limitados que anteceden en la secuencia de operaciones al CB, y que por lo tanto, le suministran componentes. La programación de estos recursos se realizará a partir de los datos obtenidos para el CB, de manera que se asegure su pleno funcionamiento. Para esto es fundamental que se establezca un Buffer de Tiempo que proteja al CB de las perturbaciones que se puedan presentar en los centros de trabajo.
4. Programación de los recursos que, si bien no tienen una conexión directa con el CB, fabrican Ítems que, posteriormente, se unirán a otros procesados por éste,

para componer un producto de ensamble. Para proteger la producción y sus fechas previstas de entrega hay que procurar que en ningún momento, fallen Ítems que han tenido que pasar por el CB, ya que esta disponibilidad es la que determinará cuando pueden despacharse los productos.

Sin embargo también hay que procurar que en ningún momento fallen ítems procesados de recursos NCB, por que eso perturbaría el programa de montaje. Para conseguir este objetivo, se creará otro buffer de tiempo que ensamblará piezas ya procesadas por el CB. Para conseguir la protección deseada, se debe realizar la programación de la primera actividad de esta cadena con una prioridad igual al buffer de tiempo estimado.

3.8 Ventajas y Desventajas de la implementación de TOC / OPT

TOC tiene la ventaja que no requiere grandes cambios físicos ni organizacionales como JIT (*Just in time*), por lo cual su proceso de implementación resulta más fácil y rápido, al igual el sistema de información tiene una gran velocidad de ejecución, muy superior a la de los sistemas MRP.⁴⁸

OPT permite separar los pocos vitales de los muchos triviales, que posteriormente, emplea ese conocimiento para una mejor planificación y control de manufactura.

Otra ventaja de OPT es que al considerar la capacidad de los cuellos de botella permite obtener un programa maestro de producción realizable.

En el caso de que no existan cuellos de botella, la OPT trabaja con la lógica MRP; la única diferencia es que en este caso OPT reducirá los tamaños de los lotes hasta el punto que algunos recursos casi se vuelven CB. Los resultados son que el trabajo en proceso es

⁴⁸ <http://www.puntolog.com/discus/messages/board-topics.html>. Artículo elaborado por Héctor Montero Sobrado. Puntolog foro temático emitido Mayo 19, 2000 a las 13:53, consultado 14 junio 2004

menos, menores tiempos de preparación, mayor velocidad de materiales y un cambio hacia la fabricación "Cero Inventarios".

OPT elimina el aspecto fundamental de las prioridades de conflicto entre la MRP y la carga Finita. Dando carga finita a solo algunos de los centros de trabajo, desaparecen los conflictos de prioridad.

TOC / OPT presenta algunas dificultades en su implementación. La empresa necesita comprender los principios básicos de programación finita, así como sistemas sólidos, educación apoyo de la alta gerencia y desechar algunos hábitos arraigados.

CAPÍTULO 4

METODOLOGÍA PARA ELIMINAR LAS RESTRICCIONES POLÍTICAS.

“Las ciencias aplicadas no existen,
solo las aplicaciones de la ciencia”
Louis Pasteur

4.1 Proceso de pensamiento en teoría de restricciones

Dentro de la teoría de restricciones el proceso de pensamiento se utiliza como método para tener un pensamiento lógico y un sentido común para poder construir gradualmente soluciones completas y aplicables a los asuntos primarios.

En este proceso de pensamiento la Teoría de Restricciones (TOC) propone un conjunto de herramientas para la solución de problemas, dando así una respuesta lógica y sistemática a las tres preguntas esenciales para llevar a cabo un proceso de mejoramiento continuo: ¿Qué Cambiar?; ¿Hacia qué cambiar?; ¿Cómo promover el cambio?.

4.1.1 Los sistemas y su complejidad

Teniendo como referencia la complejidad de los sistemas que se abordó en el Capítulo 1 se realiza la siguiente pregunta.

¿Cuál de estos sistemas es real?, de acuerdo a la definición de simplicidad el sistema X no existe pues es un pensamiento erróneo e ineficiente de un sistema, es decir no se puede considerar un sistema puesto que no existe una interacción entre sus componentes.

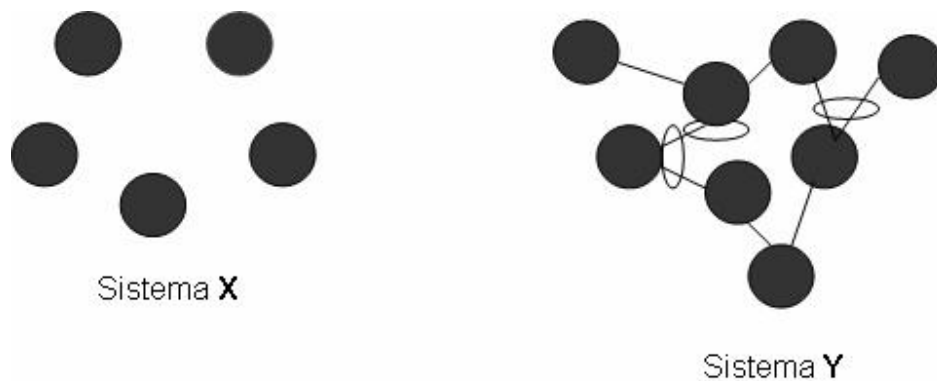


Figura 4.1 Sistema X vs Y. Fuente.

Fuente: Elaboración propia.

La mayor parte de los sistemas organizacionales y empresariales tienen problemas. La Teoría de restricciones define que un problema es un conflicto entre dos condiciones u observaciones. Otra definición sería que: *“Los conflictos no existen, es decir, algo no está bien o no está completo en el entendimiento de las dos partes”*.⁵⁷

Cuando se experimentan diferentes problemas, conflictos ó malos entendidos, estos son atacados independientemente unos de otros en las empresas u organizaciones, respaldándose de un análisis deficiente, que tarde o temprano ocasionará que vuelvan a surgir estos problemas.

⁵⁷ Fragmento basado en las ideas de Eliyahu Goldratt descritas en su libro “No fue la Suerte”. Ediciones Castillo. 1995

Esto se debe a que existe una gran diferencia entre los problemas y los síntomas del problema. Ahora bien los síntomas no son problemas sino efectos indeseables (Eides) que se derivan inevitablemente del problema medular (problema raíz o principal), lo anterior se encuentra representado en la figura 4.2.

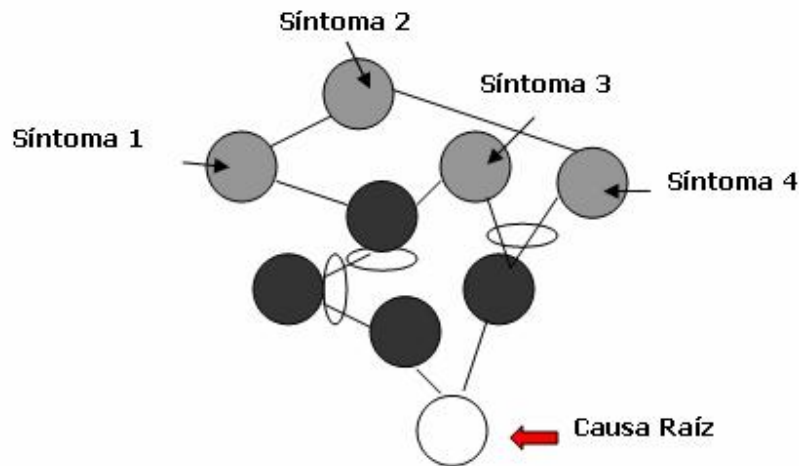


Figura 4.2 Los síntomas y la causa raíz de un sistema.

Fuente: Elaboración propia.

Los síntomas son muchos pero el problema medular se reduce a algo muy concreto. Entonces la clave para eliminar todos los síntomas es atacar la causa raíz o medular y no los síntomas, pues de ser así existe la probabilidad de nuevamente surgir los Eides.

En el aprendizaje del proceso de Pensamiento TOC, es importante comunicarse en términos de causa –efecto (*si... entonces*), dando paso a la perspectiva de causalidad que se adquiere cuando un asunto es presentado como un árbol de causa y efecto, logrando desarrollar la intuición y el sentido común, provechoso sobre todo en los problemas, tales como, el “comportamiento humano en las organizaciones”, o “mercadeo y ventas”, o “servicios”, o “planeación y desarrollo”.

El proceso de pensamiento TOC se lleva a cabo a través de las herramientas descritas en la tabla 4.1. Posteriormente se explicara más a fondo cada una de ellas, así como también la metodología para su construcción.

Tabla 4.1 Herramientas de Teoría de Restricciones⁵⁸ para eliminar las Restricciones Políticas.

Herramientas TOC	Explicación
Árbol de Realidad Actual (ARA) Current Reality Tree (CRT)	Esta herramienta ayuda a encontrar el problema raíz del asunto primario seleccionado, indagando cuidadosamente en cada causa.
Nube del conflicto (NC) Evaporating Cloud (EC)	Esta herramienta ayuda a determinar el área del conflicto que impide lograr el objetivo común. De esta herramienta se extrae la solución supuesta al problema raíz o problemas raíz.
Árbol de Realidad Futura (ARF) Future Reality Tree (FRT)	Esta herramienta ayuda a visualizar la solución, donde se encontrarán aspectos negativos y positivos, que determinarán si la solución es viable o no.
Árbol de Pre-requisitos (AP) Prerequisite Reality Tree (PRT)	Esta herramienta muestra los obstáculos críticos que impiden alcanzar el objetivo arrojados en el ARF, a su vez los Objetivos intermedios y las acciones necesarias para el logro del mismo.
Árbol de Transición (AT) Transition Tree (TT)	Esta herramienta sirve para llevar a cabo la planeación de las acciones que se implementaran a la solución del problema.

Fuente: Elaboración propia basado en la Teoría de Restricciones

4.2 Metodología para romper las Restricciones Políticas

⁵⁸ Explicación de las herramientas por el Dr. Oscar Morales en el artículo Para que sirve Toc. www.moralestoc.com/articulos/toc.pdf. Consultado el 16 de agosto 2004

Las restricciones políticas tienen como base la de negociar entre las posiciones opuestas, ya que presentan incongruencia entre los acuerdos propios de ambas partes, el contenido de estos acuerdos dependerá de cómo se module la incongruencia en el proceso negociador. Dichas restricciones políticas tienen la característica de solucionarse con cambios y acuerdos que liberan los supuestos erróneos dando por resultado una impactante mejora al sistema global.

Un proceso negociador se inicia porque al menos una de las partes percibe Efectos Indeseables (Ude: Undesirable Effect; Eide: Efecto Indeseable). Un efecto indeseable (Eide) puede ser la ausencia de negociación en un determinado ámbito, o la no conformidad con el acuerdo anterior alcanzado en un proceso de negociación.

Para que un efecto indeseable desaparezca o al menos cambie en su contenido, no se debe atacar el efecto en sí, sino sus causas. Para ello es necesario construir un mapa del efecto y sus causas para poder realizar modificaciones, adiciones o sustracciones en las mismas que finalmente ofrezcan un efecto de distinto contenido.

Cuando en un proceso existen diferentes Eides y éstos tienen relación unos con otros, se debe construir el mapa de cada uno y el mapa global que los pone en relación.

Si un efecto indeseable es a su vez causa de otro, la modificación del mismo puede influir en otro efecto dentro del mapa. Del mismo modo, un efecto indeseable puede ser causa de un efecto deseable, y por ello modificar el primero podría traer la modificación del segundo y, en algún caso convertir el segundo de deseable a indeseable.

Para la construcción de mapas y la verificación de su exactitud existen herramientas específicamente diseñadas. Estas herramientas son sencillas y permiten unificar el lenguaje compartiendo información entre la gente que participa y colabora en el desarrollo de un proceso. Pero antes de comenzar es necesario conocer los elementos que componen las técnicas y la verificación de la validez de las herramientas.

4.2.1 Pensamiento de Causa – Efecto

El pensamiento de causa - efecto (*pensamiento de causa suficiente*⁵⁹) asume que una cosa es el resultado inevitable de la existencia de otra. La utilización activa de este modo de razonamiento supone realizar especulaciones sobre si los efectos están relacionados con las causas que se cree les dan origen y viceversa.

Lo más práctico para documentar esas especulaciones y su resultado final es utilizar diagramas de causa suficiente. Estos diagramas se construyen a partir de los elementos descritos a continuación y que son indispensables para construir los árboles. Los elementos son:

Entidad (Entity)

Una entidad es un elemento individual del sistema, mostrando un estado completo y entendible. Una entidad puede ser una Causa y/o un Efecto.

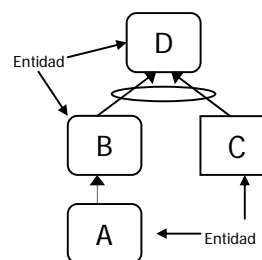


Figura 4.3 Representación de una entidad.
Fuente: Elaboración propia.

⁵⁹ Ideas basadas en el tema "Topografía de procesos", descritas en el libro "Thinking for a change". Autor Lisa J. Scheinkopf, apoyado en ideas de Eliyahu Goldratt.



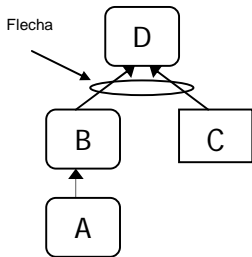


Figura 4.4 Representación de la flecha.

Fuente: Elaboración propia.

Causa (Cause)

Una entidad o un grupo de entidades unidas por un conector "Y" que, dada su

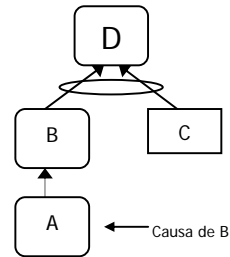


Figura 4.5 Representación de una causa.

Fuente: Elaboración propia.

Conector Y (And-Connector)

Es una elipse que se utiliza para representar el Y lógico. Cada entidad en la base de una flecha que es capturada por el conector Y, debe existir en el sistema en orden a que la entidad al final de las puntas de las flechas exista como un efecto.

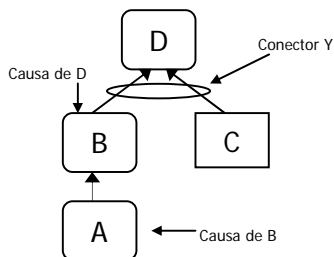


Figura 4.6 Representación Conector Y.

Fuente: Elaboración propia.

Efecto (Effect)

Un efecto es una entidad que existe como el inevitable resultado de una causa. También es usual referirse a ellas como Consecuencias.

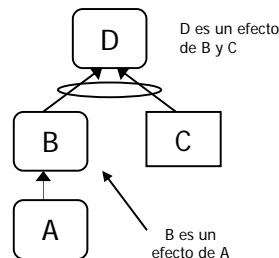


Figura 4.7 Señalización de los efectos.

Fuente: Elaboración propia.

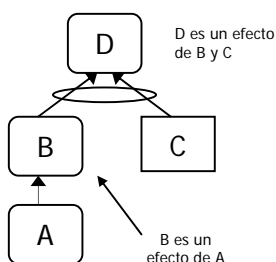


Figura 4.8 Señalización de los efectos y presunciones.

Fuente: Elaboración propia.

Presunción (Assumption)

Una presunción es la razón de la existencia de la relación causa-efecto. Las presunciones subyacen a las flechas y son válidas o inválidas. Se puede decir que la flecha representa el espacio que oculta la presunción.

Entrada (Entry Point)

Una entrada es una entidad que no tiene ninguna punta de flecha apuntándole a ella.

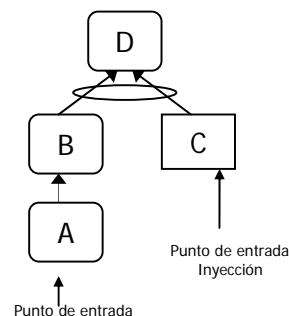


Figura 4.9 Puntos de entrada.

Fuente: Elaboración propia.

4.3 Verificación de validez de las herramientas

En función del riesgo asociado a cada parte del diagrama y del nivel de acuerdo existente entre los afectados por el mismo puede ser bueno revisar la validez del mismo o de una parte del mismo. Para ello se plantean una serie de cuestiones de revisión (Legítimas Reservas⁶⁰), hasta de seis tipos:

1. **Existencia de la entidad:** Cuestiona la existencia real de la entidad. Las entidades deben expresarse con frases completas.
2. **Existencia de Causalidad:** Cuestiona la existencia de la realidad causa efecto. La primera y más poderosa prueba de causalidad, es simplemente la lectura en voz alta de la flecha. Esto se hace al decir "Si (causa)... entonces debemos tener... (efecto).
3. **Claridad:** Trata de buscar el acuerdo sobre si lo que se está diciendo refleja lo que se está intentando comunicar a la gente.

Se examina cuidadosamente al leer únicamente lo que está escrito. Esta entidad debe expresar exactamente lo escrito y no lo que se pudiese entender. Esta prueba es muy efectiva para eliminar al enemigo más peligroso de los árboles lógicos: las frases incompletas. En muchas ocasiones es muy difícil (o imposible) revisar en una forma directa la existencia de la causa. No significa que no sea legítima, solo significa que la existencia de la causa debe ser validada con un segundo efecto, un efecto provocado por la misma causa pero que sea más fácil de verificar en forma directa.

Es importante mencionar que en algunas ocasiones es necesario dar una pequeña explicación verbal. Esas aclaraciones deben aparecer en el árbol. Omitir pasos intermedios no afecta la causalidad, pero si la claridad.

4. **Causa Adicional:** Sugiere la existencia de una causa adicional, independiente, igual o mayor causa para el efecto.

⁶⁰ Eliyahu M. Goldratt. No fue la Suerte. Ediciones Castillo 1995 P. 117-157.

El error de cualquier estructura lógica, sucede cuando se permite que una causa intangible forme parte de la construcción del árbol sin justificar esta causa con los efectos independientes.

5. Causa Insuficiente: Sugiere la necesidad de una combinación de causas dependientes para la aparición del efecto.

Puede argumentarse que la "causa propuesta no puede causar el efecto por sí sola, puesto que otra entidad debe estar presente". Así que se debe proveer la entidad faltante.

Este tipo de verificación es legítima sólo si la causa adicional contribuye a la magnitud del efecto en una proporción al menos igual a la causa original.

6. Efecto Predicho: Es la existencia de una causa y/o la existencia de un efecto mediante la predicción de un efecto adicional que puede ser también resultado de la causa.

Esta verificación se puede utilizar para negar la existencia de una causa intangible, señalando un efecto pre-dicho que necesariamente debe surgir de la causa, y mostrando que no existe. Realmente existe el efecto adicional?. Una reservación de existencia por efecto pre-dicho debe ser expresada de la siguiente manera: Si aceptamos que... (Causa) es la razón por... (Efecto original), entonces también debe provocar... (Efecto adicional), lo cual no existe.

Después de tener en cuenta la categoría legítima de verificación ahora es posible construir la gama de árboles que propone el proceso de pensamiento de TOC. A continuación se explicará a detalle como elaborar y que significa cada árbol.

4.4 Herramientas de solución para las restricciones políticas.⁶¹

A continuación se describirán detalladamente cada una de las herramientas para su construcción en la solución de las restricciones políticas incluyendo la metodología a seguir y formas en que son representadas las herramientas.

4.4.1 Árbol de la Realidad Actual [ARA] (Current Reality Tree CRT)

La construcción del árbol de la realidad actual viene a ser el mapa global de la situación en estudio por medio de ramas lógicas que conectan todos los Eides (efectos indeseables). La construcción del ARA exige la intuición sobre el tema y la voluntad de realizar un trabajo minucioso.

Se debe aceptar que un efecto indeseable (Eide) es usualmente un síntoma ó un efecto resultante de una causa raíz; entonces en la búsqueda de las causas raíz debe basarse en relaciones causa-efecto.

Entre menos causas raíz se encuentren como responsables de la existencia de la mayoría de los efectos indeseables, más enfocado y por tanto más poderoso va a ser el mejoramiento.

Ahora bien cada afirmación del árbol que no aparece como una derivación de otra afirmación es una *causa raíz*. Siempre es posible construir un árbol lo suficientemente comprensivo en el que por lo menos una entrada conduce a la existencia de la mayoría de los efectos indeseados. Esta entrada no es sólo una causa raíz; es el problema raíz. Debe ser éste el primer objetivo para desgaste de los esfuerzos de mejora. La siguiente tabla muestra la metodología para la construcción del árbol de realidad actual.

⁶¹ Material teórico y práctico para la materia de análisis de problemas. Autor Profa. Victoria Eugenia Salazar. Universidad la Sabana. Publicado el 16/01/2004 en la página de internet. http://sabanet.unisabana.edu.co/posgrados/desarrollo_humano/Ciclo_1/materi_analisis.doc.

Tabla 4.2 Pasos para elaborar un Árbol de Realidad Actual (CRT) [Current Reality Tree -CRT-]

PASO	ACTIVIDAD	OBSERVACION
1	Hacer una lista de 5 a 10 efectos indeseables (Eides) que describan el área que está bajo análisis.	Someter cada Eide a la categoría de reservación legítima de existencia
2	Si se encuentra una aparente conexión de causalidad entre dos o más Eides, entonces se debe conectar éstos compartimentos y se debe de revisar cada entidad y flecha a lo largo del proceso.	Parar cuando se hayan conectado todos los Eides.
3	Conectar todos los demás Eides al resultado anterior.	Revisar cada entidad y flecha a lo largo del proceso.
4	Leer el árbol de abajo hacia arriba verificando y re-aplicando las categorías legítimas de reservación) de nuevo a cada flecha y entidad a lo largo del camino.	Hacer las correcciones necesarias
5	Preguntarse a sí mismo si el árbol como un todo refleja la verdadera intuición acerca del tema.	Si no es así, verificar cada flecha en busca de reservaciones de causa adicional.
6	No dudar en expandir el árbol conectando otros Eides que existen que no estaban incluidos en la lista original de Eides	No realizar este paso hasta que no se hayan conectado todos los Eides originales.
7	Nuevamente revisar los Eides	Se debe de Identificar aquellas entidades del árbol que son negativas por sí mismas, aunque no hayan estado en la lista original de Eides o aunque ello requiera expandir el árbol hacia arriba una o dos entidades para alcanzar los nuevos Eides, y se debe de colocar estos últimos en la nueva lista revisada de los Eides
8	Recortar del árbol todas aquellas entidades que no se requieren para lograr conectar todos los Eides.	
9	Examinar todos los puntos de entrada al árbol y decidir a cuáles atacar primero. Escoger entre ellos aquel que contribuye más con la existencia de los Eides.	Si no es la causa mayor para la mayoría de los Eides reseleccionados, agregue conexiones en Y y vuelva al paso 4.

Fuente: Elaboración propia basado en el análisis de problemas.

Regularmente los análisis en árboles de lógica llegan a suscitarse en ciclos o circuitos viciosos llamados **“Loop”**. Estos deben eliminarse con solo romper cualquier de los supuestos bajo una de las flechas que operen en dicho **Loop** o cualquiera de los supuestos de las flechas que conducen allí. Se debe considerar que los **Loops** tienen inercia, es ventajoso tomar acciones para romper directamente los supuestos en el **Loop**, aún cuando no se encuentre parte de la solución de un problema raíz.

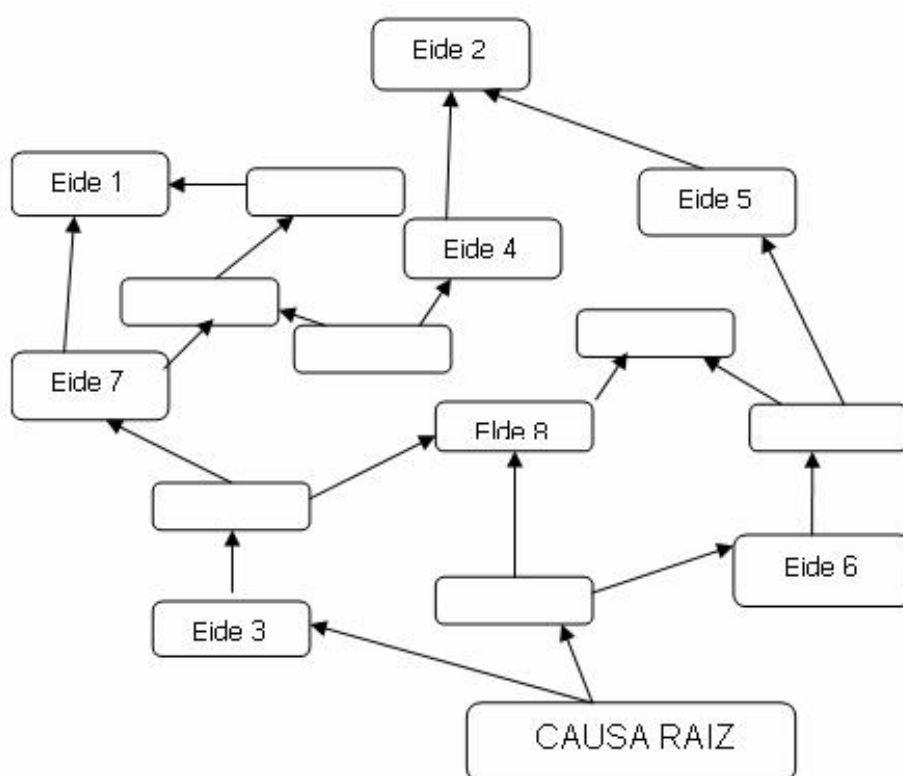


Figura 4.10 Representación de un Árbol de Realidad Actual ARA.

Fuente: Elaboración propia.

4.4.2 Nubes de Conflicto [NC] (Evaporating Clouds EC)⁶²

En primer lugar se debe entender que es un evento preocupante, este es definido como aquellas cosas irritantes que no parecen importantes pero que molestan por horas o incluso a veces el hecho de que algo molesta más de lo que realmente significa, por lo que es un indicador de que el evento preocupante esconde algo que causa más daño de lo que se ha observado en la superficie.

Con frecuencia los eventos preocupantes son origen del conflicto⁶³. Los conflictos se dividen en Interno, que es el choque entre el querer hacer una u otra cosa pero de manera interna o personal, y el Externo que es el choque entre distintas posiciones de personas, departamentos, grupos, movimientos, naciones, etc.

Regularmente los conflictos se convierten en una lucha, esto se debe a que ambas posiciones insisten en obtener sus DESEOS propios porque seguramente tienen estas posiciones una razón o una NECESIDAD que cubrir o satisfacer por lo que ninguna de las partes está dispuesta a ceder sus DESEOS y con ello lastimar su NECESIDAD.

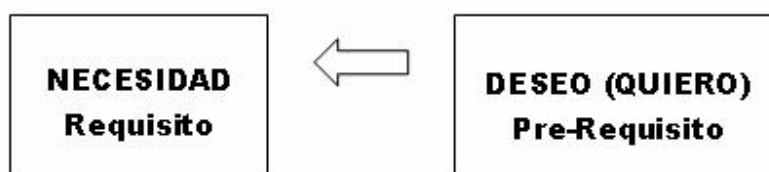


Figura 4.11 Representación de la satisfacción de un deseo.

Fuente: Elaboración propia.

Pero existe un común denominador en dichas posiciones y es esta frase “Renunciar a un DESEO (Pre-requisito) propio significa poner en peligro a la NECESIDAD (Requisito) propia”. Lo anterior significa, que para resolver el conflicto forzosamente se debe de lastimar por lo menos una necesidad de cualquier posición esto es frecuente en el entorno

⁶² Idem

⁶³ Conflicto: choque entre diferentes posiciones, ideales, pensamientos, costumbres.

empresarial. Este es el pensamiento de muchas personas, grupos, departamentos, movimientos, etc. Pero existe una nueva forma de pensamiento que es la relación de GANAR-GANAR, esta situación se produce cuando ambas partes satisfacen sus Necesidades o requisitos relevantes.

Es entonces cuando el diagrama de la Nube del Conflicto entra en acción para situar el conflicto en una relación de GANAR-GANAR, lo anterior se ilustra en la figura 4.12.

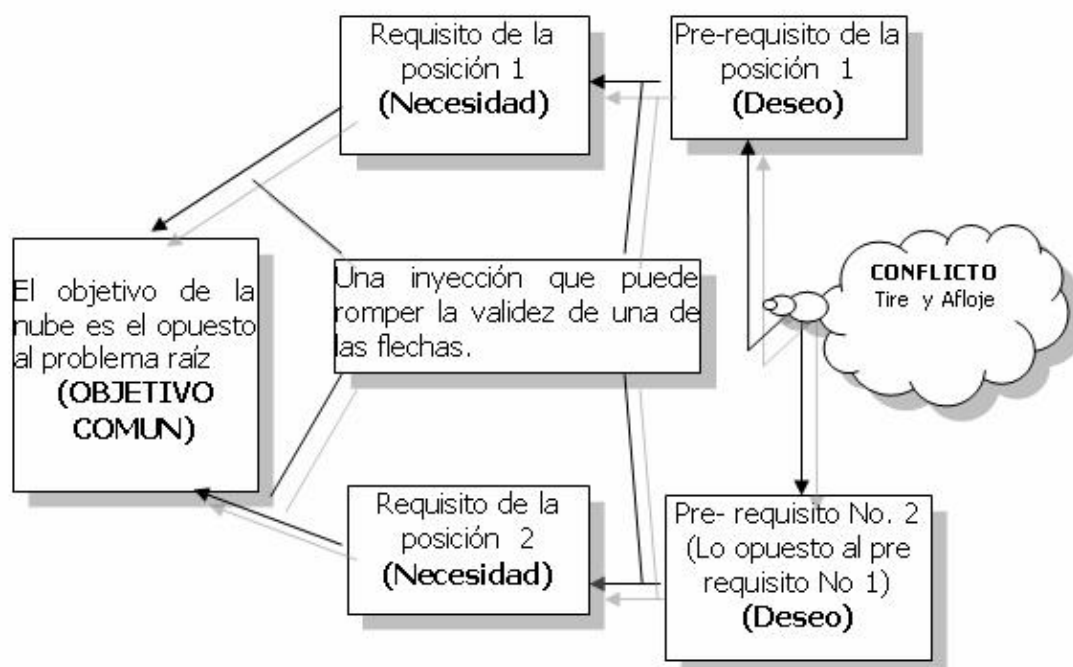


Figura 4.12 Diagrama de la Nube del Conflicto (NC).

Fuente: Elaboración propia.

- El CONFLICTO es razón de que los deseos o lo que quiere cada parte no puede existir simultáneamente.
- La NECESIDAD o Requisito es la razón por la cual cada parte insiste en obtener lo que QUIERE o DESEA (Pre-requisito). Para satisfacer la Necesidad es necesario alcanzar el Deseo o lo que se quiere de la parte.
- El OBJETIVO COMÚN es una situación que ambas partes desean y para que exista ambas partes deben satisfacer su necesidad.

El conflicto se revela en el árbol de realidad actual (ARA), y el tira y afloje será muy notorio en la realidad.

Para resolver el problema raíz, primero se debe definir con precisión: determinar claramente el objetivo deseado lo opuesto al problema raíz; destacando las dos condiciones necesarias, aquellos requisitos que son esenciales para lograr el objetivo: y verbalizar el conflicto resultante el enfrentamiento directo entre los pre-requisitos para acceder a los requisitos.

Ahora es necesario superar la tendencia a buscar un arreglo transitorio - si existiera un compromiso aceptable, la organización ya lo hubiera encontrado hace tiempo. Teniendo en consideración que la mejor solución es la remoción del problema, se debe averiguar sistemáticamente qué cambio en la realidad puede remover al menos una de las razones del conflicto. A esto se le llama "evaporar la nube".

Para lograr una relación GANAR-GANAR, las partes tendrán que encontrar al menos una alternativa para satisfacer sus Necesidades o requisitos.

Para leer correctamente la nube del conflicto NC se debe utilizar la siguiente sintaxis:

Para tener... **(OBJETIVO COMUN)**... se debe tener... **(NECESIDAD o REQUISITO)**...

Para tener... **(NECESIDAD o REQUISITO)**... se debe tener... **(DESEO o PRE-REQUISITO)**...

El... **(Pre-requisito X)**... está en conflicto con el... **(Pre-requisito Y)**...

Si una parte obtiene... **(Su Pre-requisito o Deseo)**... la otra parte pone en peligro... **(Su Requisito o Necesidad)**...

El proceso de pensamiento de la Teoría de Restricciones (TOC) permite presentar en forma precisa el conflicto que persiste en el problema raíz, y luego dirige la búsqueda de una solución a través de retar los supuestos que subyacen al conflicto.

Tabla 4.3 Pasos para elaborar una Nube de Conflicto (NC) [Evaporating Cloud -EC-]

PASO	ACTIVIDAD	OBSERVACIONES
1	Definir el Objetivo de la nube como el “opuesto” del problema raíz identificando en el árbol de Realidad Actual (CRT).	El objetivo debe ser aceptable para ambas partes.
2	Definir los pre-requisitos que reflejan un conflicto entre dos fuerzas opuestas en el sistema que impiden que el sistema logre el objetivo.	Se sugiere: 1. Analizar cuidadosamente el ARA desde el problema raíz hacia arriba. 2. Examinar las ramas centrales. Identificar una entidad que esté en la cuerda de un tire y afloje entre estas ramas. Los pre-requisitos se relacionan directamente con esta entidad.
3	Definir los requisitos que están tratando de satisfacer los pre-requisitos y que son condiciones necesarias del objetivo.	Los requerimientos también deberían aparecer en las ramas centrales del ARA.
4	Verbalizar los supuestos detrás de las flechas que se desean atacar. Las siguientes guías han demostrado ser útiles: Para las flechas horizontales: 1. Leer la flecha “Para poder tener (la punta de la flecha) es necesario tener (la cola de la flecha) DEBIDO A... y completar “la razón”, así surgirá un supuesto detrás de la flecha. Si, y solamente si, se ha bloqueado y no se puede sacar a flote un supuesto: 1. Pensar en un entorno de referencia en el que la entidad de la punta de la flecha exista, pero en el cual la entidad de la cola de la flecha no es relevante. 2. Identificar cuál es la diferencia entre esta realidad y el sistema que está analizando, o “¿por qué es que se necesita (la cola de la flecha) y la otra parte no?”. 3. La diferencia mostrará un supuesto escondido de su realidad que resulta en la necesidad de la existencia de la entidad de la cola de la flecha. 4. Definir el supuesto de forma tan genérica como sea posible. Para la flecha del conflicto: Pensar en cómo puede existir una superposición, o algo en común, entre los dos finales de la flecha.	
5	Encontrar una inyección ¿Qué debería existir en su realidad para lograr que el supuesto detrás de la flecha ya no sea válido?	
6	Seleccionar la inyección que mejor parezca a la solución óptima.	

Fuente: Elaboración propia basado en el análisis de problemas.

4.4.3 Árbol de la Realidad Futura [ARF] (Future Reality Tree FRT)⁶⁴

El encontrar el problema raíz por medio del CRT y buscar la inyección adecuada proporcionada por la EC ayudará a intercambiar los efectos indeseables por los deseables, sin embargo, no es suficiente para asegurar que todo saldrá bien, pues es solo el primer paso o punto de partida que está lejos de lo que se quiere lograr, pero si se aplica el ARA y la NB correctamente automáticamente se estará respondiendo la pregunta **¿Qué cambiar?**

El objetivo de aplicar esta metodología es cambiar los efectos indeseables por los deseables, para asegurarnos, es necesario predecir el resultado inevitable al aplicar la inyección y esto se logra construyendo el Árbol de la Realidad Futura (ARF).

Con frecuencia la inyección original se torna insuficiente, pero el proceso de construir el árbol de realidad futura dirige a los elementos que falta para determinar qué inyecciones adicionales se necesitan para poder lograr el resultado deseado.

Por lo regular una idea brillante puede disolverse y no proporcionar el efecto deseado, por lo que es estrictamente necesario examinar cuidadosamente que la solución no vaya a causar nuevos efectos devastadores. Estos esfuerzos adicionales completarán la solución del problema.

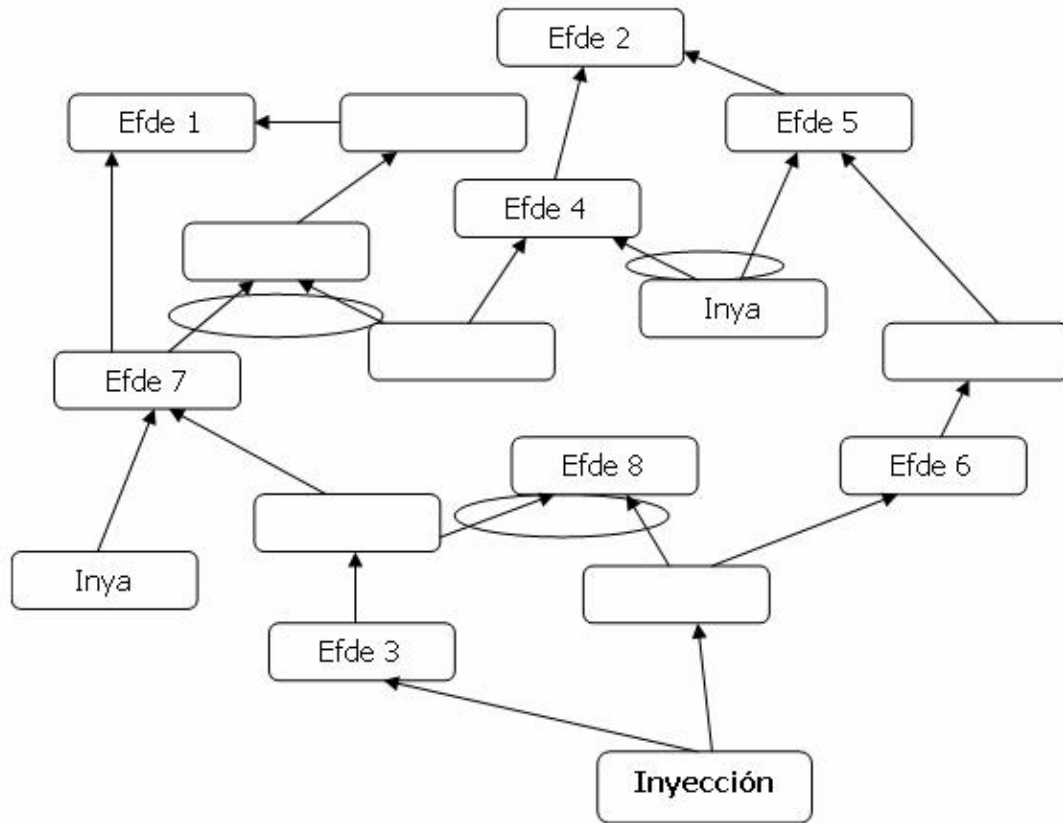
En la siguiente tabla se muestran los pasos a seguir en la construcción del árbol de la realidad futura (ARF)

⁶⁴ Material teórico y práctico para la materia de análisis de problemas. Autor Profa. Victoria Eugenia Salazar. Universidad la Sabana. Publicado el 16/01/2004 en la página de internet http://sabanet.unisabana.edu.co/posgrados/desarrollo_humano/Ciclo_1/materi_analisis.doc.

Tabla 4.4 Pasos para elaborar un diagrama de Árbol de Realidad Futura (FRT) [Future Reality Tree -FRT-]

PASO	ACTIVIDAD	OBSERVACIONES
1	Escribir los "opuestos" de los efectos indeseables enlistados.	Estos son los objetivos del Árbol de Realidad Futura (ARF).
2	Colocar en la parte de abajo de la página la inyección que se ha escogido de la Evaporación de Nubes (y, si es aplicable, la inyección del "loop" ³⁷ negativo)	El Loop es un ciclo vicioso que debe romperse
3	Construir el árbol hacia arriba por medio de las sentencias (Sí... Entonces) buscando llegar al objetivo de la nube del conflicto o el opuesto al problema raíz.	
4	Debe construir hacia arriba buscando llegar a los objetivos del Árbol de Realidad Futura que se definieron en el paso 1, utilizando las causalidades del Árbol de Realidad Actual como un referente	Se debe proseguir hasta que se lleguen a conectar todos los objetivos del arbol o sus supuestos efectos deseables. Este es el "tronco sólido".
5	Una vez que el tronco está sólido, se debe tratar de encontrar un "loop" o circuito que llegue tan cerca como sea posible a la raíz del árbol. Esto va a brindarle solidez al tronco más allá del punto de retorno.	Asegurarse que el punto de entrada del "loop" soporte una Reservación de Causa Adicional.
6	Se debe plantear reservaciones de ramas negativas con ayuda de las distintas funciones que conforman la empresa. Si no las puede encontrar, siga al paso 9.	Se sugiere que el árbol construido hasta este momento sea proporcionado a toda la compañía puesto que no faltara un "Sí... PERO". Es muy importante no hacer caso omiso de todas estas reservas negativas puesto que son una joya para el efecto deseado ³⁸ .
7	Identificar la entidad que origina que suceda la reservación y construir hacia arriba la rama negativa ³⁹ hacia los efectos que son indeseables por su propio mérito.	Si la magnitud de esta rama es significativa, se debe de identificar las flechas que conectan efectos neutrales y/o positivos a los efectos negativos y verbalizar los supuestos bajo estas flechas y determinar las inyecciones adicionales necesarias para romperlas.
8	Agregar la entidad de la reservación de rama negativa y la(s) inyección(es) resultante(s) al árbol y trate de derivar los efectos pertinentes	Se debe Leer y revisar todo el árbol desde abajo hacia arriba en busca de completar el futuro deseado.
9	Si se considera que las inyecciones son impracticables, entonces se debe generar "loops" que lleven a la inyección a un tronco sólido (pasar al paso 5). Hasta que ninguna inyección sea impracticable.	
10	Debe examinar las inyecciones y determinar cuál puede ser eliminada para evitar los esfuerzos sin sentido.	

Fuente: Elaboración propia basado en el análisis de problemas.



Efde (Efecto deseable u objetivo)
Inyección (Inyección encontrada de la nube del conflicto)
Inya (inyección Adicional)

Figura 4.13 Representación del Árbol de Realidad Futura (ARF).

Fuente: Elaboración propia.

4.4.4 Árbol de Pre-requisitos [AP] (Prerequisite Reality Tree PRT)⁶⁵

La técnica permite identificar a tiempo las causas necesarias para conseguir el objetivo de todo el análisis, con frecuencia al transcurrir la ejecución de un conjunto de acciones saltan a la vista situaciones que fueron necesarias y no fueron realizadas a tiempo puesto que el plan no fue afinado como se hubiera querido.

Para hacer posible el sueño de alcanzar el objetivo principal se debe preguntar ¿Qué impide alcanzar el objetivo en estos momentos?, esto se empieza con enlistar los obstáculos entre la situación actual y la deseada. La guía es si se superan los obstáculos se logra el objetivo. Ahora bien a cada obstáculo se debe interrogar ¿de verdad impide alcanzar el objetivo principal?; esta etapa es vital por que evita obstáculos que no existen.

Los objetivos intermedios (OI) no son otra cosa que las condiciones en que cada uno de los obstáculos se logra superar. Es muy importante no confundir los (OI) con acciones que llevan a alcanzar el (OI). Por ejemplo: alguien tiene la necesidad de llegar a tiempo a la casa de su prometida pero se encuentra en un lugar en donde se observa una gran barranca; y para llegar a su prometida ese alguien debe estar al otro lado de la barranca.

El obstáculo es: la persona está en un lado de la barranca y el objetivo es estar al otro lado de la barranca y las acciones son pasar por un tronco, bajar la barranca solicitar un helicóptero, etc.

⁶⁵ op. cit Victoria Eugenia Salazar

Una tendencia habitual es que frente a la lista de obstáculos se empiezan a hacer la lista de acciones y esto es contraproducente pues conviene seguir el proceso completo.

El árbol de pre-requisitos expone algunas bondades como las que a continuación se describen:

- Sirve de apoyo para la construcción de un plan estratégico para lograr el objetivo.
- Traduce la estrategia en tácticas.
- Asegura el compromiso de alcanzar el objetivo.

Cada obstáculo da lugar a que surja un objetivo intermedio, aquel que asegura la superación del obstáculo correspondiente. Las conexiones del árbol resultan de la dependencia de superar cada obstáculo.

El poder de esta técnica radica en que no ignora los resultados intermedios, pues si uno de los obstáculos no se rompe, difícilmente el objetivo intermedio superior inmediato tendrá éxito.

Tabla 4.5 Pasos para elaborar un Árbol de Pre- requisitos (AP) [Transition Tree -TT-]

Paso	ACTIVIDAD	OBSERVACIONES
1	Definir con claridad el objetivo principal	Este debe ser claro para todos y quedar en un acuerdo absoluto.
2	Identificar todos los obstáculos que previenen o impiden que se logre el objetivo principal	Para cada obstáculo potencial deberá contestar las siguientes preguntas: ¿Existe en realidad el Obstáculo? ¿Realmente impide el logro del objetivo?
3	Verbalizar los objetivos intermedios (OI)	El lograr un OI significa superar la barrera o el obstáculo. Los OI son los peldaños de la escalera que llevan al objetivo principal. Para cada OI verificar que: <ul style="list-style-type: none"> • Supere el obstáculo correspondiente. • Sea factible y viable. • Asegurar que no genere resultados negativos importantes. Si existe algún obstáculo difícil, es recomendable apoyarse de la técnica de la nube del conflicto (NC) para lograr disipar el problema y proponer alguna solución.
4	Organizar los OI en orden de pre-requisitos	Responder la siguientes preguntas: ¿Cuáles de los OI pueden ser logrados a la vez? ¿Cuáles de los OI deben lograrse antes que otros?
5	Traducir las estrategias en tácticas ⁴¹	Para llevar a cabo este paso se debe contestar las siguientes preguntas: ¿Cuáles son las acciones claves a ejecutar para lograr el OI? ¿Existen otras alternativas? ¿Quién será responsable de lograr el OI? Ver figura 4.15

Fuente: Elaboración propia basado en el análisis de problemas.

Objetivo principal			
Obstáculos	Objetivo intermedio	Acciones	Persona a cargo
Ob ₁	OI ₁	Acc 1.. Acc n	Nombre 1 / Nombres
Ob ₂	OI ₂	Acc 2 .. Acc n	Nombre 2 / Nombres
..
Ob _n	OI _n	Acc n ... Acc n	Nombre n / Nombres

Figura 4.14 Matriz de obstáculos y objetivo intermedio.

Fuente: Elaboración propia.

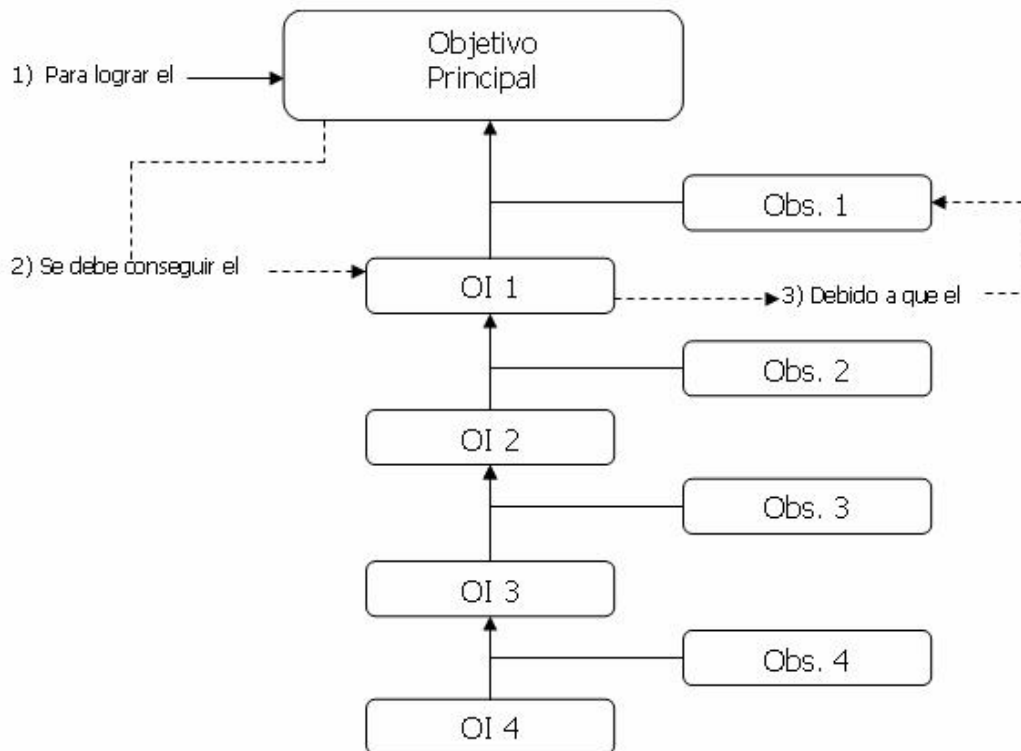


Figura 4.15 Representación de Árbol de Pre – requisitos.

Fuente: Elaboración propia.

4.4.5 Árbol de Transición [AT] (Transition Tree TT)

Ya se tiene un árbol con todas las condiciones necesarias, y ordenadas por precedencia en el tiempo para alcanzar el objetivo principal, pero todavía no se sabe como se dará carrera al camino que se ha trazado, se debe de decidir que acciones se tomarán en cada caso y al mismo tiempo asegurar que esas acciones sean suficientes para alcanzar el siguiente objetivo intermedio. Esto se logra construyendo el árbol de transición.

En la figura 4.14 a se observa una matriz del OI 1 y OI 2, se encuentran 3 entidades que darán el paso para pensar en las acciones necesarias:

- A. Una **necesidad**: alcanzar el OI 1.
- B. Una **Condición apropiada**: se ha alcanzado el OI 2
- C. Un **Supuesto de trabajo**: Sí se necesita el OI 1 y ya se cumplió el OI 2, entonces es indispensable la **Acción** de...

La columna vertebral del árbol de transición es la descripción detallada del cambio gradual que se ha visualizado que ocurrirá en la realidad. Las costillas son las acciones requeridas para causar inevitablemente ese cambio gradual a medida que los objetivos se logran. El método obliga a examinar cuidadosamente cuales acciones son reales y si son suficientes para garantizar el cambio requerido.

La columna vertebral del plan prevee la red de seguridad que es esencial cuando se planea el futuro, lo importante es causar un cambio específico en la realidad.

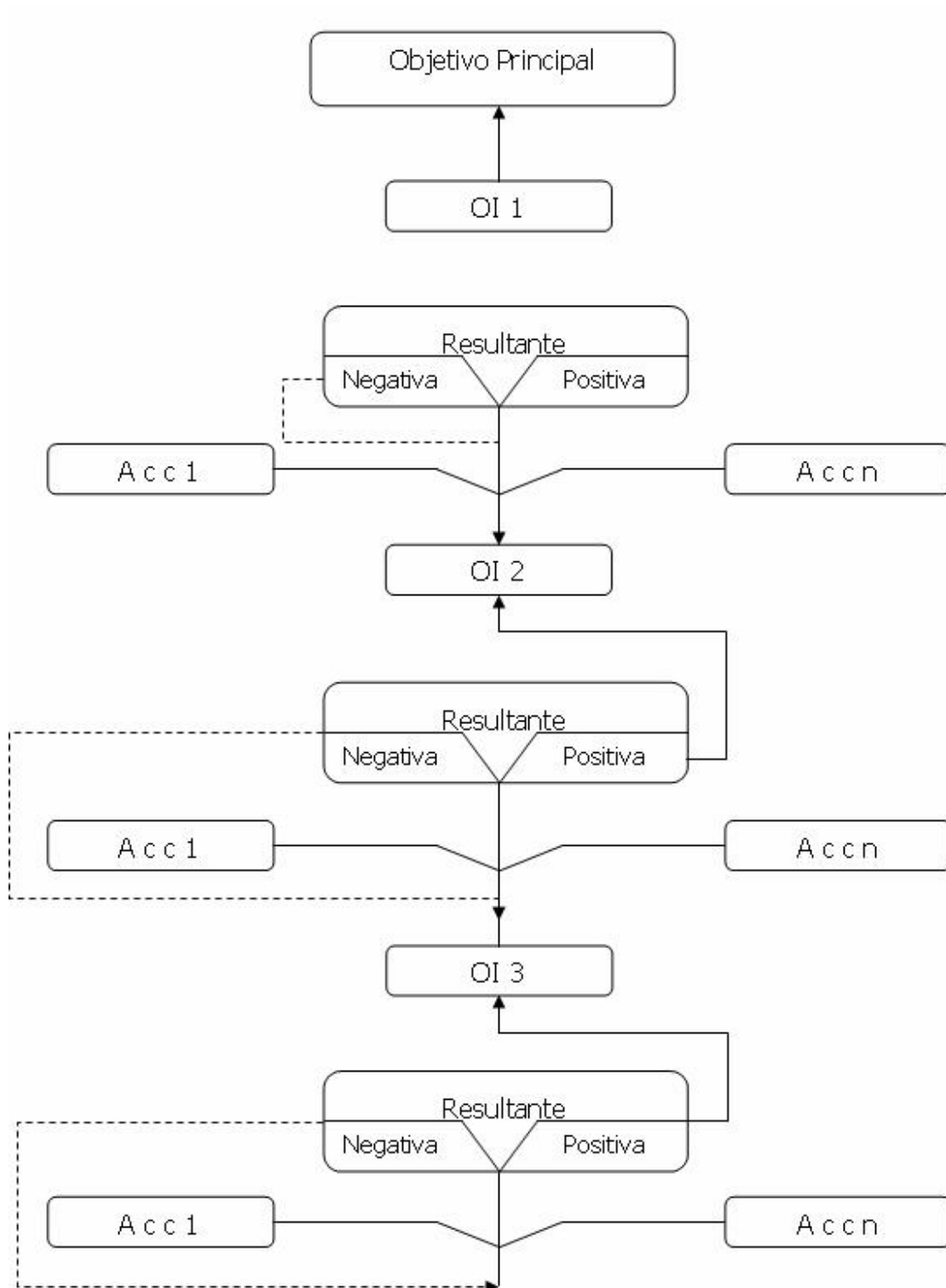


Figura 4.16 Representación de un Árbol de Transición.

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO 5

SISTEMA ACTUAL DE LA EMPRESA INGENIERÍA DEL FRÍO DE HIDALGO.

*“Lo que sabemos es una gota de
agua; lo que ignoramos es el océano”
Isaac Newton*

5.1 Antecedentes de la empresa Ingeniería del Frío

Ingeniería del Frío de Hidalgo S.A. de C. V. es una sociedad anónima de capital variable que se inició el 12 de enero del 2001, actualmente es representada legalmente por el Ing. Carlos Arteaga Flores actual Director General. La empresa tiene como giro principal la comercialización e instalación de equipos de aire acondicionado, calefacción, extracción, ventilación, refrigeración y congelación.

Sus oficinas se encuentran ubicadas en la Ciudad de Pachuca, Hidalgo. Cuenta con un local comercial y un almacén.

Actualmente la empresa da servicio en su mayoría a empresas constructoras, instituciones públicas y privadas que necesitan cubrir proyectos de climatización en sus instalaciones, de igual manera la empresa participa en concursos de licitación para alcanzar otros clientes que necesiten de sus servicios.

Ingeniería del Frío es una empresa comprometida a crecer y brindar un servicio de calidad, reflejando tanto su atención al cliente como en las ventas de sus productos. Por tal motivo el análisis se enfocara en encontrar las restricciones y problemas del departamento de proyectos de la empresa con ayuda de la Teoría de restricciones para que de esta manera se puedan crear estrategias que le permitan alcanzar mejores ventas y mayores ganancias en corto tiempo.

La Misión de la empresa está representada como:

Brindar un servicio de calidad, proporcionando confort, para satisfacer las necesidades de nuestros clientes, a través de la instalación de aire acondicionado con un personal capacitado.

De igual forma tiene como Visión:

Ser líder nacional en venta, instalación y mantenimiento de aire acondicionado, ofreciendo productos de calidad y calidez, con personal capacitado y la mejor tecnología, brindando satisfacción a nuestros clientes y ofreciendo un mejor nivel de vida de nuestros empleados.

Valores

Unión: En ingeniería del frío la unión consiste en acercarse moralmente para formar un conjunto y llegar al mismo fin.

Integridad: En ingeniería del frío la integridad se entiende como cualidad de rectitud y honestidad en todo el comportamiento de los empleados.

Lealtad: En ingeniería del frío la lealtad es contar con personas fieles a su trabajo y con la empresa, además de ser nobles con los demás.

Organización: En ingeniería del frío se tiene la disposición, orden y armonía para lograr una organización completa en todo lo que desarrollan.

Servicio: En ingeniería del frío se tiene como valor el brindar un excelente servicio, cuidar los intereses del público y lograr su entera satisfacción.

Comunicación: En ingeniería del frío la comunicación es un valor esencial. Buscando el trato y la correspondencia mutua con todas las personas.

Ingeniería del frío distribuye e instala equipos para los siguientes géneros:



Figura 5.1 Tipos de productos que instala la empresa Ingeniería del frío de Hidalgo S.A de C.V.

Fuente: Elaboración propia.

Se cuenta con la distribución de prestigiosas marcas, siendo estos productos de tecnología de punta, con excelente calidad y a los mejores precios del mercado. Por otra parte ofrece asesoría técnica pues cuenta con personas especializadas para el cálculo de instalaciones en los géneros antes mencionados.

La empresa tiene el respaldo de los mejores proveedores del mercado de aire acondicionado como son los siguientes:

Tabla 5.1 Distribuidores de productos de la empresa

Equipo	Categoría				
	Proveedor	Refrigeración	Comercial	Industrial	Especializado
Aire Acondicionado Frío y Calor		✻	✻	✻	
		✻	✻	✻	
		✻	✻	✻	✻
		✻	✻	✻	✻
		✻	✻	✻	✻
Accesorios		✻	✻	✻	✻
Refrigeración	Gilbert		✻		
Ventilación		✻	✻	✻	✻
Extracción	Johnson	✻	✻	✻	✻

Fuente: Elaboración Propia

La empresa cuenta con clientes potenciales de los cuales se pueden destacar los siguientes:

- ❖ Constructoras
- ❖ Instituciones gubernamentales
- ❖ Universidades
- ❖ Instituciones de salud
- ❖ Restaurantes
- ❖ Tiendas departamentales

5.2 Estructura organizacional de la empresa

Los departamentos con los que cuenta la empresa son: Gerencia, Contabilidad, supervisión, técnicos y ducteros, ventas, compras e ingeniería de proyectos. A su vez es clasificada como una empresa pequeña ya que la cantidad de empleados con la que cuenta esta entre 20 y 25, sin embargo, los ingresos anuales que obtiene superan en gran medida los calculados en una empresa pequeña, pero para efectos del trabajo solo se considerara como tal. A continuación se describen las funciones de cada uno de ellos:

ORGANIGRAMA



Figura 5.2 Representación de la estructura organizacional de la empresa Ingeniería del Frío de Hidalgo S.A. de C. V.

Tabla 5.2 Funciones de los departamentos que integran Ingeniería del Frío de Hidalgo S.A. de C.V.

DEPARTAMENTO	FUNCIONES
Gerencia (Dirección)	Este departamento se encarga de decidir los trabajos que se van a efectuar, autorizar el pago a proveedores así como también los gastos, revizar y cotizar los proyectos que se realizan y además toma las medidas necesarias para corregir el rumbo de la empresa.
Contabilidad	Este departamento esta encargado de llevar todo el registro de ingresos y egresos de toda la empresa y a su vez tiene la función de entregar la información a un despacho contable, sus funciones no puede efectuarlas si no hay una autorización por la dirección.
Supervisión	Este departamento se encarga de realizar las inspecciones de todos los trabajos efectuados y de esta manera efectuar las observaciones correspondientes y reportar todo a la dirección.
Técnicos y Ducteros	Este departamento se encarga de realizar todas las instalaciones de equipo de aire acondicionado, refrigeración, extracción y ventilación. A su vez los ducteros son contratistas que ejecutan los trabajos correspondientes a la fabricación de lámina y acero inoxidable para ductos.
Recepción	Este departamento se encarga de llevar la atención a clientes via telefónica, realizar la captura de las cotizaciones y llevar todo el archivo de los trabajos y proyectos realizados.
Ventas	Este departamento se encarga de realizar las ventas, contacta a los clientes negocia con ellos los productos y a su vez también se encarga de cobrar todas las ventas.
Compras	Este departamento se encarga de dar suministro de las materias primas y equipos al mejor precio negociando con los proveedores, y se encarga de llevar el control del inventario de toda la empresa.
Proyectos	Este departamento se encarga del diseño y cotización de proyectos de aire acondicionado, ventilación y extracción, lleva a cabo la requisición de los materiales necesarios para cada proyecto, se encarga de igual forma de la supervisión de las obras y emite la información necesaria del avance de las obras para llevar a cabo el cobro de las mismas.

Fuente: Elaboración propia basado en los departamentos que componen la Empresa Ingeniería del Frío de Hidalgo S.A. de C.V.

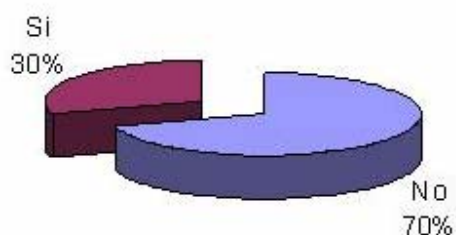
5.3 Diagnóstico

Una vez que se ha realizado un esbozo general de lo que es la empresa Ingeniería del Frío de Hidalgo S. A. de C. V. y sus departamentos se puede iniciar un análisis detallado, tomando partido de los diferentes empleados de la empresa así como también de una evaluación visual de la misma. Con el fin de poder conocer los problemas o situaciones que hacen que no opere de la manera adecuada o no tenga la entrada de capital necesario para poder tener un mayor crecimiento y empuje como microempresa.

Para poder efectuar ese análisis se realizó un cuestionario (Apéndice 1) que considera todos los factores que pueden estar afectando a la empresa Ingeniería del Frío de Hidalgo S. A. de C. V. y también ayuda a una evaluación del conocimiento que tienen los empleados sobre la misma, ya que ellos juegan un papel muy importante para el mejor funcionamiento de la empresa. Cabe aclarar que todos contestaron basándose en su propia percepción y criterio ya que algunas de las preguntas que se hicieron fueron abiertas por lo cual el estudio del cuestionario resultó un tanto complejo pues se agruparon las respuestas a un concepto que se determinó una vez finalizada la aplicación.

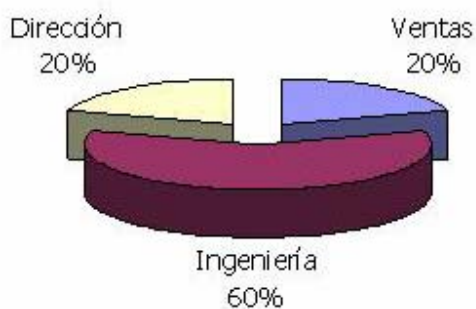
El resultado obtenido de la aplicación del cuestionario a los empleados se expresa por medio de porcentajes y da una idea más concreta de la situación actual de la empresa. Esto llevará a la obtención de los efectos indeseables que aquejan a la empresa y en cual de los departamentos hay mayor problemática. A continuación se presentan los resultados.

1.- ¿De acuerdo al servicio que presta la empresa en la que usted labora considera que el cliente se encuentra totalmente satisfecho?



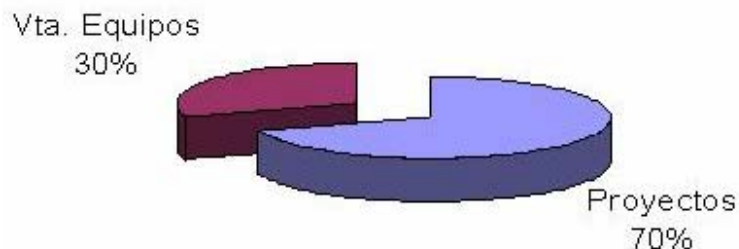
De los cuales 6 personas respondieron si y 14 personas respondieron que no y se pueden identificar respuestas tales como: Cambios en los diseños, cambios en la ejecución de trabajos, desacuerdos entre departamentos.

2.- ¿Cuál es el departamento que considera usted es el que con mayor frecuencia presenta problemas?



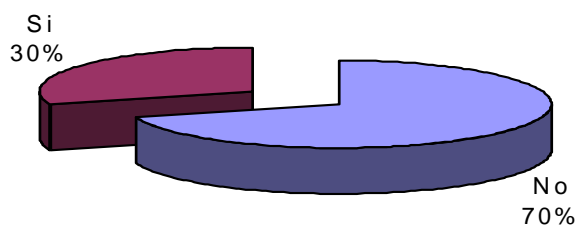
De los cuales 4 personas respondieron que el departamento de ventas presentaba mayor problemática, 4 que era el departamento de ventas y 12 el departamento de Ingeniería.

3.- ¿Cual considera usted el concepto de venta que más ingresos aporta a la empresa?



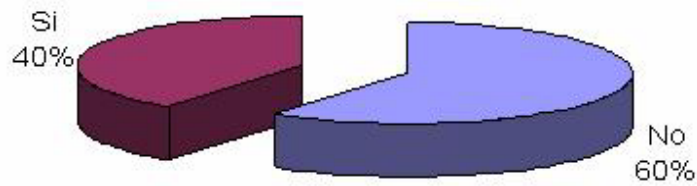
De los cuales 6 personas respondieron que el departamento de ventas generaba mayores ingresos y 14 personas respondieron que el departamento de Proyectos.

4.- ¿El área mencionada anteriormente cuenta con procedimientos bien definidos para su funcionamiento?



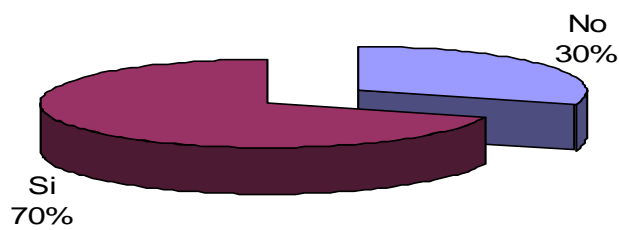
De los cuales 6 personas respondieron si y 14 personas respondieron que no y se pueden identificar respuestas tales como: No se tiene un manual de procedimientos, no tiene capacidad para toma de decisiones como las más importantes.

5.- ¿El personal que labora en este departamento tiene conocimiento de las actividades que en el se desempeñan?



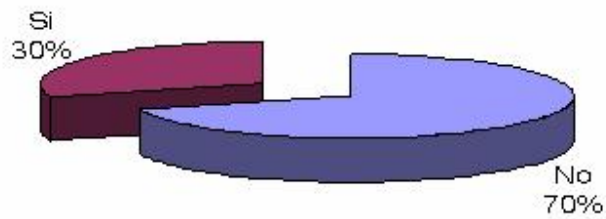
De los cuales 8 personas respondieron si y 12 personas respondieron que no.

6.- ¿El personal se encuentra totalmente capacitado para desarrollar sus labores?



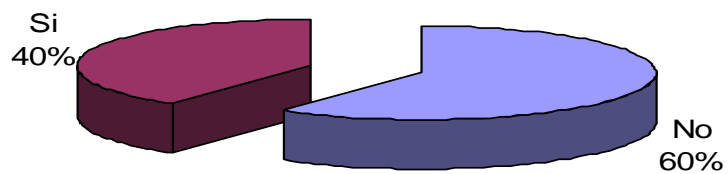
De los cuales 6 personas respondieron no y 14 personas respondieron que si.

7.- ¿El departamento lleva a cabo sus trabajos de acuerdo al plan de trabajo que presentó?



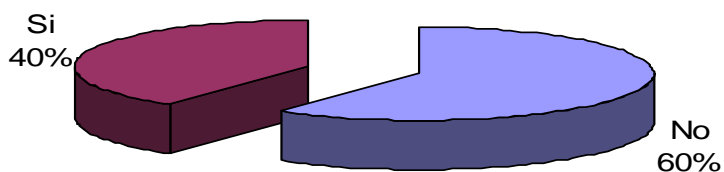
De los cuales 6 personas respondieron si y 14 personas respondieron que no.

8.- ¿El departamento tiene plena disposición de los elementos para realizar sus trabajos y actividades?



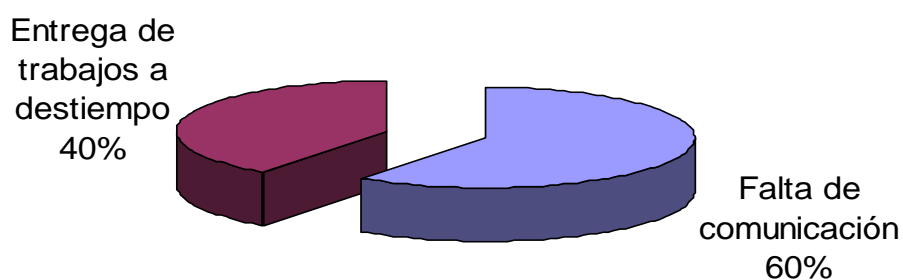
De los cuales 8 personas respondieron si y 12 personas respondieron que no.

9.- ¿Considera que existe una comunicación eficiente entre el departamento antes mencionado y los demás departamentos de la empresa?



De los cuales 8 personas respondieron si y 12 personas respondieron que no.

10.- ¿En caso que no exista una comunicación eficiente a que factores le atribuye el problema?



De los cuales 8 personas respondieron que la entrega de trabajos a destiempo ocasiona la que no haya una comunicación eficiente y 12 personas respondieron que falta una comunicación.

Por medio del cuestionario se puede llegar a la conclusión de que el Departamento de Ingeniería y Proyectos de la empresa Ingeniería de Hidalgo S. A. de C.V. presenta conflictos con la dirección ya que no le da la libertad para la toma de decisiones, muchas ocasiones frena la distribución de recursos imposibilitando al departamento para la entrega de los proyectos, teniendo en algunas ocasiones fallas , cambios en los mismos o que no se tenga el conocimiento del lugar en donde se llevaran a cabo dichos trabajos.

Otra de la problemática que se presenta dentro de este análisis es que el departamento de ventas no proporciona la información adecuada al departamento de Ingeniería y Proyectos por lo cual en ocasiones se tiene que realizar un nuevo diseño de instalación ocasionando tiempos muertos en la ejecución de los trabajos.

Por lo cual el departamento a estudio para la aplicación de la Teoría de Restricciones será el departamento de Ingeniería y Proyectos, tomando como base la información obtenida.

A continuación se presenta un diagrama de la relación que tiene el departamento de Ingeniería y Proyectos con los otros departamentos que integran a la empresa, señalando las principales funciones que comparten para poder dar inicio a la aplicación de la Teoría de Restricciones

Relación de los diferentes departamentos con el departamento de Ingeniería y Proyectos

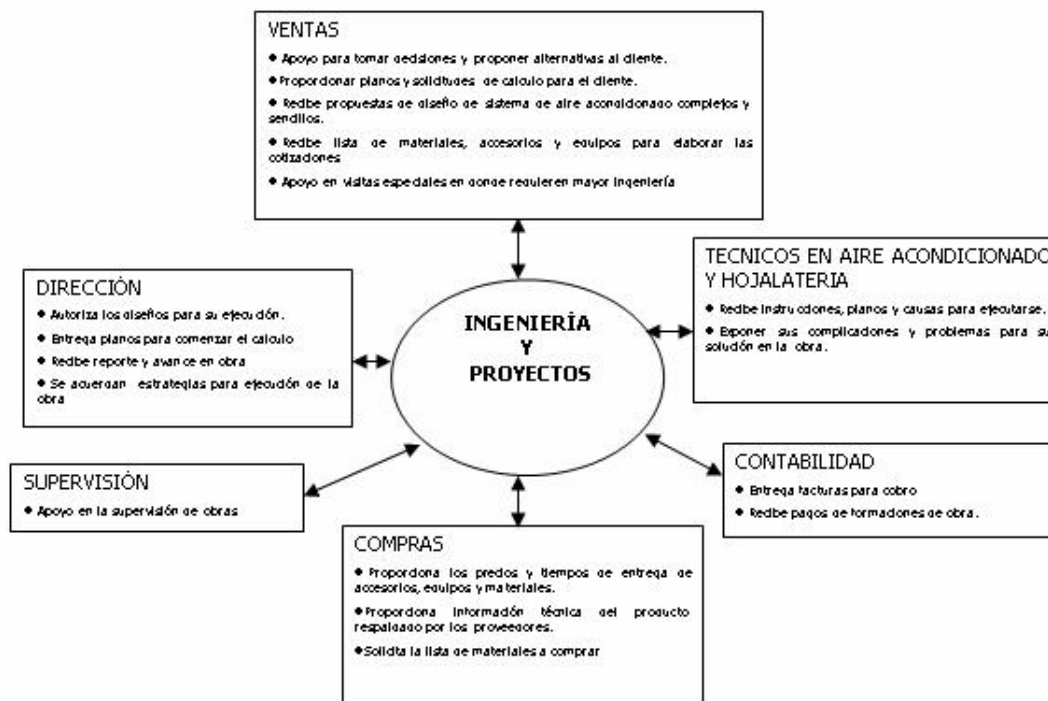


Figura 5.3 Representación de la relación de los departamentos con Ingeniería y proyectos dentro de la empresa Ingeniería del Frío de Hidalgo S.A. de C.V.

Fuente: Elaboración propia.

Se ha observado en los capítulos anteriores que TOC cuenta con dos metodologías para atacar las restricciones, ya sean físicas y/o políticas. En el caso de este análisis los problemas se inclinan a las restricciones políticas; puesto que se han detectado por medio de un cuestionario aplicado a los diferentes empleados de los departamentos de la empresa.

En este capítulo se definen los efectos indeseables (Eides) como situaciones en estado de problema, en donde las partes que intervienen experimentan fricciones y molestias que no son deseadas, pues provocan un desgaste físico y económico.

De acuerdo a los datos que proporciona el cuestionario y recordando que la meta de cualquier empresa con fin de lucro es ganar dinero ahora y en el futuro es necesario que el estudio se realice con base en el lugar donde se presente la mayor contribución a la meta. El cuestionario arrojó que la mayor parte de las obras en general contribuyen al mayor ingreso en el capital, por lo que el estudio se enfoca al departamento de Ingeniería y Proyectos, ya que tiene la administración de la ejecución de las obras en general. Los efectos indeseables del departamento de Ingeniería y Proyectos se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 5.3 Efectos Indeseables del Departamento de Ingeniería y Proyectos

No.	Efectos Indeseables (EIDE's)
1	A la dirección no le llega a tiempo el estado financiero y ejecución del avance de obra actualizado.
2	El Departamento de ventas se apresura en entregar al departamento de ingeniería de proyectos los planos o datos sin darse cuenta de que están incompletos para diseñar las instalaciones adecuadas de aire acondicionado, ventilación y extracción.
3	Se presentan muchos tiempos muertos
4	Se presentan cambios en la ejecución de trabajos en campo
5	Los materiales no son entregados en tiempo y forma
6	La Dirección esta en disgusto con los servicios del Departamento de Ingeniería de Proyectos.
7	Se presentan conflictos desgastantes entre dirección y el departamento de ingeniería de proyectos.
8	Existe falta de liquidez al transcurso de la obra
9	Los diseños presentan algunas modificaciones durante la ejecución de la obra que alteran el volumen de material estimado.
10	No hay una comunicación eficiente y eficaz entre DIR y DIP

Fuente: Información propia obtenida de la aplicación del cuestionario que se encuentra en el Apéndice 1.

Partiendo de los efectos indeseables se puede dar comienzo a la aplicación de las diferentes herramientas de la Teoría de Restricciones (TOC) para solucionar las restricciones políticas dentro del departamento de Ingeniería y Proyectos dentro de la Empresa Ingeniería de Frío de Hidalgo S.A de C.V.

CAPÍTULO 6

APLICACIÓN DEL TOC EN EL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y PROYECTOS.

*“Aprender sin pensar es inútil.
Pensar sin aprender, peligroso”
Confucio*

6.1 Introducción

El Capítulo es dedicado a la aplicación del TOC y su proceso del pensamiento para los problemas que presenta actualmente el Departamento de Ingeniería y Proyectos en la empresa Ingeniería del Frío de Hidalgo S.A. de C.V. Cada uno de los siguientes temas es la aplicación de las herramientas del proceso de pensamiento que expone la Teoría de Restricciones (TOC) para aliviar los síntomas y eliminar el problema desde su raíz. Estas herramientas guardan una secuencia y un orden estricto. El análisis no alcanzará el éxito en el caso de omitir alguna herramienta puesto que cada una depende de otra para responder a las siguientes preguntas ¿Qué cambiar?, ¿Hacia qué cambiar? y ¿Cómo causar el cambio?

Es de importancia mencionar que se requiere de paciencia e intuición para completar cada paso necesario al logro del objetivo principal que es Ganar aun más Dinero para la empresa para satisfacer las necesidades que le rodean.

La verificación de validez de las herramientas y los elementos de la relación causa-efecto ya vistos en el capítulo 4, serán de ayuda para no desviar los esfuerzos a destinos que están lejos del objetivo principal.

Por medio de un cuestionario (Apéndice 1) se pudo detectar donde se encontraban los síntomas que serán llamados desde este momento Efectos Indeseables (Eides) (mencionados en el capítulo 4), de los cuales se partirá para aplicar las herramientas de la Teoría de Restricciones y encontrar las soluciones para que el departamento de Ingeniería y Proyectos funcione adecuadamente.

6.2 Aplicación del Árbol de la Realidad Actual [ARA] (Current Reality Tree -CRT-)

A partir de los efectos indeseables mencionados en el capítulo 4, se construye el Árbol de Realidad Actual ya que de acuerdo a la Teoría de Restricciones es el primer paso para verificar el estado actual del sistema y visualizar mejor las interacciones entre los síntomas y sus causas, dando por resultado los problemas raíz que dan existencia a los efectos indeseables.

La figura 6.1 muestra la construcción detallada del Árbol de la Realidad Actual, es importante hacer mención que para una mejor comprensión del árbol su lectura deberá ser realizada de abajo hacia arriba y con un sentido lógico de causa – efecto.

FIGURA 6.1

Árbol de la Realidad

Actual (ARA)

En la figura 6.1 se observan entidades en color azul que representan los efectos indeseables, las entidades en color negro representan las situaciones que anteceden los efectos indeseables, las entidades en color rojo son los problemas o causa raíz.

Analizando el primer problema raíz (PR-1) en donde se menciona que “el Departamento de Ingeniería y Proyectos carece de una logística óptima, definida y bien estructurada”, se tiene como consecuencia tres ramas principales. La primera rama expresa la situación donde el Departamento de Ingeniería y Proyectos no se apoya con una metodología para desarrollar un reporte actualizado de la obra, por lo que éste requiere de más tiempo para realizarlo y no es entregado a tiempo (Eide 1) repercutiendo así al cliente que a su vez no realiza los pagos correspondientes por lo que a la empresa le falta liquidez para continuar la obra (Eide 8), la empresa a su vez no autoriza a tiempo los recursos y a causa de esto los materiales no son entregados a tiempo (Eide 5), por lo que los trabajadores no pueden realizar el trabajo en el tiempo previsto, ocasionando tiempos muertos (Eide 3). A su vez el cliente no queda satisfecho y la empresa genera gastos adicionales e innecesarios. Lo anterior trae como consecuencia una disminución de las utilidades, provocando disgustos entre el departamento de Ingeniería y Proyectos y la Dirección de la empresa (Eide 6), así como conflictos entre ambas partes (Eide 7).

La segunda rama del PR- 1 refleja que no existe un reglamento definido en donde los trabajadores se guíen, por lo que se basan en su criterio para desarrollar los trabajos. Esto provoca que se tenga el riesgo de que los trabajos no sean aceptados por el cliente y se presenten cambios en la ejecución de la instalación (Eide 4). En este punto se puede apreciar que existe un enlace con una de las dos ramas del PR-2, donde se especifica que “es insuficiente la capacitación para el Departamento de Ingeniería y Proyectos y el Departamento de Ventas” en la cual se origina que el Departamento de Ventas no entregue los datos y planos completos para llevar un adecuado diseño en la instalación de Aire Acondicionado, Ventilación y Extracción, por lo que el Departamento de Ingeniería y Proyectos tiene que hacer un estudio sin analizar todos los pormenores en el lugar donde se requieren los trabajos dando mayor probabilidad a que el diseño no sea apto para la necesidad del cliente. Esto a su vez hace que los diseños sean modificados durante la ejecución de la obra variando los volúmenes de materiales estimados y cambiando la

ejecución del trabajo conectando nuevamente al Eide 4, que da paso al Eide 5, Eide 3, Eide 6, y Eide 7, explicados anteriormente.

La última rama del PR - 1 da origen a que la Departamento de Ingeniería y Proyectos no tenga una reunión previa con los clientes para definir detalles dando como consecuencia que los obreros no sean informados de estos, teniendo el riesgo de que los trabajos realizados no sean aceptados por el cliente presentando cambios en la ejecución del trabajo Eide 4 y recaemos sucesivamente hasta el Eide 7.

La última rama del PR - 2 involucra que el Departamento de Ingeniería y Proyectos y los trabajadores no estén bien preparados por lo que desconocen como deben ejecutarse los trabajos dando pie a que estos no se realicen para no cometer errores, presentando tiempos muertos (Eide 3) y sucesivamente se originan los efectos indeseables hasta el punto máximo del árbol que es Eide 7.

En la figura 6.1 se observan líneas punteadas que representa un ciclo (loop), estos a su vez manifiestan que un problema es alimentado con frecuencia haciendo que este se haga cada vez mayor y en este caso ocasionan:

- La falta de liquidez de la obra (Eide 8).
- Que los materiales no sean entregados en tiempo y forma (Eide 5).
- Que se presenten con frecuencia tiempos muertos (Eide 3).

De acuerdo a la teoría de restricciones se ha verificado que todas las entidades señaladas como efectos indeseables se han conectado por medio de la lógica de causa – efecto, constatando que los problemas raíces son los que alimentan y dan presencia a todos los efectos indeseables

Con la construcción del Árbol de la Realidad Actual (ARA) se han identificado que en realidad los efectos indeseables mencionados anteriormente existen dentro del departamento y que son efecto de los problemas raíz, dando respuesta a la primer pregunta ¿Qué cambiar?

Es indispensable hacer mención que la construcción del Árbol de la Realidad Actual es una etapa importante puesto que en esta se requiere de un análisis minucioso y constante en las relaciones de causa - efecto de los problemas que enfrenta el departamento de estudio sin perder el rumbo del problema, se recomienda de igual forma que el análisis se lleve de acuerdo a la situación presente.

6.3 Aplicación de la Nube de Conflicto [NC] (Evaporating Cloud –EC-).

Teniendo como antecedente el Árbol de la Realidad Actual, donde se visualiza el sistema actual del Departamento de Ingeniería y Proyectos, se detectaron dos problemas raíces que alimentan con frecuencia los efectos indeseables.

La Nube de Conflicto busca encontrar las soluciones ideales a los problemas raíces, aportando inyecciones (soluciones) que darán paso a establecer una relación de ganar - ganar entre las posiciones donde se encuentre algún conflicto. Esto ayudará a determinar claramente el objetivo deseado a lo opuesto del problema raíz, destacando aquellos requisitos que son esenciales para lograr el objetivo, poniendo en enfrentamiento directo los deseos con las necesidades para lograrlo.

En la figura 6.2 se muestra la construcción detallada de la Nube de Conflicto para dar solución al problema raíz No. 1 (PR - 1), en donde el Departamento de Ingeniería y Proyectos (DIP) carece de una logística óptima, definida y bien estructurada.

En la figura 6.3 se muestra la construcción detallada de la Nube de Conflicto para dar solución al problema raíz No. 2 (PR - 2), en donde es insuficiente la capacitación para el Departamento de Ingeniería y Proyectos (DIP) y el Departamento de Ventas (DVT).

PR-01: DIP carece de una logística óptima, definida y bien estructurada.

FIGURA 6.2

Nube de conflicto

(NC)

PR-02: Es insuficiente la capacitación para DIP y DVT

FIGURA 6.3

Nube de conflicto

(NC)

En la figura 6.2 se observa el diagrama de la Nube de Conflicto del PR- 1, donde las entidades en color morado son las inyecciones, las entidades de color verde representan los requisitos (necesidades), las entidades en color guinda representan los pre – requisitos (deseos), y la entidad en color rojo representa el objetivo común o lo opuesto al problema raíz.

Como se puede apreciar existe un conflicto entre el Departamento de Ingeniería y Proyectos y la Dirección. El Departamento de Ingeniería y Proyectos postula su deseo o pre – requisito de solicitar la autorización de recursos para la adquisición de materiales, cubriendo la necesidad de que se deben ejecutar los trabajos sin presentar tiempos muertos durante la obra y por otra parte la Dirección postula su deseo o pre – requisito de no autorizar a tiempo recursos para la adquisición de materiales cubriendo la necesidad o requisito de no lastimar la utilidad de la empresa con gastos adicionales.

Para ambas partes existe un objetivo común que es que el Departamento de Ingeniería y Proyectos cuente con una logística óptima, definida y bien estructurada.

El conflicto es muy notorio entre el Departamento de Ingeniería y Proyectos y la Dirección, ya que el primero solicita materiales y el segundo no los autoriza, por lo que se sugieren las siguientes inyecciones (soluciones)

Inyección 1 (Iny - 1): El Departamento de Ingeniería y Proyectos debe emitir un reporte completo, entendible, conciso y profesional en tiempo y forma para la Dirección y el cliente.

Inyección 2 (Iny - 2): El Departamento de Ingeniería y Proyectos debe apoyarse de un sistema para medir y determinar el rendimiento de la mano de obra en las principales operaciones.

Inyección 3 (Iny - 3): El Departamento de Ingeniería y Proyectos debe realizar una programación anticipada y precisa para la adquisición de materiales, ejecución de los trabajos y cobro del avance de la obra.

Inyección 4 (Iny - 4): El Departamento de Ingeniería y Proyectos debe asegurarse de tener una metodología de recopilación de datos para el reporte de la situación financiera y avance de obra.

La figura 6.3 muestra el diagrama de la Nube de Conflicto del PR-1, donde las entidades en color morado son las inyecciones, las entidades de color verde representan los requisitos (necesidades), las entidades en color guinda representan los pre – requisitos (deseos), y la entidad en color rojo representa el objetivo común o lo opuesto al problema raíz. En la figura puede observarse la existencia de un conflicto entre el Departamento de ingeniería y proyectos y el Departamento de ventas.

El Departamento de Ventas postula el deseo o pre requisito de apresurarse en entregar los planos y datos sin darse cuenta que son incompletos para diseñar una instalación adecuada de aire acondicionado, extracción y ventilación cubriendo su necesidad o requisitos de entregar con rapidez la propuesta al cliente y conseguir la venta. Por otra parte el Departamento de Ingeniería y Proyectos postula el deseo o pre requisito de diseñar suponiendo datos que no fueron entregados por el Departamento de Ventas para no perder tiempo satisfaciendo la necesidad o requisito de entregar una propuesta rápida para el cliente.

Ambas partes tienen un objetivo común donde la capacitación es suficiente para el Departamento de ingeniería y proyectos y el Departamento de Ventas siendo el opuesto al problema raíz, por lo que se sugieren las siguientes inyecciones.

Inyección 5 (Iny 5): El Departamento de Ingeniería y Proyectos debe proporcionar capacitación al Departamento de Ventas para dar a conocer los puntos indispensables para obtener un diseño apto y preciso.

Inyección 6 (Iny 6): Se debe asegurar de que el Departamento de Ventas proporcione al Departamento de Ingeniería y Proyectos los planos y datos completos para diseñar una instalación de aire acondicionado, ventilación y extracción adecuada para la necesidad del cliente.

Inyección 7 (Iny 7): El Departamento de Ingeniería y Proyectos se apoya de un programa de cálculo para disminuir el tiempo del proceso y proponer diseños en menor tiempo.

Estos dos diagramas muestran un análisis sistémico de los problemas raíces, que hasta el momento la empresa no ha podido resolver por lo que son claves para transformar los efectos indeseables en efectos deseables.

Se recomienda que en esta etapa del análisis la solución que se ha encontrado sea el resultado de todos los enfoques que contribuyen a la situación actual del problema en caso contrario se sugiere realizar un nuevo estudio para llegar a la solución donde las dos partes en conflicto obtengan lo que buscan es decir, una relación ganar – ganar.

6.4 Aplicación del Árbol de la Realidad Futura [ARF] (Future Reality Tree –FRT-)

Una vez aplicado el Árbol de la Realidad Actual y la Nube de Conflicto en donde se han localizado los problemas raíz y se han proporcionado algunas propuestas de solución (inyecciones) para poder predecir un resultado eficaz al aplicarlas, se puede construir el Árbol de la Realidad Futura, que servirá para identificar que las inyecciones sean lo suficientemente adecuadas para resolver el conflicto apoyándose de inyecciones adicionales (en caso de ser necesarias) que logran el resultado deseado. Con esta técnica se puede responder la pregunta ¿Hacia donde cambiar?

En la figura 6.4 se muestra la construcción detallada del Árbol de la Realidad Futura, es importante hacer mención que para una mejor comprensión del árbol su lectura deberá ser realizada de abajo hacia arriba y con un sentido lógico de causa – efecto.

FIGURA 6.4

Arbol de la Realidad Futura (ARF)

En la figura 6.4 se observa el Árbol de la Realidad Futura en donde las entidades de color verde representan los efectos deseables, las entidades en color anaranjado representan las inyecciones, las entidades en color rosa representan las inyecciones adicionales.

Las inyecciones propuestas por los diagramas de la Nube de Conflicto deben priorizarse anunciando que inyecciones deberán ser llevadas a cabo en cierto orden para transformar los Efectos Indeseables (Eides) por Efectos Deseables Efdes.

Si el Departamento de Ingeniería y Proyectos tiene como apoyo un sistema para medir y determinar el rendimiento de la mano de obra y las principales operaciones (Iny-2) y se asegura de contar con una metodología de recopilación de datos necesarios para el reporte de la obra (Iny 4), entonces el departamento realizará una programación anticipada y precisa para la adquisición de materiales, ejecución de trabajo y cobro de la obra (Iny 3), posibilitando que este departamento pueda emitir un reporte completo, entendible, conciso y profesional en tiempo y forma para la Dirección y el Cliente (Iny 1), propiciando a que a la Dirección le llegue a tiempo el reporte de ejecución y avance de la obra actualizado (Efde-1), y esto a su vez provocará una comunicación eficiente y eficaz entre el Departamento de ingeniería y proyectos y la Dirección (Efde 10).

De esta manera el cliente recibe el reporte en tiempo y forma y realizara los pagos correspondientes al avance, originando que la empresa cuente con la liquidez necesaria (Efde-8), del mismo modo los materiales serán entregados a tiempo (Efde-5) y de esta manera no se presentan tiempos muertos en la ejecución de la obra (Efde-3), teniendo un avance significativo sin afectar la utilidad económica de la empresa, y entonces la Dirección estará satisfecha con los servicios de el Departamento de Ingeniería y Proyectos (Efde 6).

Si la Dirección esta satisfecha con los servicios del Departamento de Ingeniería y Proyectos (Efde-6), y el departamento busca programas de capacitación apropiados a la necesidad actual para mejorar el proceso (Inya 5), y la Dirección esta convencida de las ventajas que ofrece el programa de capacitación (Inya 6), darán origen a que el Departamento de Ingeniería y Proyectos sea apoyado con mejor capacitación en la planeación y manejo de programas con el fin de optimizar las tareas actuales (Inya-4). Así

el Departamento de Ingeniería y Proyectos contará con mejores herramientas de trabajo que ayudarán a llevar a cabo una programación anticipada y precisa para la adquisición de materiales, ejecución de trabajos y manejo de obra (Iny-3) cerrando con esto un ciclo (Loop) para el beneficio del objetivo.

Existiendo un reglamento bien definido para la ejecución de la obra (Inya 1) se dará lugar a que el Departamento de Ingeniería y Proyectos asegure definir los detalles previos al inicio de la ejecución de la obra con el cliente, dando origen a que los trabajadores conozcan los detalles previos puesto que el Departamento de Ingeniería y Proyectos debe proporcionar los mismos respecto al diseño de instalación de Aire acondicionado, Ventilación y Extracción (Inya-2). Lo anterior da lugar a que los trabajadores puedan trabajar sin el riesgo de que el cliente no acepte los trabajos, por lo que los diseños y volúmenes de materiales no presenten cambios en la ejecución de la obra (Efde -9), dando efecto a que no exista cambio alguno en la ejecución de los trabajos en el campo (Efde-4), asegurando que el Departamento de Ingeniería y Proyectos y la dirección sigan respetando el programa de adquisiciones y avance, ocasionando el Efde 5, y a si sucesivamente hasta la Iny-3.

Por otra parte si el Departamento de Ingeniería y Proyectos proporciona capacitación para que el Departamento de Ventas conozca los puntos necesarios para tener un diseño adecuado y preciso (Iny 5), y se asegura de que todos los datos que proporcione el Departamento de Ventas estén completos (Iny 6), entonces el departamento de Ventas cumplirá con la información adecuada al departamento de Ingeniería y Proyectos y este podrá realizar el diseño de instalación adecuado (Efde 2). Además si el Departamento de Ingeniería y Proyectos se apoya en un programa de calculo para disminuir el tiempo de procedimientos y proponer diseños apropiados en menor tiempo (Iny7) dará efecto a que este se estudie y analice con precisión el lugar de ejecución de los trabajos dando mayor probabilidad a que los empleados puedan trabajar sin riesgo de que no sea aceptado, ocasionando que el diseño y volúmenes de materiales no presenten cambios en la ejecución de la obra (Efde 9), contribuyendo así a que no existan modificaciones en la elaboración del trabajo (Efde 4), y así sucesivamente (Efde 5) hasta (Iny 3).

Una vez aplicado el Árbol de la Realidad Futura, se tendrá una visión mas global de los efectos que surgirán al implantar las soluciones propuestas con la nube de conflicto, dentro de esta etapa se reflejan que inyecciones adicionales son necesarias para llegar a los efectos deseables.

Se recomienda que en esta etapa el análisis se enfoque a todas las posibles soluciones y adecuaciones que se necesitaran para implementar los cambios, es importante resaltar que las soluciones deben ser lo mas explicitas para que den paso a que las acciones que se implementen sean las adecuadas para causar el cambio.

6.4.1 Aplicación de las Ramas Negativas [RN] (Negative Branches)

Las ramas negativas son efectos perjudiciales que pueden sabotear la implementación de las inyecciones por lo cual es necesario tomarlas en cuenta. Una vez aplicado el Árbol de la Realidad Futura es necesario descubrir las ramas negativas para pulir todos los pormenores de la implementación de las inyecciones.

En la figura 6.5 se muestra la construcción detallada de las ramas negativas del Árbol de la Realidad Futura donde las entidades de color anaranjado representan las inyecciones, las entidades de color rosa representan las inyecciones adicionales, las entidades de color violeta son las ramas negativas

En la figura se pueden apreciar las ramas negativas de cada inyección. Posteriormente en las siguientes tablas se especificará cada una de las inyecciones y todas las posibles ramas negativas asociadas a ellas.

Dentro del análisis para determinar las ramas negativas es necesario detallar todo lo que puede influir para lograr la solución deseada sin afectarla.

FIGURA 6.5

Ramas Negativas

(RN)

Tabla 6.1 Ramas Negativas de la Inyección 1

Inyección 1 (Iny-1): El Departamento de Ingeniería y Proyectos debe emitir un reporte completo, entendible, conciso y profesional en tiempo y forma para la Dirección y el cliente.	
RN-1	Que el reporte propuesto al no ser presentado con anticipación a la Dirección y el Departamento de ingeniería y proyectos, ocasionara que haya un desentendimiento de quienes hagan el uso del mismo.
RN-2	La Dirección y el Departamento de ingeniería y proyectos no están informados de las ventajas de usar el reporte.
RN-3	EL llenado de datos del formato es complicado.
RN-4	El reporte no está bien diseñado para su entendimiento.
RN-5	Los datos no son recabados con información real.

Fuente: Elaboración propia basado en información obtenida de la empresa Ingeniería del Frío de Hidalgo S. A. de C. V.

Tabla 6.2 Ramas Negativas de la Inyección 2

Inyección 2 (Iny-2): El Departamento de Ingeniería y Proyectos debe apoyarse de un sistema para medir y determinar el rendimiento de la mano de obra en las principales operaciones.	
RN-6	El Departamento de ingeniería y proyectos no está consiente de las grandes ventajas que ofrece al conocer los rendimientos de mano de obra de las operaciones.
RN-7	Que el formato no esté lo suficientemente verificado para recabar los datos necesarios.
RN-8	La metodología para medir los rendimientos no este suficientemente afinada ni determinada.

Fuente: Elaboración propia basado en información obtenida de la empresa Ingeniería del Frío de Hidalgo S. A. de C. V.

Tabla 6.3 Ramas Negativas de la Inyección 3

Inyección 3 (Iny-3): El Departamento de Ingeniería y Proyectos debe hacer una programación anticipada y precisa para la adquisición de materiales para la ejecución de los trabajos y el manejo de obra.	
RN-9	Que la metodología de la programación no este bien definida.
RN-10	Los datos que solicita la planeación no son reales.
RN-11	Que la Dirección y el Departamento de Compras no respeten la programación por que desconocen los beneficios.

Fuente: Elaboración propia basado en información obtenida de la empresa Ingeniería del Frío de Hidalgo S. A. de C. V.

Tabla 6.4 Ramas Negativas de la Inyección 4

Inyección 4 (Iny-4): El Departamento de Ingeniería y Proyectos debe asegurarse de tener una metodología de recopilación de datos necesarios para el reporte de la situación financiera y ejecución de la obra.	
RN-12	Que a la metodología de recopilación de datos le falte afinación.
RN-13	Que el formato de recopilación de datos no este analizado ni aprobado.

Fuente: Elaboración propia basado en información obtenida de la empresa Ingeniería del Frío de Hidalgo S. A. de C. V.

Tabla 6.5 Ramas Negativas de la Inyección 5

Inyección 5 (Iny-5): El Departamento de Ingeniería de Proyectos debe proporcionar capacitación al Departamento de Ventas para dar a conocer los puntos indispensables para obtener un diseño apropiado y preciso.	
RN-14	Que el formato de recopilación de datos para el diseño no este definido por el Departamento de ingeniería de proyectos.
RN-15	Que el Departamento de ventas desconozca la importancia indispensable de llenar el formato de recopilación de datos.

Fuente: Elaboración propia basado en información obtenida de la empresa Ingeniería del Frío de Hidalgo S. A. de C. V.

Tabla 6.6 Ramas Negativas de la Inyección 6

Inyección 6 (Iny-6): Asegurarse de que el Departamento de Ventas proporcione al Departamento de Ingeniería y Proyectos los planos y datos completos para diseñar una instalación adecuada para la necesidad del cliente.	
RN-16	Que el Departamento de Ventas no procure solicitar los datos necesarios al cliente.
RN-17	Que el Departamento de Ventas no esta consiente de la importancia de entregar los datos y/o planos completos.

Fuente: Elaboración propia basado en información obtenida de la empresa Ingeniería del Frio de Hidalgo S. A. de C. V.

Tabla 6.7 Ramas Negativas de la Inyección 7

Inyección 7 (Iny-7): El Departamento de Ingeniería y Proyectos se apoya de un programa de cálculo para disminuir el tiempo de proceso y proponer diseños en menor tiempo.	
RN-18	Que el Departamento de ingeniería de proyectos no tenga los prototipos de diseño de los diferentes equipos.
RN-19	Que la Dirección no invierta en un software para cálculo debido a que desconoce las ventajas de aplicarlo.
RN-20	Que el Departamento de ingeniería de proyectos no este capacitado para manejar el programa.

Fuente: Elaboración propia basado en información obtenida de la empresa Ingeniería del Frio de Hidalgo S. A. de C. V.

Tabla 6.8 Ramas Negativas de la Inyección Adicional 1

Inyección A1 (Inya-1): Existe un reglamento definido para la ejecución de obra	
RN-21	Que los departamentos que interactúan con el Departamento de ingeniería de proyectos hagan caso omiso al reglamento por que la Dirección no ha formalizado el mismo.
RN-22	Que al reglamento no se le de la difusión necesaria por parte de el Departamento de ingeniería de proyectos y la Dirección.

Fuente: Elaboración propia basado en información obtenida de la empresa Ingeniería del Frio de Hidalgo S. A. de C. V.

Tabla 6.9 Ramas Negativas de la Inyección Adicional 2

Inyección A2 (Inya-2): El Departamento de Ingeniería y Proyectos debe proporcionar todos los detalles constructivos de diseño de la instalación previo a la ejecución de la obra.	
RN-23	Que no se tengan con anticipación los dibujos para detalles constructivos.
RN-24	Que el departamento de Ingeniería y Proyectos desconozca el campo y las condiciones para proponer el mejor detalle constructivo.
RN-25	Que llegue a faltar el compromiso entre el departamento de Ingeniería y Proyectos, la Dirección y los trabajadores de reunirse previo a la ejecución de la obra.

Fuente: Elaboración propia basado en información obtenida de la empresa Ingeniería del Frío de Hidalgo S. A. de C. V.

Tabla 6.10 Ramas Negativas de la Inyección Adicional 3

Inyección A3 (Inya-3): El Departamento de Ingeniería y Proyectos debe definir los detalles previos al inicio de la obra al cliente	
RN-26	Que no se tenga con anticipación la reunión entre el Departamento de ingeniería de proyectos y el cliente.
RN-27	Que el cliente no proporcione los detalles constructivos.

Fuente: Elaboración propia basado en información obtenida de la empresa Ingeniería del Frío de Hidalgo S. A. de C. V.

Tabla 6.11 Ramas Negativas de la Inyección Adicional 4

Inyección A4 (Inya-4): El Departamento de Ingeniería y Proyectos es apoyado con mejor capacitación en la planeación y nuevo software para optimizar las tareas actuales.	
RN-28	Que el Departamento de Ingeniería y Proyectos no este convencido de las ventajas que ofrece la planeación por lo que no pone empeño a dominar la metodología.
RN-29	Que los datos indispensables para la planeación no sean reales.
RN-30	Que la metodología para la planeación no este bien estructurada y definida.

Fuente: Elaboración propia basado en información obtenida de la empresa Ingeniería del Frío de Hidalgo S. A. de C. V.

Tabla 6.12 Ramas Negativas de la Inyección Adicional 5

Inyección A5 (Inya-5): El Departamento de Ingeniería y Proyectos debe encontrar programas e instituciones de capacitación adecuada a las necesidades actuales del Departamento de ingeniería de proyectos.	
RN-31	Que los programas de capacitación no sean lo suficiente aptas para satisfacer la necesidad.
RN-32	Que no exista apoyo por parte de la Dirección para absorber el costo de capacitación.
RN-33	Que no exista la oportunidad para tomar la capacitación por tener trabajo atrasado.

Fuente: Elaboración propia basado en información obtenida de la empresa Ingeniería del Frío de Hidalgo S. A. de C. V.

Tabla 6.13 Ramas Negativas de la Inyección Adicional 6

Inyección A6 (Iny-6): La Dirección debe estar convencida de las ventajas que ofrece el programa de capacitación.	
RN-34	Que la Dirección no esté bien informada de las ventajas y oportunidades que ofrecen los programas de capacitación.
RN-35	Que la Dirección no esté comprometida para invertir en la capacitación del Departamento de ingeniería de proyectos.

Fuente: Elaboración propia basado en información obtenida de la empresa Ingeniería del Frío de Hidalgo S. A. de C. V.

Tabla 6.14 Ramas Negativas de la Inyección Adicional 7

Inyección A7 (Inya-7): La Dirección debe conocer con perfección como debe leer el reporte de avance y financiero.	
RN-36	Que la capacitación dirigida a la Dirección no sea la adecuada.
RN-37	Que el reporte no tenga un diseño apropiado para comunicar la información necesaria.

Fuente: Elaboración propia basado en información obtenida de la empresa Ingeniería del Frío de Hidalgo S. A. de C. V.

Tabla 6.15 Ramas Negativas de la Inyección Adicional 8

Inyección A8 (Inya-8): Promover una vez por semana una reunión entre la Dirección y el Departamento de Ingeniería y Proyectos, para comunicar los avances y detalles necesarios que han surgido durante la semana.	
RN-38	Que la Dirección y el departamento de Ingeniería y Proyectos no respeten lo acordado por la falta de entendimiento de las ventajas que ofrece la reunión.

Fuente: Elaboración propia basado en información obtenida de la empresa Ingeniería del Frio de Hidalgo S. A. de C. V.

6.5 Aplicación del Árbol de Pre – Requisitos [APR] (Prerequisite Reality Tree –PRT-)

Al conocer los efectos negativos (ramas negativas) de aplicar las inyecciones en el Árbol de la Realidad Futura, se está en condiciones de observar que situaciones provocarían el fracaso de implementar las soluciones, así que es importante enfocarse en atacar todos estos efectos negativos sin dejar desapercibido alguno de estos y afinarlos en su momento.

Para poder afirmar que las inyecciones deberán ser aplicadas primero, se construye el Árbol de Pre-Requisitos, donde se pueden determinar las acciones que podrán llevar de los obstáculos (ramas negativas) a los objetivos intermedios (soluciones previas para llegar a la inyección principal). Al aplicar esta técnica se podrá definir la tercera pregunta ¿Cómo promover el cambio?.

En la figura 6.6 se muestra la construcción detallada del Árbol de Pre-Requisitos, es importante hacer mención que para una mejor comprensión del árbol su lectura deberá ser realizada de abajo hacia arriba y con un sentido lógico de causa – efecto.

En la figura 6.6 se observa el Árbol de Pre- Requisitos donde las entidades de color anaranjado representan las inyecciones, las entidades en color rosa representan las inyecciones adicionales, las entidades en color violeta representan los obstáculos, las entidades en color azul marino representan los objetivos intermedios.

FIGURA 6.6

Árbol de

Prerrequisitos (APR)

Tabla 6.16 Pre requisitos para Inyección 1.

Inyección 1 (Iny-1): El Departamento de Ingeniería y Proyectos debe emitir un reporte completo, entendible, conciso y profesional en tiempo y forma para la Dirección y el cliente.			
Obstáculo	Objetivo intermedio	Acciones	Persona a cargo *
Obs-1 Los datos no son recabados con información real.	OI-1 Los datos son recabados con información real.	Acc-1 Por medio de un informe responsabilizar a quien emita la información necesaria	PA
Obs-2 La Dirección y el Departamento de Ingeniería y Proyectos no están informados de las ventajas de usar el reporte.	OI-2 La dirección y el departamento de Ingeniería y Proyectos están informados de las ventajas de usar el reporte.	Acc-2 Llevar a cabo una presentación resaltando las ventajas de usar el reporte.	PA
Obs-3 Que el reporte propuesto al no ser presentado con anticipación a la Dirección y al Departamento de Ingeniería y Proyectos, ocasiona que haya un desentendimiento de quienes hagan uso del mismo.	OI-3 El reporte propuesto es presentado con anticipación a la Dirección y al departamento de Ingeniería y Proyectos.	Acc-3 Programar la presentación del reporte	PA
Obs-4 El llenado de datos del formato es complicado.	OI-4 Que se facilite el llenado del formato.	Acc-4 Diseñar un formato de recopilación de datos de obra sencillo y completo.	PA
Obs- 5 El reporte no este bien diseñado para su entendimiento.	OI-5 Que el reporte sea sencillo para su entendimiento.	Acc-5 Diseñar un formato de reporte de datos de avance y financieros sencillo y completo.	PA

Fuente: Elaboración propia basada en información obtenida al aplicar el Árbol de Pre-Requisitos.

Tabla 6.17 Pre requisitos para Inyección 2.

Inyección 2 (Iny-2): El Departamento de Ingeniería y Proyectos debe apoyarse de un sistema para medir y determinar el rendimiento de la mano de obra en las principales operaciones.			
Obstáculo	Objetivo intermedio	Acciones	Persona a cargo
Obs-6 El Departamento de ingeniería y proyectos no esta consiente de las grandes ventajas que ofrece al conocer los rendimientos de mano de obra de las operaciones.	OI-6 El Departamento de ingeniería y proyectos esta consiente de las grandes ventajas que ofrece al conocer los rendimientos de mano de obra de las operaciones.	Acc-6 Preparar una presentación, resaltando las ventajas de conocer los rendimientos de mano de obra.	PA
Obs-7 Que el formato no este lo suficientemente verificado para recabar los datos necesarios.	OI-7 El formato está lo suficientemente verificado para recabar los datos necesarios.	Acc-7 Diseñar un formato para la recolección de datos para medir el rendimiento de la obra.	PA
Obs-8 La metodología de medir los rendimientos no este suficientemente afinada ni determinada.	OI-8 La metodología de medir los rendimientos está suficientemente afinada y determinada.	Acc-8 Determinar la metodología apropiada para medir el rendimiento de la mano de obra de las principales operaciones.	PA

Fuente: Elaboración propia basada en información obtenida al aplicar el Árbol de Pre-Requisitos.

* Persona que esta por ser asignada para llevar a cabo dicha actividad.

Tabla 6.18 Pre requisitos para Inyección 3.

Inyección 3 (Iny-3): El Departamento de ingeniería y proyectos debe hacer una programación anticipada y precisa para la adquisición de materiales para la ejecución de los trabajos y el manejo de obra.			
Obstáculo	Objetivo intermedio	Acciones	Persona a cargo
Obs-9 Los datos que solicita la planeación no son reales.	OI-9 Los datos que solicita la planeación son reales.	Acc-9 Formalizar por medio de un informe los datos necesarios que se requieren.	PA
Obs-10 Que la Dirección y el departamento de Compras no respeten la programación por que desconocen los beneficios.	OI-10 La Dirección y el Departamento de Compras respetan la programación por que conocen los beneficios.	Acc-10 Que los involucrados hagan un compromiso y firmen el programa de adquisición y ejecución.	PA
Obs-11 Que la metodología de la programación no este bien afinada.	OI-11 La metodología de la programación está bien afinada y definida.	Acc-11 Diseñar un formato para realizar la programación de las adquisiciones, ejecución y cobro.	PA

Fuente: Elaboración propia basada en información obtenida al aplicar el Árbol de Pre-Requisitos.

Tabla 6.19 Pre requisitos para Inyección 4.

Inyección 4 (Iny-4): Asegurarse de tener una metodología de recopilación de datos necesarios para el reporte de la situación financiera y ejecución de la obra.			
Obstáculo	Objetivo intermedio	Acciones	Persona a cargo
Obs-12 El formato de recopilación de datos no es el adecuado para la función.	OI-12 El formato de recopilación de datos es el adecuado para su función.	Acc-12 Diseñar un formato de recopilación de datos para el reporte de la situación financiera y ejecución de la obra, que sea el adecuado para facilitar dicha tarea.	PA
Obs-13 Que la metodología de recolección de datos le falte definición.	OI-13 La metodología de recolección de datos está bien definida.	Acc-13 La metodología de la recolección de datos se defina y se capacite a las personas para asegurar su entendimiento.	PA

Fuente: Elaboración propia basada en información obtenida al aplicar el Árbol de Pre-Requisitos.

Tabla 6.20 Pre requisitos para Inyección 5.

Inyección 5 (Iny-5): El Departamento de ingeniería de proyectos debe proporcionar capacitación al Departamento de Ventas para dar a conocer los puntos indispensables para obtener un diseño apropiado y preciso.			
Obstáculo	Objetivo intermedio	Acciones	Persona a cargo
Obs-14 Que el Departamento de Ventas desconozca la importancia indispensable de llenar el formato de recopilación de datos para el diseño.	OI-14 El Departamento de Ventas conoce todas las ventajas e importancia de llenar el formato de recopilación de datos para diseño.	Acc-14 Que el Departamento de Ingeniería y Proyectos realice una presentación tocando todos los puntos necesarios y resaltando las ventajas de llenar el formato para el diseño.	PA
Obs-15 Que el formato de recopilación de datos para el diseño no este definido por el Departamento de Ingeniería y Proyectos.	OI-15 El formato de recopilación de datos para el diseño está definido por el Departamento de Ingeniería y Proyectos.	Acc-15 El Departamento de Ingeniería y Proyectos debe proponer el formato de recolección de datos para el diseño.	PA

Fuente: Elaboración propia basada en información obtenida al aplicar el Árbol de Pre-Requisitos.

Tabla 6.21 Pre requisitos para Inyección 6.

Inyección 6 (Iny-6): Asegurarse de que el Departamento de Ventas proporcione al Departamento de Ingeniería de Proyectos los planos y datos completos para diseñar una instalación adecuada para la necesidad del cliente.			
Obstáculo	Objetivo intermedio	Acciones	Persona a cargo
Obs-16 Que el Departamento de Ventas no procure solicitar los datos necesarios al cliente.	OI-16 El Departamento de Ventas se asegura de solicitar los datos necesarios de acuerdo a la necesidad del cliente.	Acc-16 Que el Departamento de Ingeniería de Proyectos imponga el uso del formato para que el cliente lleve todas las especificaciones del lugar donde requiere el diseño.	PA
Obs-17 Que el Departamento no este consiente de la importancia de entregar los datos y planos completos.	OI-17 El Departamento de Ventas conoce la importancia de entregar los datos y planos completos.	Acc-17 Que el Departamento de Ingeniería y Proyectos explique las ventajas de que el cliente entregue la información completa.	PA

Fuente: Elaboración propia basada en información obtenida al aplicar el Árbol de Pre-Requisitos.

Tabla 6.22 Pre requisitos para Inyección 7.

Inyección 7 (Iny-7): El Departamento de Ingeniería de Proyectos se apoya de un programa de cálculo para disminuir el tiempo de proceso y proponer diseños en menor tiempo.			
Obstáculo	Objetivo intermedio	Acciones	Persona a cargo
Obs-18 Que el Departamento de Ingeniería y Proyectos no tenga los prototipos de diseño de equipos.	OI-18 El Departamento de Ingeniería y Proyectos cuenta con los prototipos de los equipos.	Acc-18 Realizar cada prototipo de diseño de los diferentes equipos que maneja la empresa.	PA
Obs-19 Que el Departamento de Ingeniería y Proyectos no esta capacitado para manejar el programa de cálculo.	OI-19 El Departamento de Ingeniería y Proyectos esta capacitado para manejar el programa de cálculo.	Acc-19 Que el Departamento se asegure de tomar la capacitación adecuada para el uso del programa de cálculo.	PA
Obs-20 Que la Dirección no invierta en un programa para el cálculo debido a que desconoce las ventajas de aplicarlo.	OI-20 La Dirección invierte en un programa para el cálculo ya que conoce las ventajas de aplicarlo.	Acc-20 A la Dirección se le deben dar a conocer las ventajas de emplear la herramienta asegurándose de su efectividad.	PA

Fuente: Elaboración propia basada en información obtenida al aplicar el Árbol de Pre-Requisitos.

Tabla 6.23 Pre requisitos para Inyección Adicional 1.

Inyección A1 (Inya-1): Existe un reglamento definido para la ejecución de obra			
Obstáculo	Objetivo intermedio	Acciones	Persona a cargo
Obs-21 Que los departamentos que interactúan con el Departamento de Ingeniería y Proyectos hagan caso omiso al reglamento porque la Dirección no ha formalizado el mismo.	OI-21 Los departamentos que interactúan con el Departamento de Ingeniería y Proyectos respetan el reglamento porque la Dirección ya lo ha formalizado.	Acc-21 Decir el reglamento para la ejecución de obra y que la Dirección lo promueva y lo autorice.	PA
Obs-22 Que al reglamento no se le de la difusión necesaria por el Departamento de Ingeniería y Proyectos y la Dirección.	OI-22 Al reglamento se le da la difusión adecuada por el Departamento de Ingeniería y Proyectos y la Dirección	Acc-22 Hacer una planeación para difundir el reglamento.	PA

Fuente: Elaboración propia basada en información obtenida al aplicar el Árbol de Pre-Requisitos.

Tabla 6.24 Pre requisitos para Inyección Adicional 2.

Inyección A2 (Inya-2): El Departamento de Ingeniería de Proyectos debe proporcionar todos los detalles constructivos de diseño de la instalación previo a la ejecución de la obra.			
Obstáculo	Objetivo intermedio	Acciones	Persona a cargo
Obs-23 Que llegue a faltar el compromiso entre el Departamento de Ingeniería y Proyectos, la Dirección y los trabajadores de reunirse previo a la ejecución de la obra.	OI-23 Existe el compromiso entre el Departamento de Ingeniería y Proyectos, la Dirección y los trabajadores de reunirse previo a la ejecución de la obra.	Acc-23 Que se programen las reuniones previas al inicio de obra, para discutir los pormenores.	PA
Obs-24 Que no se tengan con anticipación los dibujos de los detalles constructivos de la obra.	OI-24 Se tienen los dibujos de los detalles constructivos de la obra.	Acc-24 Recopilar, definir y dibujar los detalles constructivos necesarios para la obra.	PA
Obs-25 Que el Departamento de Ingeniería y Proyectos desconozca el lugar y las condiciones para proporcionar el mejor detalle constructivo.	OI-25 El Departamento de Ingeniería y Proyectos conoce el lugar y las condiciones y proporciona el mejor detalle constructivo	Acc-25 Se debe realizar una visita previa a la obra y una reunión con el cliente para definir los detalles constructivos.	PA

Fuente: Elaboración propia basada en información obtenida al aplicar el Árbol de Pre-Requisitos.

Tabla 6.25 Pre requisitos para Inyección Adicional 3.

Inyección A3 (Inya-3): El Departamento de Ingeniería de Proyectos debe definir los detalles previos al inicio de la obra con el cliente.			
Obstáculo	Objetivo intermedio	Acciones	Persona a cargo
Obs-26 Que no se tenga con anticipación la reunión del Departamento de Ingeniería y Proyectos con el cliente.	OI-26 Se realiza con anticipación la reunión del departamento de Ingeniería y Proyectos con el cliente.	Acc-26 Programar la reunión anticipada antes del inicio de obra para definir los detalles.	PA
Obs-27 Que el cliente no proporcione los detalles constructivos.	OI-27 El cliente proporciona los detalles constructivos.	Acc-27 El Departamento de Ingeniería y Proyectos debe emitir un oficio solicitando los detalles constructivos al cliente.	PA

Fuente: Elaboración propia basada en información obtenida al aplicar el Árbol de Pre-Requisitos

Tabla 6.26 Pre requisitos para Inyección Adicional 4.

Inyección A4 (Inya-4): El Departamento de Ingeniería de Proyectos es apoyado con mejor capacitación en la planeación y con nuevo software para optimizar las tareas actuales.			
Obstáculo	Objetivo intermedio	Acciones	Persona a cargo
Obs-28 Que los datos indispensables para la planeación no sean reales.	OI-28 Los datos proporcionados son reales.	Acc-28 Solicitar por medio de oficio la información necesaria a cada departamento para llevar a cabo la planeación real.	PA
Obs-29 Que el Departamento de Ingeniería y Proyectos no este convencido de las ventajas que ofrece la planeación por lo que no pone empeño a dominar la metodología.	OI-29 El Departamento de Ingeniería y Proyectos esta plenamente convencido de las ventajas que ofrece la planeación por lo que pone empeño a dominar la metodología.	Acc-29 Que al Departamento de Ingeniería y Proyectos se le de la capacitación para conocer las ventajas como la importancia de la planeación.	PA
Obs-30 Que la metodología para planeación no este bien estructurada y definida.	OI-30 La metodología de planeación esta definida y bien estructurada.	Acc-30 Definir los formatos y la logística para tener una planeación de requerimiento de materiales accesorios y equipos exitosa.	PA.

Fuente: Elaboración propia basada en información obtenida al aplicar el Árbol de Pre-Requisitos.

Tabla 6.27 Pre requisitos para Inyección Adicional 5.

Inyección A5 (Inya-5): Encontrar programas e instituciones de capacitación adecuada a las necesidades actuales del Departamento de ingeniería de Proyectos.			
Obstáculo	Objetivo intermedio	Acciones	Persona a cargo
Obs-31 Que no exista apoyo por parte de la Dirección para absorber los costos de la capacitación por que no esta convencido de invertir.	OI-31 Existe apoyo por parte de la Dirección para absorber los costos de la capacitación por que esta convencido de su funcionamiento.	Acc-31 Que la Dirección este convencido de las ventajas y bondades que ofrece la capacitación.	PA
Obs-32 Que los programas de capacitación no sean lo suficientemente adecuados para satisfacer la necesidad.	OI-32 Los programas de capacitación son lo suficientemente adecuados para satisfacer la necesidad.	Acc-32 El Departamento de Ingeniería y Proyectos debe buscar y seleccionar el programa de cursos junto con la Dirección analizando las ventajas y estar convencidos de adquirir la misma.	PA
Obs-33 Que no exista la oportunidad para tomar la capacitación por tener trabajo atrasado.	OI-33 Existe la oportunidad para tomar la capacitación por no tener trabajo atrasado	Acc-33 Delegar responsabilidades y trabajos para evitar tener trabajo atrasado.	PA

Fuente: Elaboración propia basada en información obtenida al aplicar el Árbol de Pre-Requisitos.

Tabla 6.28 Pre requisitos para Inyección Adicional 6.

Inyección A6 (Inya-6): La Dirección debe estar convencida de las ventajas que ofrece el programa de capacitación			
Obstáculo	Objetivo intermedio	Acciones	Persona a cargo
Obs-34 Que la Dirección no este bien informada de las ventajas que ofrecen los programas de capacitación.	OI-34 La Dirección esta bien informada de las ventajas que ofrecen los programas de capacitación.	Acc-34 Dar a conocer a Dirección las ventajas y oportunidades de la capacitación por medio de una presentación.	PA
Obs-35 Que la Dirección no este comprometida para invertir en la capacitación del departamento de Ingeniería y Proyectos.	OI-35 La Dirección esta comprometida para invertir en la capacitación del departamento de Ingeniería y Proyectos.	Acc-35 Que la organización que imparte la capacitación garantice la efectividad de llevarla a cabo.	PA

Fuente: Elaboración propia basada en información obtenida al aplicar el Árbol de Pre-Requisitos.

Tabla 6.29 Pre requisitos para Inyección Adicional 7.

Inyección A7 (Inya-7): La Dirección debe conocer con perfección como debe leer el reporte de avance y financiero			
Obstáculo	Objetivo intermedio	Acciones	Persona a cargo
Obs-36 Que la capacitación dirigida a la Dirección no sea la adecuada.	OI-36 La capacitación dirigida a la Dirección es la adecuada.	Acc-36 Hacer una presentación adecuada para el entendimiento del reporte financiero y ejecución de obra.	PA
Obs-37 Que el reporte no tenga el diseño apropiado para comunicar la información necesaria.	OI-37 El reporte tiene el diseño apropiado y comunica la información necesaria.	Acc-37 Diseñar un reporte adecuado y sencillo para proyectar el avance de ejecución y lo financiero.	PA

Fuente: Elaboración propia basada en información obtenida al aplicar el Árbol de Pre-Requisitos.

Tabla 6.30 Pre requisitos para Inyección Adicional 8.

Inyección A8 (Inya-8): Promover una vez por semana una reunión entre la Dirección y el Departamento de Ingeniería y Proyectos, para comunicar los avances y detalles necesarios que han surgido durante la semana.			
Obstáculo	Objetivo intermedio	Acciones	Persona a cargo
Obs-38 Que la Dirección y el Departamento de Ingeniería y proyectos no respeten el acuerdo, por la falta de entendimiento de las ventajas que ofrece la reunión.	OI-38 La Dirección y el Departamento de Ingeniería y Proyectos respetan el acuerdo, pues conocen las ventajas que ofrece la reunión.	Acc-38 Hacer un compromiso entre La Dirección y el departamento de Ingeniería y proyectos de efectuar la reunión cada semana.	PA

Fuente: Elaboración propia basada en información obtenida al aplicar el Árbol de Pre-Requisitos.

Se recomienda que al construir el Árbol de Prerrequisitos se defina la prioridad de cada una de las actividades para alcanzar los objetivos inmediatos superiores.

6.6 Aplicación del Árbol de la Transición [AT] (Transition Tree –TT-)

Una vez que se han aplicado las herramientas que anteceden al Árbol de Transición se ha concebido un plan de actividades y acciones que abrirán paso al éxito del análisis; donde se da prioridad a las soluciones para aplicarse conforme a las necesidades y que lleven a la solución del conflicto.

En la figura 6.7 se muestra la construcción detallada del Árbol de Transición, considerado también como un plan estratégico que obligara a cumplir las actividades que anteceden a cada uno de los objetivos intermedios, es importante hacer mención que para una mejor comprensión del árbol su lectura deberá ser realizada de abajo hacia arriba y con un sentido lógico de causa – efecto.

La construcción del Árbol de la Transición será la guía a seguir, pues describe cada paso a llevar a cabo siguiendo una secuencia correcta para alcanzar a transformar la situación actual hacia donde se quiere llegar.

El Árbol de la transición tiene la capacidad de evaluar paso a paso cada acción así que el no cumplimiento de una tarea impedirá pasar al otro nivel superior sin antes conseguir el objetivo intermedio antecesor.

Para esta herramienta conviene ser estricto en su seguimiento para lograr un cambio trascendente en la organización.

FIGURA 6.7

Arbol de Transición

(AT)

Es importante mencionar que todas las actividades están relacionadas y que si alguna de ellas se omite no se llegará al objetivo deseado. Por lo que es de suma importancia respetar el plan de ejecución que ofrece el Árbol de Transición.

CONCLUSIONES

Se puede concluir que este enfoque constituye una herramienta de pensamiento que ayuda a proyectar de manera significativa el implementar un cambio basándose en las preguntas: ¿Qué cambiar?, ¿Hacia qué cambiar? y ¿Cómo causar el cambio?. Promoviendo una mejora en las habilidades del Departamento de Ingeniería y Proyectos utilizando un modo innovador de soluciones prácticas e impactantes.

Cabe hacer mención que la aplicación de la herramienta para la liberación de las restricciones políticas se deriva de un análisis minucioso y detallado, aplicando la intuición y tratando de no desviar los esfuerzos del objetivo para solucionar los problemas raíces que se presentaban en dicho estudio.

Consideramos que al aplicar las alternativas de solución propuestas se pueden alcanzar en poco tiempo resultados considerables sin realizar grandes inversiones de tiempo, dinero y esfuerzo ya que TOC pone en la mira la causa medular de todos los males y si se inyectan de manera efectiva los esfuerzos y actividades necesarias se puede garantizar un cambio importante y acompañado del éxito.

También consideramos que esta herramienta es muy útil para todos aquellos empresarios que desean liberarse de las restricciones que impiden el avance de su empresa, pues esta técnica ha sido aplicada con gran éxito en diversos países y en muchos de los aspectos de la actividad empresarial.

Esta técnica fomenta la mejora continua y el reto por encontrar nuevas oportunidades haciendo partícipes a todo el personal que constituye una organización.

Cabe señalar que la aplicación de estas herramientas requiere de un análisis detallado y debe ser realizado en un sentido de causa efecto para que, de esta manera, el resultado que se obtenga sea el adecuado para eliminar y explotar las restricciones que se encontraron en el estudio.

La aplicación del TOC en los problemas de pensamiento demandan en gran medida una extensa información para lograr tener una mejor intuición sobre el caso de estudio por lo que proponemos sea bien analizada la problemática y todas sus variantes puesto que nos encontramos que al no ser bien empleada tendemos a visualizar algo que en este momento no esta funcionando en lugar de enfocarnos a los problemas reales.

De esta manera se sugiere que se evalúen en cada momento las entidades en relación causa efecto tomando en consideración que sean existentes sin llegar a ser suposiciones personales ya que esta última puede causar el fracaso de la construcción de cualquiera de los árboles y alejarnos de la realidad.

La ventaja de utilizar esta herramienta es que la aplicación de la metodología va detallada y tiene una estructura bien definida proporcionándonos soluciones prácticas y efectivas en la implementación, además que al finalizar la aplicación el árbol de transición nos muestra una solución y beneficios que pueden implementarse con éxito dentro de la empresa.

El aprendizaje y experiencia que nos deja la aplicación de TOC es que los sistemas no son tan complejos puesto que están interrelacionados en una estructura que explican el efecto del todo y que la mayor parte de los problemas son síntomas originados por uno o pocos problemas medulares que alimentan constantemente los síntomas .

La Teoría de Restricciones aporta un enfoque para liberar restricciones ya sean Físicas y/o Políticas y explorar nuevas capacidades ocultas dentro de una organización, para mejorar y optimizar los procesos operativos y de esta manera alcanzar un crecimiento en mejores niveles de competencia en un mercado exigente como el actual.

Por otra parte se quiere mencionar que la Teoría de Restricciones sigue evolucionando y su creador el Doctor Goldratt sigue en la búsqueda de nuevos enfoques que permitan realizar una reestructuración tomando bases de la gestión de proyectos, finanzas, desarrollo de nuevos productos, distribución y mercadotecnia.

Al término de este trabajo se cumple el objetivo de proporcionar un plan operativo detallado para ser aplicado en el Departamento de Ingeniería de Proyectos de la empresa Ingeniería del Frío de Hidalgo S.A. de C.V., promoviendo una mejora continua en los procesos administrativos del departamento, así como también proporcionar a los interesados un documento que expone de manera detallada la metodología y aplicación de la Teoría de Restricciones.

Para poder medir los resultados que se obtendrán es necesario aplicar los indicadores de medición de TOC señalados en capítulo 3, con base a la situación actual y la situación posterior a la aplicación del plan operativo, realizando un estudio comparativo para poder medir su rendimiento.

Es importante hacer mención que al realizar la adecuada aplicación de la Teoría de Restricciones se podrán romper las restricciones que presenta el departamento de Ingeniería y Proyectos de la empresa por lo cual se cumple con la hipótesis planteada.

La desventaja de aplicar la TOC es que la metodología demanda en gran instancia un análisis muy minucioso y detallado, que en algunas ocasiones provoca el suponer eventos que realmente no están sucediendo por lo cual puede desviar el objetivo a una situación irreal. Por lo que se recomienda que cada entidad sea evaluada y verificada en sentido de causa – efecto, en la situación actual.

La problemática que se tuvo al realizar la aplicación de la TOC en la Empresa únicamente fue saber como se encontraba organizada y estructurada para poder iniciar el estudio y la propuesta para su mejoramiento.

La elaboración de este trabajo aporta a los Ingenieros Industriales una metodología efectiva para la solución de problemas complejos en sistemas globales, impactando en gran medida los resultados en mediano plazo y en cualquier tipo de empresa y sin gran aportación de ingresos por lo cual no afecta el capital económico.

APÉNDICE 1

CUESTIONARIO DE DIAGNOSTICO

Dentro de este apartado podrán encontrar el cuestionario que fue aplicado a los empleados de la Empresa Ingeniería del Frío de Hidalgo S.A. de C.V., el cual sirvió como referencia para encontrar los puntos de mayor problemática dentro de la empresa.

Lea con atención las siguientes preguntas, trate de contestarlas lo más honestamente posible, recuerde que lo que conteste será confidencial y es con el fin de mejorar la empresa donde trabaja.

1) ¿De acuerdo al servicio que presta la empresa en la que usted labora considera que el cliente se encuentra totalmente satisfecho?	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> ¿Por que?
2) ¿Cual es el departamento que considera usted es el que con mayor frecuencia presenta problemas?	R= <input type="text"/>
3) ¿Cual considera usted el concepto de venta que mas ingresos aporta a la empresa?	R= <input type="text"/>

<p>4) ¿El área mencionada anteriormente cuenta con los procedimientos bien definidos para su funcionamiento?</p>	<p>Si <input type="checkbox"/></p>	<p>No <input type="checkbox"/> ¿Porque?</p>
<p>5) ¿El personal que labora en este departamento tiene conocimiento de las actividades que en el se desempeñan?</p>	<p>Si <input type="checkbox"/></p>	<p>No <input type="checkbox"/> ¿Porque?</p>
<p>6) ¿El personal se encuentra totalmente capacitado para desarrollar sus labores?</p>	<p>Si <input type="checkbox"/></p>	<p>No <input type="checkbox"/> ¿Porque?</p>
<p>7) ¿El departamento lleva a cabo sus trabajos de acuerdo al plan de trabajo que presento?</p>	<p>Si <input type="checkbox"/></p>	<p>No <input type="checkbox"/> ¿Porque?</p>
<p>8) ¿El departamento tiene plena disposición de los elementos para realizar sus trabajos y actividades?</p>	<p>Si <input type="checkbox"/></p>	<p>No <input type="checkbox"/> ¿Porque?</p>
<p>9) ¿Considera que existe una comunicación eficiente entre el departamento antes mencionado y los demás departamentos de la empresa?</p>	<p>Si <input type="checkbox"/></p>	<p>No <input type="checkbox"/> ¿Porque?</p>
<p>10) ¿En caso que no exista una comunicación eficiente a que factores le atribuye el problema?</p>	<p>R= <input style="width: 200px; height: 50px;" type="text"/></p>	

Gracias por responder.....

APÉNDICE 2

PROPUESTA DE FORMATOS

En este apéndice se muestran los formatos que se proponen a la empresa Ingeniería del Frío de Hidalgo S.A. de C.V. para realizar el mejoramiento de su Departamento de Ingeniería y Proyectos.



SOLICITUD DE DISEÑO

CV: Clave/Contador | OBRA

Cliente: _____ Anexo : _____ Folio : _____
Domicilio: _____ Ubicación de la obra: _____ Fecha: _____
Teléfono: _____ Vendedor: _____

DATOS

Aire acondicionado		Aire Lavado	Extracción	Ventilación	Refrigeración
Frio <input type="checkbox"/>	Caliente <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

◆ Numero de niveles del trabajo: 1 Nivel de 2 a 3 mas de 3
◆ Plafones del proyecto: Modular 60 * 60 cm Lizo Otro:
Especifique: _____

◆ Dimensiones entre lecho bajo de Estructura / Trabe y Plafon (cm) : _____

◆ Dimesiones del área: Largo (m): _____ Ancho (m): _____ Altura (m): _____

◆ Descripción del Área: _____

◆ Observaciones Criticas: _____



SOLICITUD DE DISEÑO

CV: Clave/Contador | OBRA

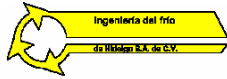
Cliente: _____	Anexo : _____	Folio : _____
Domicilio: _____	Ubicación de la obra: _____	Fecha: _____
Teléfono: _____	Vendedor: _____	

♣ Croquis

Realizó

Reviso

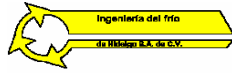
Autorizó



ADQUISICIÓN DE MATERIALES

Cliente : _____	Vendedor: _____	Número de Pedido: _____
Domicilio: _____	Fecha: _____	No. De Cotización: _____
Teléfono: _____		Folio: _____

EQUIPO	CARACTERÍSTICAS	Tiempo de Entrega	Fecha en la que se solicita	Unidad	Costo de Compra	Subtotal	Fecha de Autorización
0001	Aire Acondicionado						
0002	Extractor						
ACCESORIOS							
0003	Difusor						
0004	Rejilla para Inyección						
0005	Compuertas						
0006	Interruptor						
0007	Termostato						
0008	Estación de Botones						
0009	Arrancador Manual						
0010	Control de Presión						
MATERIALES							
0011	Aislamiento						
0012	Ducto Flexible						
0013	Cuello de Lona						
0014	Registro						
		Reguete Exp.					
		Soldadura					
		Fundere					
		Abrazaderas					
0015	TORNILLERIA	Lija					
		Adhesivo					
		Cinta Teflon					
		Salvas					
		Pernos					
		Vanilla Rosc.					
		Rondana					
		Unicanal					
		Mordaza					
		Angulo					
		Tuercas					
		Caj 18					
0016	Lámina Negra Galvanizada	Caj 20					
		Caj 22					
		Caj 24					
		Caj 26					
0017	Botaguas						
0018	Protección contra Intemperie						
0019	TOP 2000						
		No. 6					
		No. 8					
		No. 10					
0020	Cable	No. 12					
		No. 14					
		No. 16					
		No. 18					
		2X8					
0021	Cable	2X10					
		2X12					
		2X14					
		2X16					



REPORTE DE ESTIMACIONES

ESTIMACION No.

OBRA

Subcontratista: _____ Fecha de inicio: _____ Período de: _____ Fecha de Elaboración: _____
 Subcontrato: _____ Fecha de terminación: _____ al _____
 Estimación no.: _____

No.	Actividad/Paquete de Trabajo/Concepto	Unidad	P.U.	CONCURSO		ACUMULADO ANTERIOR		ESTIMACIÓN ACTUAL		Acumulado Estimación Actual		Faltante por ejecutar	
				Volumen	Importe	Volumen	Importe	Volumen	Importe	Volumen	Importe	Volumen	Importe
641111	SUMINISTRO Y COLOCACION TUBO DE COBRE 1/2" DE DIAM. TIPO " L" MCA. NACOBRE INCL. TRAZO CORTE LIJADO DESPERDICIO COLOCACION SOLDADURA, PRUEBAS CUALQUIER NIVEL	ML			\$ -		\$ -		\$ -		\$ -		\$ -
641111	SUMINISTRO Y COLOCACION TUBO DE COBRE 3/4" DE DIAM. TIPO " L" MCA. NACOBRE INCL. TRAZO CORTE LIJADO DESPERDICIO COLOCACION SOLDADURA, PRUEBAS CUALQUIER NIVEL	ML			\$ -		\$ -		\$ -		\$ -		\$ -
641111	SUMINISTRO Y COLOCACION TUBO DE COBRE 3/8" DE DIAM. TIPO "L" MCA. NACOBRE INCL. TRAZO CORTE LIJADO DESPERDICIO COLOCACION SOLDADURA, PRUEBAS CUALQUIER NIVEL	ML			\$ -		\$ -		\$ -		\$ -		\$ -
641111	SUMINISTRO Y COLOCACION TUBO DE COBRE 1/4" DE DIAM. TIPO "L" MCA. NACOBRE INCL. TRAZO CORTE LIJADO DESPERDICIO COLOCACION SOLDADURA, PRUEBAS CUALQUIER NIVEL	ML			\$ -		\$ -		\$ -		\$ -		\$ -
641111	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CODO DE COBRE 90° X 1/2" DE DIAM. MCA. NACOBRE INCL. TRAZO CORTE LIJADO DESPERDICIO COLOCACION SOLDADURA, PRUEBAS CUALQUIER NIVEL	PZA			\$ -		\$ -		\$ -		\$ -		\$ -
641111	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CODO DE COBRE 90° X 3/4" DE DIAM. MCA. NACOBRE INCL. TRAZO CORTE LIJADO DESPERDICIO COLOCACION SOLDADURA, PRUEBAS CUALQUIER NIVEL	PZA			\$ -		\$ -		\$ -		\$ -		\$ -
641111	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CODO DE COBRE 90° X 3/8" DE DIAM. MCA. NACOBRE INCL. TRAZO CORTE LIJADO DESPERDICIO COLOCACION SOLDADURA, PRUEBAS CUALQUIER NIVEL	PZA			\$ -		\$ -		\$ -		\$ -		\$ -
SUMAS					\$ -		\$ -		\$ -		\$ -		\$ -

Monto de Anticipo				
	Esta Est.	Anterior	Acumulado	Faltante
Importe de Estimación	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Amortización de Anticipo	# VALORI	# VALORI	# VALORI	# VALORI
Importe Bruto	# VALORI	# VALORI	# VALORI	# VALORI
I.V.A	# VALORI	# VALORI	# VALORI	# VALORI
Importe Neto	# VALORI	# VALORI	# VALORI	# VALORI

ELABORO	REVISO	VoBo	AUTORIZA
 SUBCONTRATISTA	 GERENTE DE INSTALACIONES	 GERENCIA DE CONTROL	 SUPERINTENDENTE

GLOSARIO

ARA	Árbol de la Realidad Actual por sus siglas en inglés CRT Current Reality Tree.
ARF	Árbol de la Realidad Futura por sus siglas en inglés FRT Future Reality Tree.
Arquetipo	Modelo original de una obra material o intelectual, se define como tipo ideal o ejemplo.
CB	Siglas para identificar un cuello de botella.
Conflicto	Choque entre diferentes posiciones, ideales, pensamientos, costumbres.
DBR	Tambor, amortiguador y cuerda por sus siglas en inglés Drum, Buffer y Rope.
Efde	Efectos Deseables.
Eide	Efectos Indeseables o por sus siglas en inglés UDE's. Undesiderable effects.
Inyecciones INY	Soluciones ideales a los Problemas Raíz.
Ley de Murphy	La Ley Fundamental de Murphy es un adagio popular en la cultura occidental, que a grandes rasgos dice que «si algo tiene la posibilidad de salir mal, saldrá mal». La ley fue nombrada por Edward A. Murphy, Jr., un ingeniero de desarrollo que trabajó por un breve período en experimentos con cohetes sobre rieles hechos por la fuerza aérea de los Estados Unidos en 1949 .
Lopp	Termino en inglés que representa un círculo o un ciclo.
Lote	Parte en que se divide un todo para su distribución.
NC	Nubes de Conflicto por sus siglas en inglés EC Evaporating Cloud.

NCB	Siglas para identificar un no cuello de botella,
MRP	Requerimiento de materiales por sus siglas en inglés Material Requirement Planning.
OI	Siglas para identificar los Objetivos Intermedios.
OPT	Tecnología de Producción Optimizada por sus siglas en inglés Optimized Production Technology.
Paradigma	Los paradigmas son un conjunto de conocimientos y creencias que forman una visión del mundo (cosmovisión), en torno a una teoría hegemónica en determinado periodo histórico. Cada paradigma se instaura tras una revolución científica, que aporta respuestas a los enigmas que no podían resolverse en el paradigma anterior. Una de las características fundamentales, su inconmensurabilidad: ya que ninguno puede considerarse mejor o peor que el otro. Además, cuentan con el consenso total de la comunidad científica que los representa.
PR	Siglas para identificar el Problema Raiz.
PRT	Árbol de Pre - Requisitos por sus siglas en inglés PT Prerequisite Tree.
RN	Ramas Negativas por sus siglas en inglés Negative Branches: Representan efectos perjudiciales.
Táctica	Grupo de acciones que deben realizarse para poder implementar una estrategia.
TOC	Teoría de Restricciones por sus siglas en inglés Theory of Constraints.
Throughput	Termino en inglés utilizado para medir la velocidad en la cual un sistema genera dinero a través de las ventas.
TT	Árbol de Transición por sus siglas en inglés TT Transition Tree.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ackoff, Russell I., *Planificación de la Empresa del Futuro*. Editorial Limusa Noriega Editores, 1996 México D. F
2. Drucker, Peter F., *La ciencia de la gerencia: tareas, responsabilidades y prácticas*. Ed. El ateneo. Argentina.
3. Ferguson M. *La conspiración de acuario*. Ed. Kairos, Barcelona, 1985
4. Goldratt, Eliyahu M., Cox, Jeff, *La Meta*. Octava edición. Ediciones Castillo 1999, México.
5. Goldratt, Eliyahu M. *No fue la Suerte*. 1ra. Edición. Ediciones Castillo 1995, México.
6. Goldratt, Eliyahu M. *El síndrome del Pajar, Como extraer información del océano de datos*. Ediciones Castillo 1995, México.
7. Hampton David R. *Administración*. Editorial Mc Graw Hill. Tercera Edición (2da. en español). 1995. México.
8. Johansen Bertoglio Oscar, *Introducción a la teoría general de sistemas*. Ed. Limusa Noriega Editores 2000. México.

9. Kast, Fremont E., Rosenzweig James E. *Administración en las organizaciones: Enfoque de Sistemas y Contingencias*. Editorial Mc. Graw Hill. 4ta. Edición. México, 1999.
10. Scheinkopf Lisa J. *Thinking for a change*. Ediciones Diaz de Santos. Madrid. 1999.
11. Sipper, Daniel., Bulfin, Robert L., *Planeación y control de la producción*. Ed. Mc Graw Hill. México
12. Van Gigch John P. *Teoría General de Sistemas*. 2da. Edición. Trillas, México 1987.

RECURSOS ELECTRÓNICOS

1. CIMATIC S.R.L. Soluciones tecnológicas para empresas, representante exclusivo de MAPICS, INC. *Procesos de Focalización*. Buenos Aires, Argentina

Disponible en: <http://www.cimatic.com.ar/toc/articulos/index.asp>

Consultado 10 Agosto 2004

2. CIMATIC S.R.L. Drum, Buffer y Roop. Buenos Aires, Argentina.

Disponible en: <http://www.cimatic.com.ar/toc/articulos/suministro.asp>

Consultado el 24 de agosto 2001.

3. Debernardo Héctor. *Gestionando las operaciones de una empresa*. Emitido en el 2000.

Disponible en: <http://www.cimatic.com.ar/toc/boletin/index.asp>

4. Díaz Crespo Rafael, Enfoque de Sistemas.

Disponible en <http://www.calidad.org>

Consultado: Mayo del 2004.

5. Escalona Iván "Gestionando las operaciones de una empresa" emitido el 10 julio del 2001, Disponible en:

<http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger1/tociem.htm>

6. Gómez Escobar Ignacio, Mundo del Througput , emitido en el 2004. Disponible en: <http://www.gestiopolis.com/canales/financiera/articulos/64/truput.htm>

Consultado el 23 de junio del 2004

7. Marcel Arnold, Ph. D. y Osorio Francisco, Introducción a los conceptos básicos de la teoría general de sistemas. Emitido el 3 de Abril de 1998. Departamento de Antropología, Universidad de Chile

Disponible en: <http://www.moebio.uchile.cl>

8. Montero Sobrado [Héctor](#). *Ventajas y desventajas de TOC/OPT*. Emisión Mayo 19, 2000

Disponible en <http://www.puntolog.com/discus/messages/board-topics.html>.

Consultado 14 junio 2004

9. Morea Lucas. *Restricciones Físicas*. Disponible en:

<http://www.monografias.com/trabajos14/restricciones/restricciones.shtml>

Consultado 10 de mayo 2005

10. Salazar Victoria Eugenia, Profra. *Material teórico y práctico para la materia de análisis de problemas*. Publicado el 16/01/04. Universidad la Sabana. Disponible en :

http://sabanet.unisabana.edu.co/posgrados/desarrollo_humano/Ciclo_1/materi_analisis.doc.