

TOC, MEDIDAS INTUITIVAS Y CONTRAINTUITIVAS COMO HERRAMIENTAS PARA EL DESARROLLO DE SOLUCIONES DE PROBLEMAS EN LA GESTIÓN Y DIRECCIÓN DE PROYECTOS

“MODELO DE CONFIABILIDAD BASADA EN LA RESTRICCIÓN”

Amendola. L ⁽¹⁻²⁾., *Depool. T* ^{(P)(2)}., *González. J.M* ⁽²⁾. *Artacho. M* ⁽¹⁾

Departamento de Proyectos de Ingeniería e Innovación ^{(1)(P)}

Universidad Politécnica de Valencia

PMM Institute for Learning ⁽²⁾

Resumen

Para ninguno de los profesionales de la gestión de proyectos es un secreto, que conseguir la medalla del logro de los objetivos de Plazo, Coste y Resultados es un reto que aún en estos días con toda la tecnología, certificaciones y programas de estudios existentes aún siguen produciendo grandes dolores de cabeza y en muchos casos se terminan aparcando grandes y novedosos software de gestión en el olvido.

De acuerdo con nuestra experiencia en la industria del petróleo, gas, petroquímica, energía y manufactura generalmente los esfuerzos son enfocados únicamente a apagar fuegos día a día, no se invierte tiempo para el mejoramiento de las actividades y las lecciones aprendidas de ¿cómo estamos hoy ejecutando los proyectos? pasan a ser letra efímera que solo se queda en palabras y no generan acciones. Para el mejoramiento de la confiabilidad en los proyectos los esfuerzos deben estar enfocados en cambiar la forma en la que hacemos las cosas, esto implica la eliminación de las restricciones en todas las áreas del sistema. Goldratt plantea cinco pasos de razonamiento y plantea que existen dos tipos de restricciones. Las restricciones físicas y restricciones no físicas, las primeras normalmente se refieren al mercado, a los sistemas de producción (capacidad) y la disponibilidad de las materias primas, y las segundas integran todas aquellas reglas formales o informales erróneas, no alineadas o en conflicto con la meta de la organización o bien aquellas prácticas que no generan valor para alcanzar la meta global.

Basados en nuestra experiencia las restricciones más comunes en la industria tienen que ver con las restricciones no físicas en las que generalmente se encuentran los cuellos de botella que impiden que se logren los objetivos de Plazo, Coste y Resultados en los proyectos. En este sentido el modelo de Confiabilidad Basada en la Restricción o sus siglas CBR busca resolver estas restricciones con el empleo de las mejores prácticas del Project Management y Asset Management. Para ello debe lograrse la retroalimentación del Diseño e Ingeniería con las mejores prácticas obtenidas de la eliminación de las restricciones a través de las mejoras conseguidas en las fases de funcionamiento y sostenibilidad.

Palabras Claves: Restricciones, Razonamiento, Inercia, Cambio

Área Temática: Aplicaciones y Actividades Profesionales

TOC INTUITIVE AND COUNTERINTUITIVE MEASURES AS A DEVELOPMENT TOOL OF SOLUTIONS TO PROBLEMS IN DIRECTION AND MANAGEMENT PROJECTS

“RELIABILITY MODEL BASED ON THE RESTRICTION”

Summary

To none of project management professionals it's a secret, to obtain gold medal in objectives of Term, Costs and results is a challenge that even nowadays with all new technology, certification, and study programs, is still producing big difficulties and in many cases are producing to leave big and novel management software in forgetfulness.

In concordance with our experience in petroleum industry, gas, petrochemical, energy and manufacturer, we generally focus our efforts to turn down daily fires; we don't invest time in our activities improvements, and learned lessons. How are we executing our projects? It turns to an ephemeral point, that only turns to word, and don't generate actions. To generate an improvement in project reliability, our efforts must be focused to change the way we released our actions, this implies elimination of all restrictions in our systems areas. Goldratt raises five steps of reasoning and raises that there are two kinds of restrictions. Physic restriction and Non-Physic restrictions. First ones normally refers to market, product systems (capacity) and availability of raw materials, and second ones integrates all of those formal or informal wrong rules, not aligned or in conflict with company goal or those practices that doesn't generates value to reach global goal.

Based in our experience most common industry restrictions are related with Non-Physic restrictions, in which are usually bottleneck that impede to reach Term, Cost and Results objectives in projects. In this way, the Reliability Model Restriction Based (RMRB), looks to resolve this restrictions with use of best practice in Project Management and Asset Management. For this, has to be achieved a feedback from Design and Engineering with best practice obtained from elimination of restrictions throw obtained improvement in operation and sustainability phases.

Key words: Restrictions, Reasoning, Inertia, Change

Thematic Area: Professional applications and activities

1. Introducción

La metodología TOC ha evolucionado de una técnica de programación de la producción a una metodología que está centrada principalmente en la gestión del cambio. Klein y DeBruine (1995) exponen que originalmente Goldratt planeaba una aproximación sistemática para identificar que está impidiendo a una empresa alcanzar su meta u objetivo. La aproximación fue utilizada inicialmente en entornos de producción. Hrisak (1995) advirtió que la TOC es utilizada ahora mundialmente por empresas de todos los tamaños. Esto es debido a que la TOC potencia a los directores al proporcionar una estructura consistente para diagnosticar los problemas. La metodología TOC ahora abarca un amplio rango de conceptos, principios, soluciones, herramientas y aproximaciones.

Concentrándonos en los aspectos del sistema, la metodología TOC se esfuerza para asegurar que cualquier cambio realizado como parte de la mejora del proceso en marcha beneficiará al sistema completo, en lugar de solo a una parte del sistema. En su nivel más básico, TOC proporciona a los directores un conjunto de herramientas que guían al usuario a encontrar respuestas a las preguntas básicas relativas al cambio:



Figura 1. Tres dominios en la implementación de TOC

Goldratt (1999b), Klein y DeBruine (1995) y Dettmer (1997) exponen que TOC ve a una organización como una cadena compuesta por muchos eslabones que contribuyen a alcanzar el objetivo y cada eslabón es fuertemente dependiente de los otros eslabones. Sin embargo la cadena es solo tan fuerte como el eslabón más débil. Goldratt explica que si una organización quiere mejorar su actividad, el primer paso debe ser identificar el eslabón más débil, o restricción.

2. Aplicación de la TOC a la Gestión de Proyectos.

La aplicación directa de la TOC a la gestión de proyectos, conocido como Planificación de la Cadena Crítica y Buffer Management (CC/BM), ha emergido recientemente como una de las aproximaciones más populares a la gestión de proyectos. El objetivo de este apartado es revisar las debilidades y fortalezas de la aproximación de la planificación (CC/BM).

Para ello, el mecanismo de planificación (CC/BM) se ha probado en un diseño factorial completo de llevado a cabo en un conjunto de problemas de benchmarking. Parece que la regla de calcular el tamaño del buffer con el 50% puede resultar en serias sobrestimaciones de la protección requerida por el buffer. Una actualización regular del colchón en la planificación y cadena crítica, aporta la mejor estimación intermedia de la duración final del proyecto, obteniéndose la duración del proyecto más corta.

Utilizando planificación ‘**inteligente**’ del proyecto y mecanismos de replanificación como **branch-and-bound.**, tiene un efecto beneficioso en el lapso de tiempo.

CC/BM empieza por la simple observación de que los problemas comunes en todos los proyectos son la alta probabilidad de:

- a) Exceder el presupuesto,
- b) Exceder el tiempo planificado para el proyecto,
- c) Comprometer el contenido (Calidad)

CC/BM se plantea como una estrategia de gestión de proyectos para evitar retrasos del proyecto causados por la Ley de Parkinson (el trabajo se extiende para cubrir el tiempo permitido). CC/BM intenta minimizar el impacto de la Ley de Parkinson construyendo la planificación con duraciones objetivo estimadas en base al 50% del nivel de confianza, mediante la eliminación de fechas de finalización de tareas, hitos y multitareas (o sobreasignación en tareas).

CC/BM define la Cadena Crítica como un conjunto de tareas que determinan la completa duración del proyecto, considerando las tareas predecesoras, las tareas siguientes y los recursos. Para minimizar el Trabajo en Curso (WIP), se construye una planificación predecesora en las que las actividades se planifican en su fecha de inicio lo más tarde posible basado en el cálculo tradicional de las rutas. La resolución de conflictos, si los hay, se resuelve moviendo las tareas más pronto en el tiempo. La cadena Crítica se determina entonces como la cadena más larga que determina la duración del proyecto. Si aparece más de una cadena crítica en la planificación, el consejo es escoger una y añadir un buffer al resto.

En la Figura 2., las actividades 1 y 3, y las actividades 2 y 4 deben realizarse en serie debido a la relación precedente final – inicio definido para ellos. La actividad 1 y la actividad 2 deben realizarse por el mismo único recurso X. El conflicto se resuelve forzando a que se realicen las tareas en serie, como indica la línea discontinua. La cadena crítica corresponde a la ruta start – 1 – 2 – 4 – End y con tiene las ya mencionadas actividades 1 y 2, así como la actividad 4, que es realizada por el único recurso Y.

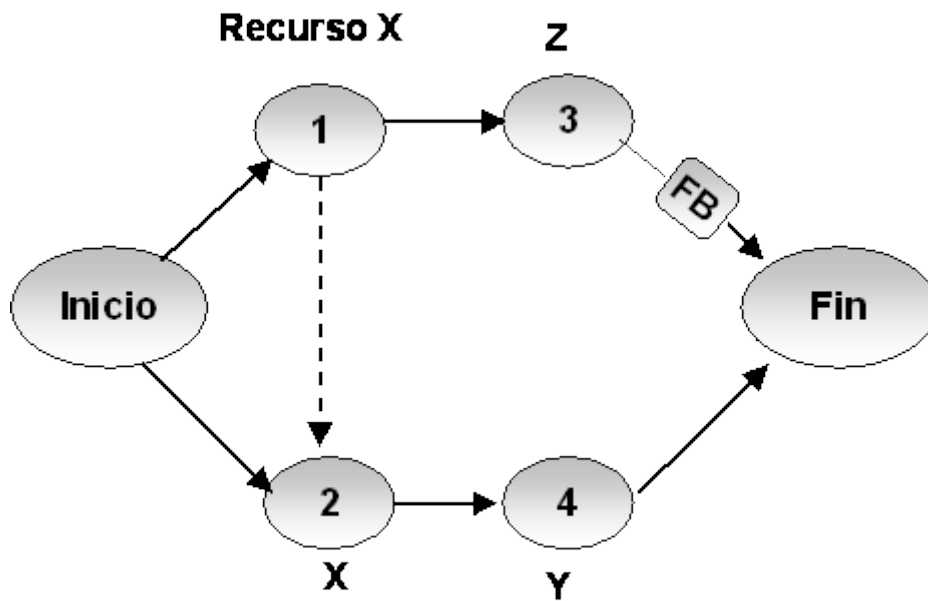


Figura 2. Planificación de la cadena crítica.

La seguridad asociada a las tareas de cadena crítica se sitúa al final de la cadena crítica en forma de 'buffer' (PB), Figura 3., cuyo objetivo es proteger el proyecto hasta la fecha acordada con el cliente de variaciones en las tareas de la cadena crítica. Buffers de almacenamiento son situados siempre que una actividad de cadena no crítica se une a la cadena crítica, con dos objetivos:

- Proteger la cadena crítica de disturbios en las actividades, aportando tiempo del buffer y
- Permitir que las actividades de la cadena crítica empezaran antes en caso de que las cosas vayan bien.

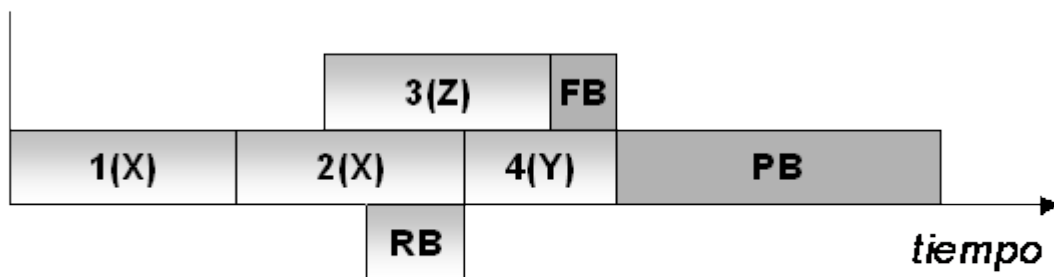


Figura 3. Seguridad asociada a las tareas

La ejecución del proyecto, se gestiona a través de la gestión de los buffers. Cuando las actividades se completan el responsable del proyecto, revisa cuanto tiempo se ha consumido de los buffers. Si hay una porción predeterminada del buffer disponible, se

asume que todo va bien. Si la variación de las actividades consume una cierta cantidad del buffer se alcanza un punto de alarma. Cuando se supera una cantidad crítica del buffer, deberán tomarse medidas correctivas.

3. Modelo CBR

El Modelo de Confiabilidad Basada en la Restricción (CBR), Figura 4.; apoyado en (TOC) es un proceso de mejora continua en la gestión integral de activos y una estrategia para optimizar los procesos de proyectos, mantenimiento y operaciones de la empresa. Ésta se materializa en la “Programación de la Optimización del Mantenimiento” (OPM). El punto de partida de todo el análisis es que “la meta de una empresa es ganar dinero”, y para hacerlo es necesario elevar el throughput; pero como éste está limitado por los cuellos de botella en todo el proceso de gestión del mantenimiento de activos, nosotros concentramos la atención en ellos, dando origen a su programa “OPM” que deriva en “La Teoría de las Restricciones”.

Concentrándonos en los aspectos del sistema, el modelo de Confiabilidad Basada en la Restricción CBR www.pmmlearning.com, se esfuerza para asegurar que cualquier cambio realizado como parte de la mejora del proceso de gestión de activos en marcha, beneficiará al sistema completo, en lugar de solo a una parte del sistema. En su nivel más básico, CBR proporciona a los directivos, gerentes, líderes, supervisores y técnicos del mantenimiento y operaciones de activos de un conjunto de herramientas que guían al usuario a encontrar respuestas a las preguntas básicas relativas al cambio.

El modelo CBR ve a una organización de gestión integral de activos como una cadena compuesta por muchos eslabones que contribuyen a alcanzar el objetivo y donde cada eslabón es fuertemente dependiente de los otros eslabones. Sin embargo la cadena es solo tan fuerte como el eslabón más débil. CBR explica que si una organización quiere mejorar su actividad, el primer paso debe ser identificar el eslabón más débil, o restricción.

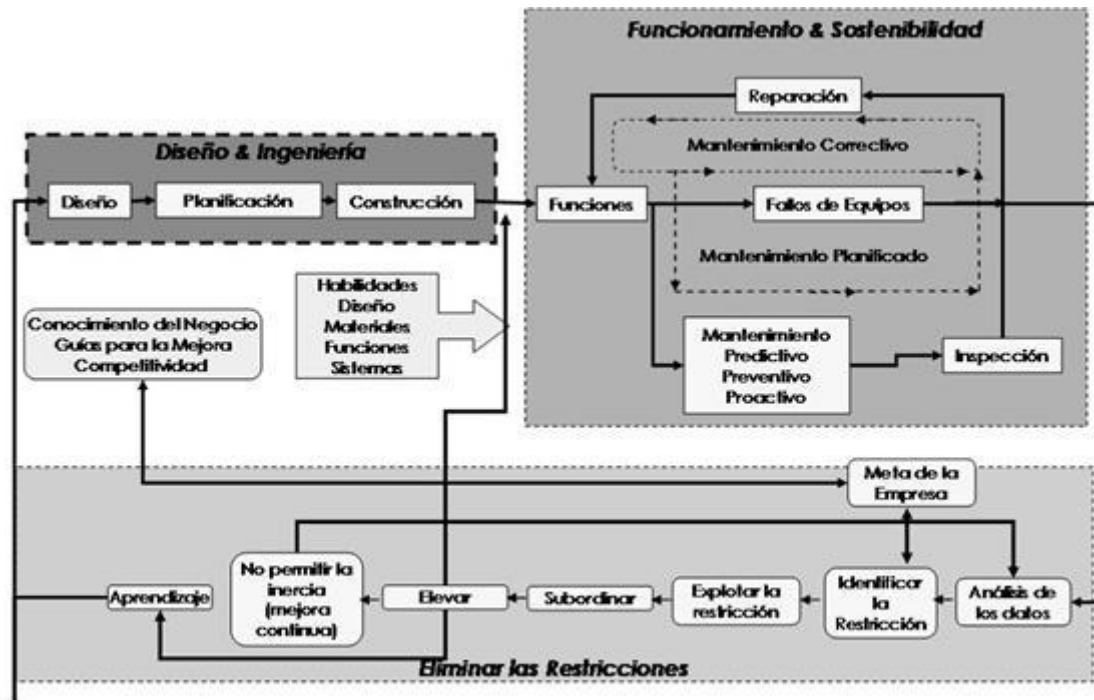


Figura 4. Modelo de confiabilidad basado en la restricción (CBR).

4. Aplicación CBR

La combinación de estrategias y modelos de **Gestión del Mantenimiento Integral de Activos** con la **Teoría de la Restricción**, está centrada en la efectividad del análisis de tareas o solución de problemas concernientes a la gestión de la confiabilidad operacional y al conocimiento en las organizaciones empresariales. La aplicación de modelos y metodologías combinadas es el fruto de los años de experiencia en la gestión de estrategias del mantenimiento del Dr. Luis Amendola y sus colaboradores.

Siguiendo con el análisis de **CBR – TOC** el siguiente paso deriva en distinguir dos tipos de recursos productivos:

- **Recurso cuello de botella:** es aquel cuya capacidad es menor o igual a la demanda que hay de él.
- **Recurso no cuello de botella:** es aquel cuya capacidad es mayor que la demanda que hay de él.

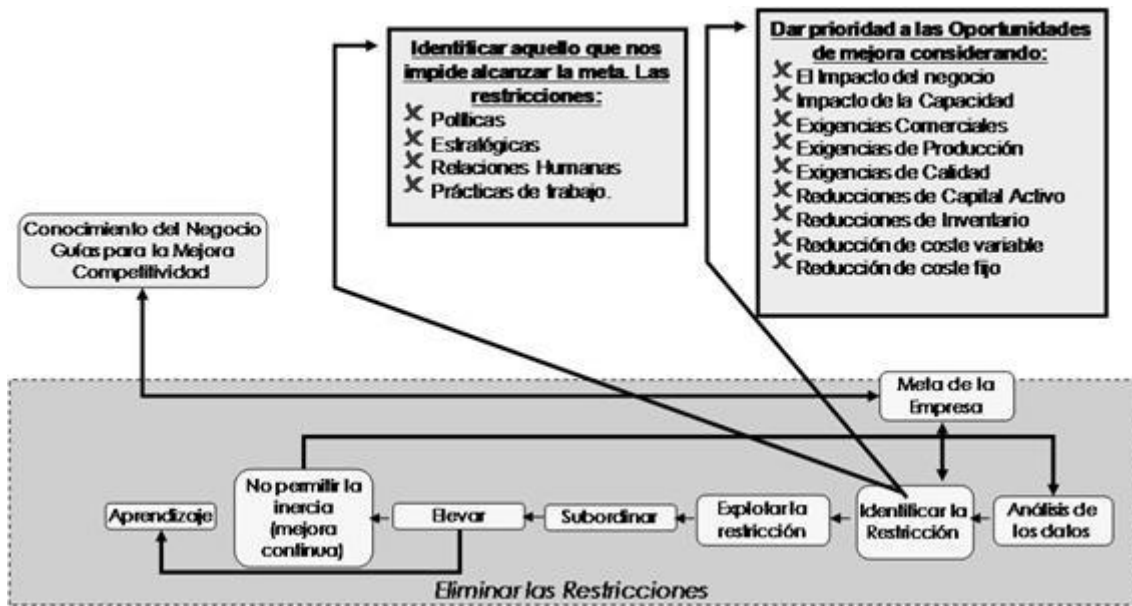


Figura 5. Identificando las restricción.

Los cuellos de botella no son ni negativos ni positivos, son una realidad y hay que utilizarlos para manejar el flujo del sistema de mantenimiento. Según Goldratt, lo que determina la capacidad de la planta de proceso es la capacidad del recurso cuello de botella. La clave está en equilibrar esa capacidad con la demanda de la gestión del mantenimiento, y a partir de ahí balancear el flujo de actividades de todos los recursos productivos al ritmo del factor productivo cuello de botella. La clave consiste en aprovechar al máximo los **cuellos de botella**; una hora perdida en este tipo de recursos es una hora perdida en todo el sistema productivo del mantenimiento del activo.

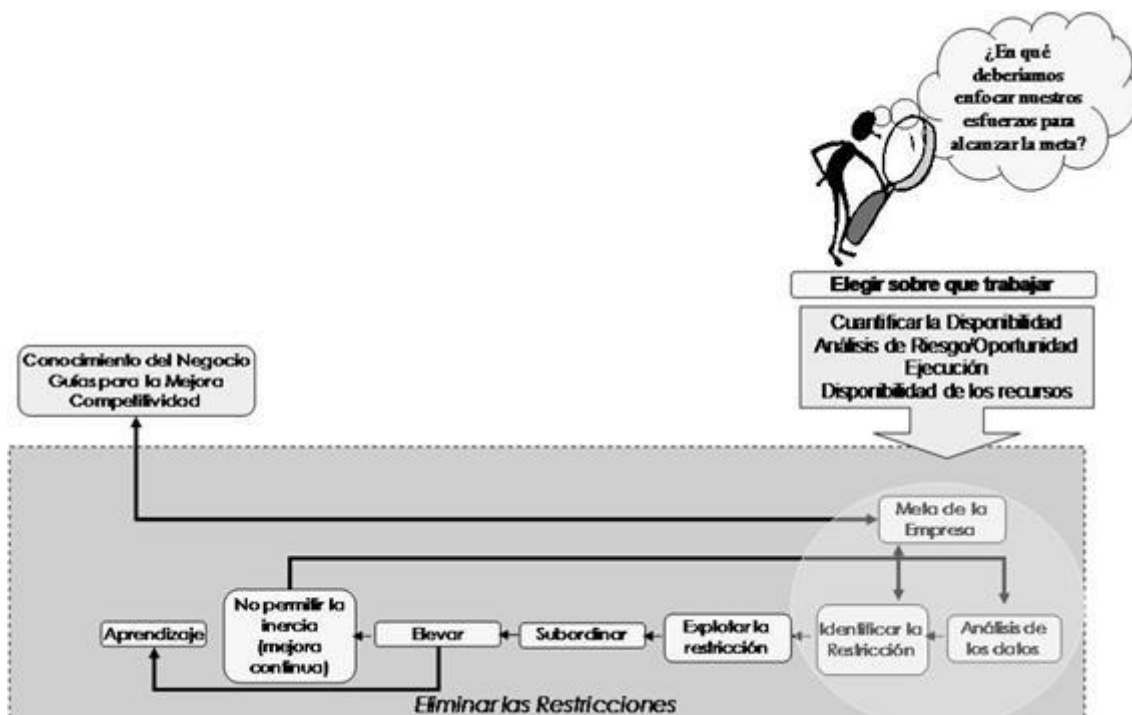


Figura 6. Cuantificando la disponibilidad.

Los cuellos de botella deben trabajar prioritariamente en productos que impliquen un aumento inmediato del throughput y no en productos que antes de convertirse en throughput serán inventarios. Pero ocuparse de los cuellos de botella no implica descuidar aquellos que no lo son, porque dejarlos si ejecutar libremente aumenta los trabajos de mantenimiento y los gastos de operación innecesariamente.

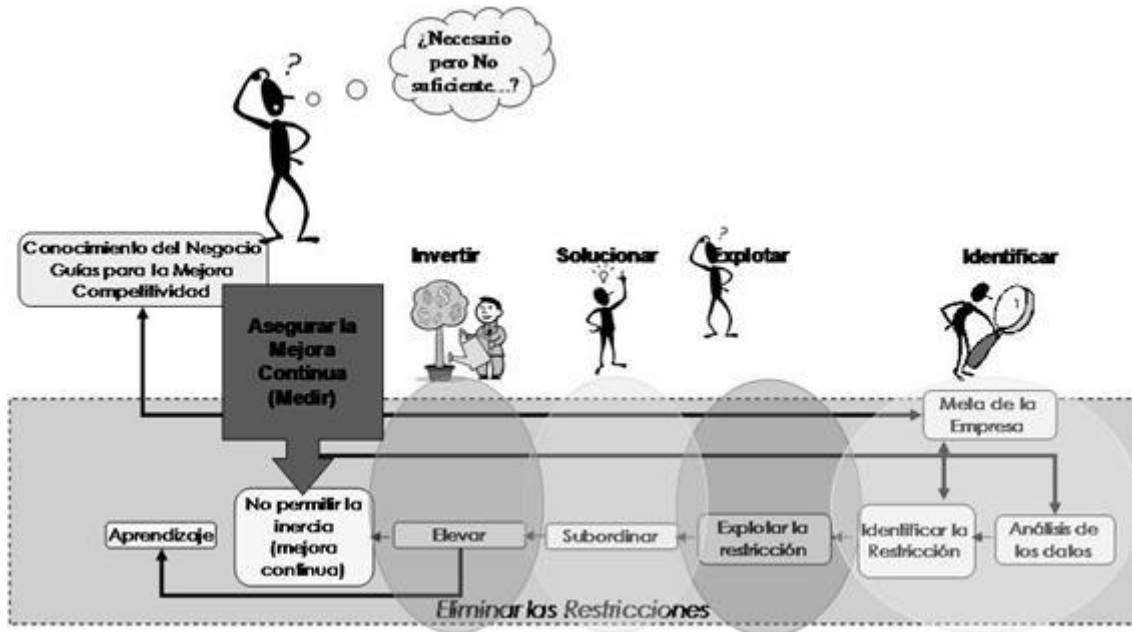


Figura 7. Guías para la mejora de la competitividad.

La clave de **CBR** es que la operación de cualquier sistema complejo consiste en realidad en una gran cadena de recursos inter-dependientes (Activos, Centros de Trabajo, Instalaciones y Personal) pero solo unos pocos de ellos, los cuellos botella (llamados restricciones) condicionan la salida de toda la gestión del mantenimiento de activos. Reconocer esta interdependencia y el papel clave de los cuellos de botella es el primer paso que las compañías que implementan **CBR** tienen que dar para crear soluciones simples y comprensibles para sus problemas complejos.

En el lenguaje de TOC, los cuellos de botella (restricciones) que determinan la salida de la gestión productiva del mantenimiento son llamados **Drums (tambores)**, ya que ellos determinan la capacidad de la gestión del activo (como el ritmo de un tambor en un desfile). De esta analogía proviene el método llamado **Drum-Buffer-Rope** (Tambor - Inventario de Protección - Soga) que es la forma de aplicación de la Teoría de las Restricciones a las empresas industriales.

Tambor – Inventario de protección – Soga

(DBR)

Al no balancearse las capacidades de un sistema de gestión de mantenimiento de activos, algunos recursos tendrán mayor capacidad que otros.

Por lo tanto, el enfoque de maximizar la utilización y los programas de mejora en el mantenimiento deben orientarse hacia los recursos cuello de botella. Dado que utilizar al máximo e invertir en recursos no cuello de botella incrementan los recursos de materiales y gastos operativos sin aumentar el Throughput.

4. Mejores Prácticas

Aplicando CBR **Conf** fiabilidad **Bas**ada en la **R** restricción en una organización de mantenimiento nos lleva a construir un mapa del proceso de la función mantenimiento y simular el flujo de elementos tangibles a través de él, luego, se deben identificar las diferentes fases y seleccionar la más lenta de ellas; estas fases serán identificadas como “**cuello de botella**” y determinará la velocidad para procesar el mantenimiento planificado y no planificado del sistema completo, por lo que el equipo de trabajo de gestión de activos, debe asegurarse de mantenerla siempre ocupada y con una cantidad de mantenimiento planificado y no planificado esperando a su entrada para ser procesadas administrando el Backlog. Seguidamente, se debe medir el tiempo promedio que tarda el cuello de botella para procesar los mantenimientos planificados y no planificado que entran en cada fase. Si el tiempo de procesamiento del cuello de botella coincide con la demanda de trabajos a ser realizados, no hay de qué preocuparse, pero si la demanda de servicio es superior a la capacidad del cuello de botella para procesarlo, se debe realizar un balance en el sistema asignando parte del trabajo a otras fases o buscar la manera de ampliar la capacidad del cuello de botella otorgándole más recursos (humanos, técnicos o económicos).

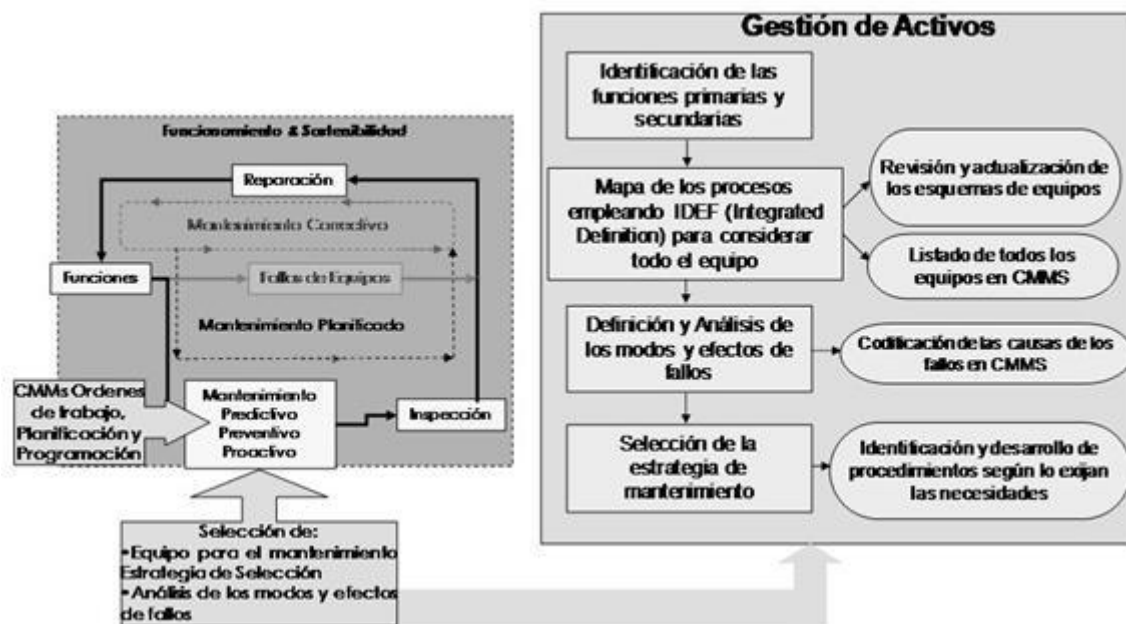


Figura 8. Proceso de gestión y sostenibilidad del mantenimiento

5. Conclusiones

Quizás en este momento Ud. esté pensando, mi problema es la gestión de proyectos de paradas de planta, no tenemos una buena planificación, gestión de stock, inspección. TOC no me sirve porque busca mejorar internamente la empresa". **Me he encontrado con gente que piensa de esa manera.**

Debo decirles que este razonamiento no es correcto. El modelo de CBR "MODELO DE CONFIABILIDAD BASADA EN LAS RESTRICCIÓN", es por ello que resulta tan importante seguir sistemáticamente sus pasos del proceso de gestión y mejora. En el caso citado, la RESTRICCIÓN de la dirección y gestión de proyectos es la planificación y por lo tanto debemos aplicar las herramientas de TOC correspondientes para EXPLOTAR, SUBORDINAR y luego ELEVAR esa restricción; el proceso es siempre el mismo, independientemente de cuál sea la restricción.

Se puede señalar entonces que TOC se está aplicando con éxito en muchos países y en todos los aspectos de la actividad empresarial: Paradas de Planta; Operaciones de Gestión de Mantenimiento de Activos, Supply Chain Management, Gestión de Proyectos, Toma de Decisiones, Marketing y Ventas, Gestión Estratégica y Recursos Humanos con grandes éxitos.

6. Referencias

[1] Amendola. L., Alineación del Project Management con la Estrategia de la Organización, ISBN Editorial Renacimiento: 978-84-8472-440-7, ISBN Ediciones PMM Institute for Learning: 978-84-935668-2-1. **España**, Marzo, 2009.

[2] Amendola. L., Deppol. T.; González. J.M.; "TOC & TOOL como Estrategias de Alto Desempeño en los Turnaround – Shutdowns Maintenance" Revista de Mantenimiento, Asociación Española de Mantenimiento, *ISSN-0214-4344*, **España**, 2008.

[3] Amendola. L.; Depool. T.; González. J.M., "STRATEGIC MODEL TO MANAGEMENT MULTIPROJECTS BASED ON THE CRITICAL CHAIN METHODOLOGY (CCPM)" XII Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos, **Zaragoza, España**, 2008.

[4] Amendola. L., "TOC & TOOL como Estrategias de Alto Desempeño en los Turnaround – Shutdowns Maintenance" Mundo de la Confiabilidad Noria, León, **México**, Junio, 2007.

[5] Amendola. L., "Modelo de Confiabilidad Basado en la Restricción (CBR)" XVI Congreso Chileno de Ingeniería de Mantenimiento, **Santiago de Chile**, Diciembre, 2006.

[6] Amendola L.; Depool T. ^P; González M. D.; Palacios E., ANÁLISIS comparaTIVO DE LOS MÉTODOS Critical Chain project management (CCPM) Y Camino Crítico (CPM) EN LA DIRECCIÓN Y GESTIÓN DE PROYECTOS, IX Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos, **Zaragoza, España**, 2008.

[7] Amendola. L., "Estrategias de Paradas de Planta Mediante la Metodología de CADENA CRITICA" VI Congreso Peruano Ingeniería de Mantenimiento, **Lima, Perú**, **Noviembre**, 2006.

[8] Amendola. L., "Modelo de Confiabilidad Basado en la Restricción (CBR) para la Optimización de la Gestión del Mantenimiento" VIII Congreso Internacional de Mantenimiento, **Bogotá, Colombia**, Marzo, 2006.

[9] Amendola. L., Dirección y Gestión de Paradas de Planta, The Theory of Constraints, Turnaround – Shutdowns Maintenance", ISBN: 84-96133-52-4, EDITORIAL: Espuela de Planta, **Sevilla, España**, 2005.

[10] Davis J., Mabin V.J., Balderstone S.J. The theory of constraints: a methodology apart? – a comparison with selected OR/MS methodologies. The international Journal of Management Science, 2005. Omega 33, 506 – 524.

[11] Goldratt, E., “Cadena Critica”, Editorial Díaz de Santos S.A., **Madrid, 2001.**

[12] Mabin V. Goldratt’s Theory of Constraints ‘Thinking Processes’: A System Methodology linking Soft with Hard. Proceedings of the 17th International Conference of the System Dynamics Society and 5th Australian and New Zealand System Conference, Wellington july 1999.

[13] Musa, P.F., Burns, J. R, Berubides, M.G., Comparative analysis of Systems Thinking and Goldratt’s Thinking Processes: Task analysis for Enhancing Organizational Knowledge Management.

[14] Rand G. K. Critical chain: The theory of constraints applied to project management. International Journal of Project Management, 2000, vol. 18, 173 –177.

[15] Taylor L. J., Ortega R. D. The application of Goldratt’s Thinking Process To Problem Solving. Proceedings of the Academy of Strategic Management, Volume 2, Number 2. Las Vegas, 2003.