

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE MONTERREY

CAMPUS MONTERREY

ESCUELA DE GRADUADOS EN ADMINISTRACION
Y DIRECCION DE EMPRESAS



TECNOLÓGICO
DE MONTERREY.

"DESARROLLO Y APLICACION DE METODOLOGIA
PARA LA DETECCION, ANALISIS Y SOLUCION DE
PROBLEMAS DE INTERFASE EN LA RELACION
HUMANO-TECNOLOGIA"

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE
MAESTRO EN DIRECCION PARA
LA MANUFACTURA

POR

ADAN GARIBALDI GONZALEZ

MONTERREY, N. L.

JULIO 2005

**INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE MONTERREY**

CAMPUS MONTERREY

**ESCUELA DE GRADUADOS EN ADMINISTRACION
Y DIRECCION DE EMPRESAS**



**TECNOLÓGICO
DE MONTERREY.**

**"DESARROLLO Y APLICACION DE METODOLOGIA
PARA LA DETECCION, ANALISIS Y SOLUCION DE
PROBLEMAS DE INTERFASE EN LA RELACION
HUMANO-TECNOLOGIA"**

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE
MAESTRO EN DIRECCION PARA
LA MANUFACTURA**

POR

ADAN GARIBALDI GONZALEZ

MONTERREY, N. L.

JULIO 2005

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY

CAMPUS MONTERREY

ESCUELA DE GRADUADOS EN ADMINISTRACIÓN Y DIRECCIÓN DE EMPRESAS



**TECNOLÓGICO
DE MONTERREY®**

**“DESARROLLO Y APLICACION DE METODOLOGIA PARA LA DETECCION,
ANALISIS Y SOLUCION DE PROBLEMAS DE INTERFASE EN LA RELACION
HUMANO-TECNOLOGIA.”**

TESIS PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:

MAESTRO EN DIRECCIÓN PARA LA MANUFACTURA

POR:

Adán Garibaldi González

MONTERREY, N.L.

JULIO 2005

DEDICATORIAS

A Dios

Por haberme dado la oportunidad de vivir y poder pasar por este proceso de aprendizaje,
el cual nunca termina.

A mi esposa Elyda Deyanira

Por su amor, paciencia, comprensión y apoyo incondicional en mi vida.

A mi hijo, Adán

Por su amor, alegría y entusiasmo que me motiva a seguir adelante y me muestra lo
hermoso de la vida.

A mis padres, Adán y Martha

Por su constante amor, sus oraciones y apoyo a lo largo de mi vida

A mis hermanos, Carlos y Julia, Humberto y Verónica, mis sobrinos Carlos y Pedro

Por su comprensión en los momentos que no pude estar con ustedes

A mi tía Irma

Por sus oraciones y su apoyo

AGRADECIMIENTOS

A mis compañeros de la maestría

Por su apoyo y su paciencia trabajando siempre como equipo

A mis compañeros de trabajo

Por su tiempo y aportación de ideas en el desarrollo de este proyecto

A mi asesor, Dr. Guillermo Dueñas

Por su guía y soporte en el desarrollo de esta tesis

Al Ing. René Reséndez

Por sus recomendaciones y aportaciones en este proyecto

Al Dr. Ricardo Flores

Por sus apoyo y contribución al contenido de este trabajo

Al Dr. Nicolás Hendrichs

Por su apoyo y profesionalismo, que contribuyó al logro de esta etapa de mi carrera

Contenido.	Página
Lista de Figuras	VI
Capítulo 1. Introducción	1
Capítulo 2. Situación Problemática	3
Capítulo 3. Objetivo de la tesis	6
Capítulo 4. Marco conceptual.	
Teoría de restricciones (TOC)	7
Ingeniería para la Integración de Empresas (EIE)	11
Sistemas Socio-Técnicos (STS)	15
Análisis y Solución de Problemas en Equipo (ASP)	23
Las Ocho Disciplinas (8D's)	29
Capítulo 5. Metodología Propuesta.	33
Capítulo 6. Aplicación de la Metodología.	35
Capítulo 7. Resultados.	42
Capítulo 8. Conclusiones.	44
Anexo 1. Desarrollo del proyecto de Estancia Industrial	46
Referencias	58

Listado de Figuras.	Página
Figura 2.1 Situación Problemática	4
Figura 4.1 Sistema Genérico	7
Figura 4.2 Ingeniería para la Integración de Empresas	11
Figura 4.3 Componentes de GERAM	12
Figura 4.4 Concepto Ciclo de Vida de GERAM	13
Figura 4.5 La Organización como Sistema Sociotécnico	15
Figura 4.6 Concepto de Estrategia de la Empresa	28
Figura 4.7 Las Ocho Disciplinas	32
Figura 5.1 Propuesta de Marco Conceptual	34
Figura 6.1 Descripción de la Situación Problemática (teórica)	35
Figura 6.2 Descripción de la Situación Problemática (aplicada)	36
Figura 6.3 Identificación de la Restricción (teórica)	37
Figura 6.4 Identificación de la Restricción (aplicada)	37
Figura 6.5 Determinación de la Interfase como Restricción Potencial	38
Figura 6.6 Ejemplo de Plan de Acción	41
 Figuras de Anexo 1.	
Figura A Cumplimiento de la Línea de Ensamble # 12	46
Figura B Componentes Básicos del Motor Eléctrico	47
Figura C Fases del Ciclo de Vida	48
Figura D Diagrama de Proceso del Sistema de Producción de Motores	49

Figura E	Sistema de Control de Producción	50
Figura F	Pantalla del Sistema de Control de Producción	50
Figura G	Procesos Integrados al Sistema de Control de Producción	51
Figura H	Pareto de Causas de Incumplimiento en la Línea # 12 de Ensamble Final	52
Figura I	Diagrama de Proceso de ERF	53
Figura J	Módulo Creado e Integrado al Sistema de Control de Producción	54
Figura K	Diagrama de Proceso de Embobinado y EEC	55
Figura L	Mejoras en el Sistema de Identificación y Captura de Embobinado	56
Figura M	Sistema de Control de Producción Mejorado	57

Capítulo 1. Introducción.

En las últimas décadas, los conceptos de “integración en los sistemas de manufactura”, “sistemas automatizados/computarizados”, han estado evolucionando al enfrentar nuevas necesidades de las empresas para satisfacer mejor a sus clientes, para tener una manufactura más esbelta, más flexible, para reducir el tiempo de entrega y competir en un mundo más global. La velocidad de cambio de la tecnología se ha ido incrementando, por lo que el entendimiento de la relación humano-tecnología debe ser más clara y más precisa, si queremos conservar el equilibrio y operar de manera eficaz y eficiente.

Vivimos en un mundo tecnificado. En la actualidad, se ha logrado un desarrollo tecnológico y científico sorprendente que todos debemos reconocer y en el que todos debemos tomar parte.

El hombre y su relación directa con la tecnología, ha hecho a través del tiempo que los avances se den de manera equilibrada, ya que los “espacios de tiempo” para el cambio, en el pasado, eran más amplios. Dichos “espacios de tiempo” se acortan cada día más, por lo que es de suma importancia que la *interfase* adecuada hombre-tecnología se efectúe de manera correcta y rápida.

La relación hombre-tecnología no ha sido del todo entendida. Por lo general, se piensa que la tecnología es sinónimo de avance, lo cual es cierto, siempre y cuando se entienda bien la relación con el factor humano, que va a estar en contacto con esa tecnología, y más aún, en el entendimiento de la *interfase* entre el humano y la tecnología.

Si queremos seguir avanzando en la carrera tecnológica y conservar el equilibrio debemos seguir analizando la *interfase* que existe entre el elemento humano y la tecnología.

Esta tesis estudia la problemática del uso de los sistemas automatizados y su relación con el factor humano. Trata los problemas que se presentan como efecto de la deficiencia en esa relación, tales como: falta de cumplimiento en metas productivas, altos inventarios, baja productividad, entre otros y nos lleva de una manera ordenada a través de la definición del problema, el análisis de la causa raíz y finalmente nos propone una metodología de solución para la eliminación de esa causa raíz.

Las herramientas e ideas presentadas en esta tesis están destinadas a identificar esa *interfase* y propone una metodología para su solución, resultado de la interconexión de la Teoría de Restricciones (TOC) y Sistemas Sociotécnicos (STS) dentro de un marco de Análisis y Solución de Problemas (ASP) de las Ocho Disciplinas (8D's). Para el lector, esto tal vez suena muy complicado, pero es en realidad una metodología muy práctica, efectiva y fácil de usar que consta de ocho sencillos pasos.

Esta tesis se encuentra dividida en cuatro partes principales: la primera de ellas (capítulo 2 y 3) es una descripción breve de la situación problemática, en la que se mencionan los elementos y conceptos clave de estudio, así como el objetivo de esta tesis.

En la segunda parte (capítulo 4) se detalla el marco conceptual ó revisión bibilográfica de las diferentes teorías estudiadas, basados en los conceptos tratados en la parte anterior.

En la tercera parte (capítulo 5), una vez revisadas las teorías, tenemos una propuesta de marco conceptual, como fundamento para el desarrollo de una metodología de solución para la situación problemática planteada.

Al final (capítulo 6) tenemos una aplicación práctica de la metodología propuesta de solución sobre un caso de estudio.

En los últimos dos capítulos (7 y 8) se presentan los resultados más importantes y las conclusiones sobre esta tesis.

Es importante que se revise el caso de estudio que se encuentra en el Anexo 1, ya que a lo largo de este trabajo se estarán mencionando conceptos y elementos tratados en dicho caso.

Espero disfrute de esta tesis y sea una fuente de ideas para su aplicación en este tipo de problemas y en muchos otros.

Capítulo 2. Situación Problemática.

Los cambios en las tendencias del mercado de motores eléctricos ha requerido que a partir de los noventas las plantas manufactureras empiecen a evolucionar de una estrategia de producción tradicional a una cada vez más flexible, donde se trabajan grandes volúmenes de producción en pequeños lotes personalizados de acuerdo con los requerimientos del cliente, alcanzando una muy alta diferenciación en los productos, además de disminuir costos y mejorar la calidad de acuerdo a las expectativas del cliente.

En la empresa Motores Eléctricos, la asimilación de ese cambio no ha sido fácil. La adecuación de los sistemas productivos y de soporte para ese cambio, aún con la implantación de las técnicas de manufactura de moda, tales como manufactura esbelta, manufactura ágil, flujo sincronizado, 5 S's, entre otras, no ha sido del todo efectiva.

El desarrollo de esta tesis emerge del proyecto de mejora en el nivel de cumplimiento de las líneas de ensamble en la empresa de Motores Eléctricos, establecida en Monterrey, N.L. como parte de la Estancia Industrial del programa MDM. (Ver anexo 1).

Aún con los sistemas de manufactura implantados y un Sistema Automatizado de Control de Producción en funcionamiento, el porcentaje de cumplimiento de las líneas de ensamble, en cuanto a entrega de órdenes completas terminadas a tiempo, no ha llegado a las metas definidas por la compañía.

Una vez recibidas las órdenes de los clientes, se procede a hacer la carga de Planta, la cual se efectúa de manera semanal. Esta carga es alimentada al Sistema Automatizado de Control de Producción. A cada línea de ensamble se le asigna un número definido de órdenes a producir en la semana y dicha carga se quiebra por día de la semana. La asignación de órdenes se hace en base a criterios tales como el tipo de motor y la capacidad de la línea.

La forma de medir el cumplimiento en las líneas de ensamble es muy sencilla; al final de la semana se dividen las órdenes completas terminadas (programadas en esa semana) entre el total de órdenes cargadas para esa semana. Este es un indicador bastante estricto, ya que si se terminan a tiempo 9 motores de una orden de 10, esta no cuenta como orden completa producida a tiempo.

Para que el supervisor de la línea de producción pueda ensamblar una orden de motores, el Sistema Automatizado de Control de Producción debe mostrarle dicha orden como liberada (ver figura F, en anexo 1), es decir, que todos los componentes están listos y disponibles para ser ensamblados. Dicho Sistema Automatizado de Control de Producción no está siendo utilizado en la mayoría de las veces por los Supervisores de Producción para seleccionar la orden a ser ensamblada, esto debido a la confiabilidad de información contenida en ese Sistema.

El Sistema Automatizado de Control de Producción no ha sido efectivo en cuanto a las expectativas que se tenían de éste. Fue concebido como un control de flujo de información de las diferentes áreas productivas (feeders) y de servicio a las líneas de ensamble.

Cada área productiva y de servicio tienen la responsabilidad de cargar al Sistema Automatizado de Control de Producción los componentes de las secuencias programadas, para que éste las muestre disponibles para las líneas de ensamble. Una vez que cada área produce y carga al Sistema las partes asignadas a una orden, el Sistema Automatizado de Control de Producción la muestra como liberada y el Supervisor de Ensamble puede asignarla para ser ensamblada.

El análisis del Sistema Automatizado de Control de Producción y su funcionamiento, así como el sistema productivo de Motores Eléctricos, puede ser revisado en el Anexo 1. El Sistema Automatizado de Control de Producción, aún y con sus áreas de oportunidad mencionadas en el Anexo 1, podría haber funcionado si se hubiera implantado analizando los diferentes actores interactuando con el sistema y la *interfase* entre estos.

Como se ve en la figura 2.1, la tecnología, representada por el Sistema Automatizado de Control de Producción y el Proceso de Producción de Motores están relacionados con la Gente que opera dichos sistemas. Los elementos mostrados en la figura 2.1 están en óptimas condiciones de funcionamiento, es decir, la gente esta disponible, preparada, sabe usar los sistemas, etc.; el Sistema Automatizado de Control de Producción está disponible, funciona (aunque con sus áreas de oportunidad), y el Proceso de Producción de Motores también funciona. El problema es la *interfase* entre la Gente y el Sistema Automatizado de Control de Producción.

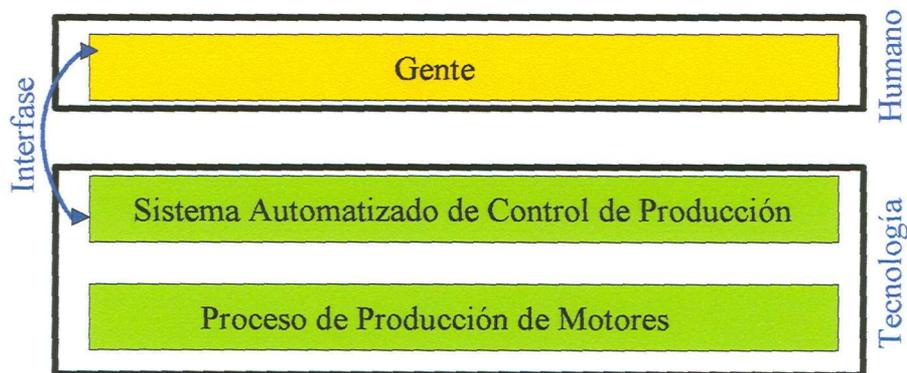


Figura 2.1. Situación Problemática

Como ejemplo de esto, tenemos el área de EEC (Ensamble Estator Cuerpo), la cual es un alimentador (feeder) para las líneas de Ensamble (ver Anexo 1). En dicha área, el Sistema Automatizado de Control de Producción no era utilizado, ya que su material prima, es decir, el Embobinado, no estaba siendo cargado de manera consistente y oportuna para permitirle programar la producción de su área. La información no era consistente y oportuna, ya que los operarios de embobinado, aún y cuando sabían utilizar el Sistema

Automatizado de Control de Producción, no lo hacían, ya que no existía un método, procedimiento ó práctica estándar para eso. No se generaba un reporte de descarga del horno de barnizado (última fase para terminar un embobinado) para poder ser capturado en el Sistema Automatizado de Control de Producción, no existía tampoco una frecuencia de captura (cada minuto, cada hora, cada turno, cada día, cada semana, etc) Esto implica que se pueden tener partes terminadas (embobinados) pero no son asignadas a la producción de la siguiente etapa del proceso (EEC) y por consiguiente no aparecen liberadas para las líneas de ensamble. Esto implica también excesos de inventario atrapados en algunas etapas del proceso. Esta inconfiabilidad provoca que la áreas como EEC no utilicen el Sistema Automatizado de Control de Producción y lo reemplacen por inventarios físicos cada turno para programar su producción.

Por lo tanto, “Los Sistemas Automatizados de Control de Producción Pierden su Efectividad ha Medida que se Incrementa la Inconfiabilidad”.

Dada esta situación problemática planteada, con elementos tales como excesos de inventario, interfase hombre – máquina y solución de problemas, analizaré algunas metodologías que tratan estos temas en busca de una que ayude para la definición, medición, análisis y solución del problema. Dichas metodologías/técnicas son : Teoría de Restricciones (TOC), Ingeniería para la Integración de la Empresa (EIE), Sistemas Socio-técnicos (STS), Análisis y Solución de Problemas (ASP) y Las Ocho Disciplinas (8D's), las cuales de describen en el capítulo 4.

Capítulo 3. Objetivo de la tesis.

Como vimos en el capítulo anterior, los Sistemas Automatizados de Control de Producción pierden su efectividad a medida que se incrementa la confiabilidad.

Esta tesis tiene como objetivo el analizar la(s) fuente(s) de la confiabilidad en los sistemas automatizados y aclarar el porqué dichos sistemas son reemplazados por subsistemas alternos a medida que esa confiabilidad aumenta.

Para esto, como se mencionó al final del capítulo anterior, tendremos que estudiar algunas teorías a utilizar como marco conceptual para entender los conceptos de incumplimientos de producción, excesos de inventario, definición de problemas, relación hombre-tecnología, análisis y solución de problemas, entre otros.

Una vez detectadas y analizadas dichas fuentes (también llamadas causa raíz), el objetivo es proponer soluciones efectivas para la eliminación de esa(s) causa(s) raíz.

Todo esto debe formar parte de una metodología que sea fácil de usar y pueda ser implantada en cualquier empresa y a cualquier nivel organizacional.

Mientras más práctica, efectiva y sencilla sea una metodología, más utilizada será por las empresas.

Como metodología de solución de problemas debe ser general y como herramienta de análisis de problemas de *interfase* humano-tecnología, debe ser específica y enfocada.

Además, el objetivo es que esta metodología sea aplicada a un caso de estudio para ejemplificar su uso y demostrar su efectividad.

Con todo lo mencionado anteriormente, podemos concluir que el objetivo de esta tesis es identificar el porqué los Sistemas Automatizados pierden su efectividad a medida que aumenta su confiabilidad y el desarrollar una metodología, que permita encontrar la causa raíz de esa confiabilidad en el Sistema de Control de Producción, y aplicarla al caso de estudio, como una propuesta de solución para la eliminación de dicha causa del problema; de tal manera, que la metodología sea práctica, efectiva, fácil de usar y replicar en cualquier proceso de la empresa o en cualquier otro centro de negocio de la corporación.

Capítulo 4. Marco Conceptual (Revisión Bibliográfica).

Teoría de Restricciones (Theory of Constraints, TOC)

La Teoría de Restricciones (TOC) es una filosofía de administración de Organizaciones desarrollada por el Dr. Eliyahu M. Goldratt, físico israelí. TOC asume que el comportamiento organizacional debe estar alineado con la meta de la Organización, y que sólo unos pocos recursos, funciones o políticas limitan el logro de dicha meta.

La Teoría de Restricciones es también una filosofía de sistemas. Organizaciones de cualquier tipo (manufactura, servicios, agencias de gobierno, de educación, de caridad, sociales, etc) funcionan como sistemas, no como un conjunto de procesos separados. Un sistema es un conjunto de elementos relacionados, encerrados por una frontera arbitraria que diferencia el interior del exterior (ambiente externo). Ver figura 3.1.

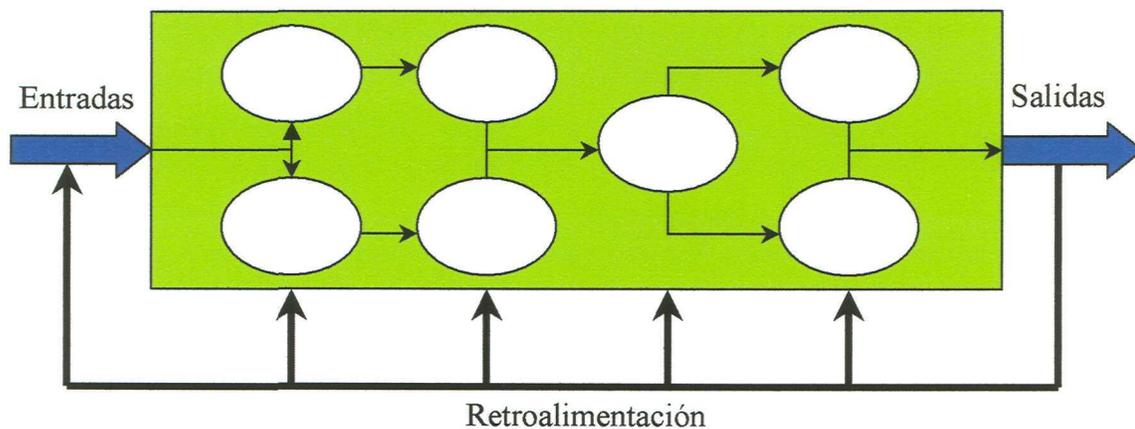


Figura 4.1. Sistema Genérico

Los componentes del sistema interactúan cooperativamente de manera que se avance a una meta común para todas las partes del sistema.

Los sistemas usualmente toman entradas del exterior, actúan de alguna manera en el interior del sistema y producen salidas de vuelta al exterior. Normalmente estas salidas tienen un gran valor agregado.

La mayoría de los sistemas tienen mecanismos de retroalimentación que evalúan la calidad o el tiempo de respuesta de las salidas y apuntan a ajustes de los componentes del sistema, a las entradas o a ambos, si las salidas no son como se desea. Por la naturaleza de interdependencia de los componentes del sistema, cualquier esfuerzo para mejorar las salidas del sistema debe considerar los efectos de esos esfuerzos sobre el sistema entero. Consecuentemente el sistema debe ser optimizado, no los procesos individuales.

Otra manera de ver un sistema es como una cadena. El sistema es tan débil como su eslabón más débil. Goldratt ha sugerido llamar a este eslabón más débil la *restricción del sistema*. Es el factor que limita al sistema de alcanzar su meta.

Un fenómeno interesante acerca de la cadena es que reforzar cualquier eslabón, excepto el más débil, no refuerza la cadena como un todo. Reforzar el eslabón más débil produce

un aumento inmediato en el refuerzo de la cadena entera, pero solo hasta el nivel del siguiente eslabón más débil.

Similarmente, en sistemas de negocios, es la capacidad de un elemento la que usualmente determina el desempeño del negocio, y tratar de mejorar cualquier aspecto del sistema, que no sea la restricción, no beneficiará al sistema entero.

Otro concepto importante es que las restricciones nunca desaparecen realmente, solo emigran a otra parte, ya sea dentro del sistema o en el ambiente que lo rodea.

Es importante saber cual es la restricción del sistema ya que nos permite enfocar nuestros recursos a lo que nos da un mayor beneficio. Sólo unas pocas variables en el sistema (quizá una sola) son importantes para observarlas y manejarlas en un momento determinado.

TOC es una metodología sistémica de administración y mejora de una empresa. En pocas palabras, se basa en las siguientes ideas:

La meta de cualquier empresa con fines de lucro es ganar dinero de forma sostenida. Si no gana una cantidad ilimitada es porque algo se lo está impidiendo: sus restricciones. Contrariamente a lo que parece, en toda empresa existen sólo unas pocas restricciones que le impiden alcanzar la meta.

Restricción no es sinónimo de recurso escaso. Es imposible tener una cantidad infinita de recursos.

TOC postula que existen múltiples restricciones identificables asociadas con la operación de cualquier empresa y la administración debe ser capaz de ejercer control de dichas operaciones de forma tal que se puedan identificar estas restricciones con la finalidad de que los recursos asociados a ellas puedan ser utilizados de la mejor manera posible.

La única manera de mejorar es identificar y eliminar restricciones de forma sistemática. TOC propone el siguiente proceso para administrar una empresa y enfocar los esfuerzos de mejora, dicho proceso para la toma de decisiones se basa en un esquema de cinco pasos fundamentales:

Paso 1 - IDENTIFICAR las restricciones de la empresa (también llamadas cuellos de botella).

Se dividen generalmente en dos:

- a. Externas; como las cantidades que pueden ser vendidas de un producto, la disposición de la materia prima, etc.
- b. Internas; como las limitaciones propias de la planta que limita la producción a una cantidad menor a la que el mercado demande.

Las restricciones externas presentan mayores dificultades, son más complicadas en su solución y requieren mayor creatividad.

Paso 2 - Decidir cómo EXPLOTAR las restricciones.

Una vez que las restricciones internas han sido identificadas, los esfuerzos de la administración deben enfocarse en la maximización del flujo de bienes o productos a través de esa restricción, es decir la estrategia consiste en mantener la operación de esa restricción al 100%, en lo que se intenta

canalizar hacia otras áreas cuando sea posible.

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

Posteriormente a la identificación y organización de las operaciones para que funcionen al máximo de eficiencia posible viene una etapa en la cual se busca que todos los otros recursos necesarios para completar el proceso productivo se sincronicen con el uso de la restricción.

Paso 4 - ELEVAR las restricciones de la empresa.

En el caso de que en el mercado existiera demanda suficiente, el paso lógico parece ser procurar aumentar la capacidad de la restricción, sin embargo, esto puede significar la necesidad de comprometer nuevos recursos que pueden no estar disponibles, por lo que, se recomienda que este paso sea detenido hasta que los anteriores hayan sido suficientemente satisfechos.

Paso 5 - Volver al Paso 1.

Debemos estar conscientes de que prácticamente cuando se ha liberado una restricción aparecerán otras por lo que estas etapas constituyen un círculo de forma tal que en un proceso de mejora continua de una empresa el proceso de los 5 pasos se repite constantemente.

La teoría de restricciones tiene el objetivo de aumentar las ganancias de las compañías en el corto y el largo plazo. Este objetivo se alcanza aumentando el throughput (término que no tiene una traducción definida pero que podríamos considerar como la diferencia entre las ventas y la materia prima, o como la contribución marginal cuando la materia prima es el único costo variable) al mismo tiempo que se reducen los inventarios y los gastos operativos.

La clave de TOC es que la operación de cualquier sistema complejo consiste en realidad en una gran cadena de recursos inter-dependientes (máquinas, centros de trabajo, instalaciones) pero solo unos pocos de ellos (restricciones o cuellos de botella) condicionan la salida de toda la producción. Reconocer esta interdependencia y el papel clave de los cuellos de botella es el primer paso que las compañías que implementan TOC tienen que dar para crear soluciones simples para sus problemas complejos.

En el lenguaje de TOC, los cuellos de botella (restricciones) que determinan la salida de la producción son llamados “tambores”, que determinan la capacidad de producción (como el ritmo de un tambor en un desfile). De esta analogía proviene el método llamado Tambor - Inventario de Protección - Soga (DBR, Drum-Buffer-Rope) que es la forma de aplicación de la Teoría de las Restricciones a las empresas industriales.

Tambor - Inventario de protección - Soga (DBR)

DBR es una metodología de planeamiento, programación y ejecución que aparece como resultado de aplicar TOC a la programación de una fábrica. DBR aplica perfectamente la mecánica de programación de TOC y la hace fácil de entender e implementar en la planta. Esta simplicidad es lo que hace tan poderoso al DBR.

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

- El "Amortiguador" es un suavizador de impactos basado en el tiempo, que protege al throughput de las interrupciones del día a día, causas especiales de variación (Ley de Murphy) y asegura que el tambor nunca se quede sin material. En lugar de los tradicionales Inventarios de Seguridad "basados en cantidades de material" los amortiguadores recomendados por TOC están "basados en tiempo de proceso". Es decir, en lugar de tener una cantidad adicional de material, se hace llegar el material llega a los puntos críticos con una cierta anticipación. En lugar de situar amortiguadores de inventario en cada operación, lo cual aumenta innecesariamente los tiempos de fabricación, las compañías que implementan TOC sitúan amortiguadores de tiempo solo en ubicaciones estratégicas que se relacionan con restricciones específicas dentro del sistema.
- El tiempo de preparación y ejecución necesario para todas las operaciones anteriores al tambor, más el tiempo del amortiguador, es llamado "Longitud de la soga". La liberación de materias primas y materiales a la planta, está entonces "atada" a la programación del tambor, ningún material puede entregarse a la planta antes de lo que la "longitud de la soga" permite, de este modo cada producto es "tirado por la soga" a través de la planta. Esto sincroniza todas las operaciones al ritmo del tambor, lográndose un flujo de materiales rápido y uniforme a través de la compleja red de procesos de una fábrica. El método de programación DBR puede llevar a beneficios substanciales en la cadena de suministros asegurando que la planta esté funcionando a la máxima velocidad con el mínimo de inventarios y alcanzando a satisfacer demandas inesperadamente altas.

Literatura acerca del TOC.

Una investigación extensiva realizada por Mavin y Balderstone en 2003 descubrió más de 400 libros, artículos de revistas y artículos de conferencias de TOC en los años 1990's. El análisis de literatura indica un crecimiento en publicaciones en los años recientes, en particular a partir de 1998, con más de 20 nuevos libros Corbett (1998); Cox and Spencer (1998); Kendall (1998); Newbold (1998); Scheinkopf (1999); Schragenheim (1999); Leach (2000); Ptak and Schragenheim (2000); Smith (2000); Lepore and Cohen (1999); Mabin and Balderstone (2000); Goldratt (2000). Esto lleva a casi 50 libros desde la publicación de La Meta (Goldratt y Cox, 1984). Han aparecido publicaciones en más de 100 revistas, y muestran un patrón consistente con el principio de Pareto. Cerca de 60 publican solo un artículo simple de TOC para introducir a lectores de distintas áreas a la metodología. Por otro lado, un número significativo de artículos ha sido concentrado en pocas revistas, principalmente en revistas industriales de gran influencia. Por ejemplo, publicaciones APICS ha emitido más de 90 publicaciones de TOC, IndustryWeek ha publicado más de 15. Revistas académicas importantes, como Harvard Business Review han contribuido en mucho menor escala en este sentido. El enfoque se ha dado predominantemente en las áreas de manufactura y oportunidades que existen para transferir y aplicar TOC en otras áreas. La mayor parte de las aplicaciones de TOC reportadas fueron conducidas en Norteamérica, algunas en Europa y muy pocas en Reino Unido y Australia.

Los clientes demandan, cada vez más, tiempos de entrega más cortos, y el período de tiempo en el que las compañías lanzan nuevos productos y ganan segmentos de mercado es cada vez más reducido. Como cualquier herramienta administrativa, TOC no es la panacea, pero ayuda a mejorar la operación y los resultados de la compañía. (Kroll, 1998)

Dentro de todas las herramientas de manufactura, las más usadas para la mejora de los procesos son Manufactura Esbelta, TQM, Seis Sigma, Teoría de Restricciones y Manufactura Agil. (Industry Week, 2003).

Ingeniería para la integración de Empresas (Enterprise Integration Engineering, EIE).

En el mundo de hoy, las empresas deben ser capaces de mejorar y adaptarse lo más pronto posible a los continuos cambios en el ambiente. Las empresas requieren integrar sus proceso y emplear una metodología para identificar los cambios y hacerles frente de manera exitosa y sistemática. Para eso existe la Ingeniería de la Integración de Empresas (IFIP-IFAC, 1999).

La Ingeniería de la Integración de Empresas se compone de tres elementos principales: modelo de referencia (arquitectura de la empresa), conceptos de modelación y aplicaciones. Los pasos para proceso para el diseño o rediseño de una integración de la empresa son: 1) selección del modelo de referencia, 2) concepto de modelación, y 3) la aplicación de ambos en el diseño. Ver figura 3.2.

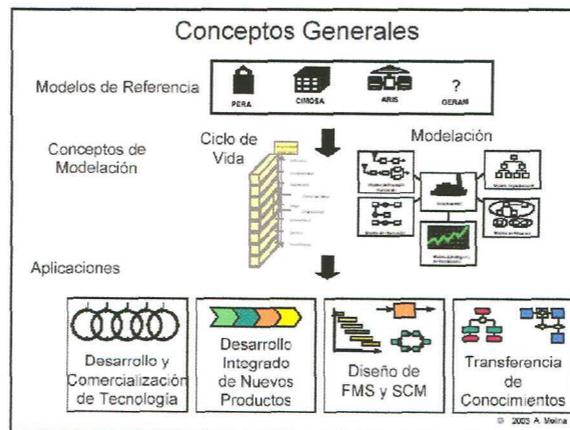


Figura 4.2 Ingeniería de la Integración de Empresas

Los modelos de referencia son un marco en el cual los elementos de una empresa son organizados, los más reconocidos son: GERAM, CIMOSA, GRAI-GIM, PERA y ARIS. La modelación de la empresa tiene que satisfacer varios requerimientos para que la integración sea efectiva y eficiente: 1) lenguaje de modelación sencillo, capaz de modelar ambientes industriales complejos, pero entendible por personas no relacionadas con las tecnologías de información, 2) Abarcar todo el ciclo de vida de la organización desde los requerimientos hasta el fin de vida, 3) permitir enfocarse en diferentes aspectos de la

operación de la organización, 4) soportar el re-uso del modelo o partes del modelo. El Task Force del IFIP-IFAC (1999) inició con la evaluación de las referencias de arquitecturas para integración de la empresa (CIMOSA, GRAI/GIM, y PERA), el Task Force IFAC/IFIP desarrolló una arquitectura general a la cual le denominó “GERAM” (Generic Enterprise Reference Architecture and Methodology). GERAM se refiere a los métodos, modelos y herramientas requeridos para diseñar y mantener una empresa integrada, formando parte de ella, ya sea una empresa o un conglomerado, una empresa virtual o extensa (red de empresas). En la figura 3.3 muestra los Componentes del GERAM.

GERA, identifica los conceptos básicos en la EIE (entidades de la empresa, ciclos de vida e historias de vida de las entidades de la empresa) emplea metodologías para la ingeniería de la empresa (EEMs) las cuales utilizan lenguajes de modelación (EMLs) utilizados por las metodologías para describir el modelo, la estructura, el contenido y el comportamiento de la entidad en cuestión, permiten la modelación de la parte humana dentro de la operación de la empresa, así como la parte de los procesos de negocio y las tecnologías que los soportan.

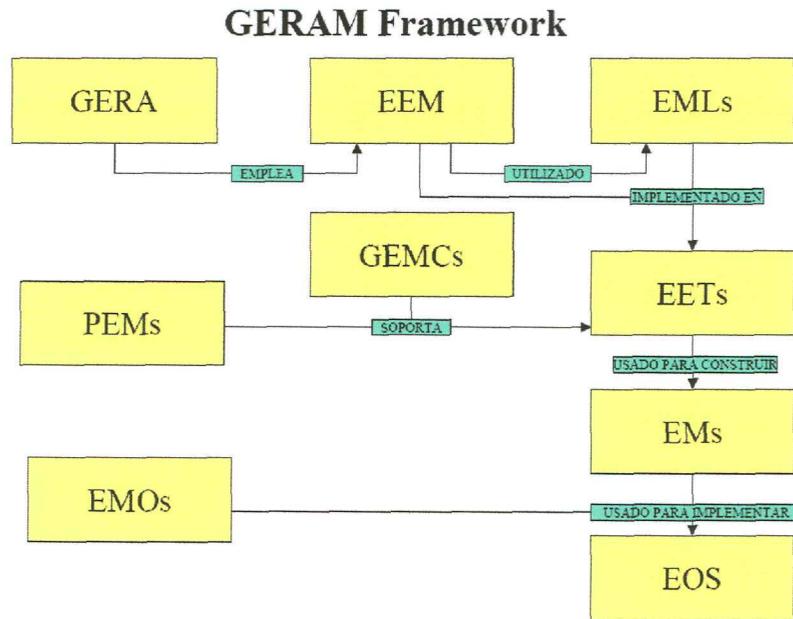


Figura 4.3. Componentes de GERAM

La modelación de procesos produce modelos de empresa (EMs) que representan el todo o una parte de las operaciones de la organización; incluyendo las actividades de: manufactura, servicios, organización, administración, control y sistemas de información.

Estos modelos pueden ser usados para guiar la implementación del sistema operacional de la empresa (EOS) así como para mejorar la capacidad de la empresa para evaluar las alternativas operacionales y organizacionales (por ejemplo, a través de simulación), y por consiguiente mejorar su desempeño actual y futuro.

La metodología y los lenguajes empleados por la modelación de la empresa son

soportados por las herramientas de ingeniería de la empresa (EETs). La semántica de los lenguajes de modelación puede ser definida por ontologías, meta modelos y glosarios que son generalmente llamados conceptos de modelación de la empresa (GEMCs). El proceso de modelación es enriquecido por el uso de modelos parciales (PEMs) los cuales son modelos re-usables de: roles de personas, procesos y tecnologías.

La operación de los modelos de la organización es soportada por módulos específicos (EMOs) que proveen productos prefabricados, tales como: perfiles de habilidades para profesiones específicas, procedimientos comunes de negocio (bancos e impuestos) o servicios de infraestructura para IT, o cualquier otro producto que pueda ser utilizado como componente en la implementación del sistema operacional (EOSs).

GERAM tiene las siguientes características:

- El modelo se puede aplicar a todo tipo de organizaciones.
- Contiene aspectos para diseño y mantenimiento de la empresa a lo largo de su ciclo de vida.
- Unifica métodos para cambios en procesos, entre otros.

GERAM es aplicable en las diferentes problemáticas de la empresa durante su ciclo de vida, es aplicable a problemas de ingeniería de control, diseño, mejoras de proceso, administración, comunicaciones, metodologías, herramientas, etc.

Permite desde el inicio identificar las etapas a atender y los objetivos y expectativas del cliente, lo cual genera claridad para el equipo de trabajo del proyecto. Además, es una metodología estandarizada por Norma ISO [ISO/TC 184/SC 5 (1999)], para que la solución sea replicada y modelada con procesos generalizados de modelación.

El Concepto Ciclo de Vida de la empresa

Este concepto manejado en GERAM, ver figura 3.4, nos permite entender de manera clara y precisa, desde el comienzo, la identificación, conceptualización, requerimientos y expectativas que se tienen de un proyecto así como los entregables.

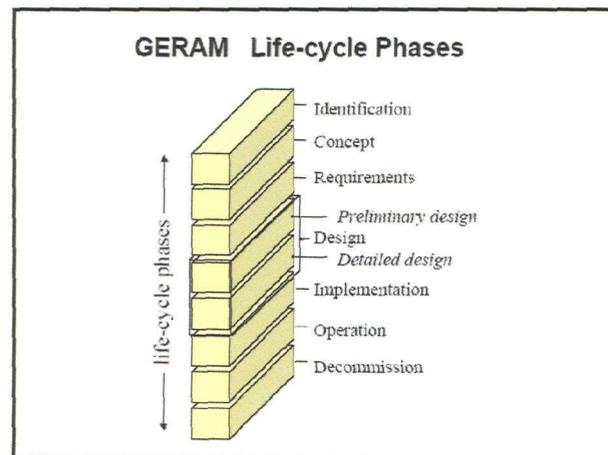


Figura 4.4. Concepto ciclo de vida de la empresa.

La figura 3.4 muestra el Ciclo de Vida de GERA para cualquier empresa o cualquiera de sus entidades. Las diferentes etapas del ciclo de vida definen los tipos de actividades que son pertinentes durante la vida de la entidad, Las actividades del ciclo de vida incluyen todas las actividades desde la concepción hasta el final de la vida de la empresa o la entidad. Se han definido siete tipos de actividades de ciclo de vida.

Entidad Identificación

Actividades que identifican fronteras y relaciones de la entidad con ambientes internos y externos. Identifica la existencia y naturaleza de una necesidad (necesidad de cambio) de una entidad en particular. En otras palabras, estas son la actividades las cuales definen cuál es la entidad de la cual se esta haciendo el ciclo de vida.

Entidad Concepto

Definición de la misión, visión, valores, estrategias, objetivos, conceptos operacionales, políticas, planes de negocio, etc.

Entidad Requerimiento

La actividades necesarias para desarrollar las descripciones de los requerimientos operacionales de la entidad de la empresa, sus procesos relevantes y la recolección de todas sus necesidades funcionales, de capacidad, de información, de conducta. Incluye servicio/manufactura, administración y control de la entidad, no importa si son satisfechos por humanos (individuos u organizaciones) o por maquinaria (manufactura, informática, control u otra tecnología)

Entidad Diseño

Las actividades que soportan la especificación de la entidad con todos sus componentes que satisfacen los requerimientos de la entidad. El alcance abarca las actividades de diseño de tareas humanas (individuos u organizaciones) o actividades de máquinas relacionados con los productos y servicios para los clientes de la entidad y las funciones de administración y control. Incluye la identificación de recursos e información necesaria.

Entidad Implantación

Actividades que definen todas aquellas tareas que deben llevarse a cabo para construir o reconstruir la entidad. Esto implica implementación en su más amplio sentido: compras, manufactura, control, contratación, capacitación, pruebas, validaciones, etc.

Entidad Operación

Actividades de monitoreo, control y evaluación de la operación/desempeño y la calidad de los productos y servicios al cliente. Cualquier desviación con respecto a las metas y objetivos puede llevar a requisiciones de cambio.

subsistemas deben ser considerados interdependientes, porque los arreglos que son considerados óptimos para uno pueden no ser óptimos para otro. El enfoque tradicional de STS es el diseño de trabajo: decisiones concernientes a la interacción de la gente y la tecnología debe cumplir con los requerimientos del subsistema ambiental.

Para la valoración de la fiabilidad de un sistema es importante tener en cuenta que la persona no sólo juega un papel negativo en cuanto a que es fuente de error, sino que también es elemento de sobrefiabilidad, ya que es capaz de anticipar, prevenir, confirmar y recuperar las desviaciones no previstas del sistema, incidentes relacionados con fallos técnicos, errores propios y ajenos. En este sentido el ser humano aventaja a la mayoría de los dispositivos técnicos:

- Por su superior capacidad de adaptación ante situaciones no previsibles y su flexibilidad para modificar las estrategias encaminadas a alcanzar el objetivo fijado.
- Por su capacidad de aprendizaje: frente a una situación nueva es capaz de construir de varias maneras una estrategia de resolución y de adaptarla para el futuro cuando las circunstancias lo exijan.
- Por la posibilidad, principalmente en entornos dinámicos, de anticipar los acontecimientos y por tanto, de modificar su estrategia inicial para evitar consecuencias molestas y la facultad de corregir sus propios errores.

Cuando los estudios de mejora de procesos sólo se basan en los aspectos cuantitativos de la actividad humana, la sobrefiabilidad de la persona puede escapar a los análisis e incluso puede verse obstaculizada por la adopción de supuestas mejoras. Sólo un análisis fino de la actividad de la persona en un sistema revela las características de esta actividad y permite la búsqueda de soluciones a fin de minimizar las fuentes de infidelidad sin perjudicar las actividades de sobrefiabilidad.

Considerando la organización como un sistema sociotécnico compuesto por subsistemas, ésta no es simplemente un sistema técnico o social, ya que el éxito que se tenga depende en gran medida de la situación y de la capacidad para poder actuar en concordancia.

La situación comprende la naturaleza de la tarea, el impacto de la organización, sus políticas, cultura y ambiente. Una estructura de integración de las actividades humanas alrededor de distintas tecnologías.

Sin embargo, el sistema social determina la efectividad y eficiencia de la utilización de la tecnología al servicio del hombre dentro de la participación efectiva dentro del sistema.

Un punto básico en la organización es que como subsistema de la sociedad debe cumplir ciertos objetivos, que son determinados por el sistema general, como la función para la sociedad cumpliendo los requerimientos de la misma para desear tener éxito.

Así mismo, las empresas tienen un sistema filosófico que se refiere al pensamiento, valores, concepciones y propósitos de la organización para satisfacer las necesidades del sistema, estableciendo la estructura dentro de la cual el equipo pueda desarrollarse bien. Para asegurar que así sea, necesita crear espíritu de equipo y mantener alta moral de grupo para el logro de resultados. Además un sistema cultural que no depende de unos

pocos con poder de determinar las políticas sino que está compuesto por todos los individuos y grupos que la integran.

Dicho subsistema es formado por la conducta individual para responder a las expectativas y los objetivos de la organización. Es importante la motivación y el desempeño de los grupos y los esquemas de influencia. Allí se dan los perfiles de individuos que se acoplan a las empresas y a los cargos.

Entre los subsistemas está el estructural, el cual se refiere a la manera en que están divididas y coordinadas las tareas en la organización, facilitando las bases para la formalización de relaciones entre los subsistemas técnicos y sociales.

El subsistema que asegura la dirección y coordinación es el Gerencial, el cual involucra los procesos que relacionan a la organización con su entorno; se establecen los objetivos y se asegura el cumplimiento de ellos mediante el establecimiento de control y planeación dentro de la misma empresa.

Un aspecto de vital importancia de la presente concepción es el de interdependencia entre los subsistemas. Ninguno de ellos puede ser entendido y analizado de forma aislada y un cambio en alguno de los subsistemas o en su interacción afecta a los demás (acción - reacción). Cada subsistema condiciona los demás y a su vez es condicionado por éstos.

En general se observa cómo la organización encuentra el equilibrio entre sus subsistemas internos dentro de la concepción filosófica del hombre y del trabajo. Este concepto de equilibrio es vital para comprender la dinámica de las organizaciones como sistemas sociotécnicos. Dentro del equilibrio dinámico externo es fundamental que las organizaciones de carácter abierto interactúen con su medio ambiente y tiendan a lograr una relación apropiada con él, para asegurar su supervivencia.

Las organizaciones son sistemas que requieren de un manejo cuidadoso para satisfacer y balancear las necesidades internas y externas, y para adaptarse a las circunstancias ambientales. La Gerencia debe preocuparse, especialmente por lograr coordinación e integración entre las áreas de la compañía y poder ejecutar las diferentes tareas para propiciar un mejor ambiente de trabajo e integración social y así cumplir tanto con su objetivo individual como social dentro del proceso productivo de la sociedad.

El punto de vista Tavistock hacia la Organización está caracterizado por un enfoque sociotécnico, lo cual es una manera global e intersistémica de conceptualizar a ésta. El hecho de que las empresas dependen del esfuerzo del ser humano significa que las fuerzas sociales estarán vigentes y que influirán en la producción de bienes y servicios. Por lo tanto, un enfoque solamente sobre la tecnología se considera como defectuoso e inapropiado.

El método Tavistock toma en cuenta la importancia de una tecnología y estructura adecuadas para el trabajo de la organización, pero también examina las relaciones entre la tecnología y las cualidades humanas de los trabajadores. Estas relaciones varían y requieren de análisis constante. Así, el punto de vista Tavistock incluye tanto lo

psicológico y lo social como lo tecnológico. Trata de promover la optimización de estos tres aspectos de la realidad organizacional.

Las actividades de un sistema abarcan todos estos procesos psicológicos, sociales y tecnológicos, ya sean relacionados con la elaboración de productos o con las necesidades emocionales de los empleados. Las actividades de una empresa incorporan todo lo que ella hace para poder cumplir con sus metas. Cumplir con sus metas y sus objetivos es lo que le permite sobrevivir.

Debido a la presencia de procesos subyacentes y ocultos, las actividades de la empresa son más amplias que meramente los procesos laborales. La relación entre las actividades y el trabajo de una empresa es íntima. Sin llevar a cabo las actividades idóneas para que exista cierto nivel de comodidad psicológica entre los empleados, el trabajo en sí resulta ser perjudicado.

Una lección aprendida de la administración de operaciones/producción japonesa en los 90's es el uso de las tecnologías de manufactura avanzada, tales como el Computer Integrated Manufacturing (CIM), just-in-time (JIT) systems, concurrent engineering (CE), and flexible manufacturing systems (FMS) para producir productos con alta calidad, bajo costo y cortos tiempos de entrega. En el presente, muchas compañías de manufactura americanas están tratando de implantar CIM para mejorar su competitividad. Sin embargo, muchos casos han mostrado que la implantación efectiva depende del entendimiento total de la relación entre la complejidad técnica y el sistema social en el cual la complejidad técnica esta envuelta.

Estos son algunos principios para la implantación de Sistemas de Manufactura basados en Sistemas Sociotécnicos (STS). Estos principios estan basados en la importancia de la comunicación y coordinación en procesos sociales dentro de cualquier organización.

CUATRO DIMESIONES

Los teóricos de Sistemas Sociotécnicos reconocen la importancia de la optimización conjunta ("joint-optimization") en diseño organizacional efectivo. "Joint-optimization", una palabra acuñada por Emery, tiene un significado específico aquí. Sostiene que el arreglo más efectivo en organizaciones humanas serán aquellas que entregan las demandas de los aspectos técnico y social de las interacciones. En este sentido el STS apunta a la total utilización de los recursos técnicos y humanos en el lugar de trabajo.

La tecnología Computer Integrated Manufacturing (CIM) involucra tecnologías de información modernas, máquinas herramientas de control numérico y robots industriales. Comparado con la situación sociotécnica original, los patrones de interacción hombre-máquina han cambiado drásticamente.

En la implementación de CIM, se deben tomar en consideración para alcanzar la optimización de la unión, al menos cuatro dimensiones:

- Calidad de vida de trabajo
- Congruencia
- Concurrencia
- Flexibilidad

CALIDAD DE VIDA DE TRABAJO (QWL)

Se debe reconocer que hay algunos riesgos potenciales de reducir la calidad de vida de trabajo en el área de trabajo con la tecnología CIM. Implementación de tecnología de manufactura avanzada trae consigo costos humanos. De hecho, para cumplir con el tiempo de ciclo de máquina y la precisión estándar, la autonomía normal del individuo, del equipo de trabajo y la autonomía sobre el método de trabajo antes de la tecnología de manufactura avanzada serán probablemente perdidas. Cuando implementamos CIM en el lugar de trabajo, el estándar de QWL debe ser reconceptualizado. El grado apropiado de autonomía, oportunidad de participación y involucramiento, manejo de la tensión y el estrés, y posiblemente el desarrollo de multi-habilidades deben estar inmersas en las actividades de trabajo diarias.

Schlesinger identifica nueve aspectos de QWL, que deben ser diseñadas en actividades de trabajo, estas incluyen:

- * Alcanzar compromiso sostenido de la administración a un estilo abierto, no-directivo de operaciones que incluye invitaciones sinceras a los empleados a hablar acerca de sus problemas y oportunidades.
- * Establecer un ambiente de trabajo que promueva el continuo aprendizaje, entrenamiento y active el interés hacia el trabajo y al producto o servicio al cual contribuye el trabajo.
- * Hacer el trabajo en sí más retador, estructurándolo de manera que el individuo pueda automanejarse y sentirse responsable de un resultado significativo e identificable, si se desea ese tipo de responsabilidad.
- * Hacer accesibles oportunidades para el crecimiento continuo, esto es, oportunidades para avanzar en términos organizacionales o de carrera.
- * Capacitar a los supervisores para equiparlos a que funcionen efectivamente en un estilo menos directivo y más colaborativo.
- * Romper con las barreras tradicionales de status entre la gerencia y producción ó soportar una atmósfera de alcance del personal, de comunicación abierta y confianza entre la fuerza de trabajo y la gerencia.

* Proveer no solo retroalimentación sobre los resultados alcanzados y reconocimiento de buenos resultados, sino también incentivos financieros, tales como compartir reducciones de costos, donde sea posible.

* Buscar seleccionar personal que pueda ser motivado, bajo condiciones apropiadas, para que busque la excelencia en el desempeño de sus actividades sin importar el esfuerzo.

* Evaluación y análisis de resultados, incluyendo fallas, enfocado a revisar esfuerzos hacia la mejora continua.

La tecnología CIM está básicamente enfocada a la intergración de actividades de producción, tales como manejo de materiales, control de inventarios, administración de trabajo en proceso y programación de producción, a través de sistemas computarizados. Sin embargo, la tecnología CIM también implica la integración general de funciones administrativas, tales como mercadotecnia, diseño, ingeniería, contabilidad, personal y finanzas. Cuando se implemente la tecnología, la gerencia debe asegurarse que toda la organización, incluyendo su estructura, estrategia, gente, distribución de poder y autoridad, es congruente con la nueva tecnología de manufactura. Además, los sistemas contables, análisis financieros, funciones de mercadotecnia y personal deben también adaptarse a la nueva tecnología de manufactura.

CONGRUENCIA

Congruencia se refiere al acoplamiento del tipo de tecnología, especificada por los niveles de interdependencia, y la naturaleza de la estructura organizacional, especificada por la flexibilidad de dicha estructura. Mejor acoplamiento significa mejores resultados en productividad o efectividad. La congruencia entre innovación en tecnología, arreglos organizacionales y el factor gente, llevan a una alta productividad organizacional.

CONCURRENCIA

La implementación de tecnología de manufactura avanzada apunta a encajar en ambientes cambiantes, específicamente, a la variedad de demandas del cliente y a tiempos de entrega cada vez más cortos. La organización con tecnología CIM, desde el punto de vista técnico, gana la capacidad de ingeniería concurrente, esto es, diseño y manufactura de productos deseados pueden hacerse simultáneamente.

Sin embargo, los mecanismos de conexión con clientes, tales como entender las demandas de clientes, pronósticos de cambio en el segmento de Mercado y mejora en la calidad de productos, deben ser construídos en el sistema de producción por la gerencia.

La automatización de plantas ha sido tradicionalmente entendida como una herramienta para la eficiencia bajo el entorno de producción en masa. A diferencia de la tecnología de producción tradicional, la tecnología CIM implica un alto potencial de flexibilidad a través de sistemas de manufactura basados en computadora. Existe un intercambio entre

flexibilidad y eficiencia. Se debe escoger la combinación apropiada entre flexibilidad y eficiencia desde el diseño.

FLEXIBILIDAD

Flexibilidad puede ser vista como una habilidad para identificar la necesidad de un cambio y adaptarse a él de tal forma que beneficie el desempeño del sistema de manufactura. Cuando se desarrolla un sistema de control de piso, para un sistema de manufactura, es importante considerar el enfoque que se le dará para el grado de flexibilidad que este tendrá en cuanto a operabilidad, cambios, acceso, integración, automatización, compatibilidad, etc.

IMPLEMENTACION EFECTIVA

Para alcanzar la cuatro dimensiones mencionadas de la optimización de la unión, se deben tomar en consideración los siguientes principios para las acciones gerenciales:

Principio 1 – La estructura organizacional debe ser compatible con la tecnología CIM.

La estructura organizacional puede ser vista como un arreglo de gente con diferentes tareas y responsabilidades. En la teoría de organización tradicional, la gente se diferencia en terminos de funciones o localizaciones. La integración interdepartamental es alcanzada a través de autoridad, centralización, y regulación. Las decisiones se toman en el más alto nivel y los empleados de abajo son responsables de implantarlas.

La tecnología CIM no va a funcionar en esas organizaciones jerárquicas. Se requiere de una redefinición de las funciones tradicionales, cooperación cross-departamental, y alto involucramiento de los empleados en el proceso de desarrollo de productos. En otras palabras, implementación de CIM requiere re-estructuración organizacional.

Principio 2 – Implantar CIM requiere de un grado apropiado de flexibilidad.

Flexibilidad de máquinas, de procesos, de productos, de rutas, de volumen, de expansión, de operación, de producción.

En una situación de competencia global, flexibilidad está unida directamente con la ventaja competitiva, porque determina la capacidad de innovación de producto y tiempo de respuesta. Si la tecnología de manufactura no es lo suficientemente flexible, las compañías no tienen manera de producir alta variedad, cortos tiempos de entrega y productos de bajo costo. Inflexibilidad significa pérdida de ventaja competitiva. La flexibilidad, en general, es medida por la combinación de volumen de producción y variedad de la producción.

Principio 3 – La implementación de CIM es un proceso de transformación organizacional.

Desde el punto de vista socio-técnico, la tecnología CIM está estrechamente relacionada con cada aspecto del proceso organizacional: mercadotecnia, ingeniería, contabilidad y personal. Es un cambio dramático en la manera de hacer negocios. La cooperación interfuncional e integración deben ser incorporadas, la conexión con el cliente debe ser reforzada, la integración del diseño, ingeniería, y el control de planta debe ser enfatizado y un clima de colaboración y cooperación debe ser establecido. Sin estos cambios, la implementación de CIM no cumplirá las expectativas.

Principio 4 – La transformación organizacional requiere de la transformación de la filosofía y metodología gerencial.

El primer cambio en la gerencia es la filosofía de hacer negocios. La nueva filosofía debe ser orientada al cliente, es decir, el objetivo de hacer negocios es entender los deseos del cliente y cumplir sus demandas. Los deseos del cliente son muy variados y cambian constantemente y algunas veces son invisibles. Los gerentes deben ganar la capacidad de anticiparse a los deseos del cliente y cubrirlos con una variedad de productos de alta calidad, bajo costo y corto tiempo de entrega.

El segundo cambio en la gerencia es la manera de administrar, es decir, de pensamiento lineal a pensamiento sistémico, llamado la quinta disciplina, para construir organizaciones que aprenden.

El tercer cambio en la gerencia es el requerimiento de la gerencia de segundo orden o la autoadministración de los gerentes. Esto implica flexibilidad, es decir, cuando se está haciendo un juicio, se debe ser capaz de darse cuenta que se está haciendo un juicio bajo cierto juego de valores, creencias y criterios.

Principio 5 – La organización con CIM debe ser una organización en equipo.

La tecnología CIM requiere un alto grado de integración e interacciones a través de departamentos funcionales tradicionales. Para hacer esto más efectivo, la organización debe formar equipos como unidades fundamentales. Los problemas son resueltos a través de esfuerzos colaborativos y el entendimiento mutuo a través de interacciones cara a cara entre de los departamentos. La organización en equipo facilita la comunicación abierta, incrementa el entendimiento mutuo y un alto compromiso del individuo con la organización. Por lo tanto, la organización se convierte en auto-productiva, auto-organizada y auto-regulada.

Principio 6 – Las organizaciones CIM necesitan integración con clientes y proveedores.

En general, el proceso de producción puede ser dividido en tres etapas: ensamble, subensamble y componentes. Para alcanzar la eficiencia las organizaciones deben alcanzar también cierto grado de integración vertical, es decir, conexión con el cliente. El entendimiento completo del cliente facilitará la reducción del tiempo de entrega y la mejora de la calidad. Otro aspecto de la integración vertical es la conexión con los proveedores. En procesos de manufactura, subensamble y componentes son normalmente entregados por otros productores. La integración con ellos es importante no solo por la reducción de tiempos de entrega sino por costo y eficiencia.

Principio 7 – La implantación de CIM es un proceso continuo.

La implantación de CIM no tiene un punto final, es un proceso interactivo, en el cual el objetivo de implantación es continuamente modificado, problemas y soluciones son continuamente redefinidas y los resultados son continuamente evaluados.

El Análisis y Solución de Problemas en Equipo (ASP)

Todos los días, el personal de las empresas destina buena parte de su tiempo a el proceso de análisis y solución de problemas, así como otros recursos que en conjunto, representan una inversión importante. Sin embargo, las empresas no siempre obtienen los resultados que buscan y en ocasiones, después de destinar una cantidad considerable de recursos ni siquiera obtienen algún resultado.

El no tener una planeación adecuada de las actividades a realizar para poner fin a un problema o mejorar una situación, nos lleva a tomar decisiones precipitadas y a hacer las cosas en el último momento sin importar que en ocasiones se sacrifique la calidad de la solución.

Podemos definir el análisis y solución de problemas como el proceso de aprendizaje sistemático por medio del cual un grupo comprometido de individuos trabajando en equipo, en un ambiente en el que se promueve la libre expresión, la creatividad y el consenso, deciden cuál es la forma óptima de resolver un problema o mejorar una situación.

Para que esta solución sea óptima, debe cumplir con una serie de condiciones:

- El mínimo costo posible
- El mínimo tiempo posible
- El máximo beneficio posible

En términos generales, buscamos una solución que nos permita aumentar la calidad de nuestros productos y servicios y la productividad de nuestros sistemas al menor costo posible.

El primer problema: ¿Qué es un problema?

En términos generales, podemos definir un problema como una desviación de lo que está ocurriendo con respecto a lo que debería ocurrir. Si sabemos en dónde estamos y deseamos ir a otro lugar, la dimensión del problema es la distancia que hay entre ambos sitios. Esta definición tiene las siguientes ventajas que facilitan la resolución del problema:

- Convierte lo ambiguo y general en una meta concreta por alcanzar.
- Define los límites del problema. Empezamos en el sitio en que estamos y definimos las soluciones como el hecho de llegar a una posición diferente.
- Convierte el problema en un objetivo para la persona o grupo responsable.

El proceso de aprendizaje sistemático: La automatización del proceso de análisis y solución de problemas

Podemos definir un proceso como una serie de pasos a través de los cuales se cumple un objetivo. Existen procesos que se deben seguir al pie de la letra para que el objetivo se cumpla. Otros procesos son menos formales, ya que se puede cambiar el orden de los pasos o inclusive omitir alguno y el objetivo se seguirá cumpliendo.

El aprendizaje es un proceso inherente al ser humano, que siempre está funcionando. Es por ello necesario que orientemos nuestro aprendizaje para poder aprovechar este don al máximo.

El proceso de aprendizaje está dividido en cuatro fases. Es importante identificar en que fase nos encontramos y qué es necesario para continuar en el proceso de aprendizaje. Las fases en el proceso de aprendizaje son las siguientes:

La primera fase (inconsciente - inefectivo) corresponde a un individuo que no se da cuenta de la problemática u oportunidades que le rodean y simplemente deja que los eventos sigan su curso. Este es un estado de sana ignorancia, ya que el que nada sabe nada teme.

La segunda fase (consciente - inefectivo) corresponde al individuo que está atento y se da cuenta de la problemática u oportunidades que le rodean y deja que los eventos sigan su curso, o las acciones que toma están mal dirigidas. Es el comienzo del proceso de cambio, es necesario recordar con frecuencia cuál es la problemática u oportunidad, ya que a falta de una estructura hay una tendencia al olvido.

La tercera fase (consciente - efectivo) corresponde al individuo que está atento y percibe la problemática u oportunidades que le rodean y sigue con el proceso de cambio

empleando técnicas, métodos, sugerencias y pensamiento creativo; éste dirige sus esfuerzos positivamente (hace las cosas que se deben hacer; es efectivo).

La cuarta fase (inconsciente - efectivo) corresponde al individuo que después de un período de aprendizaje se mantiene atento y perceptivo a su entorno; conoce las herramientas de análisis y solución de problemas, el proceso de toma de decisiones y los aplica efectivamente de forma habitual o rutinaria.

Para el análisis de problemas u oportunidades es necesario haber pasado por la fase 1 y 2, para la solución de estos debemos de estar en la fase 3.

Como ejemplo imagine una persona que se encuentra en mala condición físicoatlética . Esta persona al no darse cuenta de su condición la identificamos en la fase 1 de inconsciente - inefectivo. Cuando esta persona percibe información de su estado en base a datos (lectura de báscula), observaciones (te ves “pasadito”), o sugerencias (haz un poco de ejercicio), etc., pasa a la fase 2 de consciente - inefectivo. El proceso de cambio da inicio. Es entonces cuando esta persona se informa de las técnicas y métodos existentes para resolver su problema, los analiza y decide que técnica llevar a cabo. La fase 3 aparece cuando esta persona lleva a la acción sus planes y efectivamente satisface su objetivo o resuelve su problema. La práctica constante de la técnica aprendida y el estado perceptivo de su condición hacen con el tiempo que se desarrolle un hábito, es entonces cuando se llega a la fase 4 de inconsciente - efectivo.

Desarrollo de equipos de trabajo: integración de esfuerzos

El desarrollo de equipos no es un concepto nuevo. En su forma más básica, tiene su origen en el momento mismo en que el hombre desarrolló trabajo en conjunto. Sin embargo, las prácticas y conceptos modernos de desarrollo de equipos han evolucionado a partir de las técnicas de administración multidisciplinaria y formas contemporáneas de organización. En las empresas de clase mundial, las jerarquías burocráticas tradicionales han sido eliminadas y los equipos con jerarquías horizontales así como las unidades de trabajo se han vuelto sumamente importantes. El reto principal consiste en obtener la máxima productividad posible de los equipos de trabajo.

El desarrollo de equipos de trabajo se define como el proceso de hacer de un grupo de individuos con diferentes necesidades, antecedentes y experiencia una unidad de trabajo integrada y efectiva. El desarrollo de equipos se vuelve de vital importancia cuando se requiere resolver problemas que involucren actividades multidisciplinarias.

La gente disfruta de la competencia, pero también es cooperativa. Aún cuando disfrutan la batalla en los deportes, en los negocios y en los juegos, están dispuestos a respetar ciertas reglas comunes. Algunas sociedades tienden más hacia las relaciones de competencia y otras, hacia las relaciones cooperativas. Sin embargo, ambos estilos son en el fondo dos formas diferentes de lograr un objetivo.

Los individuos tienen intereses. Los intereses colectivos no existen independientemente, sino son la mezcla de intereses individuales compartidos. La naturaleza de esta mezcla de intereses, define la fuerza de los lazos que mantienen junto al grupo. A los grupos con lazos tenues se les llama coaliciones. A los grupos fuertemente unidos se les llama equipos. Entre más satisfaga los intereses del grupo los intereses individuales de cada uno de los miembros, éste tenderá más a ser un equipo y menos una coalición.

Concluimos entonces que las características principales de un equipo integrado son la interdependencia de sus miembros, así como la satisfacción personal que estos reciben de su asociación. Algunas otras características son:

- Intereses compartidos
- Fuerte sentido de pertenencia
- Orgullo y entretenimiento por el trabajo en equipo
- Compromiso con los objetivos del equipo
- Alta confianza, pocos conflictos
- Alto grado de interacción intergrupala
- Normas de desempeño firmes y orientadas a la obtención de resultados

Es necesaria la presencia de tres factores para lograr equipos de trabajo exitosos: el compromiso (querer), la capacitación (saber) y el facultamiento (poder).

Compromiso: Ingrediente vital para el logro de resultados.

Aunque nos duela admitirlo, los proyectos de mejora y solución de problemas fracasan más a menudo de lo que nos gustaría reconocer. En el común de los casos, este fracaso se debe más a una falta de voluntad que a una falta de habilidad.

La voluntad y la habilidad son las dos condiciones necesarias y suficientes para lograr el éxito en cualquier empresa que tenga un objetivo. Sin embargo, para que los objetivos se cumplan bajo un contexto de calidad y productividad, se requiere un tipo de voluntad muy especial que se llama compromiso.

El compromiso es el factor que añade la palabra infatigablemente a la definición de calidad, al involucrar directamente a las personas en los sistemas orientados a lograr la calidad. Es necesario resaltar que el elemento que tiene mayor impacto en el desempeño de cualquier sistema es el ser humano.

Esto se debe al principio que nos dice que los grupos y sistemas no actúan, los que actúan son los individuos.

Un corolario a esta aseveración es que las ideas creativas e innovadoras son generadas en una sola mente; sin embargo, estas ideas pueden ser retocadas, enriquecidas, ajustadas o apoyadas por un equipo.

Una vez que la gente se da cuenta de que su individualidad es respetada y sus intereses son considerados, se vuelve más entusiasta y participativa.

Las personas son seres integrales, que por regla general:

- Buscan adquirir responsabilidad motivados por intereses genuinamente positivos.
- Tienen un deseo natural de contribuir con algo valioso, que sea más grande que su capacidad individual.
- Valoran el reconocimiento y el respeto de sus compañeros de trabajo.
- Si son tratados con dignidad, son confiables.

La probabilidad de encontrar individuos que no respondan a estas características es tan baja, que podemos considerarlos una excepción a la regla general.

El compromiso verdadero busca la mejora continua a toda costa y nunca está conforme con el estado actual de las cosas. Los obstáculos son meras barreras que demoler o los peldaños de la escalera de la mejora continua. El compromiso es flexible sólo en término de los medios. Nunca de los objetivos de calidad y productividad establecidos.

Capacitación: Invertir en el recurso más valioso

La capacitación es vital para lograr la máxima productividad del recurso humano que integra los equipos de trabajo para el análisis y solución de problemas. La capacitación debe incluir áreas técnicas, administrativas e interpersonales.

Los dos objetivos básicos de la capacitación serán:

- Que el personal tenga el conocimiento para desarrollarse bien en su área de trabajo y pueda expandir sus capacidades para contribuir en proyectos multidisciplinarios.
- Proporcionar al personal las herramientas necesarias para que pueda participar en los procesos de análisis y solución de problemas.

Facultamiento: En busca del compromiso y participación activa del personal

Es necesario que tengamos sistemas que permitan lograr el compromiso y participación activa del personal para obtener la máxima productividad de los equipos de trabajo. Podemos definir el facultamiento (empowerment) como un sistema que desarrolla en todo el personal la habilidad para actuar en beneficio del cliente sin autorización previa.

El facultamiento tiene tres dimensiones necesarias para poder funcionar.

La primera dimensión es el **alineamiento**. Todos los empleados necesitan conocer y entender la misión, visión, valores, políticas, objetivos y metodologías de la organización. El alineamiento requiere de compromiso, no de obediencia.

La segunda dimensión es la **capacidad**. Los empleados deben tener la habilidad, destrezas y el conocimiento necesario para hacer su trabajo. Los empleados deben estar capacitados para actuar cuando el cliente tenga una situación no satisfactoria. También deben contar con todos los recursos necesarios como maquinaria, materiales, métodos y tiempo.

La tercera dimensión es la **confianza mutua**. Es necesario contar con políticas y procedimientos acordes a esto. Es necesario también que los empleados sepan específicamente qué es lo que se espera de ellos; esto debe estar claramente especificado y entendido.

Para que el análisis y solución de problemas sea efectivo, es necesario que el equipo de trabajo tenga el facultamiento para poder tomar decisiones. Entre más burocracia tengamos en nuestros sistemas, más difícil será lograr el compromiso y la participación efectiva del personal y más difícil será también lograr los resultados que esperamos.

El Análisis y Solución de Problemas dentro de la Estrategia de la Empresa

La estrategia(s) de la empresa trata de definir, por medio de **planes concretos**, la solución a la **diferencia** existente entre lo que la empresa es y será si permanece igual, y la situación que se desea en el futuro (**Visión**). Ver figura 3.6

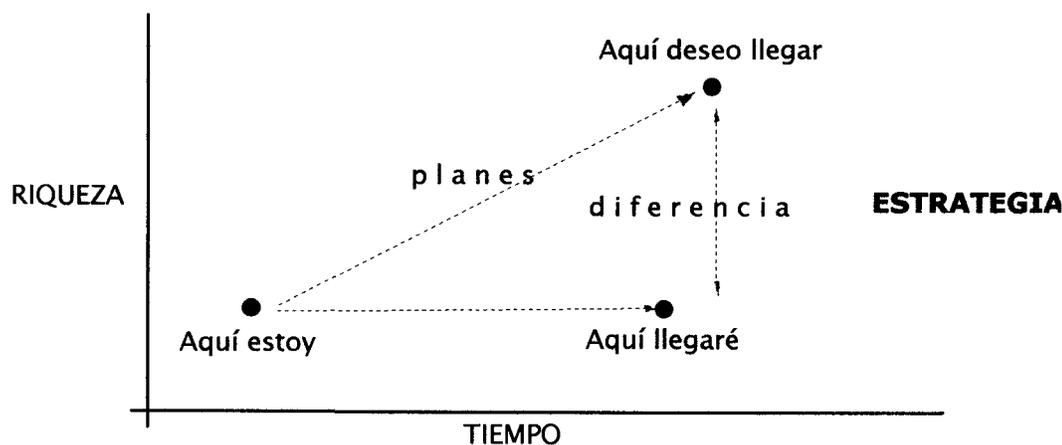


Figura 4.6 Concepto de Estrategia de la Empresa

Los planes concretos definen los procesos de cambio que la empresa debe seguir para cambiar una **situación actual** a una situación futura deseada.

Los procesos de cambio se fundamentan en aquellos factores que permiten a la empresa alcanzar los objetivos establecidos, estos factores son frecuentemente conocidos como factores críticos del éxito.

Factores críticos de éxito

Los factores críticos del éxito constituyen actividades de la empresa cuyo adecuado manejo la pueden colocar en una posición ventajosa respecto de la competencia.

Generalmente los factores críticos del éxito pueden ser identificados de dos maneras:

- **Bases de competencia**, aquellas que impactan en forma directa en la preferencia del cliente.
- **Habilidades de ejecución**, aquellas que impactan en la eficiencia y la productividad de la empresa.

El elemento competitivo central a los factores claves de éxito es el humano, de éste se derivan las siguientes habilidades:

- Habilidades básicas del trabajo
- Habilidades técnicas superiores (Análisis y Solución de Problemas)
- Habilidades de administración y liderazgo
- Flexibilidad de la mano de obra
- Trabajo en equipo
- Solución de problemas y toma de decisiones en todos los niveles (Facultamiento)
- Visualización, estrategias, logros (mejora continua)
- Comunicación
- Educación, entrenamiento e información

Las Ocho Disciplinas (8D's)

Las Ocho Disciplinas es un proceso para analizar y resolver problemas que consta de ocho sencillos pasos. Es muy importante que todos éstos pasos se lleven a cabo, ya que esto nos garantiza la mejor forma de entender la situación y buscar las mejores soluciones posibles.

1 Disciplina

Enfoque de Equipo

- El trabajo en equipo, nos ayuda a resolver mejor los problemas, ya que tenemos una mayor cantidad de ideas y diferentes puntos de vista.
- Se recomienda formar equipos de entre 3 y 8 personas.
- Es necesario que todos los miembros del equipo puedan aportar ideas para la solución del problema.

- En ocasiones, será necesario invitar a personal de diferentes áreas a formar parte del equipo.
- También hay equipos integrados por personas de puestos diferentes, como gerentes, supervisores y operarios.

2 Disciplina

Describir el problema

- Algunos autores dicen que lo más importante en el análisis y solución de problemas es encontrar cuál es realmente el problema.
- Hay una serie de preguntas que debemos hacernos para describir el problema.
 - Qué es el problema?*
 - Dónde ocurre el problema?*
 - Cómo ocurre el problema?*
 - Cuándo ocurre el problema?*
 - Quién está cuando ocurre el problema?*

3 Disciplina

Implantar y verificar acciones inmediatas...

- Es detener temporalmente el problema, en lo que encontramos una solución.
- La pregunta clave es:
 - Qué podemos hacer en este momento para detener el problema?*

Una vez que detectamos el problema, hay que buscar cómo detenerlo de inmediato. Un ejemplo podría ser la inspección al 100%, pedir ayuda a otro departamento para que nos preste otra persona, revisar todas las piezas o incluso parar la máquina.

Es muy importante, pero muy importante, no dejar el problema con éstas acciones. Una solución temporal es más peligrosa que el problema en sí, porque nos puede engañar al hacernos creer que el problema ya se resolvió, cuando sólo se detuvo.

4 Disciplina

Definir y verificar causas reales...

Esta es una de las disciplinas más importantes. Aquí es donde se buscan las causas reales que ocasionan un problema y es dónde se requiere de la máxima creatividad del equipo.

Una herramienta muy valiosa para realizar ésto es el:

Diagrama de Causa - Efecto

- Identificar todas las causas potenciales; esto significa todas aquellas causas que pueden estar ocasionando el problema.
- Seleccionar aquellas causas que parezcan ser las más posibles.
- Verificar si las causas seleccionadas son realmente las que ocasionan el problema. Para ésto será válido hacer algunas pruebas.
- Si resulta ser que las causas que seleccionamos no son causas reales, entonces es necesario volver a seleccionar causas o buscar otras causas potenciales.
- Si ya identificamos cuales son las causas reales que provocan el problema, hay que buscar soluciones alternas para eliminarlas.

5 Disciplina

Verificar acciones correctivas.

Una vez que se han identificado las posible soluciones, hay que llevarlas a cabo. Primero hay que estar seguros de que van a dar buenos resultados. Esto es lo que hace esta disciplina, garantiza los resultados.

Para lograr ésto, podemos hacer pruebas en pequeña escala, pedir opinión a gente con más experiencia y conocimientos en la empresa, a los departamentos de ingeniería, de recursos humanos ó incluso al servicio médico. Es muy importante que sepamos qué va a pasar antes de iniciar actividades correctivas.

6 Disciplina

Implementar acciones correctivas permanentes.

Para poder implementar las acciones correctivas permanentes, es necesario tener un plan de trabajo. Una buena idea es hacer un plan de acción y estarlo verificando periódicamente. Sin un plan de acción, no sabremos cuando deberemos de tener resultados, ni tampoco si vamos bien o mal. Un buen plan nos ayuda a que las cosas salgan lo mejor posible.

7 Disciplina

Prevenir reincidencia...

Si ya se resolvió un problema una vez, debemos garantizar que este mismo problema no se vuelva a presentar. Para lograr ésto, debemos estandarizar tareas, capacitar al personal involucrado y documentar los procesos que cambiaron.

8 Disciplina. Felicitar al equipo...

Estar Consciente del Problema

El siguiente esquema representa las 8D's. (Ver figura 3.7)

Las Ocho Disciplinas (8D's)

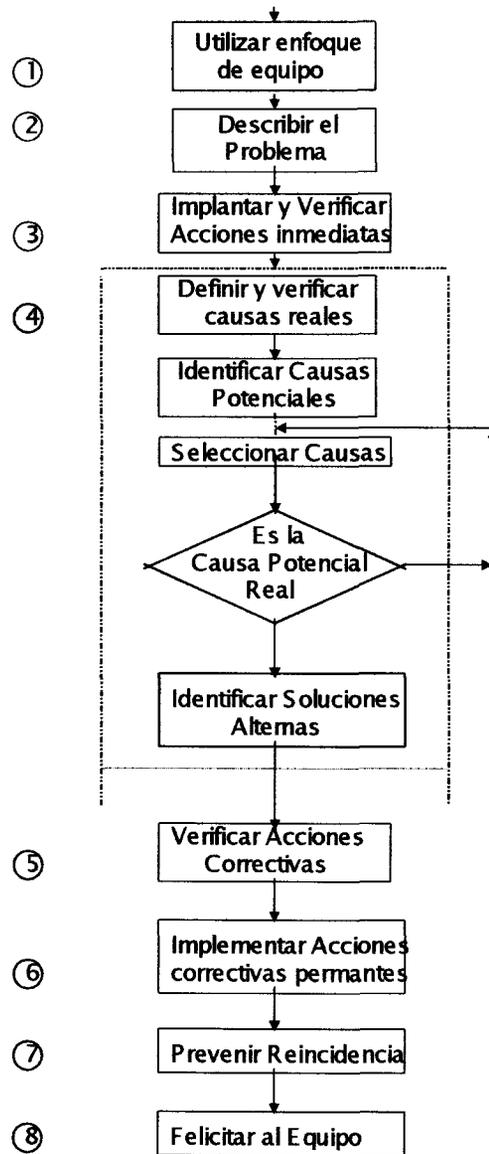


Figura 4.7. Las Ocho Disciplinas

Capítulo 5. Metodología Propuesta.

Lo que plantea la teoría de restricciones es que un sistema es un conjunto de elementos relacionados, encerrados por una frontera arbitraria que diferencia el interior del exterior (ambiente externo), y que otra manera de ver un sistema es como una cadena. El sistema es tan débil como su eslabón más débil (restricción). Solo unas pocas variables en el sistema (quizá una sola) son importantes para observarlas y manejarlas en un momento determinado. TOC nos menciona también que la operación de cualquier sistema complejo consiste en realidad en una gran cadena de recursos inter-dependientes (máquinas, centros de trabajo, instalaciones), los cuales son “candidatos” a ser restricciones del sistema. También nos dice que la única manera de mejorar es identificar y eliminar restricciones de forma sistemática. El primero de los cinco pasos que propone TOC es “Identificar” las restricciones (cuellos de botella) de la empresa.

Esta es la etapa donde la metodología presenta la oportunidad de mejora, ya que en la identificación se proponen como “candidatos” a ser cuellos de botella los recursos físicos, como las máquinas ó la gente, pero no se toma en cuenta la *interfase* entre ambos como “candidato” a ser cuellos de botella.

Lo primero que propongo es que esa *interfase* sea tomada en cuenta dentro del análisis de identificación de restricciones dentro de la metodología del TOC.

La segunda propuesta es utilizar la teoría de sistemas socio-técnicos STS como parte de la metodología del análisis para determinar si la *interfase* es, en realidad, un cuello de botella que tenemos que explotar, esto partiendo de una definición y alcance del problema usando el Ciclo de Vida de GERAM y dentro de un marco de Análisis y Solución de Problemas basado en las Ocho Disciplinas. Ver figura 4.1.

La debilidad del TOC se deriva de la falla en reconocer la importancia de la *interfase* entre los trabajadores (gente) y sus herramientas (tecnología). Esa *interfase* es estudiada por los sistemas socio-técnicos STS.

La teoría de restricciones (TOC) y los sistemas socio-técnicos (STS) son teorías complementarias y pueden estar atadas a una sola metodología que facilite y asegure el análisis completo en la fase de identificación de TOC.

Esta relación entre las dos metodologías, ya fue estudiada por Thomas M. Buro en 1999, cuando analizó sistemas de transporte globales, sugiriendo que el método para analizar y mejorar dichos sistemas consistía en integrar TOC y STS. En dicho estudio describe la aplicación del TOC en un ambiente de producción y el diseño de un sistema tan flexible para soportar al operador humano, de manera que tenga el control total del proceso.

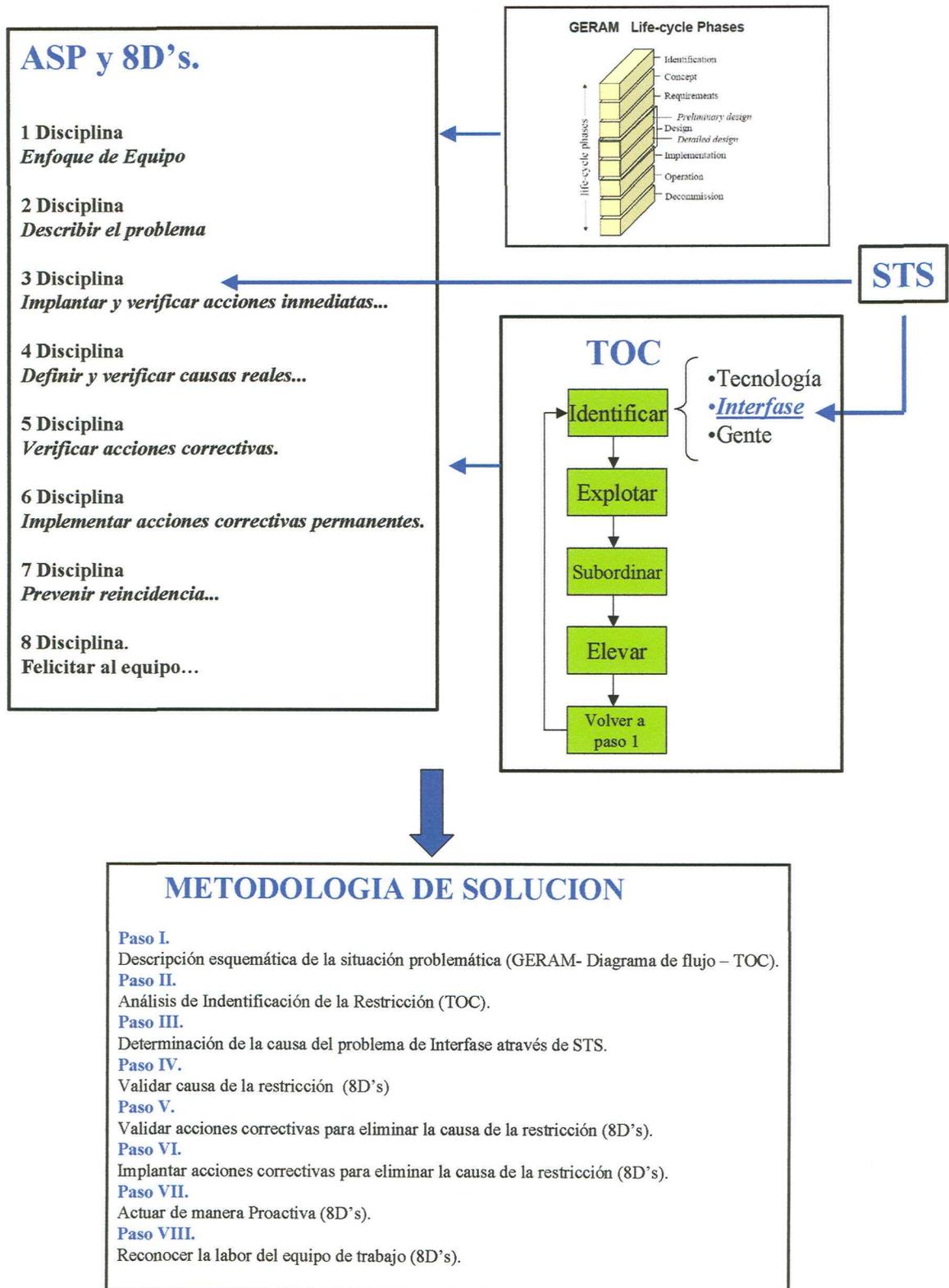


Figura 5.1. Propuesta de marco conceptual

Capítulo 6. Aplicación de la Metodología.

La metodología propuesta para la solución de esta situación problemática se describe a continuación en 8 pasos:

Supongamos una empresa con un proceso de flujo sincronizado, lean ó one piece flow, como el que describe en la figura 5.1, donde la materia prima inicial no es factor de paro de líneas, donde además, tenemos diferentes procesos e inventarios entre cada proceso, por ejemplo: Inv. 1AB es el inventario que existe entre el proceso 1A y el proceso 1B. El Output es la salida de producto final.

Paso I.

Descripción esquemática de la situación problemática (Ciclo de Vida de GERAM-Diagrama de flujo – TOC).

Ver figura 5.1 a continuación y figura 3.4.

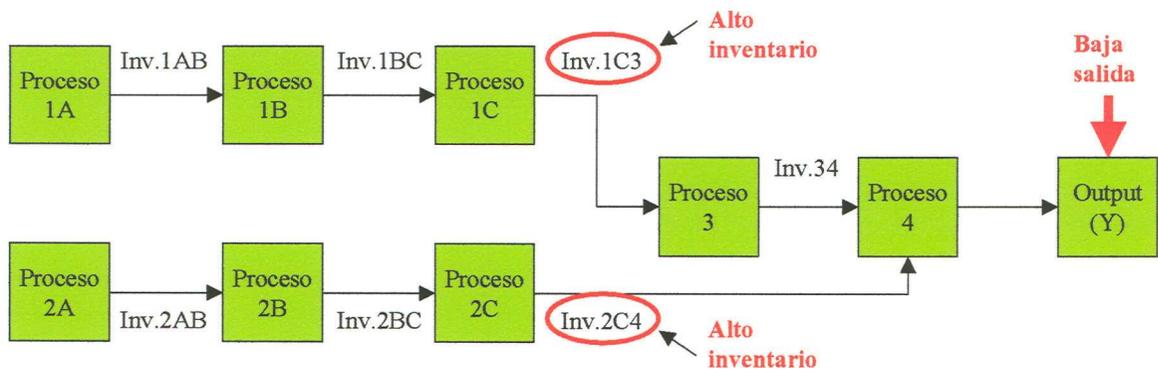


Figura 6.1. Descripción de la situación problemática (teórica)

Como se puede observar en la figura 5.1, el problema es que el Output (Y) es bajo, esto es, $Y < \text{Meta Final}$.

Aplicando el análisis TOC de inventarios entre los procesos, y comparándolo con la meta de inventario entre procesos:

Inv. 1AB = Meta 1AB

Inv. 1BC = Meta 1BC

Inv. 1C3 > Meta 1C3

Inv. 2AB = Meta 2AB

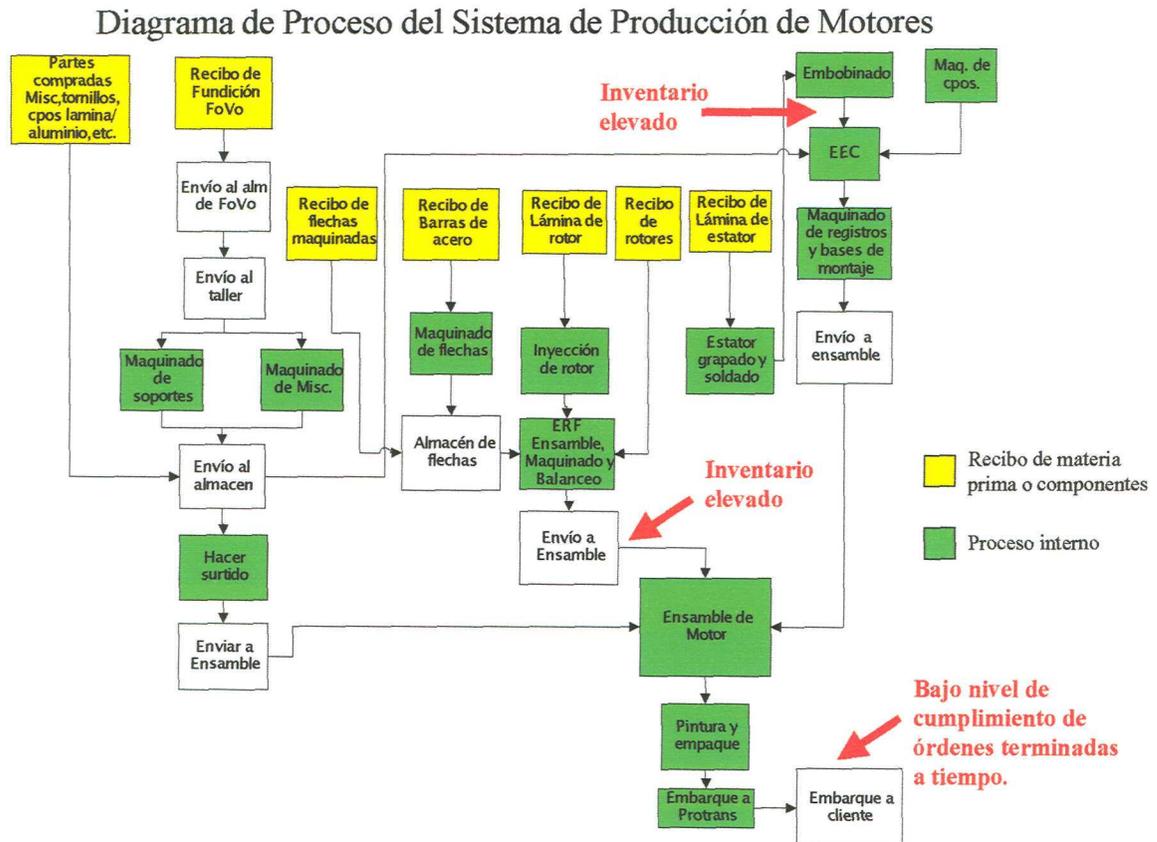
Inv. 2BC = Meta 2BC

Inv. 2C4 > Meta 2C4

De acuerdo al análisis de inventarios de TOC podemos concluir que la salida de producto final del proceso (output = Y) no se está cumpliendo y que los posibles cuellos de botella pueden ser :

- Proceso 3
- Interfase entre Proceso 1C y Proceso 3
- Proceso 4
- Interfase entre proceso 2C y Proceso 4.

Ejemplo (Figura 5.2 a continuación y figura C en Anexo 1):



Como se puede observar en la figura 5.2 y figura A (Anexo 1), el problema es que el Output ($Y = \text{Órdenes terminadas a tiempo}$) es bajo, con un promedio de 20% de cumplimiento en órdenes completas a tiempo en base semanal. La meta de compañía es de 95%.

Los inventarios en las áreas se encuentran dentro de los límites establecidos por la compañía, llamados “check points”. Todos los inventarios en proceso se encuentran en 2-3 días, excepto por los inventarios de Embobinado y de Ensamble rotor-flecha, los cuales son de 2 semanas cada uno.

De acuerdo al análisis de inventarios de TOC podemos concluir que el embarque de órdenes completas de motores (Y) no se está cumpliendo y que los posibles cuellos de botella pueden ser :

- a) Proceso EEC (Ensamble Estator Cuerpo)
- b) *Interfase entre Proceso de Embobinado y Proceso Ensamble Estator Cuerpo*
- c) Proceso Ensamble
- d) *Interfase entre Proceso de ERF (Ensamble rotor-flecha) y Ensamble final.*

Paso II.

Análisis de Identificación de la Restricción (TOC).

Una vez que tenemos los candidatos a ser el cuello de botella, en este paso identificaremos cuál es en realidad la restricción.

Lo primero que tenemos que preguntarnos es: Cuál es el inventario que se presenta más atrás en la cadena productiva?

En este caso, el inventario Inv.1C3 está en esa situación, por lo que nos enfocaremos a analizar ese paso del proceso productivo. Ver figura 5.3.

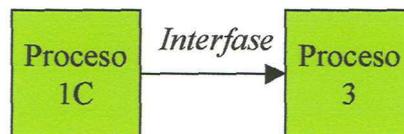


Figura 6.3. Identificación de la restricción (teórica).

Hasta ahora sólo tenemos dos candidatos a ser la restricción: el Proceso 3 y la *Interfase* entre el Proceso 1C y Proceso 3.

La segunda pregunta es, el Proceso 3 tiene la capacidad requerida dentro del flujo productivo? Si la respuesta es negativa, hemos encontrado la restricción (el proceso 3) y la solución es incremento de capacidad, de ser afirmativa, entonces la restricción está en la *interfase* entre ambos procesos mencionados y la determinación de la causa se menciona en el siguiente paso.

Ejemplo:

En este caso, el inventario de Embobinado está en esa situación, por lo que nos enfocaremos a analizar ese paso del proceso productivo. Ver figura 5.4.

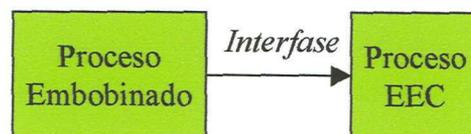


Figura 6.4. Identificación de la restricción (aplicada).

Hasta ahora sólo tenemos dos candidatos a ser la restricción: el Proceso EEC y la *Interfase* entre el Proceso de Embobinado y Proceso EEC.

El Proceso EEC sí tiene la capacidad para producir la cantidad requerida de acuerdo a los line-rates de la compañía, que son 2,000 EEC por día. Entonces la restricción está en la *interfase* entre ambos procesos mencionados.

Paso III.

Determinación de la causa del problema de *Interfase* a través de STS.

Para determinar la causa del problema de *Interfase* la teoría STS nos aconseja revisar varios puntos relacionados a la interacción entre los operadores y la tecnología.

Para esto, he configurado las siguientes preguntas:

1. Están las **expectativas** definidas, claras y entendidas para ese paso del proceso?
2. Son **congruentes** las expectativas con la realidad del proceso?
3. Existen los **medios** adecuados para realizar la operación?
4. Existen los **métodos de trabajo** para este proceso?
5. Existen la **políticas/procedimientos/planes/tareas/roles** bien definidos y documentados?
6. Existe el personal **capacitado** tanto para el proceso como para el uso de los medios y para la ejecución de las políticas/procedimientos/planes/tareas/roles?
7. Existen los medios de **control** del proceso?
8. Existe la **retroalimentación** adecuada a los operadores del proceso sobre el desempeño del mismo?
9. El **ambiente de trabajo** es adecuado?
10. Se encuentra **motivado** el personal del proceso?
11. Existe la **colaboración y cooperación** entre operadores del proceso?

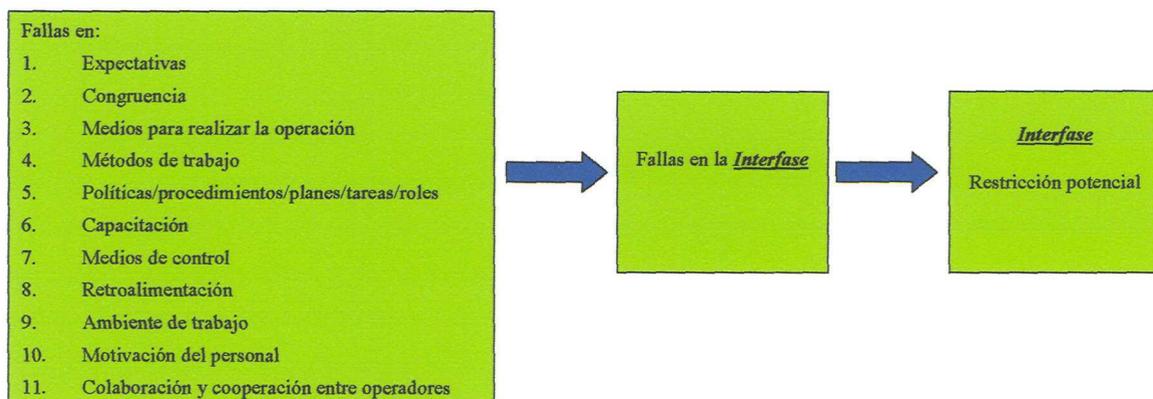


Figura 6.5 Determinación de la *interfase* como restricción potencial.

Si el resultado de alguna de las preguntas anteriores es negativo, lo más probable es que se encontró la(s) causa(s) potenciales de la restricción. Ver figura 5.5.

Ejemplo:

1. Están las expectativas definidas, claras y entendidas para ese paso del proceso?
NO
2. Son congruentes las expectativas con la realidad del proceso?
N/A
3. Existen los medios adecuados para realizar la operación?
SI
4. Existen los métodos de trabajo para este proceso?
NO
5. Existen la políticas/procedimientos/planes/tareas/roles bien definidos y documentados?
NO
6. Existe el personal capacitado tanto para el proceso como para el uso de los medios y para la ejecución de las políticas/procedimientos/planes/tareas/roles?
NO. Solo en el uso de los medios.
7. Existen los medios de control del proceso?
NO
8. Existe la retroalimentación adecuada a los operadores del proceso sobre el desempeño del mismo?
NO
9. El ambiente de trabajo es adecuado?
SI
10. Se encuentra motivado el personal del proceso?
SI
11. Existe la colaboración y cooperación entre operadores del proceso?
NO

Como conclusión de este paso, en base a las respuestas de las preguntas anteriores, podemos definir las siguientes acciones potenciales:

Establecer expectativas claras, bien definidas y congruentes al proceso de Embobinado barnizado, establecer el método de trabajo adecuado documentándolo en un procedimiento en el que se especifiquen las tareas/roles del operador y capacitarlo en dicho procedimiento. Establecer un método de control utilizando el mismo Sistema de Control de Producción, para retroalimentar a los operarios del proceso. Estandarizar las tareas de manera que exista la coopeación y colaboración entre operarios de diferentes turnos.

Paso IV.

Validar causa de la restricción (8D's)

Una vez que identificamos todas las causas potenciales; esto significa todas aquellas causas que pueden estar ocasionando el problema tenemos iniciar el proceso de validación.

- Seleccionar de aquellas causas potenciales la que parezca ser las más probable.
- Verificar si la causa seleccionada es realmente la que ocasiona el problema. Para ésto será válido hacer algunas pruebas.
- Si resulta ser que la causa que seleccionamos no es la causa real, entonces es necesario volver a seleccionar la siguiente causa de nuestra lista de causas potenciales.
- Si ya identificamos cuales son las causas reales que provocan el problema, hay que buscar soluciones para eliminarlas.

Ejemplo:

Para validar la causa de la restricción tenemos que hacer pruebas, en las cuales tenemos que asegurar que dichas causas sean eliminadas mientras dura la prueba y medir el resultado.

Comparar el resultado contra las medición anterior a la prueba y verificar si hay diferencia. Para esto se recomienda utilizar herramientas estadísticas , tales como las pruebas de hipótesis utilizadas en la metodología Six Sigma.

Paso V.

Validar acciones correctivas para eliminar la causa de la restricción (8D's).

Una vez que se han identificado las posible soluciones, tenemos que validarlas para estar seguros de que van a dar buenos resultados. Por ejemplo, podemos hacer pruebas a pequeña escala. Es muy importante que sepamos qué va a pasar antes de iniciar actividades correctivas.

Ejemplo:

Ahora tenemos que identificar acciones correctivas que eliminen las causas de la restricción. Pero antes de implantarlas hay que asegurarse que son efectivas. Para esto es conviene apoyarnos de nueva cuenta con las pruebas de Hipótesis utilizadas en la metodología Six Sigma .

Paso VI.

Implantar acciones correctivas para eliminar la causa de la restricción (8D's).

Una vez que se validó la acción correctiva, hay que implantarla permanentemente. Para esto, puede ser conveniente hacer un plan de acción. Sin un plan de acción, no sabremos

cuando deberemos de tener resultados, ni tampoco si vamos bien o mal. Un buen plan nos ayuda a que las cosas salgan lo mejor posible. Ver figura 5.6.

Ejemplo:

Plan de Implementación de Acciones Correctivas							ID# Proyecto ABC					
Qué hay que hacer?	Para qué?	Cómo?	Quién lo va a hacer?	Dónde?	Cuándo empieza?	Cuándo termina?	Avance (%)					
Actividades a controlar	Meta	Acciones	Responsables	Operación	Fecha inicio	Fecha término	0	20	40	60	80	100
Establecer y Documentar expectativas claras, bien definidas y congruentes al proceso de Embobinado barnizado	Establecer y difundir expectativas	Emitir documento Capacitar Operario	Gerente de línea de Producción	Embobinado	4/18/2005	5/15/2005						
Desarrollar método de trabajo	Estandarizar actividades	Emitir procedimiento Capacitar Operario	Ingeniero de procesos	Horno de embobinado	4/20/2005	5/15/2005						
Comentarios:												

Figura 6.6 Ejemplo de Plan de Acción.

Paso VII.

Actuar de manera Proactiva (8D's)

En este caso tenemos que preguntarnos:

Dónde se tienen actividades similares a las que hemos analizado y corregido?

Dónde se puede implantar esta misma acción?

Esto nos ayudará a estandarizar operaciones y garantizar que el problema no se vuelva a presentar. Todo esto debe quedar documentado, para consultas posteriores.

Ejemplo:

Debemos buscar procesos iguales o similares en la planta productiva, las acciones tomadas pueden ser efectivas en dichos procesos y podemos corregir o prevenir problemas antes de que ocurran. Esto evitará el tener que volver a atacar problemas iguales o similares a los de la *interfase* analizada, en el futuro, en otra área productiva.

Paso VIII.

Reconocer la labor del equipo de trabajo (8D's).

Reconocer la labor del equipo de trabajo, que ayudó a la solución del problema, nos ayuda a mantener la motivación en el personal para seguir cooperando y colaborando en la solución de problemas futuros y contribuir a la mejora continua de los procesos de la compañía.

Ejemplo:

Dichos reconocimientos pueden variar dependiendo el enfoque de la compañía, pueden ser monetarios, no monetarios, artículos diversos, etc. Lo importante es hacer público el reconocimiento al logro del objetivo establecido, en este caso, la solución al problema planteado.

Capítulo 7. Resultados.

Aún y cuando se tenía un Sistema de Control de Producción implantado, que cubría los procesos críticos, se tenían dos áreas de oportunidad principales:

- 1) No se tenía monitoreo y control de los procesos “feeder” o proveedores de los procesos críticos.

La falta de monitoreo y control de los procesos “feeder” salta a la vista una vez que se analizan los diagramas de proceso y se valida con el análisis de las causas de incumplimiento de la línea de ensamble.

- 2) Falla en la *interfase* entre el elemento humano (usuarios del Sistema) y la Tecnología (Sistema de Control de Producción).

En realidad, la restricción (o cuello de botella) no estaba a la vista, es decir no estaba en el Sistema ni en los usuarios del Sistema, ni en los procesos contemplados por éste. El Sistema de Control de Producción, aún y con sus deficiencias, podría haber funcionado con una mayor efectividad, se ser operado de manera diferente.

Por otro lado, los usuarios del Sistema, existían y estaban capacitados para el uso de la tecnología y para la operación del proceso.

La restricción se encontró en la *interfase* entre el elemento humano y la tecnología. Dicha *interfase* esta representada, en nuestro caso de estudio, por la comunicación hacia el elemento humano de cómo hacer uso de la tecnología.

Aún y cuando la tecnología estaba operada por el elemento humano, el Sistema de Control de Producción no se implantó hasta el último nivel organizacional, sólo se le “invitó” a los operadores a usar el Sistema. No se desarrollaron los procedimientos adecuados para asegurar su funcionamiento. No se detallaron los requerimientos del Sistema en cuanto a los mecanismos de registro, frecuencia de captura, etc.

Esto provoca que la forma de hacer uso de la tecnología no sea consistente entre diferentes usuarios (diferentes maneras de registrar, de capturar, diferentes frecuencias de captura) y además de eso, con información no oportuna y con errores de captura. Se encontraron partes ya terminadas que todavía no estaban capturadas en el Sistema. Se encontraron motores ensamblados y que sus componentes todavía no estaban dados de alta como producidos.

A la larga y debido a la falla en esa *interfase* entre el elemento humano y la tecnología, el Sistema de ve reemplazado por el uso de subsistemas manuales (tales como el inventario físico) debido a la confiabilidad de la información generada por el Sistema.

A medida que esa confiabilidad crece, el uso de la tecnología decrece, hasta llegar al punto de ser reemplazada totalmente. Se encontró que supervisores, en lugar de usar el Sistema para planear la carga del trabajo de su turno, se dedicaban a hacer un inventario físico de las partes terminadas en el turno anterior para generar la carga de trabajo de su turno. Esto obviamente trae consigo disminución de productividad y falta de atención a las órdenes más atrasadas.

El detalle de los resultados que aquí se resumen se describen en el Anexo 1.

La combinación de las 5 teorías/metodologías estudiadas en esta tesis, El Ciclo de Vida de GERAM, TOC, STS, ASP y 8D's, dió como resultado el desarrollo de una metodología propuesta, compuesta por ocho sencillos pasos para la detección de la causa raíz, las acciones correctivas y la implantación de estas de una manera sistemática.

La metodología propuesta demostró ser efectiva en la detección de la causa raíz del problema de confiabilidad del Sistema de Control de Producción, que resultó ser la *interfase* humano-tecnología, como la restricción del Sistema de Producción de motores. Así mismo, la metodología propuesta planteó de manera sencilla los pasos para determinar las soluciones para la eliminación de la causa raíz, así como su implantación de manera ordenada y controlada.

Capítulo 8. Conclusiones.

Como se planteó en un principio, efectivamente, *los sistemas automatizados de control de producción pierden su efectividad a medida que se incrementa la confiabilidad y pueden llegar a ser reemplazados.*

A medida que la tecnología avanza, la relación entre hombre –tecnología se vuelve más especializada y requiere de una coordinación más precisa para alcanzar los niveles de eficiencia y productividad demandados por la industria. Se requiere de un análisis más profundo para estudiar no solo la relación, sino la *interfase* hombre-tecnología, como se planteó en esta tesis.

Se requiere entender mejor dicha *interfase* para aprovechar la sinergia que se puede obtener entre la inteligencia del hombre y la capacidad de la tecnología para construir sistemas de manufactura más robustos y reducir los esfuerzos de operación y supervisión de dichos sistemas.

La industria requiere, cada vez más, soluciones de tecnologías de información para satisfacer sus necesidades operacionales y las de sus clientes y por consecuencia la *interfase* hombre-tecnología se vuelve cada vez más crítica.

La teoría de restricciones (TOC) considera, dentro de su análisis, a un sistema como un conjunto de elementos que interactúan/interrelacionan entre sí para alcanzar un meta. Esta tesis propone, que el TOC considere la *interfase* entre elementos, como un elemento más del sistema, para el análisis de detección de restricciones. Esa *interfase* es tan importante como cualquiera de los elementos que componen un sistema y puede llevarlo al fracaso, en caso de ser omitida y/o considerada como un hecho.

También se desarrolló una metodología para la detección, análisis y solución de problemas de interfase en la relación humano-tecnología., como propuesta de solución, cuando dicha *interfase* entre humano–tecnología resulte ser la restricción del sistema, esa metodología resulta de la combinación de TOC+STS, todo dentro de un marco de análisis y solución de problemas de las 8D's.

Por otro lado, la metodología propuesta desarrollada en esta tesis, se aplicó en el caso de estudio, para resolver situaciones problemáticas que involucran conceptos tales como: baja productividad, problemas de incumplimiento, excesos de inventario, relaciones hombre-máquina, subutilización de sistemas, entre otros, y planteó de manera efectiva la detección de la causa raíz del problema de confiabilidad del Sistema de Control de Producción, es decir, la *interfase*, y de manera sencilla, en ocho pasos que se realizan progresivamente, nos llevó a encontrar e implantar soluciones efectivas para eliminar la causa raíz de una manera ordenada.

La identificación de requerimientos queda perfectamente definida a través del uso del Ciclo de Vida de GERAM. La incorporación de los conceptos, manejados por la teoría de Sistemas Sociotécnicos (STS), aplicados dentro de la fase de identificación de la restricción, en la Teoría de Restricciones (TOC), hace que la metodología propuesta sea más robusta y pueda detectar, analizar y proponer soluciones a ese problema de *interfase* entre el factor humano y la tecnología. La solidez de la estructura para el Análisis y Solución de Problemas (ASP), utilizando como marco las Ocho Disciplinas (8D's), hacen que la metodología propuesta sea efectiva en la obtención de resultados al eliminar la causa raíz y prevenir problemas potenciales.

Además, la metodología propuesta tiene la ventaja de que es fácil de usar, por lo que ésta puede ser fácilmente entendida y manejada por todos los niveles de la organización, desde la alta administración hasta los operadores de los procesos.

Anexo 1. Desarrollo y Experimentación del Proyecto de Estancia Industrial.

Caso de estudio: Motores Eléctricos.

Antecedentes:

Motores Eléctricos había sido tradicionalmente una planta manufacturera de motores eléctricos industriales dedicada a la fabricación de motores de stock (motores estándar con número de modelo asignado), los cuales se enviaban al centro de distribución localizado en Memphis, TN.

A partir de 2002, Motores Eléctricos empezó a fabricar motores llamados “Configurados”, los cuales son motores especiales producidos de acuerdo a las especificaciones del cliente.

Aún y cuando se han implantado varias técnicas de manufactura tales como Manufactura Esbelta, 5's, One Piece Flow entre otras, el cambio hacia el ensamble de motores configurados no ha sido completamente asimilado, resultando en bajos porcentajes de cumplimiento en entregas.

Objetivo:

Este proyecto pretende mejorar y adecuar el Sistema de Control de Producción existente para ser usado de manera efectiva en motores configurados, esto para elevar y mantener el nivel de cumplimiento de órdenes fabricadas a tiempo por arriba del 95%. Para esto nos enfocaremos en una de las líneas de ensamble de motores configurados con mayor problema en cumplimiento de órdenes terminadas a tiempo: Línea # 12. Ver figura A.

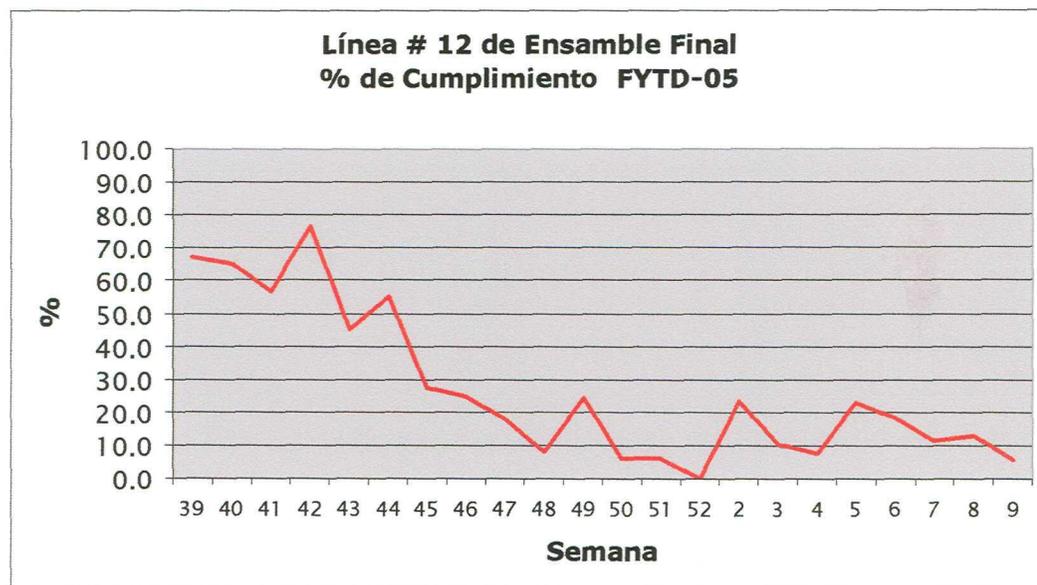


Figura A. Cumplimiento de la línea de ensamble # 12

Componentes Básicos del Motor

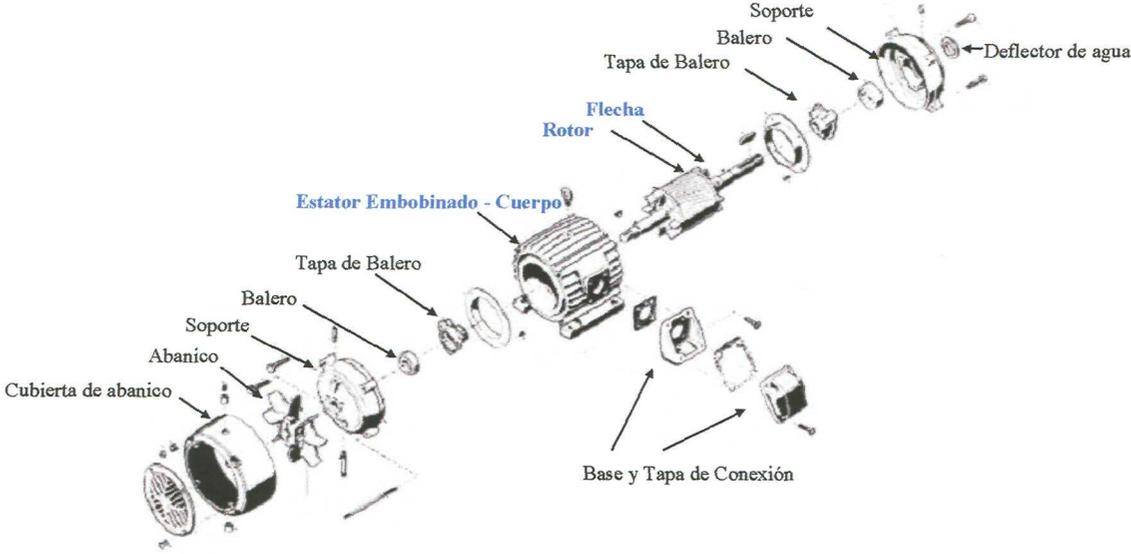


Figura B . Componentes básicos del motor eléctrico

El proyecto se desarrolló usando diferentes metodologías tales como:

Teoría de Restricciones (TOC)
Ingeniería para la Integración de Empresas (Enterprise Integration Engineering).
Comportamiento Organizacional
Herramientas Básicas de Calidad
Sistemas socio-técnicos

Para tener muy claros los requerimientos y expectativas de Motores Eléctricos, en cuanto al alcance del proyecto, se aplicó la metodología de las fases del ciclo de vida de GERAM. Ver figura C.

Aplicación de la Metodología de Integración Fases del Ciclo de Vida de GERAM

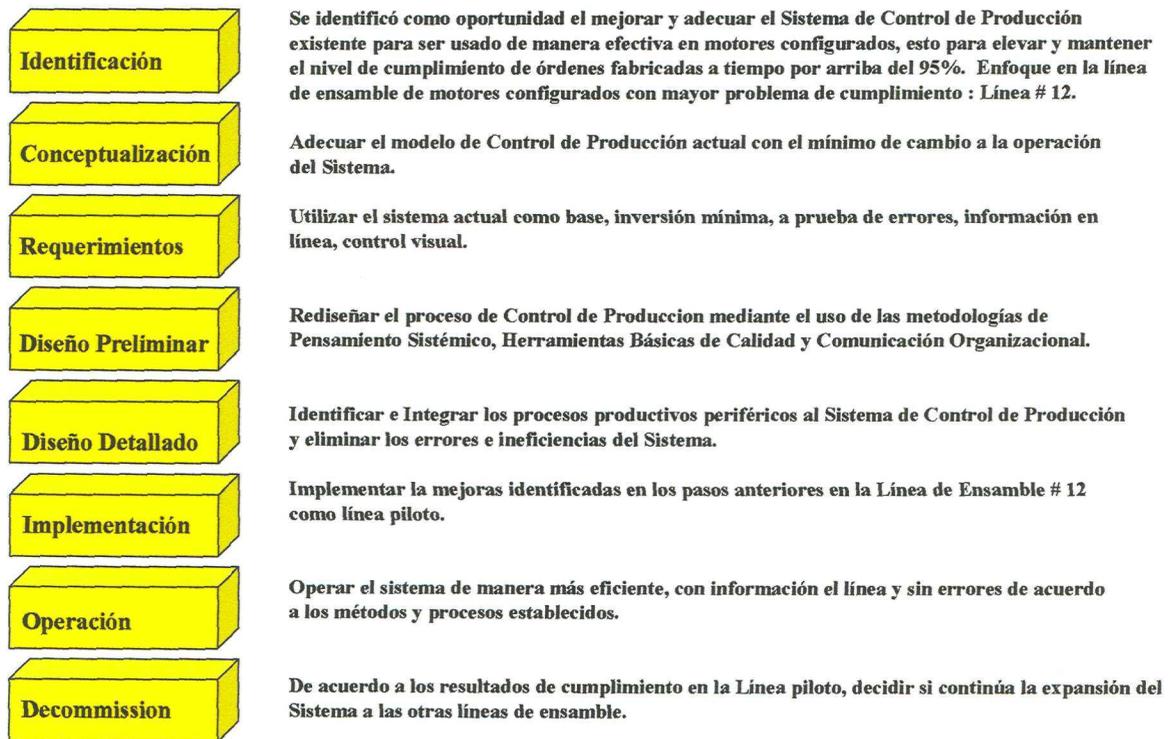


Figura C. Fases del ciclo de vida.

Una vez que se tuvieron claras las expectativas se procedió a mapear el proceso productivo de Motores Eléctricos, el cual se muestra en la figura D.

Diagrama de Proceso del Sistema de Producción de Motores

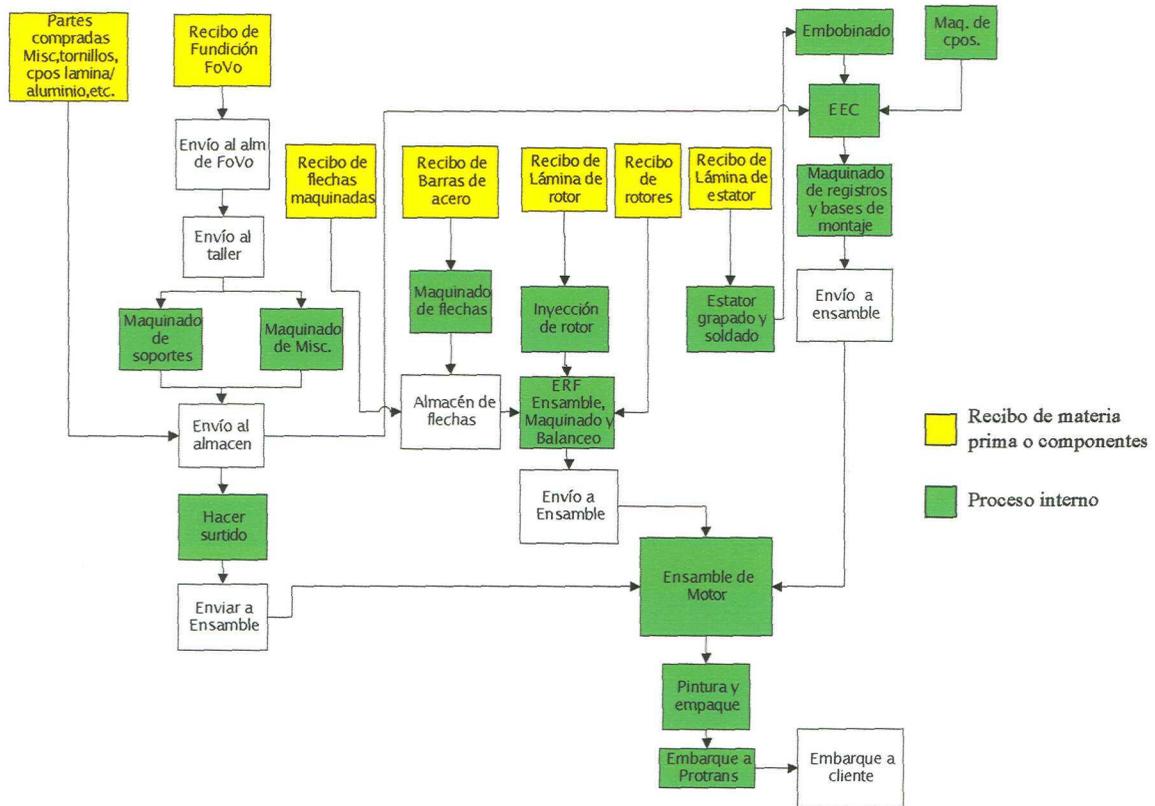


Figura D. Diagrama de proceso del sistema de producción de motores.

Como se puede observar en la figura D, los pasos del proceso marcados en verde muestran la cantidad de procesos productivos internos mientras que los amarillos son componentes o materias primas compradas.

Acto seguido, se mapeó el Sistema de Control de Producción, con el fin de compararlo con el proceso productivo y encontrar posibles áreas de oportunidad. Este Sistema se desarrolló bajo la premisa de suministro soportado por kanban. El Sistema de Producción cambió de stock (estándar) a configurado (especial de acuerdo a especificaciones de cliente); estas especificaciones varían desde lo estético hasta el cambio en el desempeño del motor.

El mapa de proceso del Sistema de Control de Producción se muestra en la figura E.

El funcionamiento de este Sistema se basa en que cada departamento productivo, de componentes críticos, captura en el Sistema cuando la parte ha sido fabricada, una vez que se efectúa esta acción la pantalla cambiará de color blanco a verde (ver figura F), de manera que el supervisor de ensamble “jala” los componentes del motor a ensamblar una vez que la pantalla muestra todos los componentes en color verde.

Al comparar el Sistema de Control de Producción y el Diagrama del Proceso Productivo de Motores Eléctricos, podemos concluir que dicho Sistema sólo cubre 7 de los 21 procesos que intervienen en la producción. Estos procesos se muestran marcados con un círculo rojo en la figura G.

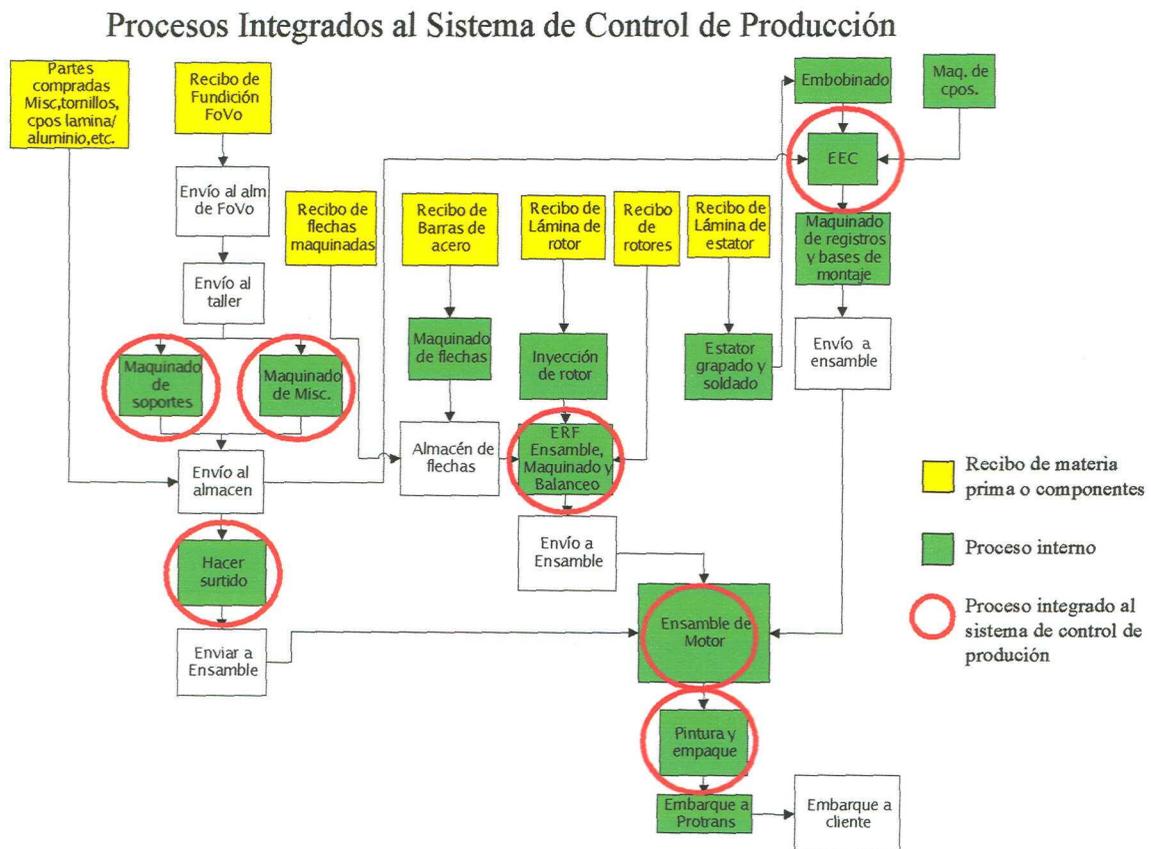


Figura G. Procesos integrados al Sistema de Control de Producción.

Al analizar los datos del Sistema de Control de Producción, se logró construir un pareto con las causas más frecuentes por las que no se llega al nivel de cumplimiento de órdenes producidas en la línea # 12 de ensamble de motores. Dicho pareto nos muestra que las causas principales son: Ensamble Rotor-Flecha, Ensamble Estator-Cuerpo y Estator Embobinado. Ver figura H.

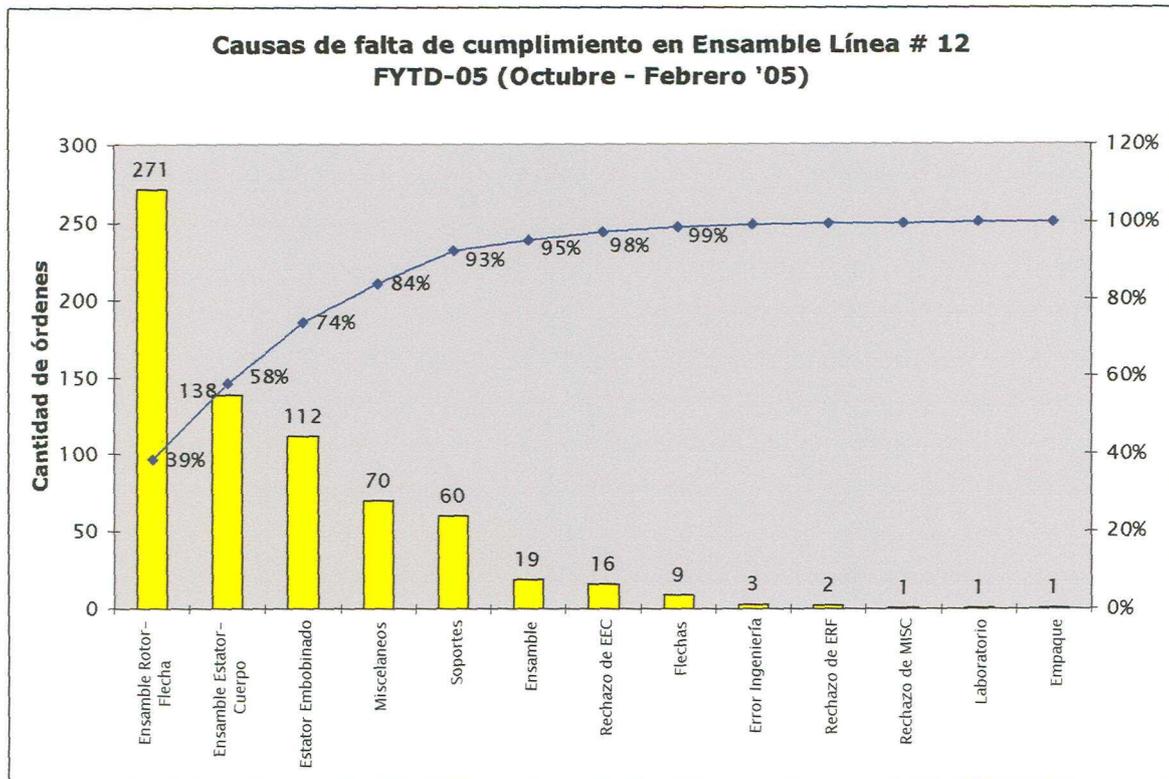


Figura H. Pareto de Causas de Incumplimiento en la Línea # 12 de Ensamble Final.

Una vez visualizadas las causas de incumplimiento se realizó el mapa de proceso de ellas, empezando por Ensamble Rotor-Flecha (ERF), el cual se muestra en la figura I.

Como se puede observar en la figura I, el proceso de ERF tiene varias áreas de oportunidad. La información generada del abastecimiento de laminación y flechas no es capturado en el Sistema, ya que no está contemplado en el mismo, así como tampoco la fabricación de flechas dentro del proceso de maquinado interno. El disparo en la producción de rotores se da de manera verbal entre el supervisor de ERF, al obtener las entradas de almacén de flechas, y el supervisor de rotores. Después de obtener de manera verbal la señal de proceder, el supervisor de rotores tiene que asegurarse que cuenta con la laminación correspondiente para la fabricación del rotor. Esto se hace de manera física/visual en el almacén de laminación.

Una vez que se fabrica el rotor, este tampoco se captura en el Sistema de Control de Producción. También, aún y cuando está contemplado en el Sistema, no se captura oportunamente la fabricación del ERF una vez producido.

Sistema de Control de Producción actual para ERF

SUB-ENSAMBLE ROTOR-FLECHA (ERF)

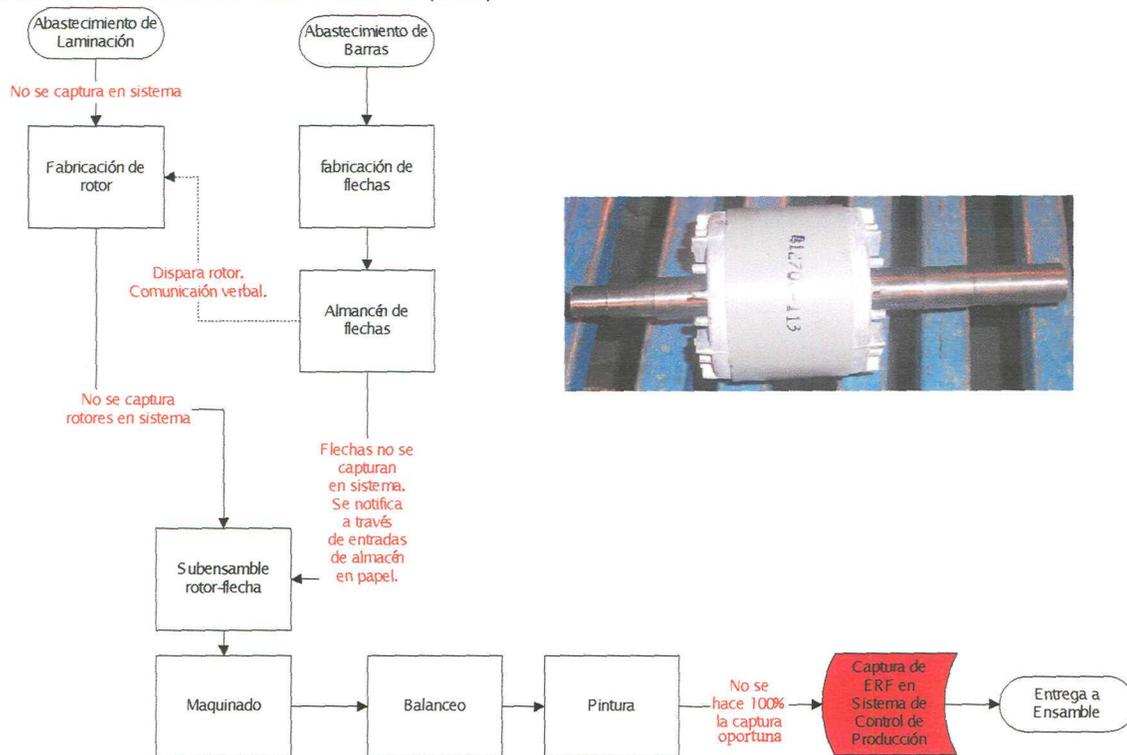


Figura I. Diagrama de proceso de ERF.

Como respuesta a las áreas de oportunidad encontradas en ERF se creó un módulo dentro del Sistema de Control de Producción para el monitoreo del abastecimiento de laminación y flechas, así como también para la captura de flechas y rotores fabricados internamente. Dicho módulo se muestra en la figura J.

El módulo permite la captura de laminación, flechas y rotores comprados y fabricados en planta.

Esto permite que la comunicación verbal sea eliminada y de manera directa se disparen las fabricaciones de rotores y ERF una vez que se tienen disponibles los componentes requeridos, señalados en color verde.

Cuando la laminación y la flecha muestran un color verde, es el momento de empezar la fabricación del rotor. Una vez que se produce y se captura el rotor mostrará color verde, lo cual indica que ERF puede ser fabricado.

Monitor de Flujo Sincronizado...

Resumen... Embarques... Ensamble... Embobinado Barnizado... Embobinado Proceso... ERF... Impresión...

Lineas a Consultar => 11
12
13
14

Consulta

Año	Sem	Sec	Modelo	Cant	Flechas		Rotores		Lamina Rotor		
					No Parte	Cantidad	No Parte	Cantidad	No Parte	Cantidad	
435	2005	8	L12-1-4-6	001384-100	10	169645-000	10	393733-227	0-0	951910-027	0-0
436	2005	8	L12-1-4-7	001384-100	10	169645-000	10	393733-227	0-0	951910-027	0-0
437	2005	8	L12-1-4-8	001384-100	5	169645-000	5	393733-227	0-0	951910-027	0-0
438	2005	8	L12-1-4-9	0559526-100	10	149430-000	10	958107-123	0-0	348801-020	0-0
439	2005	8	L12-1-4-10	0559526-100	7	149430-000	7	958107-123	0-0	348801-020	0-0
440	2005	8	L12-1-4-11	0559599-100	1	149430-000	1	375598-234	0-0	951910-027	0-0
441	2005	8	L12-1-4-12	0559629-100	1	361286-000	1	364100-113	0-0	349957-027	0-0
442	2005	8	L12-1-4-13	0113690-100	2	451114-000	0-0	364100-113	0-0	349957-027	0-0
443	2005	8	L12-1-4-14	0559549-100	2	149430-000	2	958106-113	0-0	349957-027	0-0
444	2005	8	L12-1-4-15	0559557-100	1	149430-000	1	958106-113	0-0	349957-027	0-0
445	2005	8	L12-1-4-16	0559557-100	2	149430-000	2	958106-113	0-0	349957-027	0-0
446	2005	8	L12-1-4-17	0113693-100	2	345097-000	2	741290-114	0-0	349915-013	0-0
447	2005	8	L12-1-4-18	001390-100	10	931014-000	10	954810-182	0-0	344641-016	0-0
448	2005	8	L12-1-4-19	001390-100	10	931014-000	10	954810-182	0-0	344641-016	0-0
449	2005	8	L12-1-4-20	001390-100	10	931014-000	10	954810-182	0-0	344641-016	0-0
450	2005	8	L12-1-4-21	001392-100	10	931014-000	10	397186-132	0-0	392700-025	0-0
451	2005	8	L12-1-4-22	001392-100	10	931014-000	10	397186-132	0-0	392700-025	0-0
452	2005	8	L12-1-4-23	001392-100	4	931014-000	4	397186-132	0-0	392700-025	0-0
453	2005	8	L12-1-4-24	0113448-100	2	X8700378-000	0-0	397181-132	0-0	392700-025	0-0
454	2005	8	L12-1-4-25	0113754-100	2	362919-000	2	364102-113	0-0	349957-027	0-0
455	2005	8	L12-1-4-26	0113611-100	5	362920-000	5	483484-268	0-0	349957-027	0-0
456	2005	8	L12-1-4-27	T706	1	919846-000	1	974628-240	0-0	951910-027	0-0
457	2005	8	L12-1-4-28	0113447-100	1	X8700378-000	0-0	182764-048	0-0	163046-014	0-0
458	2005	8	L12-1-4-29	G61222	2	931173-000	2	394901-181	0-0	349957-024	0-0
459	2005	8	L12-1-4-30	G61222	2	931173-000	2	394901-181	0-0	349957-024	0-0
460	2005	8	L12-1-5-1	G59136	10	910612-000	0-0	390843-066	0-0	779342-023	0-0
461	2005	8	L12-1-5-2	G59136	10	910612-000	0-0	390843-066	0-0	779342-023	0-0
462	2005	8	L12-1-5-3	G59136	6	910612-000	0-0	390843-066	0-0	779342-023	0-0
463	2005	8	L12-1-5-4	0113691-100	2	448190-000	2	958106-113	0-0	349957-027	0-0
464	2005	8	L12-1-5-5	0559537-100	1	X716390-000	0-0	484367-228	0-0	349957-027	0-0
465	2005	8	L12-1-5-6	0559550-100	1	448196-000	0-0	484367-228	0-0	349957-027	0-0
466	2005	8	L12-1-5-7	S654	1	361286-000	0-0	974622-239	0-0	951910-027	0-0
467	2005	8	L12-1-5-8	S654	1	361286-000	0-0	974622-239	0-0	951910-027	0-0
468	2005	8	L12-1-5-9	0113626-100	2	992238-000	0-0	931268-197	0-0	349957-027	0-0

Figura J. Modulo creado e integrado al Sistema de Control de Producción.

Al igual que en ERF se desarrolló y analizó el diagrama de Embobinado y Ensamble Estator-Cuerpo (EEC) (ver figura K). De ahí se visualizan varias áreas de oportunidad:

- No se tiene la certeza de cuándo se inicia la fabricación de embobinados, ni cuál es el estatus de los mismos.
- No se sabe si los embobinados pasaron la prueba eléctrica, sino hasta 2 días después.
- No se cargan secuencias completas al horno de barnizado, lo cual complica el manejo de órdenes completas.
- El reporte de carga del horno no se transfiere a descarga del mismo.
- No se genera reporte de descarga y no se asegura su captura oportuna.
- No se utiliza el Sistema de Control de Producción en EEC por su confiabilidad, en su lugar se realiza inventario físico diario para la generar la carga de trabajo del día en el área.
- No se asegura la captura oportuna de EEC una vez terminado.

Sistema de Control de Producción actual para EEC

SUB-ENSAMBLE ESTATOR-CUERPO (EEC)

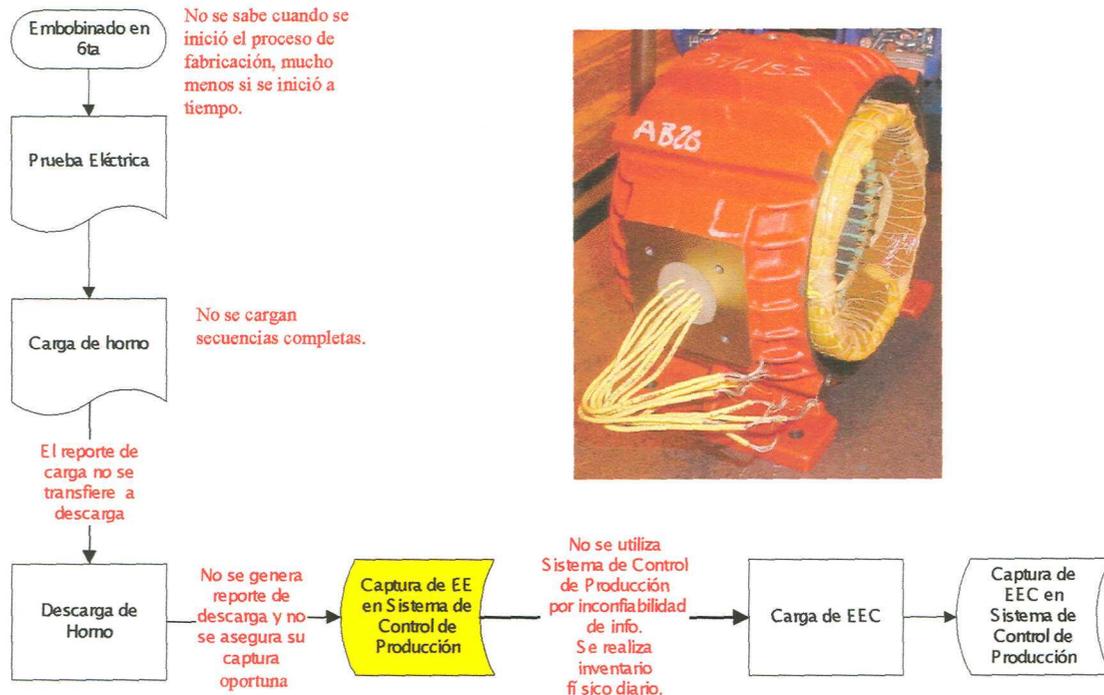


Figura K. Diagrama de Proceso de Embobinado y EEC.

Las áreas de oportunidad encontradas nos encaminan a tomar las siguientes acciones de mejora, teniendo en cuenta los requerimientos y directrices que la empresa nos comunicó anteriormente mediante la herramienta del ciclo de vida de GERAM.

El marcado del número de parte y secuencia se realizará utilizando código de barras en lugar de marcado a mano. Esto con el fin de eliminar errores de marcado e identificación además de disminuir el tiempo de proceso.

La impresora de etiquetas de código de barras se conectará a una terminal inteligente, que automáticamente enviará los datos al Sistema de Control de Producción, una vez que se impriman las etiquetas, esto para informar que ya se inició el proceso de embobinado.

Ver figura L.

Se eliminará el registro manual y se instalará un lector digital para asegurar la captura de datos en la estación de prueba eléctrica y en la descarga del horno, con esto también se eliminarán errores de captura. Ver figura L.

Mejoras al Sistema de Identificación y Captura de EE

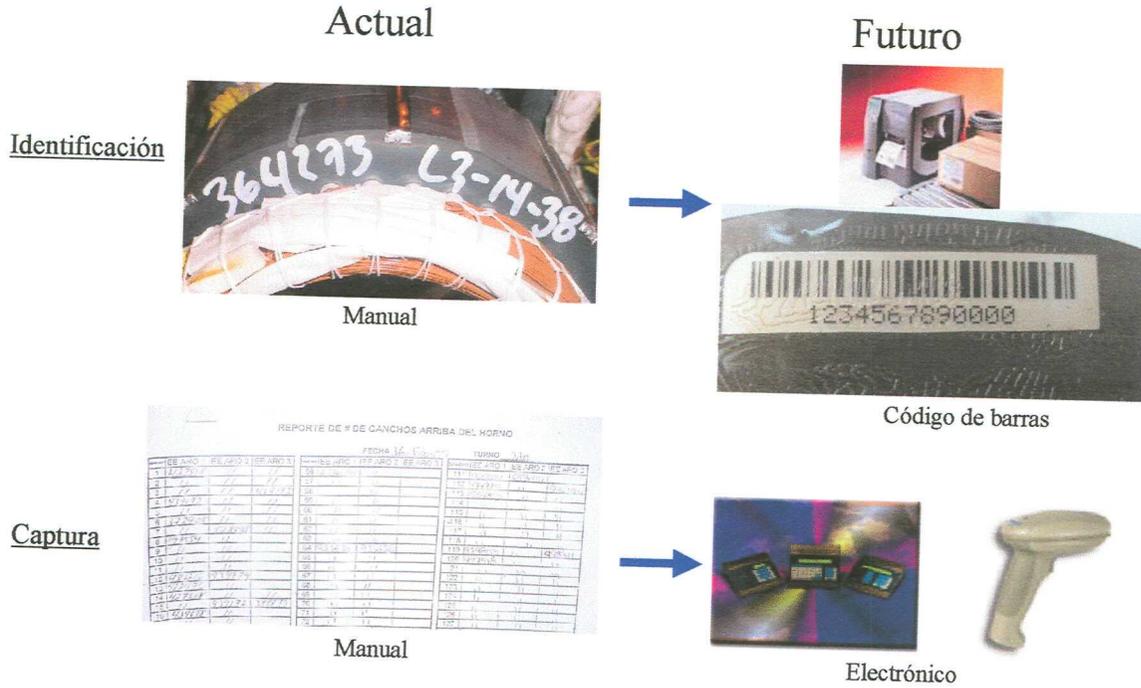


Figura L. Mejoras en el sistema de identificación y captura de Embobinado.

Así mismo, se desarrollo el módulo de captura de Embobinado, similar al de ERF, para informar del estaus de las partes (Inicio del proceso, prueba eléctrica, embobinado barnizado (terminado)). Al igual que el modulo de ERF, éste integró al Sistema de Control de Producción.

Con todas las mejoras mencionadas, el Sistema de Control de Producción se hizo más robusto, ya que se monitorean y controlan 14 de los 21 procesos que conforman el Sistema, como se puede ver en la figura M.

Procesos por Integrar al Sistema de Control de Producción Primera Fase

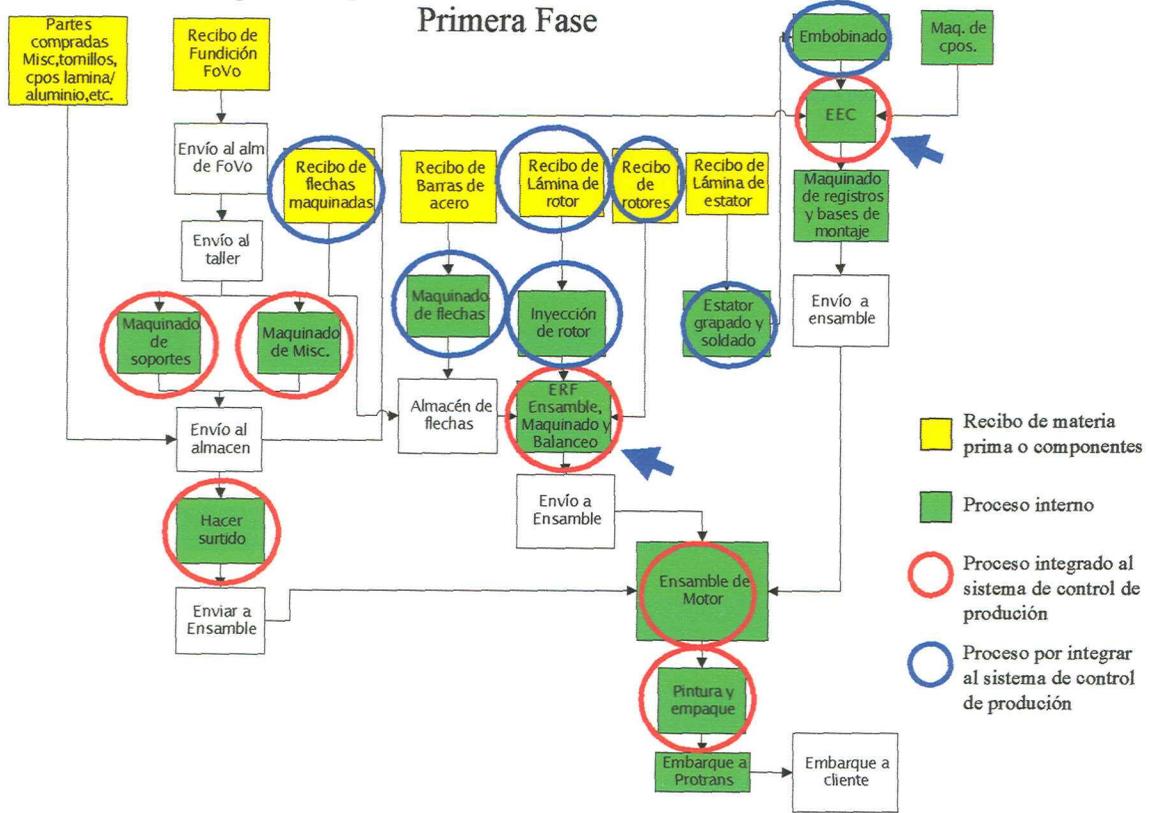


Figura M. Sistema de Control de Producción mejorado.

Referencias.

1. SCHRAGENHEIM ELI, DETTMER H. WILLIAM. *Manufacturing at Warp Speed*; PSt. Lucie Press/APICS, Boca Raton, FL; USA 2001
2. GOLDRATT ELIYAHU M y COX JEFF. *La meta*; Ediciones Castillo, Monterrey N.L., México 1995. (First Edition 1984, North River Press).
3. DEBERNARDO HECTOR. *¿ Que es TOC ?*; Boletín del Instituto Goldratt, Argentina 2000.
4. VERNADAT FRANCOIS B. *Enterprise Modeling and Integration*. Chapman & Hall. England, UK 1996
5. ISO/TC 184/SC 5 (1999), *Industrial Automation Systems Requirements for Enterprise-Reference Architectures and Methodologies* ISO/FDIS 15704, ISO/TC 184/SC 5/WG , Secretariat: ANSI/NEMA (USA), International Standardization Office. ISO 15704 <http://www.mel.nist.gov/sc5wg1/gera-std/15704fds.htm>
6. SENGE, P.M. *The Fifth Discipline*. New York: Doubleday Currency, 1990.
7. SCHLESINGER, L.A., *Quality of Work Life and the Supervisor*. New York: Praeger, 1982.
8. EMERY, F.E., *Characteristics of Socio-technical Systems*, Tavistock Institute of Human Relations Document, No. 527, 1959.
9. ZHAO, BAIZHONG, STEIER, FREDERICK. *Effective CIM implementation using socio-technical principles*. Industrial Management. Norcross: May/Jun 1993. Vol.35, Iss. 3.
10. KATSILOUDES, MARIOS I. *Socio-technical analysis: A normative model for participatory planning*. Human Systems Management. Amsterdam: 1996. Vol.15, Iss. 4.
11. MOLINA, A. *Ingeniería para la Integración de Empresas*. Notas presentadas en clase en el EGADE, Monterrey, NL. (2004, Julio)
12. IFIP-IFAC Task Force on Enterprise Integration, “*GERAM: Generalised Enterprise Reference Architecture and Methodology*”. (documento web). (1999) <http://www.cit.gu.edu.au/~bernus/taskforce/geram/versions/geram1-6-3/v1.6.3.html>

13. ITESM-CSIM. *Manual de Análisis y Solución de Problemas*. Monterrey,, N.L. Mexico. 1998.
14. BURO, THOMAS M. *Fulfilling Customer Requirements Under Complexity and Uncertainty - forecasting and planning vs Flexibility of Human-machine systems -* Airport Research Center (ARC), University of Technology (RWTH) D-52056 Aachen, Germany. 1999. http://www.zlw-ima.rwth-aachen.de/forschung/veroeffentlichungen/global_transport_systems.html
15. THORNE, KYM, SMITH, MALCOM. *Synchronous Manufacturing: Back to Basics*. Magazine for Chartered Management Accountants, Dec 97, Vol 75, Issue 11.
16. MABIN, VICTORIA, BALDERSTONE, STEVEN. *The performance of the theory of constraints methodology: Analysis and discussion of successful TOC applications*. International Journal of Operations & Production Management. Bradford: 2003. Vol.23, Iss. 5/6.
17. KROLL, KAREN M . *The theory of constraints revisited* Industry Week. Cleveland: Apr 20, 1998. Vol.247, Iss. 8.
18. DRAMAN, REXFORD H. *Organization/business, management, people and complexity – an approach to their integration*. Human Systems Management; 2004, Vol. 23 Issue 2.
19. *How manufacturers drive improvement*. Industrial Engineer: IE; Mar2004, Vol. 36 Issue 3. Source: "2003 Census of Manufacturers," **IndustryWeek**/Manufacturing Performance Institute, 2003.

