

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

**DIVISION DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE GRADUADOS EN INGENIERIA**



**TECNOLÓGICO
DE MONTERREY.**

**TRANSICION DE MANUFACTURA ESBELTA A
MANUFACTURA AGIL EN UN AMBIENTE DE ALTA
VARIEDAD DE PRODUCTOS Y BAJO VOLUMEN
DE DEMANDA**

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE:
MAESTRIA EN CIENCIAS
CON ESPECIALIDAD EN SISTEMAS DE CALIDAD
Y PRODUCTIVIDAD**

**POR:
MARGARITA ALANIS RODRIGUEZ**

MONTERREY, NUEVO LEON

MAYO DE 2003

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

**CAMPUS MONTERREY
DIVISION DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE GRADUADOS EN INGENIERÍA**



**TECNOLÓGICO
DE MONTERREY®**

**TRANSICIÓN DE MANUFACTURA ESBELTA A MANUFACTURA ÁGIL
EN UN AMBIENTE DE ALTA VARIEDAD DE PRODUCTOS Y BAJO
VOLUMEN DE DEMANDA**

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO
ACADÉMICO DE:**

**MAESTRIA EN CIENCIAS
ESPECIALIDAD EN SISTEMAS DE CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD**

**POR:
MARGARITA ALANIS RODRÍGUEZ**

MONTERREY, N.L.

MAYO DE 2003

INDICE

| | |
|---|-----------|
| 1. Introducción | 1 |
| 1.1 Organización de la Tesis | 2 |
| 1.2 Antecedentes | 4 |
| 1.3 Planteamiento del problema | 4 |
| 1.4 Justificación | 6 |
| 1.5 Objetivo y alcance | 7 |
| 1.6 Preguntas de investigación | 7 |
| 1.7 Hipótesis | 7 |
| | |
| 2. Evolución histórica | 9 |
| 2.1 Transición de Manufactura artesanal a Manufactura en masa | 10 |
| 2.2 Transición de Manufactura esbelta a Manufactura ágil | 14 |
| | |
| 3. Marco Teórico | 26 |
| 3.1 Elementos de la ME | 27 |
| 3.1.1 La fábrica | 28 |
| 3.1.2 El diseño de producto | 28 |
| 3.1.3 La cadena de abastecimiento | 31 |
| 3.1.4 El trato con el cliente | 32 |
| 3.1.5 Administración de una empresa ME | 34 |
| 3.2 Proceso para alcanzar ME | 35 |
| 3.2.1 Valor | 37 |
| 3.2.2 Identificar la cadena de valor | 38 |
| 3.2.3 Definir flujo | 41 |
| 3.2.4 Jalar | 43 |
| 3.2.4 Perfección | 44 |
| 3.3 Comportamientos esbeltos | 45 |
| 3.4 Elementos de la MA | 47 |
| 3.4.1 Buscar el cambio | 52 |

| | |
|--|------------|
| 3.4.2 Responder al cambio | 55 |
| 3.4.3 Explotar el cambio | 58 |
| 3.5 Medidores de desempeño de MA | 62 |
| 3.6 Viabilidad de MA | 68 |
| 3.7 Transición a MA | 71 |
| 3.8 Las características del ambiente HVLV | 73 |
| 4. Metodología | 79 |
| 4.1 Bases para el diseño | 80 |
| 4.2 Revisión del concepto de “ <i>esbelta</i> gilidad” | 94 |
| 4.3 Modelo de transición de ME a MA | 103 |
| 5. Aplicación | 109 |
| 5.1 Instrumento de Evaluación | 110 |
| 5.2 Filosofía | 111 |
| 5.3 Proceso | 111 |
| 5.4 Herramientas | 113 |
| 5.4.1 Diseño | 113 |
| 5.4.2 Obtención De Recursos | 113 |
| 5.4.3 Manufactura | 114 |
| 5.4.4 Distribución | 114 |
| 5.4.5 Empresa | 115 |
| 6. Conclusiones | 116 |
| 5.2 Filosofía | 117 |
| 6.1 Proceso | 118 |
| 6.2 Herramientas | 122 |
| 6.2.1 Diseño | 122 |
| 6.2.2 Obtención De Recursos | 123 |
| 6.2.3 Manufactura | 124 |
| 6.2.4 Distribución | 124 |

| | |
|---|------------|
| 6.2.5 Empresa | 125 |
| 6.3 Consideraciones finales | 126 |
| 7. Bibliografía | 136 |
| 7.1 Artículos | 137 |
| 7.2 Libros | 132 |
| 7.3 Páginas | 133 |
| 8. Anexos | 134 |
| A1 Encuesta de evaluación del modelo de transición de ME a MA | 135 |
| A2 Instrumento de diagnóstico de ME | 139 |
| A3 Guía Para La Medición De Las Capacidades Ágiles de la Cadena de Suministro al Cliente Final | 143 |

INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

A través de la historia y con el fin de mantenerse competitivos, las empresas han tenido que enfrentarse a los cambios en su ambiente operacional, la Manufactura Artesanal y la Manufactura en Masa han sido algunas de las respuestas a dichos cambios.

Hoy en día, la disponibilidad de recursos ha disminuido y la frecuencia de dichos cambios ha aumentado. Compañías manufactureras, incluso aquéllas con condiciones relativamente estables y buenas posiciones en el mercado están enfrentando cambios rápidos y con mucha frecuencia no esperados .

En esta Tesis hablaremos sobre una reciente y emergente técnica de manufactura que se especializa en los cambios, prospera en ellos y los explota para sacar ventaja competitiva, dicha técnica se denomina Manufactura Ágil.

1.1 ORGANIZACIÓN DE LA TESIS

Esta tesis presenta la documentación derivada de la investigación realizada sobre los elementos necesarios para la Transición de Manufactura Esbelta (ME) a Manufactura Ágil (MA) en un ambiente de alta variedad de productos y bajo volumen de demanda (HVLV). En esta tesis quedarán documentadas, entre otras cosas, la evolución histórica de ME y MA, las bases teóricas de ambas y de los ambientes HVLV, el método propuesto para evolucionar de ME a MA en dichos ambientes, algunas aplicaciones, conclusiones de las mismas y recomendaciones.

La organización será como se describe a continuación:

Introducción. Se presentarán brevemente las bases, los términos de Manufactura Esbelta, Manufactura Ágil, el perfil de Alta Variedad y Bajo Volumen de demanda (HVLV), posteriormente se planteará el

problema y se darán las razones por las cuales la investigación es necesaria. Aquí también se establecerán el objetivo que se esté buscando, así como los alcances hasta dónde se llegará a definir este objetivo, las preguntas y la hipótesis de la investigación.

Evolución Histórica En esta sección se presentarán retrospectiva de los eventos que dieron origen a ambos métodos de fabricación: ME y MA se analizarán el contexto social, histórico y tecnológico.

Marco Teórico Una vez presentada la evolución de la ME y MA, haremos análisis profundo para obtener los elementos de ME y MA, a la vez nos enfocaremos en los ambientes HVLV para proponer estrategias para la transición e indicadores para la evaluación del proceso.

Metodología En esta etapa se establecerán las bases de un modelo cuyo nombre se deriva de yuxtaponer los nombres de ambos sistemas de manufactura: esbelta + ágil = “*esbeltágil*”. Se establecerán y describirán las etapas del modelo propuesto.

Aplicación Se presentarán los resultados de una encuesta de evaluación en donde se pidió a ejecutivos de nivel intermedio de empresas HVLV, a través de una serie de preguntas, que evaluaran el modelo propuesto.

Conclusiones Finalmente se obtienen las conclusiones y se hacen las recomendaciones de la investigación.

Bibliografía. Se enlistarán los libros y artículos sobre los cuales se basó la investigación.

Una vez que tenemos idea de la forma en que el documento está organizado, pasemos a revisar los antecedentes que dieron origen a la misma.

1.2 ANTECEDENTES

En esta sección, dentro del planteamiento del problema se presentarán las definiciones presentadas en la literatura para designar ME y MA, así mismo se plantea la necesidad de evaluar aisladamente el ambiente de Alta Variedad y Bajo Volumen de demanda (HVLV), posteriormente se planteará el problema y se darán las razones por las cuales la investigación es necesaria. Aquí también se establecerán el objetivo que se esté buscando, así como los alcances hasta dónde se llegará a definir este objetivo, las preguntas y la hipótesis de la investigación.

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Mucho han cambiado los métodos de administración de las empresas. El enfoque ha variado, desde el producto, pasando por el proceso y en últimas fechas en el cliente. Es el desarrollo lógico si recordamos que al principio de la era de la industrialización, lo importante era tener el producto listo y a bajo costo para ser vendido, en esa época no se tenía mucha calidad ni variedad de modelos, después de la Segunda Guerra Mundial, y más aún cuando los recursos fueron escaseando, el proceso pasó a ser el enfoque principal a innovar.

Hoy en día cuando la competencia está a la vuelta de la esquina, el cliente se ha convertido en el tema de importancia y con ello ha llevado a las empresas a pensar más

en mejorar la calidad, bajar los costos, reducir los tiempos de entrega y prestar el mejor servicio posible tratando de llenar y superar los requerimientos del cliente.

Para lograr lo anterior las empresas requieren la habilidad para responder rápidamente y la flexibilidad para satisfacer las diferentes demandas de los clientes. (Noori, 2000).

El modelo de Manufactura Esbelta es una colección de técnicas para identificar y eliminar desperdicio. Al reducir desperdicio, se gana enormemente en flujo, reducción de inventario en proceso y reducción del tiempo de ciclo sin incrementar recursos. (Motershead, 2000)

Otra habilidad importante para las empresas a parte de la respuesta rápida, es la de aceptar el cambio y adaptarse rápidamente a él.

Agilidad significa ser capaz de reconfigurar operaciones, procesos y relaciones de negocios eficientemente, mientras que al mismo tiempo florecer en un ambiente de cambio continuo. (Hormozi, 2001).

El entorno empresarial del norte de México, donde la mano de obra es relativamente barata y la proximidad con el mercado de Estados Unidos de Norte América reduce gastos de transporte, es severamente afectado por factores como alta rotación de personal, la cual impacta en el ritmo de producción y la variación de calidad. Es evidente que bajo este medio es primordial contar con habilidades de Manufactura Esbelta y Manufactura Ágil.

La ME permite bajos costos, lo cual puede compensar en parte la influencia de la rotación del personal en los mismos. Si la empresa quiere sobrevivir y desarrollarse debe responder rápidamente a los requerimientos del mercado por el ambiente competitivo en el que se están desarrollando los negocios.

Otro factor que afecta a las empresas es el perfil de producto y demanda que manejan. En empresas que tienen alta variedad de productos y bajo volumen de demanda (HVLV por sus siglas en Inglés) se deberá evaluar cuáles principios de Manufactura Esbelta y Manufactura Ágil se pueden aplicar directamente y cuáles necesitan ser adaptados dependiendo de las circunstancias. (Jay et al,1997)

1.4 JUSTIFICACION

Las empresas continuamente se están encontrando con la necesidad de responder rápidamente a las necesidades, deseos y gustos cambiantes de los clientes. Para competir en este ambiente de cambio continuo, estas organizaciones deben nuevos métodos que les permitan permanecer competitivos y flexibles, y a la vez que le permitan responder rápidamente a las nuevas demandas. (Chen et AL,2000)

De contar con un método que permita a los negocios mexicanos mejorar la calidad, bajar los costos, reducir los tiempos de entrega y prestar el mejor servicio posible llevará a éstos a mejorar su competitividad y conservar las fuentes de trabajo que generan.

A parte de los aspectos operativos, será necesario incorporar los factores que conciernen a la organización del trabajo, es decir lo que se denomina prácticas operacionales. (Forza, 1996)

Con el presente estudio se espera conocer mejor la relación entre las siguientes variables:

1. Los elementos de manufactura esbelta y manufactura ágil
2. Cómo obtener una rápida respuesta de las empresas con un perfil de productos HVLV.

1.5 OBJETIVOS Y ALCANCE

El objetivo del estudio es definir cuáles elementos de manufactura esbelta y manufactura ágil impactan en la rápida respuesta de las empresas que tienen un perfil de alta variedad de productos y bajo volumen de demanda. Así como establecer una metodología para transformar los primeros con el fin de enaltecer a los segundos en un ambiente HVLV. En otras palabras, lograr una MA, transformando o enalteciendo elementos de la ME ya establecidos o por establecer en las empresas HVLV.

1.6 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

Con el fin de definir los objetivos concretos de la investigación, de delimitar el área problema y de sugerir actividades, se han generado las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Cuáles son los principios de Manufactura Esbelta?
2. ¿Cuáles son los principios de Manufactura Ágil?
3. ¿Cuál es el perfil HVLV?
4. ¿Cómo definimos “rápida respuesta” en un entorno empresarial?

1.7 HIPÓTESIS

Tomando en cuenta los tres ambientes vistos anteriormente: Manufactura Esbelta, Manufactura Ágil y Ambientes de Alta variedad y Bajo volumen, suponemos que habrá algunas prácticas de ME que se deben mantener para que las organizaciones HVLV puedan transitar hacia una MA y al mismo suponemos que habrá nuevas prácticas que se deban incorporar para completar este proceso.

La hipótesis anterior la intentaremos probar al establecer los elementos de ME, paso seguido estableceremos los elementos de MA, finalmente estableceremos una metodología de transición que aplique particularmente en los casos HVLV.

Ahora que ya tenemos clara la hipótesis a probar, pasaremos a describir, desde un marco histórico, las evoluciones que dieron origen a ambos sistemas de manufactura: ME y MA. Definiremos las condiciones en las que se presentaron, todo esto con el objetivo de incrementar el entendimiento sus características y componentes.

EVOLUCIÓN HISTÓRICA

2. EVOLUCIÓN HISTÓRICA

En el capítulo anterior establecimos la hipótesis de que “Habrá algunas prácticas de ME que se deben mantener para que las organizaciones HVLV puedan transitar hacia una MA y al mismo suponemos que habrá nuevas prácticas que se deban incorporar para completar este proceso.” Y para probar lo anterior será necesario revisar los orígenes de ME y MA para posteriormente establecer las bases de una metodología de transición de ME a MA.

En esta sección se dará una evolución histórica de la Manufactura Artesanal a las bases de la administración científica en la primera mitad del siglo XX que dio origen a la Manufactura en masa; posteriormente se analizará sistema de producción *Toyota*, origen de la Manufactura Esbelta y finalizaremos con los elementos de Manufactura Ágil de los 90s.

2.1 TRANSICIÓN DE MANUFACTURA ARTESANAL A MANUFACTURA EN MASA

Por más de 100 años, los negocios de manufactura han perseguido implacablemente las estrategias que les permitan ser eficientes, reducir costos, aumentar los bienes que se producen, establecer una posición competitiva o incrementar la participación en el mercado.

Para entender mejor los principios de ME y MA será necesario describir el método de manufactura artesanal que prevalecía en Europa a finales del siglo XIX. En la manufactura artesanal se contaba con trabajadores altamente hábiles que utilizando herramientas simples pero flexibles, hacían cosas al gusto del cliente, una a la vez.(Womack et al 1990)

Las características de los talleres artesanales son:

- Una fuerza de trabajo que era altamente hábil en diseño, operaciones de la máquina y ensamble. La mayor parte de los trabajadores progresaba a través del aprendizaje de un conjunto de habilidades artesanales. Era muy probable que muchos pudieran llegar a tener su propio taller, volviéndose auto-empleados contratados por firmas grandes.
- Las organizaciones estaban altamente descentralizadas, sin embargo todas estaban en la misma ciudad. La mayoría de las piezas y gran parte del diseño de los bienes provenía de pequeños talleres. Este sistema estaba coordinado por un dueño / emprendedor en contacto directo con cada uno que estuviera involucrado (clientes, empleados, contratistas y proveedores).
- El uso de máquinas de uso general para taladrar, cortar, triturar, y realizar otras operaciones en madera y metal.
- Un volumen muy bajo de producción y, dadas las variaciones inherentes a la técnica artesanal, dentro de esa poca cantidad no había dos que fueran exactamente iguales. (Womack et al, 1990)

Los bienes producidos por el método de producción artesanal costaban mucho y tomaba mucho tiempo su elaboración por lo que la producción en masa fue desarrollada a principios del siglo XX como alternativa.

Los métodos de investigación científica desarrollados por *Frederick Taylor* (Taylor, 1976), la filosofía de manufactura de producción en masa desarrolladas por *Henry Ford* y las herramientas de administración de un negocio global desarrolladas por *Alfred Sloan* (Womack et al, 1990), implementadas principalmente después de la primera guerra mundial, dieron como resultados útiles y significantes mejoras para el área de la productividad dentro de la empresa.

El productor en masa usa profesionales con habilidades altamente especializadas para diseñar productos que luego son hechos por trabajadores con pocas o nulas habilidades

asignando máquinas caras a una sola operación (Womack et al 1990). Lo anterior fomentó altos volúmenes de productos estandarizados.

Para analizar los grandes cambios que ha tenido la industria a través de los años, basta dirigir el estudio a la industria automotriz considerada como la más grande actividad de manufactura en el mundo. Esta industria ha cambiado varias veces las ideas fundamentales de cómo se manufacturan las cosas, empezando con un Sistema de Manufactura Artesanal, siguiendo con un Sistema de Manufactura en Masa y últimamente con un Sistema de Manufactura Esbelta.

La Manufactura en Masa inició con un producto de diseño estándar y pensado para la manufactura: el vigésimo diseño de vehículo de *Ford* llamado modelo T. (Womack, 1991). Más aún la clave del éxito del sistema no fue la línea continua de ensamble sino la completa y constante variedad de partes intercambiables y la simplicidad de unir unas con otras. Para lograr esta intercambiabilidad en los componentes, se implementó el mismo sistema de medición para cada parte a todo lo largo del proceso de manufactura.

Para hacer el sistema más eficiente, los ensambladores podían permanecer en el mismo punto toda la jornada mediante un sistema eficiente de entrega de partes en cada estación y el movimiento de producto a través de la línea, dando origen a la línea a de flujo continuo. Todo lo anterior debería ser producto de un plan diseñado por un nuevo tipo de profesión: Ingeniero Industrial.

Como paso razonable, cada operador habría de realizar solo una operación con lo que la división del trabajo y los sindicatos aparecieron. Por todo lo anterior el trabajador de la fábrica no tenía una carrera ascendente, avanzaba por antigüedad y no por competencia.

Con el paso del tiempo y como un desarrollo normal de la organización, se tomaron todas las funciones (diseño, ingeniería y producción de partes) dentro de la empresa hasta lograr una integración vertical completa, introduciendo la burocracia correspondiente y la división de trabajo trascendió a niveles administrativos, las profesiones se especializaban

en sus áreas de acción, sin tomar necesariamente conocimiento de otras áreas o aplicaciones.

Con el fin de eliminar los tiempos de cambio de modelo, dentro de manufactura se asignaron máquinas a una sola tarea a la vez y se ordenaron en secuencia para que cada etapa llevara a la otra muchas partes a la vez. La única falta a este sistema es la inflexibilidad.

Ford por si mismo no tenía idea de cómo organizar un negocio global excepto mediante la centralización de las decisiones en una persona a la cabeza: él. Eventualmente el método autocrático se vio cuestionado cuando la sinergia entre las empresas empezó a disminuir.

Quien vino a enriquecer y, de alguna manera, completar el método de gestionar una empresa de Manufactura en masa fue *Alfred Sloan*. Él, a lo largo de su gestión en *General Motors*, creó una organización de divisiones descentralizadas manejadas objetivamente mediante métricos desde las oficinas corporativas centrales.

Sloan pensó que era innecesario e inapropiado para los altos ejecutivos de las oficinas centrales conocer los detalles de la operación de cada división. También organizó los modelos de autos que la compañía ofrecía en cinco familias de productos que estaban en rangos de caros a baratos.

Para administrar la nueva organización se desarrollaron profesionales en administración y mercadeo. De ahí surgió la idea de alterar anualmente la apariencia de cada modelo y la introducción de una serie de accesorios.

El sistema de Manufactura en Masa fue un éxito durante décadas, el modelo de producción automotriz se adoptó en otros giros industriales dejando a las firmas de Manufactura Artesanal en los nichos especializados de mercado. Sin embargo, los métodos de producción en masa orientados al proceso han degenerado enormemente,

desde la segunda mitad del siglo XX, en los sistemas de hoy de producción orientados a resultados, enfocados en la salida del proceso. (Emiliani, 1998).

Mientras que los manufactureros estadounidenses se reencontraban con el sistema de producción orientado a resultados que disfrutaba el beneficio de recursos abundantes, los japoneses se reconstruían después de la segunda guerra mundial la cual los había dejado con menos recurso humano, materiales y recursos financieros. Como resultado de éstos y otros factores los problemas que ellos enfrentaron fueron muy diferentes a los que enfrentaron sus contrapartes occidentales. (Womack et al, 1990). Esas circunstancias los llevaron a desarrollar nuevas prácticas y filosofías de manufactura de bajo costo.

Los primeros líderes fueron *Eiji Toyoda* y *Taiichi Ohno* de la compañía *Toyota Motor Co.* Y *Shigeo Shingo*, un consultante de *Toyota* y otros manufactureros japoneses. Ellos desarrollaron sistemáticamente un sistema disciplinado de producción enfocado en el proceso (Ohno, 1988; Shingo, 1988) conocido como “El Sistema de Producción *Toyota*” o “Manufactura Esbelta”

2.2 TRANSICIÓN DE MANUFACTURA ESBELTA A MANUFACTURA ÁGIL

La producción esbelta fue dada a conocer al mundo a través del programa internacional de vehículos de motor (*IMVP* por sus siglas en inglés) realizado por el instituto tecnológico de Massachussets (*MIT*). La fase uno del programa *IMVP* consistía en la investigación comparativa enfocada en las mejores prácticas y técnicas en todos los aspectos de la producción de motores para vehículos, básicamente emprendieron un estudio de las nuevas técnicas japonesas. La aportación principal de ese estudio fue un nuevo marco sistemático llamado “producción esbelta” para todo el proceso de producción.

La Manufactura esbelta combina las ventajas de la manufactura Artesanal y la Manufactura en Masa evitando el alto costo y rigidez de esta última. Los productores esbeltos emplean equipos de trabajadores multidisciplinarios en todos los niveles de la organización y utilizan altamente máquinas flexibles y cada vez más automatizada para producir altos volúmenes y alta variedad. (Womack et al, 1990).

Se la llamó “esbelta” porque utiliza menos recurso humano, menos espacio de la fábrica, menos inversión en herramientas, menos horas de ingeniería para desarrollar un nuevo producto, menos inventario, produce menos defectos y gran cantidad de variedad de productos. (John Krafcik, 1991) En otras palabras las empresas esbeltas se enfocan en la perfección: en reducir continuamente los costos, los defectos, los inventarios y aumentar la variedad de productos.

Cuando se habla de las técnicas Japonesas es muy importante no poner atención a los rasgos especiales de la cultura japonesa que algunos observadores han creído importantes al momento de implementar ME, tales como: población homogénea, la frecuente inclinación a subordinar los deseos personales ante las necesidades del grupo, el rol limitado que tienen las mujeres en la economía, la fuerte relación entre el gobierno y la industria, las barreras arancelarias, y la disposición, casi deseo de largas horas de trabajo. Lo anterior, son características de importancia secundaria, pues se ha visto que en ciertos países se ha establecido la manufactura esbelta con éxito sin tener que copiar dichos patrones. (Womack, 1990)

Para conocer los orígenes de la ME, es necesario revisar los sistemas establecidos por *Taiichi Ohno* en la organización *Toyota* quien comparaba el funcionamiento de una fábrica con el funcionamiento del cuerpo humano donde todos los sistemas responden automáticamente cuando surge un problema.

Algunas de las técnicas empleadas por la empresa para poder sortear las dificultades que enfrentaba las cuales lo llevaron a lo que hoy en día se conoce como Manufactura Esbelta. (Ohno, 2000)

El principal objetivo del sistema de producción *Toyota* fue fabricar muchos modelos en pequeñas cantidades. La base del sistema es la eliminación absoluta de excedentes, es decir, la eliminación absoluta de los desechos improductivos y para eliminar dichos desechos será necesario identificarlos.

Los 7 desperdicios son:

1. Fabricación de productos defectuosos
2. Exceso de producción de bienes que no se necesitan
3. Inventario innecesario de bienes esperando futuro procesamiento
4. Procesamiento innecesario
5. Movimiento de gente
6. Transporte innecesario de productos
7. Tiempo de espera (Ohno,2000)

Más tarde se agregaría un octavo tipo de desperdicio:

8. Bienes o servicios que no cumplen con las necesidades del consumidor final. a los (Womack,1990)

La tarea de la manufactura esbelta será enfocar los esfuerzos por convertir muda en valor. ME establece los medios para especificar el valor, alinear las acciones que crean valor en la mejor secuencia posible, conducir dichas actividades sin interrupción cada vez que se requiera, y realizarlas de la manera más efectiva.

Los dos pilares en los que se sustenta el sistema son:

- Justo a tiempo (JIT)
- Autonomatización - *jikoda*

La primera base del sistema Esbelto, Justo a tiempo, significa que en un proceso continuo, las piezas adecuadas necesarias para el ensamble deben incorporarse a la línea de ensamble justo en el momento en que se necesitan y solo en la cantidad en que se necesitan.

Si un proceso final se dirige a un proceso de inicio para recoger solo la pieza correcta en la cantidad necesaria y en el momento concreto en que se necesitan el proceso inicial solo fabricará el número de piezas retiradas, para esto será necesario que la comunicación entre los procesos se dé de una manera clara (Ohno, 2000). A este sistema donde se comunica la cantidad de piezas necesarias a utilizar por el proceso inicial y por consiguiente a fabricar por el proceso final se llama *Kanban*. Con este sistema, el método de transferir materiales se invierte, es decir el flujo natural de producir, transferir y entregar se invierte. Esto igualmente aplica a procesos que van más allá de los límites de la planta ensambladora, es decir, en un sentido más amplio se aplica a proveedores, fabricantes y clientes.

Con la herramienta de Justo a Tiempo se establece un equilibrio de la producción, se reparte la fabricación en forma equitativa durante la jornada laboral. Para lograr lo anterior se establece un flujo de producción y una forma de mantener la continuidad en el suministro de las materias primas de los proveedores a la fabricación. Para incorporar a los proveedores externos es necesario escuchar sus condiciones y compartir las técnicas de cómo sincronizar los materiales con el ritmo de la línea.

La segunda base de ME, Autonomatización, *jikoda* es un término que se le da a la automatización con un toque humano. Una máquina automatizada con toque humano es aquella máquina que está conectada a un mecanismo de detención automático para que cuando las máquinas detecten una anomalía se detengan por sí mismas.

Las aplicaciones de la Autonomatización son muy diversas: seguridad, trabajo completo, para prevenir errores (*poka yoke*). Algunas de los ejemplos son:

- Cuando haya un error de mecanización, el material no encajará en la herramienta.
- Si hay alguna irregularidad en el material, la máquina no se pondrá en marcha.
- Si hay un error de mecanización, la máquina no iniciará el proceso.

Este concepto no solo aplica a la máquina sino también a la línea de producción y a los trabajadores permitiendo que éstos detengan la línea para prevenir la producción de defectos y permitir que se investigue la situación que los origina.

Otra herramienta aplicada es el control visual o manejo con la vista que puede ayudar a descubrir la debilidad de la producción. Hay varios niveles para el control visual (o más bien sensorial pues involucra a todos los sentidos):

1. Compartir la información
2. Poner la información en el área de trabajo
3. Incorporar la información en el área de trabajo
4. Instalar alarmas
5. Instalar dispositivos de paro automáticos
6. Instalar dispositivos a prueba de fallas: *Poka-yoke*

Generalmente, las organizaciones occidentales llegan solo al nivel 2.

Como complemento de la administración visual, existe un *andon* o luz indicador de paro de línea donde se observa la ubicación y naturaleza de los problemas.

En cada estación de trabajo de una empresa de ME existe una hoja de trabajo perfectamente visible, la hoja de trabajo es un procedimiento que todo mundo entiende donde se combina eficazmente información de los materiales, trabajadores y máquinas para que trabajen eficientemente.

En la hoja de trabajo se observan con gran claridad los tres elementos del procedimiento de trabajo estándar:

- 1) Tiempo de ciclo,
- 2) Secuencia de trabajo, y
- 3) Inventario estándar.

El tiempo de ciclo es el tiempo asignado para hacer una pieza o unidad, se calcula dividiendo las horas hábiles por la cantidad diaria requerida. El término secuencia de trabajo se refiere a la secuencia de operaciones, al orden de operaciones en las que un

trabajador procesa piezas. Finalmente el inventario estándar se refiere al inventario necesario para el propio proceso y el mínimo necesario para que el trabajo en curso continúe.

Otro elemento que ayudó a establecer un flujo de producción de Manufactura Esbelta diferente al visto en Manufactura en Masa fue el arreglo de las máquinas entre la cadena de procesos de fabricación, esta disposición de las máquinas requiere operarios multi-especializados para atender varias máquinas en diferentes procesos. Bajo este esquema los operarios adquieren un amplia variedad de habilidades en las técnicas de fabricación con las cuales el individuo encuentra valor en el trabajo. Si un operario de un proceso posterior se retrasa, los demás deberán ayudarlo para restablecer el funcionamiento de su máquina.

Parte de las habilidades adquiridas por los operarios es la de solucionar problemas mediante un método simple evolucionado del método científico, para ello se preguntan cinco veces “por qué ocurrió dicho problema” y contestando a cada pregunta se puede llegar a la causa real del problema sin desviarnos por síntomas aparentemente obvios.

Se mencionó anteriormente que el Sistema de producción *Toyota* se creó porque era necesario fabricar pequeñas cantidades de muchos tipos de autos para el mercado japonés, para lograrlo era necesario reducir los tiempos de preparación de las máquinas. Se desarrollaron técnicas para cambios rápidos de los troqueles y eliminación de ajustes denominadas SMED, reducir los tamaños de las corridas, y agrupar los procesos de producción especializados, aunque versátiles, mediante el uso de maquinaria y personal que pueda manejar cantidades mínimas de materiales.

En la ME es clave mantener los excedentes bajos y no incurrir en desperdicios pero aun más importante es la mejora progresiva. El concepto *Kaizen* significa mejoramiento progresivo que involucra a todos, incluyendo tanto a gerentes como trabajadores. La filosofía de *Kaizen* supone que nuestra forma de vida (sea trabajo, social o familiar) merece ser mejorada de manera constante. (Masaaki, 1995)

La gestión de una ME difiere de la manufactura en Masa es que las decisiones operativas se dejan al más bajo nivel posible, mientras que las decisiones administrativas se apoyan más en el flujo y sincronización de la información.

Dejando atrás los detalles operativos, a nivel administrativo, la empresa de ME organiza a los proveedores por niveles independientemente de la relación legal que haya entre ellos. En el primer nivel, los proveedores son responsables de trabajar como parte integral del equipo desarrollo de nuevos productos participando en el desarrollo de los elementos o subsistemas del mismo (llantas, frenos, etc). La empresa retiene acciones de los proveedores del primer nivel.

Las compañías en el segundo nivel están asignadas a la fabricación de partes; generalmente estas empresas son especialistas en manufactura, procesos y operaciones con no mucha experiencia en ingeniería del producto. Es común compartir personal con los grupos de firmas con el fin de definir cargas de trabajo, mejorar procesos, etc. (Womack et al)

En resumidas cuentas, la Manufactura Esbelta combinan las ventajas de la producción en masa y la artesanal sin la rigidez de la primera o los altos costos de la segunda (Sipper, 2001). Comparado con la producción en masa, la ME usa menos de todo menos operarios, menos espacio, menos tiempo de ingeniería para desarrollar productos. La ME enfoca en el desempeño y busca la mejora: cero defectos, menos costos, mayor flexibilidad y más variedad de producto que cumplan con las necesidades del mercado.

Ahora cuando muchas empresas de manufactura aún luchan por implementar las prácticas y conceptos de ME, el pensamiento de los líderes de la industria va más allá, tratando de formular un nuevo paradigma para el éxito de las empresas de manufactura en el nuevo siglo que ya iniciamos. (Sheridan, 1993). Producción Ágil, el nombre del nuevo paradigma, es la siguiente fase en manufactura.

Agilidad es la habilidad de prosperar en un tiempo de incertidumbre, de cambios continuos e impredecibles (Dove,1993). Agilidad describe a varias técnicas que se han venido implementando en la industria desde la mitad de 1980s, dichas técnicas incluyen estrategias para manejar manufactura, ingeniería concurrente, empresa virtual, manufactura JIT, manufactura flexible, compresión de tiempo, diversificación de productos en masa, etc.

El concepto de manufactura ágil vino a partir de 1991 cuando un grupo de la industria observó que el incremento en la frecuencia de cambios en el ambiente de los negocios estaba sobrepasando la habilidad de adaptación de las organizaciones de manufactura tradicionales (Hormozi, 2001).

A la vanguardia del movimiento que le está dando forma a este nuevo paradigma hay una organización en Estados Unidos afiliada al Instituto *Iacocca* en la Universidad de *Lehigh*: El foro de Empresas de Manufactura Ágil (*AMEF* por sus siglas en inglés). *AMEF* fue formada con fondos del Departamento de Defensa con el fin de llevar un estudio en el cual participaron 150 empresas. El resultado de este estudio es un informe que describe la posible evolución de la competitividad industrial en los siguientes 15 años y está documentado en un reporte de dos volúmenes llamado “Estrategia Empresarial de Manufactura para el Siglo 21”.

Las reglas correspondientes a la Manufactura Ágil aun no se han terminado de investigar, el cambio de me ME a MA puede tomar diferentes formas para diferentes compañías en diferentes ramos industriales. Cada empresa deberá evaluar “agilidad” a la luz de sus objetivos y competencia en el ambiente en el cual opera.

La transición a MA será diferente en cada organización y dependerá de algunas opciones tomadas del siguiente menú que Sheridan (1993) propone:

- Mayor diversificación de productos, fabricación por pedido a un costo bajo.
- Rápida introducción de nuevos productos o productos modificados en algunos casos mediante la rápida formación de alianzas estratégicas temporales para no perder la

oportunidad del mercado, combinando piezas de una organización dentro de otra nueva “empresa o corporación virtual”

- Avanzada tecnología que conecta los distintos departamentos entre empresas para facilitar la formación de compañías virtuales y simplificar los enlaces que conducen al comercio electrónico.
- Productos modulares actualizables diseñados para ser desensamblados, reciclados y reconfigurados.
- Énfasis en trabajadores con conocimientos, facultados y altamente entrenados, esos talentos aumentaran la flexibilidad y capacidad de respuesta de la organización. En un mundo Ágil los trabajadores serán tratados como los activos más valiosos de la compañía.
- Relaciones interactivas con el cliente, en el cual el producto se vuelve la plataforma para proporcionar un conjunto de servicios de alto valor agregado.
- Dinámica re-configuración de los procesos de producción para adaptarse a los cambios en el diseño de un producto o incluso nuevas líneas de productos.
- Compromiso con productos y operaciones benignos con el medio ambiente (Sipper, 2001)

Re-configuración es la verdadera cuestión de la agilidad, la esencia de una corporación ágil es la habilidad de reunir con rapidez los recursos que necesita para cumplir con la fecha de entrega a un costo permisible.

Si la esencia de la ME es el uso eficiente de los recursos, la empresa generalmente necesita ser esbelta para ser ágil, el fin ultimo de la esbeltez es optimizar lo que se hace, pero en el futuro la competitividad será determinada por la habilidad de re-configurarse en software, equipo, estructura organizacional, etc.

De primera impresión se puede pensar que ME es igual a MA, entre ambas existen elementos comunes pero también hay elementos divergentes, el principal de estos últimos es que la mayor parte de los elementos de ME se aplican al uso eficiente de los recursos en la planta, mientras que MA tiene un enfoque hacia la efectividad en toda la empresa. De hecho, la literatura consultada coincide en que se necesita ser esbelto para llegar a ser

ágil, sin embargo, si un negocio llega a ser tan esbelto como pueda, entonces se vuelve demasiado frágil al impacto del cambio.

Para cambiar de manufactura Esbelta a Manufactura Ágil será necesario hacer cambios en cinco áreas que no necesariamente están dentro del entorno de la organización (Hormozi, 2001), estas áreas son:

1. Regulaciones Gubernamentales. Algunas leyes antimonopolio no permiten la cooperación entre organizaciones, es aquí donde se necesitan leyes claras que:
 - a) Faciliten que tome lugar la creación de varios tipos de cooperación competitiva;
 - b) Apoyen el desarrollo de tecnologías “pre-competitivas”
 - c) Promuevan la comercialización de productos innovadores e ideas desarrolladas con fondos públicos.
 - d) Aceleren la transferencia de información de laboratorios federales al sector privado.

2. Cooperación entre negocios. Muchos negocios tienen miedo a compartir información con otras organizaciones, sobre todo si son competidores. Para esto se propone una sociedad virtual la cual cree redes dinámicas de compañías que pueden tomar mejor ventaja de las oportunidades que implican cambios rápidos colectivos. (Gunnenson, 1997)

3. Tecnología de información. La Tecnología de información y la infraestructura necesaria para facilitar la Manufactura Ágil se llama “comercio electrónico”. Actualmente existen varios esfuerzos para crear redes virtuales de alianzas entre proveedores, productores y consumidores que permitan a las compañías miembros de la alianza tomar ventaja en tiempo real en diferentes servicios.

4. Reingeniería. La definición original de re-ingeniería es “Es el re-pensar fundamentalmente y rediseñar radicalmente los procesos de los negocios para lograr mejoras dramáticas en mediciones de desempeño críticas incluyendo: costos, calidad,

capital, servicio y velocidad.” (Hammer y Champy, 1989) En este sentido, los viejos títulos de las posiciones y organigramas en la organización se vuelven menos significativos.

5. Flexibilidad de los empleados. La manufactura ágil requiere empleados creativos que no descansen en los éxitos pasados sino que continuamente mejoren los productos o servicios actuales. Se requiere que ellos se re-eduquen en nuevas tecnologías y procesos para que constantemente re-cuestionen los procesos actuales y sugieran adiciones o mejoras.

Manufactura Ágil es una estrategia de negocio que aspira a proveer a la compañía las capacidades de éxito del siglo XXI. El énfasis está en el diseño de una empresa completa que sea flexible, adaptable y que tenga la habilidad de prosperar en un ambiente de negocios de continuo cambio donde los mercados consistan en nichos cambiantes sirviendo a una demanda altamente sofisticada.

“*Mass customization*”, que es la habilidad de fabricar a la medida cada producto para que satisfaga los requerimientos específicos de cada cliente, es un intento para lograr lo anterior, aunque un poco limitada en variedad. La verdadera agilidad significa extender la flexibilidad hacia el diseño del producto, y la introducción de nuevos productos mediante técnicas tales como prototipos rápidos.

MA es un sistema que permite producir productos a gusto del cliente sin los altos costos asociados, a través del uso flexible de la fuerza de trabajo y de las alianzas virtuales entre organizaciones.

En el presente capítulo se ha estudiado la evolución de los sistemas de manufactura, empezando por la Manufactura Artesanal, pasando por Manufactura en Masa, siguiendo con Manufactura Esbelta y perfilándose hacia Manufactura Ágil. Cada fase surgió en un área en el mundo la cual perfeccionó su implementación. La Manufactura Artesanal fue perfeccionada en Europa, la Manufactura en Masa fue dominada por Estados Unidos y la

Manufactura Esbelta ha sido dominada por el Japón. Por lo anterior, es importante mencionar que el país que estudie e implemente primero la MA a gran escala podría ganar dominio económico e industrial a nivel mundial. (Hormozi, 2001). Las ganancias potenciales que proporciona el ser el primero en el mercado son muy grandes como para dejarlas pasar, la Manufactura Ágil ayuda a lograrlo.

En el siguiente capítulo dejaremos al lado la historia y analizaremos cuáles elementos de manufactura esbelta y manufactura ágil impactan en la rápida respuesta de las empresas que tienen un perfil de alta variedad de productos y bajo volumen de demanda.

MARCO TEÓRICO

3. MARCO TEORICO

Ahora que ya se aclaró la evolución histórica que da origen a la ME y además que se justifica la necesidad de avanzar a la MA, necesitaremos reconocer los elementos de ME que se deben mantener para que las organizaciones HVLV puedan transitar hacia una MA y al mismo deberemos identificar las nuevas prácticas que se deban incorporar para completar este proceso.

3.1 ELEMENTOS DE LA ME

La Manufactura Esbelta (ME) sintetiza las teorías de administración y de manufactura usadas en la industria y estudiadas en la academia. Producción Esbelta integra diseño del producto, proveedores, distribución, manufactura, contabilidad, mercadotecnia y dirección bajo una sombrilla de competencia.

La Fuerza motora atrás de la adopción del modelo de Manufactura Esbelta es la necesidad de proporcionar más variedad de productos a menor costo con ciclos de desarrollo cortos. Sin embargo el tiempo en que se adoptan las técnicas esbeltas varía de organización a organización y de país a país. (Walker, 1994)

Gran parte de los autores que han investigado sobre ME coincide en analizarla desde 5 perspectivas:

1. La Fábrica
2. El Diseño del producto
3. La Cadena de Abastecimiento
4. El Trato con el Cliente
5. La administración

(Womack, 1991)

Presentaremos enseguida una descripción de las herramientas usadas en cada una de las 5 áreas.

3.1.1 La Fábrica Esbelta

La Fábrica Esbelta cuenta con dos características:

- 1) Transfiere el máximo número de tareas y responsabilidades a aquellos trabajadores que en realidad agregan valor al producto, para lo cual los trabajadores necesitan ser entrenados en una gran variedad de tareas (celdas de manufactura) y además se les alienta a ser pro-activos con el fin de que ideen soluciones antes de que los problemas se vuelvan serios (*kaizen*); y
- 2) Tiene puesto en marcha un sistema para detectar defectos los cuales son señalados rápidamente mediante un sistema que despliega la información (*andon*), una vez identificado, cada problema se rastrea rápidamente hasta encontrar su causa raíz y eliminarla para siempre (*poka-yoke*)

3.1.2 El Diseño Esbelto

El diseño del producto en una empresa esbelta, se da a través de proyectos dirigidos por un líder (*shusa*), cuya tarea es diseñar un producto y llevarlo enteramente a producción; el *shusa* toma a los miembros de su equipo de departamentos funcionales (mercadotecnia, planeación ingeniería, etc.) y todos los recursos necesarios están bajo su control.

Los miembros del equipo continúan trabajando de cerca con sus departamentos y cuando termina el proyecto regresan a ellos hasta ser reasignados a otro. El número de personas trabajando en el proyecto varía dependiendo de la etapa del mismo.

Otra técnica utilizada para reducir el esfuerzo y tiempo invertido en manufactura es la del desarrollo simultáneo donde se traslapa el diseño de la pieza con el diseño del herramental necesario para hacerla. Esta práctica se ha dado llamar Ingeniería Concurrente (*CE* por sus siglas en Inglés) o Ingeniería Simultánea.

La Ingeniería Concurrente es un proceso en el cual las principales funciones que comprende el proceso de poner el producto en el mercado están participando continuamente en el desarrollo del producto, desde su concepción hasta las ventas.

La ingeniería concurrente se realiza por equipos multi-funcionales que incluyen todas las especialidades de la empresa. Las funciones de estos equipos son determinar el carácter del producto y decidir qué métodos de diseño y producción son los adecuados; analizar las funciones del producto, de manera que todas las decisiones de diseño sean tomadas con pleno conocimiento de que el elemento se supone debe trabajar; llevar a cabo un diseño para un estudio de factibilidad de manufactura, para determinar si el diseño puede ser mejorado sin afectar su desempeño; formular una secuencia de ensamble, y diseñar un sistema de fábrica que involucre totalmente a los trabajadores.

Los equipos proporcionan el mecanismo de integración en los programas de CE. Generalmente se presentan tres tipos de equipos: un equipo de administración del programa, un equipo técnico y numerosos equipos de diseño u manufactura. Dependiendo de la complejidad del proyecto, se puede también contar con un equipo de integración.

El concepto de CE enfatiza el diseño integrado y concurrente de recursos y sus procesos relacionados. Con el fin de completar el diseño de productos y los procesos para fabricarlos, CE organiza equipos interdisciplinarios y se le asignan recursos como CAD (*computer-aided design*)/ CAPP (*computer-aided process planning*)/ CAM (*computer-aided manufacturing*) *workstations* (o termilanes similares), así como una variedad de herramientas de síntesis y pruebas.

Bajo el concepto actual de CE, las disciplinas actuales de la empresa tales como diseño, proceso, manufactura y prueba, deben ser recombinadas por lo que la estructura organizacional requerirá reformas constantes para que los recursos existentes sean asignados y el personal tome cargo.

La integración de estos procesos de puede integrar en el esquema de la tabla 1

| Actividades funcionales | Fases de desarrollo | | | | | |
|-------------------------|---|--|---|---|---|---|
| | Desarrollo del concepto | Planeación del producto | Ingeniería detallada del producto/ proceso | | Producción piloto / lanzamiento | Introducción en el mercado |
| | | | Fase I | Fase II | | |
| Desarrollo del producto | Proponer nuevas tecnologías; desarrollar ideas de productos; construir modelos y hacer simulaciones | Escoger componentes e interactuar con los proveedores; construir prototipos de sistemas iniciales; definir la arquitectura del producto | Hacer un diseño detallado del producto e interactuar con el proceso; construir prototipos a escala real y realizar pruebas con el prototipo | Refinar detalles del diseño del producto; participar en la construcción de prototipos de segunda fase | Evaluar y probar unidades piloto; resolver problemas | Evaluar la experiencia de campo con el producto |
| Mercadeo | Proveer insumos con base en el mercado; proponer e investigar conceptos de producto | Definir los parámetros del cliente objetivo; establecer estimaciones de ventas y márgenes; realizar una interacción inicial con los clientes | Realizar pruebas de prototipos para los clientes y participar en la evaluación de los mismos | Realizar pruebas de segunda fase para el cliente; evaluar los prototipos; planear la introducción en el mercado; establecer plan de distribución. | Prepararse para la introducción en el mercado; entrenar a la fuerza de ventas y personal de servicio de campo; preparar sistema de toma de ordenes | Llenar los canales de distribución; vender y promover; interactuar con clientes clave |
| Manufactura | Proponer e investigar conceptos de proceso | Desarrollar estimaciones de costos; definir la arquitectura del proceso; realizar simulaciones del proceso; validar a los proveedores | Efectuar un diseño detallado del proceso; diseñar y desarrollar herramientas y equipos; participar en la construcción de prototipos a escala real | Probar y ensayar herramientas y equipos; construir prototipos de segunda fase; instalar equipos y efectuar nuevos procedimientos | Construir unidades piloto en el proceso comercial; refinar el proceso con base en la experiencia piloto; capacitar personal y verificar la cadena de suministro | Lanzar la planta para cumplir con metas de volumen; cumplir con objetivos de calidad; rendimiento y costos. |

| | | | | | | |
|-------------|--|--|---|---|--|---|
| Hitos clave | Definición de concepto de producto y proceso | Establecer arquitectura de producto y proceso Definir parámetros del programa | Construir y probar prototipo completo Verificar el diseño del producto | Construir y refinar el prototipo de la segunda fase Verificar las herramientas y el diseño del proceso | Producir unidades piloto Operar y probar sistema comercial completo | Lanzamiento a producción del volumen Cumplir con los objetivos comerciales iniciales |
| | Decisiones Clave | Aprobación del concepto | Aprobación del programa | Aprobación del diseño detallado | Aprobación conjunta del producto y del proceso | Aprobación de primeras ventas comerciales |

Tabla 1 Ingeniería concurrente (Chase et al)

Los beneficios de CE se derivan del tiempo en que se completa un proyecto. La concurrencia implica la terminación paralela de fases del proyecto, por ejemplo el desarrollo simultáneo de conceptos de mercado, diseño de producto, procesos de manufactura y estructura de soporte del producto. El ahorro del tiempo proviene en desarrollar actividades en paralelo en vez de en serie.

3.1.3 La cadena de abastecimiento

La coordinación de la cadena de abastecimiento o suministro en una ME empieza mediante la selección basada en relaciones anteriores y probado desempeño de todos los proveedores desde el principio del desarrollo del producto.

Los proveedores se organizan en “niveles”, los del primer nivel se encargan del diseño completo de las partes, éstos tienen a los expertos en manufactura organizados en el segundo nivel, quienes a su vez son ayudados por los del tercer y cuarto nivel.

Los proveedores del primer nivel asignan a miembros de su staff al equipo de desarrollo del producto desde muy tempranas etapas, el ensamblador no delega a sus proveedores de primer nivel todo el diseño de las partes, él deja para sí las partes consideradas vitales para el éxito del producto.

Este sistema funciona porque hay un marco para determinar costo, precio y ganancias que hace que las dos partes (ensamblador y proveedor) trabajen para el mutuo beneficio. Lo que se busca mediante estos “niveles” es la creación de una red coordinada de todos los proveedores desde el primer componente, pasando por la parte hasta el producto final.

El corazón de los proveedores esbeltos radica en establecer precios y analizar costos conjuntamente. Primero el ensamblador esbelto establece un “precio meta” para el producto, y luego, en conjunto con los proveedores trabaja para calcular un costo del producto del cual se obtengan ganancias razonables para ambas partes.

Para alcanzar este costo meta, ambos el ensamblador y el proveedor utilizan técnicas de Ingeniería de Valor para desglosar los costos de cada etapa de producción, identificando cada factor que pueda reducir los costos por parte. Una vez que la parte está en la etapa de producción, se utiliza una técnica llamada Análisis del Valor para analizar a detalle los

costos a cada etapa para identificar las que sean críticas en costo y trabajar para lograr mejoras crecientes sobre el mismo (*kaizen*).

Otro elemento clave en la cadena de suministro de ME al cliente final es la manera en que las partes son entregadas a los ensambladores. Los componentes se entregan directamente a la línea de ensamble bajo ciertas condiciones de calidad y servicio (*just in time*), y para hacer que este sistema funcione, es esencial que se suavice o balancee la producción (*heihunka*) manteniendo el volumen total del ensamblador lo más constante posible. En el remoto caso de que un defecto ocurra, ambas partes (ensamblador y proveedor) emplean el método de las 5 por qué para identificar la causa raíz y eliminarla. En ME los proveedores siempre tienen claro cuál ha sido su desempeño en términos de calidad, entrega y costo.

3.1.4 El trato con el cliente

Las ME integran al cliente desde las etapas del desarrollo del producto, Un enfoque para obtener la voz del consumidor final dentro de las especificaciones de diseño de un producto es la técnica llamada Despliegue de la Función de Calidad (*QFD* por sus siglas in inglés).

El proceso de *QFD* inicia con el estudio y atención a los clientes para determinar las características de un producto superior. A través de investigaciones de mercado, las necesidades y preferencias del producto de los consumidores se define y divide en categorías llamadas “requerimientos del cliente”.

Después de que las necesidades del cliente son definidas, éstas son ponderadas basadas en su importancia relativa al cliente. En seguida se le pide al cliente que compare a los productos de la compañía contra los productos de los competidores.

El proceso ayuda a que la compañía determine las características del producto que son importantes y a que evalúe su producto en relación a otros manufactureros. El resultado

Con la información anterior a la mano, los distribuidores envían a sus miembros al equipo del *shusa* o líder del proyecto de desarrollo del producto para participar en el proceso. Por otra parte, los distribuidores realizan un continuo análisis del mercado definiendo el perfil de los clientes, gustos y futuras adquisiciones, dichos datos son transmitidos frecuentemente a los ensambladores quienes los utilizan para depurar los pronósticos.

El precio nunca es problema pues se estableció en base al mercado y no en base al costo de componentes. El sistema de distribución de ME es un sistema que proporciona alto nivel de servicio al cliente y una retroalimentación de alto nivel al manufacturero, dirigido por las necesidades del cliente y no por las de la fábrica.

3.1.5 Administración de ME

Finalmente la manera de administrar la ME es mediante la agrupación de empresas en un grupo llamado *keiretsu*, es decir, un grupo de compañías, una de cada sector industrial, quienes no están legalmente unidas pero tienen estructuras aseguradas de manera recíproca, es decir cada compañía posee una porción de otra. Cada grupo tiene un banco, una compañía de seguros y una comercializadora quienes proporcionan fondos y recursos a los miembros del grupo. De esta manera se obtienen recursos financieros frescos para los proyectos de las ME.

La carrera de los ejecutivos que trabajan al frente de empresas esbeltas empieza trabajando en la línea de producción porque es donde el valor verdaderamente es agregado; en determinado momento, los gerentes intermedios del ensamblador son enviados como ejecutivos de alto nivel a los proveedores de la primera fila, de esa manera se fortalecen las relaciones entre ambas organizaciones. Teniendo ejecutivos que han trabajado en varias organizaciones da la oportunidad de “exportar” ideas más fácilmente e implementarlas en las ME a donde lleguen a colaborar.

La globalización es un elemento clave para las ME, para ello es recomendable crear una organización en cada uno de los grandes mercados que el producto tenga. Dicha

organización tendrá, por una parte, ventajas de estar en contacto directo con clientes de mercados locales y será un elemento más dentro de dichos mercados y, por la otra, se beneficiará del acceso a los sistemas globales de producción, abastecimiento, desarrollo del producto, adquisición de tecnología, finanzas y distribución.

3.2 PROCESO PARA ALCANZAR ME

Está probado que los elementos de ME, resumidos como el conjunto de estrategias derivadas del Sistema de producción *Toyota*, nos ayudan a proporcionar mejores productos en una gran variedad y a un bajo costo y al mismo tiempo proporciona un trabajo retador a todos los niveles de la organización.

La pregunta ahora es, cómo implementar ME a partir de una empresa de Manufactura en masa? En general, la literatura coincide en que para implementar la Manufactura Esbelta es necesario enlazar todos los elementos descritos anteriormente dentro de un sistema completo, para lo cual él propone un modelo de cinco etapas:

1. Definir *valor* de un producto.
2. Identificar Secuencia o *Cadena de Valor*
3. Definir el *Flujo* de valor sin interrupciones.
4. *Jalar* valor de parte del cliente.
5. Aspirar a *Perfección*

(Womack, 1996)

Como paso previo a la implementación de ME es necesario identificar el desperdicio, es decir cualquier actividad humana que absorbe recursos pero que no agrega valor. Se han identificado siete tipos de *muda* o desperdicio (Ohno,2000), posteriormente agregó un octavo.(Womack, 1996)

9. Fabricación de productos defectuosos. Los problemas de calidad de producto o fallas en la entrega aumentan el costo directo del producto. Los defectos deben ser visualizados como un área de oportunidad para mejorar. (Azarang, 2002)

10. Exceso de producción de bienes que no se necesitan, es considerada como el más serio de los desperdicios porque evita el flujo suavizado de productos y se inhibe la calidad y productividad. La sobreproducción ocasiona que los tiempos de ciclo y almacenamiento sean excesivos, como resultado los defectos no se detectan a tiempo, los productos pueden deteriorarse y generar una presión artificial sobre el ritmo de trabajo. (Azarang, 2002)

11. Inventario innecesario de bienes esperando futuro procesamiento. Los inventarios tienden a incrementar el tiempo de ciclo evitando la rápida identificación de problemas e incrementando el espacio utilizado. Los inventarios esconden los problemas, para corregir dichos problemas primero hay que encontrarlos, eso puede ser logrado únicamente mediante la reducción de inventarios. (Azarang, 2002)

12. Procesamiento innecesario. Procesamiento de trabajo usando las herramientas equivocadas y complejas, cuando un método más simple puede ser más efectivo. Lo anterior causa una distribución de la planta (*layout*) pobre, causando transporte excesivo y comunicación inefectiva. Lo ideal es tener las máquinas lo más pequeñas posible, capaz de producir la cantidad requerida, ubicada cerca de las operaciones precedente y subsiguiente. (Azarang, 2002)

13. Movimiento de gente. Un lugar de trabajo pobremente diseñado resulta en una ergonomía disfuncional donde las personas tienen que doblar, estrechar o levantar cosas cuando esas acciones pueden ser evitadas. Este desperdicio ocasiona cansancio para los operarios, empobrece la productividad y ocasiona problemas de calidad. (Azarang, 2002)

14. Transporte innecesario de productos. Movimiento excesivo de personal, información o productos resulta en desperdicio de tiempo, esfuerzo y costo. Cualquier movimiento debe ser considerado como un desperdicio.

Adicionalmente, doble manejo y excesiva transportación puede causar daños y deterioro. (Azarang, 2002)

15. Tiempo de espera es un período largo sin actividad para la gente, información o productos; de él deriva un flujo pobre y tiempos de ciclo largos. El estado ideal es que no existan tiempos de espera, en dicho estado el flujo de productos sería el más rápido. El tiempo de espera puede ser utilizado para entrenar a los operarios, mantenimiento o actividades de *kaizen*. (Azarang, 2002)

16. Diseño de bienes o servicios que no cumplen con las necesidades del cliente. (Womack , 1996) Resulta en inventarios de producto que al paso del tiempo se vuelve obsoleto o peor aun en gastos de garantías por incumplimiento de las expectativas de los clientes.

El modelo implementar Manufactura Esbelta ataca a los desperdicios porque proporciona un método para especificar valor (valor), alinea las acciones que crean valor en la mejor secuencia (cadena de valor), conduce esas actividades sin interrupción (flujo), y las realiza cada vez con más eficiencia (perfección). (Womack, 1996)

Enseguida analizaremos las cinco etapas propuestas y ubicaremos los elementos vistos de ME en cada una de ellas.

3.2.1 Definir valor.

Anteriormente mencionamos que Manufactura Esbelta se enfoca a la eliminación del desperdicio, es decir, concentrarse en lo que tiene valor a los ojos del cliente o usuario final. Esta etapa consiste en definir el valor del producto o servicio, las expectativas que el cliente tenga del mismo.

El valor lo define el cliente y solo tiene sentido si se expresa en términos de un producto o servicio que tiene la capacidad de cubrir sus necesidades a un precio específico en un

tiempo específico (*kaikaku*- mejora radical). El valor lo crea el productor y se debe crear mediante un diálogo continuo con el cliente, el valor no depende de los activos y tecnologías de la empresa. El valor debe estar en términos de un producto, no esta en la fórmula de bajos costos, variedad de productos y entrega inmediata.

Una vez que el valor inicial está definido, los productores deben re-evaluarlo; puede reunirse un equipo multi-funcional (mercadotecnia, ingeniería, procesos, etc) para cada producto durante la vida del mismo con el fin de emprender un diálogo con el cliente para enfocarse en lo que realmente necesita.

La tarea más importante al definir el valor es determinar el costo que asegure un adecuado margen de ganancia. El costo debe cubrir actividades para el desarrollo del producto, el proceso de toma de órdenes y las actividades de producción necesarias para el producto o servicio y debe estar razonable de acuerdo al de los competidores.

La empresa puede vender los productos a un costo mayor al de los competidores porque se le esta ofreciendo “valor” para el cliente, lo cual puede traducirse en un margen mayor. Habremos creado así una ventaja competitiva que permitirá mejorar la posición en el mercado.

Una vez que el valor ha sido definido, será necesario analizar cada etapa de la cadena de valor para el desarrollo del producto, toma de órdenes y producción preguntándose si cada actividad realmente crea valor a los ojos del cliente.

3.2.2 Identificar Secuencia o Cadena de Valor

La secuencia o cadena de valor es el conjunto de todas las acciones requeridas para llevar un producto específico a través de las tres actividades críticas de la en las empresas:

- 1) Solución que satisfagan las necesidades de los clientes mediante el diseño de un producto desde el concepto, diseño a detalle, ingeniería hasta el lanzamiento.

- 2) Administración de la información desde la toma de órdenes , pasando por la planeación detallada hasta la entrega del producto, y
- 3) Transformación física mediante la conversión de materia prima en producto terminado en las manos del cliente.

Lo que se necesita para lograr un buen análisis de la secuencia de valor es desarrollar un mapa de los elementos claves de cada uno de los procesos completos. Esto ayuda a: visualizar el flujo, ver dónde está el desperdicio, decidir quién debe estar en el equipo de implantación y ver la relación entre los flujos de información y de partes.

Para cada uno de los procesos básicos, tenemos algunos datos necesarios para incluir en el mapa:

Diseño: la lista de productos o familias de productos, sus clientes, su demanda, el empaque, y cierta información adicional necesaria.

Flujo de información: pronóstico proporcionado por el cliente, cantidad de órdenes, departamento que las procesa, información que se pasa desde que se recibe la orden hasta que se embarca el producto.

Transformación física de partes: es la información de materia prima o componentes claves, demanda, entrega, pronóstico proporcionado a proveedores, tiempo de entrega, pasos para recibir material, puntos de almacenaje, puntos de inspección de materia prima, procesos por los que pasan las partes, puntos de inspección en proceso.

Los iconos necesarios para el mapeo se representan en la figura 2.

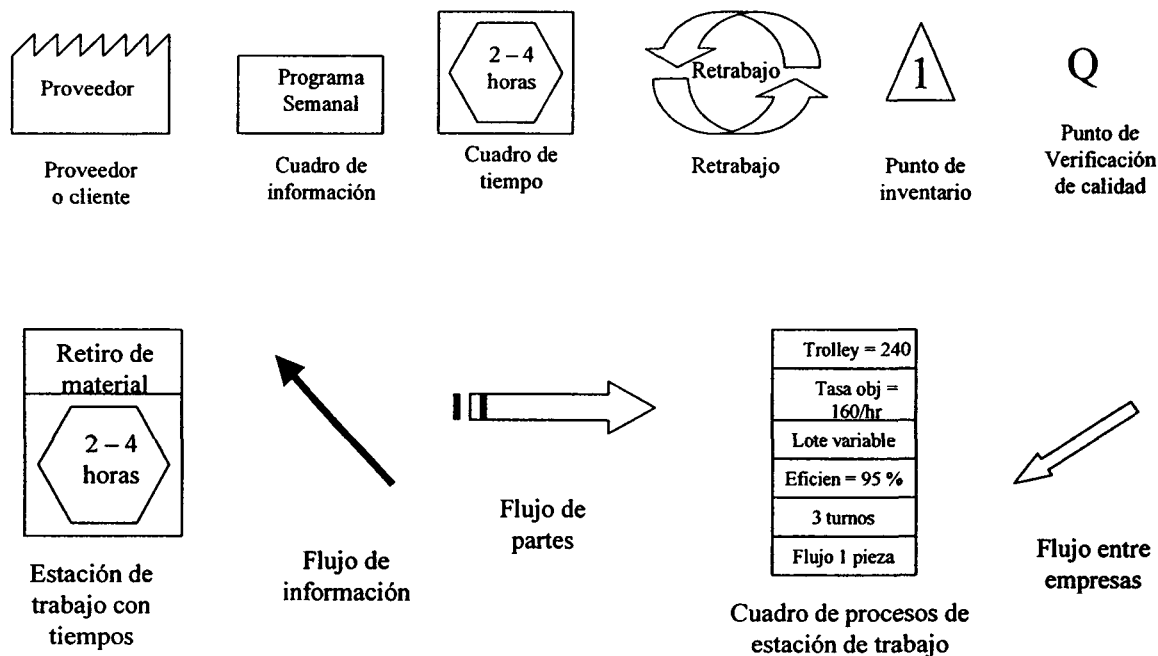


Figura 2. Iconos para en mapeo de procesos (Azarang, 2002)

Una vez que se tenga el mapa de los tres procesos, revisar las interacciones entre los mismos, cómo los flujos de información y partes se relacionan. También es conveniente especificar el tipo de información que se utiliza para la secuenciación de productos, los que envían y reciben la información y órdenes de trabajo, lo que pasa cuando existen problemas en el flujo de partes, etc.

Cuando se identifica la cadena de valor aparecen las actividades en la secuencia que agregan valor y los desperdicios que podemos dividir en dos:

- a) Desperdicio tipo I: Actividades que no crean valor pero son inevitables.
- b) Desperdicio tipo II: Actividades que no crean valor y pueden ser eliminadas inmediatamente.

La figura 3 muestra un ejemplo de mapa de proceso completo

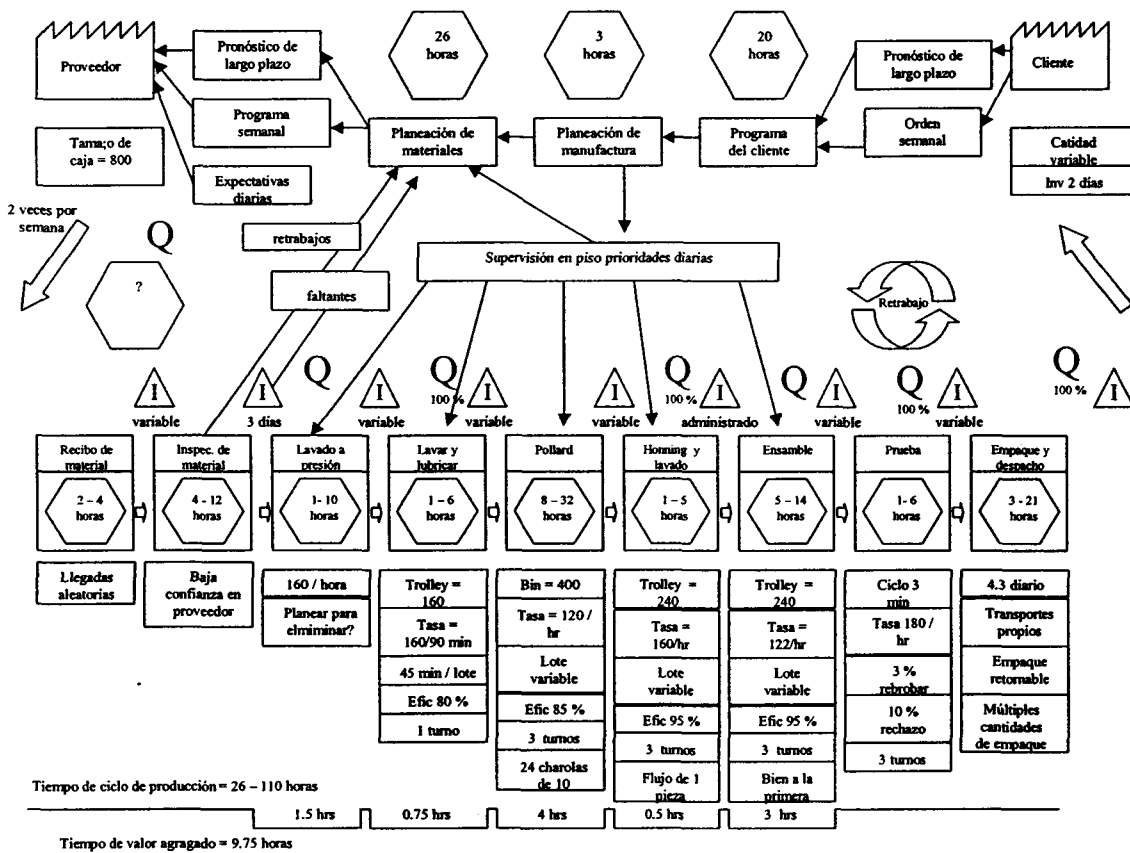


Figura 3. Mapa de Proceso Completo (Azarang, 2002)

El análisis debe ir más allá del área o departamento de ensamble, el análisis ha de hacerse en el conjunto total de los tres procesos vistos anteriormente (diseño, información y transformación), y si se tienen que analizar negocios alrededor del mundo ha de hacerse mediante la continua comunicación de todas las firmas para identificar y posteriormente eliminar el desperdicio con lo cual estaremos favoreciendo el flujo.

3.2.3 Definir un Flujo sin interrupciones.

Básicamente esta etapa consiste en facilitar que el producto o servicio pase rápida e ininterrumpidamente a través de las actividades que le dan valor: diseño, información y transformación. Para lograr lo anterior sería conveniente cambiar el enfoque de la administración hacia los procesos.

Para definir el flujo también será necesario iniciar un proceso que consta de tres etapas aplicadas simultáneamente:

La primera etapa de la definición de flujo consiste en enfocarse en el objeto actual (el diseño específico, la orden específica y el producto mismo) y nunca apartarlo de la vista desde que se inicia hasta que se completa.

La segunda etapa es ignorar las fronteras de trabajos, carreras, funciones, departamentos o firmas hasta lograr una empresa esbelta que elimine todos impedimentos que haya para que el producto fluya continuamente.

La tercera etapa es el análisis de las prácticas y herramientas para eliminar los flujos contrarios, desperdicios, re-trabajos que impiden que el diseño, la orden o el producto fluya continuamente.

El flujo continuo se crea mediante la producción de bienes de acuerdo a las necesidades del mercado. Básicamente se aplican las técnicas de eliminación de desperdicio dependiendo de la naturaleza de éste. (Ohno, 2000)

En la tabla 2 se mencionan la relación entre algunas herramientas o técnicas con los 7 desperdicios mencionados anteriormente.

| | Kanban | SMED | Celdas de Mfg | Pola yoke | Takt Time | Jidoka | Andon | TPM | Kaizen | Ergonomia |
|--------------------------|--------|------|---------------|-----------|-----------|--------|-------|-----|--------|-----------|
| Sobreproducción | ■ | | ■ | | ■ | | | | | |
| Defectos | | | | ■ | | ■ | ■ | | ■ | |
| Inventario innecesario | ■ | | ■ | | ■ | | | ■ | | |
| Procesamiento inadecuado | | ■ | | ■ | | ■ | | | | |
| Transportación excesiva | | | ■ | | | | | | | |
| Espera | ■ | ■ | ■ | | | | | | | |
| Movimiento innecesario | | | | | | | | | | ■ |

Tabla 2. Relación entre técnicas de ME con los 7 desperdicios (Azarang, 2002)

Se debe decidir qué tipo de muda se va a eliminar primero mediante el despliegue de la función de calidad (*hoshin kanri*) la cual condensa los proyectos, objetivos, metas para que todo mundo los pueda ver y discutir sobre los recursos si disponibles son suficientes para alcanzarlos.

El primer efecto que se ve cuando se establece un flujo continuo es que el tiempo invertido para moverse del concepto al lanzamiento de nuevos productos, de la venta a la entrega y de la materia prima al producto terminado en las manos del cliente se reduce dramáticamente.

Una vez que se logra un flujo de diseño, información y partes sin interrupciones, estamos listos para que el cliente directamente “jale” el producto cuando lo necesite.

3.2.4 Jalar.

El sistema de “Jalar” es hacer lo contrario a la práctica de:”empujar” de algunas empresas. “Jalar” consiste en que la demanda del cliente estire los productos a través del proceso y no un pronóstico el que lo empuje.

El hecho de diseñar, planear y manufacturar exactamente lo que el cliente quiere en un período corto de tiempo, significa que puedo dejar que el cliente jale o estire el producto del manufacturero justo cuando se necesita, en lugar de empujar productos hacia el cliente.

Jalar significa que nadie en la cadena de valor deberá producir un bien o servicio hasta que el cliente lo pida. Seguir esta regla es algo complicado, se debe establecer un sistema de órdenes diarias, un sistema Justo a tiempo en la cadena de suministro al cliente final. Un sistema *Kanban* aplicado a la cadena de suministro al cliente final como un todo que de este resultado.

La demanda de los clientes se vuelve más estable cuando ellos saben que pueden obtener lo que quieren cuando lo quieren y cuando los productores dejan de hacer campañas periódicas de descuentos diseñadas para mover bienes ya hechos que nadie quiere.

Aunque se logre que el cliente tome el bien o servicio desde el origen del mismo, gran parte del pensamiento esbelto se perderá si no se aplica el principio de perfección.

3.2.5 Perfección

Puede decirse que esta etapa es la de la mejora continua, cuando ya se conoce el proceso y se identifican áreas para futuras mejoras. Lo importante es establecer una cultura de mejora continua.

El proceso de reducir tiempo, espacio, esfuerzo, costo y errores, mientras se ofrece un producto que es lo que el cliente quiere, no tiene fin. Los primeros cuatro elementos interactúan en un círculo virtuoso: mientras más se estudie el producto, se revelan más los impedimentos del flujo de tal suerte que puedan ser removidos. Los equipos de productos dedicados en diálogo directo con el cliente siempre encontrarán maneras más acertadas de definir valor y aprenderán maneras de mejorar el flujo.

Lo más importante de la perfección es la transparencia; el hecho de que todos en la cadena de valor puedan ver el comportamiento de todos puede dar como resultado ideas que mejoren la manera de hacer las cosas. Una vez que la mejora radical (*kaikaku*) se ha realizado mediante la definición de valor, le toca el turno a las mejoras continuas (*kaizen*) que nos perfilan hacia la perfección.

Las herramientas de *kaizen* no son gratis y la eliminación total de muda es imposible. Perfección es como la infinidad, tratar de preverla es en realidad imposible, pero el esfuerzo de hacerlo proporciona inspiración y dirección esencial para lograr progresos en el camino. La persona que realiza esta tarea será un agente de cambio.

El agente de cambio deberá caracterizarse por un comportamiento esbelto, es decir un comportamiento que solo agregue o cree valor (Emillani, 1998). Una persona que tiene comportamiento esbelto es fácil de reconocer por su habilidad a resistir la tentación de contribuir al desperdicio verbal o gesticular de las conversaciones. En otras palabras deberá establecer una cultura basada en la confianza, en la responsabilidad compartida y en la apertura a la experimentación sin miedo al fracaso.

3.3 COMPORTAMIENTOS ESBELTOS

Si aplicamos el modelo de: valor, secuencia, flujo, jalar, perfección, al comportamiento humano podremos ver que en cada etapa del modelo aplican estilos de comportamiento humano claves en la consecución del proceso. Tenemos entonces que en las relaciones interpersonales

- Agregar valor significa entender lo que el cliente quiere y espera, es decir lo que otra gente espera de uno;
- Identificar la secuencia de valor en el comportamiento de un individuo o grupo implica entender lo que la gente hace y por qué lo hace;
- Flujo, en un contexto de comportamiento significa comportarse de una manera que minimice o elimine los retrasos o paros en el trabajo que otros desempeñan,
- Jalar significa reconocer que la gente trabaja bajo diferentes modelos mentales que requieren que uno ajuste el estilo con cierta frecuencia;
- Finalmente, perfección, en términos de comportamiento, significa tomar ventaja de la transparencia proporcionada por las primeras etapas del modelo con el fin de identificar y eliminar con mayor facilidad los comportamientos que no agregan valor;

Los comportamientos esbeltos son contra- intuitivos y facilitan la aclaración de objetivos y dirección.

Aún cuando tengamos empresas que aplican las herramientas de Manufactura Esbelta, en ocasiones esas organizaciones son incapaces de tomar ventaja de las oportunidades que se les presentaban; muchas industrias se han dado cuenta de esto, al menos aquéllas que han sobrevivido.

Estas empresas han trabajado desde los 90's en la búsqueda de un cambio, un cambio que les permita identificar, responder a los deseos de los clientes y esto les permitirá llevar rápidamente sus productos al mercado. Esta capacidad de respuesta se ha dado en llamar Agilidad. (Parkinson, 1999).

3.4 ELEMENTOS DE LA MA

Manufactura Ágil implica romper con la manera tradicional de pensar y producir productos a los gustos del cliente donde y cuando el cliente los quiera. Manufactura Ágil se esfuerza más en la escala o el alcance de la economía que en la economía de escala. Es un sistema que permite productos a los gustos del cliente sin los altos costos asociados, haciéndolo a través del uso flexible de la fuerza de trabajo y de las alianzas virtuales entre organizaciones.

Agilidad es la habilidad de prosperar en un tiempo de incertidumbre, de cambios continuos e impredecibles (Dove,1993). Agilidad puede describirse desde dos enfoques, el primero describe varias técnicas que se han venido implementando en la industria desde la mitad de 1980s, dichas técnicas incluyen estrategias para manejar manufactura, ingeniería concurrente, empresa virtual, manufactura JIT, manufactura flexible, compresión de tiempo, diversificación de productos en masa, etc. El segundo enfoque describe los problemas y necesidades que la industria experimentará en el futuro con los factores inciertos e impredecibles que surgen en el ambiente y como la empresa los afrontará.

Si tomamos la definición anterior de agilidad: capacidad que tiene un sistema de manufactura para dar una respuesta efectiva a los cambios no anticipados, podremos analizar los términos claves de dicha definición con el fin de explicar a fondo MA.

Capacidad implica el potencial (estado de madures) de un sistema de manufactura para responder a los cambios (Ramasesh et al, 2001). Esta habilidad puede ser intencionalmente desarrollada o diseñada por el sistema de manufactura. El desarrollo de esta capacidad agrega valor a la organización y también involucra una inversión significativa. El valor debe evaluarse para justificar la inversión.

Sistema de manufactura es, en nuestro concepto, no solo el sistema de transformación sino aquél que incluye los siguientes elementos:

- El aprovisionamiento de recursos o redes de entrada de recursos
- Las instalaciones de producción o manufactura y
- Los almacenes de distribución o redes de salida de productos

La idea es que el término “sistema” capture la noción de una empresa extendida.

Respuesta efectiva significa responder efectivamente en términos de tiempo y dinero. Cualquier sistema puede responder a los cambios no anticipados si el dinero no fuera el problema, pero el cambio a un costo enorme no es efectivo. Así también si al sistema le toma una cantidad enorme de tiempo para responder al cambio, ésta no será efectiva en un ambiente de continuo cambio. En suma, se necesitan ambos: costo y velocidad efectiva de la respuesta; además se asume que la respuesta al cambio será completa y confiable.

Cambios no anticipados, en un sentido conceptual, son las amenazas y oportunidades, ninguna de las cuales son reales todavía. Al tiempo que ocurre un cambio en el ambiente operativo, habrá aleatoriedad o impredecibilidad asociada a las características del mismo, tales como: duración del estado del cambio antes de que otro ocurra y cómo se presentará dicho cambio.

El cambio al cual una firma debe responder puede ocurrir en diferentes áreas, las cuales se pueden agrupar en las siguientes categorías:

1. Cambio relacionado con la salida: Cambios no esperados en la demanda del producto, emergencia de nuevos productos y consumidores, desaparición de productos o consumidores ya existentes, etc.
2. Cambios relacionados con la entrada: Cuando surge un nuevo material el cual ofrece ventajas significativas, pérdida desastrosa de la disponibilidad de algún material usado debido a alguna amenaza ambiental o de salud descubierta en el mismo, etc.

3. Cambios relacionados con el proceso: Surgimiento de una nueva tecnología, imposición de nuevas y radicales regulaciones ambientales, etc.

La empresa ágil es aquella que no resulta dañada por cambios o eventos inesperados, lo anterior se logra diseñando una empresa que rápidamente se adapte al cambio. Reconfiguración es la verdadera cuestión de la agilidad, la esencia de una corporación ágil es la habilidad de reunir con rapidez los recursos que necesita para cumplir con la fecha de entrega a un costo permisible. Sin embargo, MA no solo es entrega rápida sino que también implica adaptación rápida.

El marco en el cual se debe dar la agilidad se muestra en la siguiente figura:

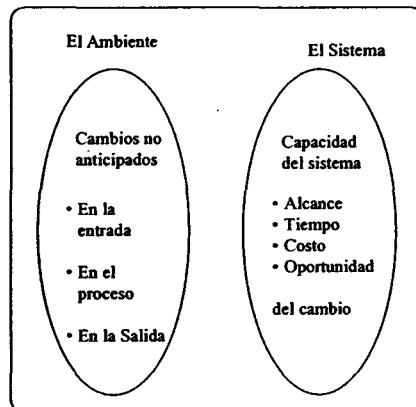


Fig. 4. Marco sobre el cual se da la Agilidad

Un sistema tendrá la capacidad de responder al sistema en la medida que este preparado a responder, en cada cambio específico, a las siguientes preguntas:

1. ¿Qué tanto del cambio será el sistema capaz de responder?. A esto se refiere el alcance del cambio
2. ¿Qué tan rápido será el sistema capaz de responder al cambio? A esto se refiere el tiempo del cambio y puede responderse con un tiempo probable, comúnmente desarrollado en el contexto de la investigación de los proyecto

3. ¿Qué tanto costará al sistema responder al cambio?. A esto se refiere el costo del cambio y puede ser respondido como un rango estimado que va desde el mejor al peor escenario .
4. ¿Cuál es el beneficio potencial de una respuesta adecuada al cambio? A esto se refiere la oportunidad del cambio y puede ser evaluado nuevamente en un rango que va al estimado más liberal al más conservador.

Generalmente, la información para responder a las preguntas anteriores no esta fácilmente disponible por lo que se deberá desarrollar algunos indicadores de desempeño para los componentes de agilidad asociados a los productos, al sistema y a la gente, algunos de estos son: diseños modulares de los productos, capacidad de re-configuración del sistema productivo, y flexibilidad de la fuerza de trabajo.

La empresa ágil es un negocio robusto adaptable y que se mueve rápido. Es capaz de adaptaciones rápidas en respuesta a cambios, eventos, oportunidades de mercado y requerimientos de cliente inesperados o impredecibles. Dicho negocio está basado en procesos y estructuras que facilitan rapidez adaptación y fortalecimiento que da como resultado una empresa que es capaz de lograr un desempeño competitivo en un ambiente de negocios altamente dinámico e impredecible.

De acuerdo al foro de empresas de manufactura ágil (*AMEF*), realizado por el instituto *Iacocca* de la universidad de *Lehigh*, quienes se han reunido desde 1991 para definir la Estrategia de empresa de Manufactura para el siglo XXI, las características de las características necesarias para MA son:

- Mayor diversificación de productos.
- Rápida introducción de nuevos productos
- Avanzada tecnología inter-empresarial.
- Productos diseñados para ser reconfigurados o bien desensamblados y reciclados.
- Énfasis en trabajadores con conocimientos, facultados y altamente entrenados.
- Comunicación interactiva con el cliente.

- Dinámica re-configuración de los procesos de producción.
- Productos y operaciones benignos con el medio ambiente (Sipper, 2001)

La manufactura ágil integra gente, tecnología y organización para lograr una aproximación multidisciplinaria y colaboradora al ciclo completo de desarrollo de productos. Equipos de ingeniería concurrente efectivos y multi-funcionales, no solo para el diseño del producto sino para todo el proceso, apoyados por la tecnología de la información son la clave de la competencia de manufactura ágil.

El objetivo es crear una empresa totalmente comprometida a aceptar el los cambios que emergen en el ambiente del negocio, para lograr lo anterior se debe desarrollar una estrategia por la que las empresas de puedan mover a través de tres etapas interrelacionadas:

- Buscar el cambio. Primero la empresa deberá desarrollar y explotar capacidades para prosperar de cara a la diversidad creciente de clientes individuales o nichos de mercado específicos, y para tratar con problemas más amplios dentro de un mundo fragmentado y diverso. Algunas herramientas empleadas en esta etapa son el rediseño del producto en un producto modular, re-usable y actualizable; también ha de tener una infraestructura que permita la re-configuración de las operaciones para responder a cambios en la demanda; el monitoreo de la demanda mediante una interacción activa con el cliente, deberá tener habilidad para asociarse dentro de la cadena de suministro al cliente final, etc.
- Responder al cambio: Cuando la empresa haya hecho su primer salto a un nicho de mercado, el conocimiento y la información adquiridos en dicho salto será una ventaja competitiva sustentable, valorar conocimiento e información como una fuente de riqueza. La empresa tiene que desarrollar habilidades de re-configuración basada en un equipo multidisciplinario y flexible.

- Explotar el cambio: Desarrollar y explotar capacidades para prosperar en un ambiente de negocios cambiante, no lineal, incierto e impredecible.

En otras palabras, MA se enfoca al diseño de una empresa completa que sea flexible, adaptable y que tenga la habilidad de prosperar en un ambiente de negocios de continuo cambio donde los mercados consistan en nichos cambiantes sirviendo a una demanda altamente sofisticada. “*Mass customization*”, que es la habilidad de fabricar a la medida cada producto para que satisfaga los requerimientos específicos de cada cliente, es un intento para lograr lo anterior, aunque un poco limitada en variedad.

3.4.1 Buscar el cambio.

Implica renovar las visiones y revisar las filosofías tradicionales y posiciones acerca de los negocios para proporcionar a las organizaciones la habilidad de responder positivamente y obtener ventajas del cambio de circunstancias. Sobrevivir y prosperar en dichas circunstancias será posible solo si las organizaciones tienen las capacidades esenciales para reconocer y entender sus ambientes cambiantes y responder de manera adecuada para cada cambio no esperado.

La habilidad para responder apropiadamente a los cambios se logrará solo si los manufactureros cambian su manera de ver a su negocio y sus relaciones con clientes, proveedores y competidores (Zhang, 2001)

La primera etapa para la llegar a MA es la de buscar un diseño para administrar una cadena de suministro al cliente final (*SCM* por sus siglas en ingles) que entregue producto que cumpla con las necesidades específicas y variadas de los clientes.

La idea central de la administración de la cadena de suministro al cliente final es la de aplicar un enfoque de sistemas para administrar el flujo de información, materiales, y servicios desde la materia prima de los proveedores a través de la fábrica y el almacén hasta terminar con el cliente quien, a su vez, tiene gustos y necesidades variadas.

Recientemente han surgido tendencias como *customización*, es decir, la elaboración de artículos a las necesidades específicas de cada cliente pero en masa, que están forzando a las compañías a encontrar maneras más flexibles para cumplir con las variadas demandas de los clientes.

La clave de la efectiva *customización* en masa es el aplazamiento del punto del ensamble de la tarea de diferenciar un producto para un cliente específico hasta el punto más lejano posible de la cadena de suministro al cliente final. El punto de aplazamiento es un término usado para describir el retraso de la última etapa del proceso, dentro de la cadena de suministro al cliente final, que diferencia el producto para un cliente específico.

Con el fin de lograr *customización* en masa, las compañías deben rediseñar e integrar el diseño de sus productos, el proceso usado para hacer y entregar dichos productos y la configuración de la cadena completa de suministro al cliente final.

Para responder a estas necesidades surge una técnica de Ingeniería Concurrente Ágil en donde se combinan las ideas de CE con algunas ideas de Manufactura Ágil, (Hong y Jian, 1999). El nuevo concepto se denomina *ACE* (Ingeniería Concurrente Ágil) caracterizado por equipos ágiles. *ACE* guarda todas las ventajas de CE y cubre sus debilidades. *ACE* tiene tres características:

1. Los recursos compartidos por varios proyectos de desarrollo de productos tiene una consideración especial. Los miembros de los equipos ágiles aun pertenecer a sus disciplinas y pueden incluso usar el mismo lugar y mobiliario, solo se integran en virtud de la misma tarea de desarrollo del producto. Esta integración es lograda mediante una infraestructura de comunicación (que cuente con computadoras, redes y sistemas de manejo de bases de datos).
2. Se utiliza una organización flexible como lo son los equipos ágiles. Los equipos ágiles están organizados de manera relativamente estable. El principio básico es

que cada uno de los miembros de un equipo ágil trabaje en un plan de desarrollo (o pre-programación) para el desarrollo del producto. Para usar al máximo los recursos humanos, un miembro de un equipo ágil puede trabajar en otros equipos simultáneamente; otra característica es que las tareas signadas que estén vencidas contra la programación pueden ser completadas por otros miembros del mismo equipo o de otros equipos.

3. La existente estructura organizacional de la firma se altera lo menos posible. La estructura organizacional no cambia, pero sus responsabilidades sí. Se presta más atención a la coordinación interdisciplinaria que a los departamentos.

Algunas consideraciones para implementar la *ACE* son el cambio de cultura que de debe tener para implementar un ambiente *ACE*; la estandarización de puntos de vista y lenguaje de diseño; y, la realización de la concurrencia y la administración del desarrollo del producto de todos los elementos que forman la vida útil del producto desde la concepción hasta la disposición, incluyendo: calidad, finanzas, programación, servicio, etc.

La verdadera agilidad significa extender la flexibilidad hacia el diseño del producto, y la introducción de nuevos productos mediante técnicas tales como prototipos rápidos.

Existen tres principios fundamentales para el rediseño de las compañías que esperan llegar a la *customización en masa*:

1. Un producto debe ser diseñado de tal manera que consista en módulos independientes que puedan ser ensamblados fácil y económicamente dentro de diferentes formas del producto.
2. Manufactura y los procesos de servicio deben ser diseñados de tal manera que consistan en módulos independientes que puedan ser movidos y trasladados o reconfigurados para apoyar a los diferentes diseños de la distribución de la planta.

3. La cadena de suministro al cliente final, (la localización del inventario y, la localización, número y estructura de las instalaciones de servicio, manufactura y distribución) debe ser diseñada para que provea dos servicios: Primero debe ser capaz de proporcionar, a un costo efectivo, el producto básico a quien realice la actividad de *customización* (fabricación de bienes a la medida de las necesidades específicas de los clientes); y, segundo debe tener la flexibilidad y la capacidad de respuesta para tomar las órdenes individuales de clientes y entregar rápidamente el bien terminado, a la medida de las necesidades específicas y en buena calidad. Para apoyar a la *customización* en masa se deberá tener con una cadena ágil de suministro al cliente final.

Si se logra que los centros de distribución realicen actividades ligeras de manufactura o ensamble pueden lograr a que la compañía cumpla con las reglas locales de contenido que prevalecen en los mercados emergentes (por ejemplo los interruptores de los aparatos eléctricos que varían según el continente o país), y responder a los clientes quienes no están dispuestos a esperar por un producto a la medida de sus necesidades sea embarcado por la empresa de otro continente.

De esta manera la compañía obtiene lo mejor de dos mundos, por un lado se puede concentrar en la manufactura de partes críticas en unos cuantos sitios alrededor del mundo y así lograr los beneficios de la economía de escala, y por el otro puede mantener una presencia local. La clave es enfocarse en optimizar las actividades centrales (*core activities*) para maximizar la velocidad de respuesta a los cambios de las expectativas de los clientes.

3.4.1 Responder al cambio

Una vez que se ha conocido la variedad de la demanda y la variabilidad de la misma, será necesario utilizar este conocimiento para realizar los cambios que nos permitan entrar a otros mercados.

La empresa manufacturera experimenta una variedad de cambios en su ambiente de trabajo los cuales la presionan para identificar las capacidades que necesita adquirir o reforzar con el fin de tomar ventajas de los cambios.

Obviamente las diferentes organizaciones experimentarán diferentes grupos de cambios así como diferentes niveles de presión resultado de cada cambio, consecuentemente diferente número de capacidades habrán de ser obtenidas por las diferentes organizaciones.

Las capacidades más importantes para responder al cambio son:

- **Capacidad de respuesta:** Es la habilidad de identificar cambios, responder rápidamente de una manera reactiva y pro-activa y recuperarse de los cambios. Contempla las siguientes etapas:
 - Sensibilizarse, percibir y anticiparse a los cambios
 - Reaccionar inmediatamente a los cambios
 - Recuperarse de los cambios

- **Competencias:** esta es una amplia lista de habilidades que le proporcionan a una compañía productividad, eficiencia, efectividad para lograr sus fines y metas. Las siguientes habilidades forman la mayor parte de la lista:
 - Visión estratégica
 - Tecnología apropiada o suficiente capacidad tecnológica
 - Calidad en los productos o servicios
 - Efectividad de los costos
 - Alta razón de introducción de nuevos productos
 - Administración del cambio
 - Gente facultada, competente y con conocimientos
 - Efectividad y eficiencia en las operaciones
 - Cooperación

- Integración

- Flexibilidad: Es la habilidad de realizar diferentes trabajos y lograr diferentes objetivos con las mismas instalaciones. Claramente se diferencia Agilidad de flexibilidad, de hecho flexibilidad es un subconjunto de agilidad. Flexibilidad generalmente implica construir el sistema con capacidades anticipadas a un definido rango de necesidades. Algunos conceptos de flexibilidad mencionados anteriormente son:
 - Flexibilidad en el volumen del producto
 - Flexibilidad en e la configuración del modelo del producto
 - Flexibilidad en la organización
 - Flexibilidad en la gente

- Rapidez: Es la habilidad de realizar tareas y operaciones en el más corto tiempo posible, algunos aspectos que comprenden velocidad son:
 - Velocidad en la introducción de nuevos productos al mercado
 - Velocidad en la entrega de producto, y
 - Velocidad en las operaciones

Dentro de los cuatro atributos o capacidades para responder al cambio, capacidad de respuesta es la esencial para cualquier organización que necesita ser ágil. Las otras tres son elementos necesarios para lograr la primera.

La adquisición o reforzamiento de las capacidades de repuesta requiere de gente de al menos cinco áreas de la compañía: mercadeo, investigación y desarrollo, manufactura, distribución, y finanzas. Estos cinco grupos deben jugar los siguientes roles para apoyar un programa de transición a MA:

- Mercadeo: debe determinar el alcance al cual la *customización* en masa cumplirá con las expectativas del cliente.

- Investigación y desarrollo: debe rediseñar el producto para que pueda ser fabricado a la medida de las necesidades específicas del cliente en el punto más conveniente de la cadena de suministro al cliente final.
- Manufactura y distribución deben coordinar ambas, el aprovisionamiento y rediseño de materiales y colocar el proceso de manufactura o ensamble en las localizaciones más efectivas.
- Finanzas debe proporcionar una información de costos y análisis financieros basada en las actividades de las alternativas.

Cada grupo deberá tener sus indicadores de desempeño dependiendo de los objetivos del grupo pero el objetivo en común será el de crear la cadena de suministro más eficiente que pueda entregar un producto fabricado a la medida de las necesidades específicas del cliente al más bajo costo.

El conocimiento del mercado recabado por los grupos será administrado por un sistema de información que facilite la frecuencia y rapidez de acceso a la misma. El flujo rápido de la información a través de la cadena de suministro al cliente final tiene grandes impactos en los niveles de inventario, eficiencia y costos.

El comercio electrónico está teniendo un impacto dramático en el flujo de información y capacidad de respuesta al cambio en las demandas del cliente. El flujo de información ha dado a los puntos de ensamble acceso directo a los datos del punto de venta y les ha dado más herramientas para pronosticar y entregar un producto directo al cliente.

3.4.3 Explotar el cambio

Una empresa ágil será aquella que desarrolle y explote capacidades para prosperar en un ambiente de negocios cambiante, no lineal, incierto e impredecible.

Subrayamos que agilidad es la capacidad de adaptarse, lo cual implica pericia y competencia. Pericia es la habilidad para prosperar en un ambiente de negocios en continuo cambio y se logra desarrollando procesos y estructuras que facilite que el cambio sea tratado como un evento de rutina. Competencia es el desarrollo de capacidades para manejar cambios inciertos e impredecibles.

Para llegar a MA es necesario estar dispuesto a administrar el cambio para que las modificaciones hechas al sistema en uso estén acorde a los roles de la gente que usa dichos sistemas. Los beneficios de la agilidad resultante se verán si y solo si: 1) se planea el cambio, 2) se tiene una clara idea de la naturaleza y valores de la nueva organización y sus asociados.

El secreto para volverse ágil es ceder a la autonomía sin perder el control, para esto se requiere una muy clara visión del futuro y cómo llegar a ella.

Se han publicado otros puntos relevantes sobre los elementos de la MA con respecto a aspectos dentro de la planta, entre ellos tenemos la agenda para la investigación de la MA donde se aconseja tomar en cuenta lo siguiente:

1. Diseño del producto. Implica la habilidad de producir una variedad de productos de alta calidad y bajo costo para una mayor enfoque a la fabricación de producto a la medida de las necesidades específicas del cliente. Aparte de la herramienta del diseño concurrente, el autor sugiere incorporar:
 - a. Equipos de trabajo estructurados como una red de unidades autónomas interactuando para los diferentes aspectos tecnológicos del producto;
 - b. Cohesión de competencias colectivas producto de las competencias individuales de los miembros del equipo (sin descartar la posibilidad de incorporar competencias externas de los proveedores);
 - c. Capitalización del conocimiento para evitar repetir los problemas del pasado.

2. Diseño y control del sistema de manufactura mediante los Métodos de Ingeniería Empresarial (EE). Los cuales enfatizan el diseño de la empresa como un todo para que ciertas características sean adoptadas. En el diseño de la empresa debe estar incluida la integración de la cadena de suministro al cliente final y la modelación de la misma si es posible. El propósito es construir sistemas de manufactura entendibles, controlables y predecibles mediante el mejor entendimiento de las fronteras, roles e interacciones de los elementos de la empresa. Para lograr lo anterior se debe contar con:
 - a. Métodos de Ingeniería Empresarial (*Enterprise Engineering EE*) que son métodos sistemáticos de ingeniería y herramientas computacionales para definir, especificar, analizar, implementar y poner en operación un sistema de manufactura integrado. El modelo debe contemplar propiedades y comportamiento de las funciones, la información, los recursos, la organización y el desempeño.
 - b. Componentes re-usables. Que faciliten que el sistema de manufactura se modifique y reconfigure fácilmente. La idea es diseñarlo en base a grupos de módulos intercambiables, lo anterior se debe aplicar a procesos del negocio, sistemas de información, origen de los componentes, sistemas de aplicación e incluso sobre el origen del conocimiento mediante la definición de las bases conceptuales para describir la estructura, capacidad e interacción de los componentes.
 - c. Tecnologías para modelar la interacción en la empresa. La modelación de la empresa proporciona las herramientas necesarias para entender, analizar, rediseñar y optimizar los sistemas de manufactura y sus componentes re-usables. La integración de la empresa proporciona la infraestructura necesaria para facilitar la interacción de gente y sistemas a lo ancho de la compañía.

3. La administración de la innovación. La decisión humana todavía es la actividad central de los sistemas de manufactura. La actividad más importante dejada a los humanos es la innovación. Para facilitarla será necesario:
 - a. Definir motores e indicadores de desempeño para identificar y adelantarse a las oportunidades de negocio mediante la identificación de desviaciones del desempeño real y planeado y la identificación de áreas de mejora.
 - b. Administración de las competencias. Es importante implementar un sistema para incrementar y renovar las competencias en la organización, será necesario definir una estructura colectiva de competencias.
 - c. Satisfacción del empleado. Las personas deben estar informadas sobre la evolución del mercado y los requisitos del cliente, ellos deben identificar las deficiencias de la empresa y encontrar las soluciones. El trabajo anterior se realiza mejor si el personal está facultado y si ellos ven cohesión, sinergia e impacto de sus decisiones. La dificultad está en encontrar consistencia entre las decisiones individuales y colectivas. (Verdadat, 1999)

Los elementos anteriores deben analizarse desde una perspectiva organizacional, tecnológica y humana.

Para evaluar el desempeño de una MA, se debe analizar las implicaciones de las medidas de desempeño. Basándose en la definición de agilidad: habilidad de una empresa a adaptarse a cambios impredecibles del ambiente externo; y en la definición de flexibilidad: habilidad de las compañías a responder a una variedad de requerimientos los cuales se dan dentro de límites definidos; se propone que la mejor práctica es exhibir características de agilidad externa combinadas con flexibilidad interna. Una empresa alcanza agilidad a través de dos características: habilidad de combinar sus elementos y la agilidad interna de cada uno de ellos. (Backhouse et Burns, 1999)

3.5 MEDIDORES DE DESEMPEÑO DE MA

Los dominios de una empresa ágil debe comprender áreas como: sistemas de manufactura, la cadena de suministro al cliente final y la red de distribución (ambas comprendidas dentro de la *SCM*). Asociados a estas áreas hay una serie de atributos que se deben tener para alcanzar la agilidad (Armases et all, 2001)

Para la red de distribución, el camino a la agilidad incluye sistemas bien articulados y claramente documentados para monitorear el futuro, vista panorámica de las oportunidades del mercado, búsqueda de nuevos mercados, evaluación continua de las oportunidades del mercado y la competencia, monitoreo de los patrones de consumo de los clientes (minería de datos), monitoreo y medición de la satisfacción del cliente y el rol de los clientes en el diseño, desarrollo y entrega del producto. Todo lo anterior lo simplificamos en la tabla 3:

| Métricos para una Red de Distribución Ágil | |
|--|--|
| Atributos de agilidad | Métricos |
| Introducción de nuevos productos | Tiempo de introducción al mercado |
| | Número de nuevos productos introducidos |
| | Número de nuevos modelos o actualizaciones de productos introducidos |
| | Número de nuevos mercados de productos existentes |
| Canales de distribución | Tiempos de entrega |
| | Número de canales de distribución disponibles |
| | Facilidad para intercambiar canales |
| | Facilidad para crear / disolver canales |
| | Facilidad para integrar información e intercambiarla en los canales |
| Conocimiento del mercado para la identificación de oportunidades | Seguimiento de mercados nuevos o no convencionales |
| | Evaluación continua de la competencia |
| | Evaluación continua de la retroalimentación del cliente |
| | Identificar problemas futuros y fuerzas de cambio |
| Formación de sociedades | Alianzas de mercado |
| | Co-mercadear otras firmas del negocio |

Tabla 3. Métricos para una Red de Distribución Ágil (Remko, 2001)

En el área de Sistemas de Manufactura, la hemos dividido en tres partes:

- Tecnología de producción flexible,
- Infraestructura física, e
- Infraestructura de información.

Cada uno de estos puede analizarse dependiendo de los materiales productos y procesos asociados.

La tecnologías para la producción flexible puede ser asociada a la flexibilidad de mezcla, de volumen, de material, de rutas, etc. Los detalles de los indicadores de un sistema de manufactura ágil lo encontramos en la tabla 4:

| Indicadores de un Sistema de Manufactura Ágil | |
|--|--|
| Tecnología de Producción Flexible | |
| Atributos de agilidad | Métricos |
| en la mezcla de productos | Número de diferentes productos que pueden ser producidos |
| en el volumen | Rango del volumen de salida |
| en el material | Número de diferentes tipos o grados de materia prima que pueden ser usados o intercambiados |
| | Tolerancia de los productos y los procesos a los diferentes materiales |
| en la programación | Facilidad con la que los programas de producción pueden ser cambiados y acomodados a las necesidades del cliente |
| | Grado al cual el tiempo real de la orden es monitoreado. |
| Flexibilidad de la fuerza de trabajo | Porcentaje de trabajadores multi-entrenado |
| | Grado de diversidad (cultura, nacionalidad, demografía) de la fuerza de trabajo |
| | Grado de movilidad de la fuerza de trabajo |
| | Existencia de un proceso de solución de disputas |
| En las rutas de manufactura | Número de rutas disponibles |
| | Versatilidad de las instalaciones del manejo de materiales para apoyar las rutas alternas. |

Tabla 4 Indicadores de un Sistema de Manufactura Ágil - Producción Flexible (Remko, 2001)

Para la infraestructura física puede monitorearse a través de algunos métricos relacionados con la habilidad para reconfigurarse, el grado de organización en módulos,

uso de equipo, habilidad para aumentar la capacidad y para reubicar recursos. El detalle de los métricos sugeridos lo encontramos en la tabla 5:

| Indicadores de un Sistema de Manufactura Ágil (cont.) | |
|--|--|
| Infraestructura física | |
| Atributos de agilidad | Métricos |
| Habilidad para Reconfigurarse | Porcentaje del sistema de transformación que está organizado en celdas |
| | Cuántas configuraciones son posibles en cada etapa? |
| Organización en módulos | Cuántas partes del diseño del producto son modulares? |
| | Cuánta modalidad existe en términos de número de combinaciones de nuevos productos existe? |
| Re-usaje | Que tan fácilmente puede colocarse el equipo a un lado y re-comisionar el uso? |
| Habilidad para Escalar | Cuánto incremento en capacidad puede tomar el sistema? |
| | Cuanta complejidad adicional puede manejar la planta? |
| Habilidad para re ubicarse | Que tan fácilmente puede re-ubicarse el equipo en otro lado? |
| | A qué costo y en cuánto tiempo? |

Tabla 5 Indicadores de un Sistema de Manufactura Ágil – Infraestructura Física (Remko, 2001)

Para la infraestructura de información puede evaluarse mediante algunos indicadores relacionados con los sistemas de información que se utilizan para el diseño de nuevos productos o mejora de los actuales, el acceso a Internet y la habilidad que se tenga para integrar información de los proveedores. El detalle de los métricos sugeridos lo encontramos en la tabla 6:

| Indicadores de un Sistema de Manufactura Ágil (cont.) | |
|--|--|
| Infraestructura de información | |
| Atributos de agilidad | Métricos |
| Sistemas de diseño | Facilidad (costo y tiempo) en la búsqueda de datos actuales de diseño para generar códigos de nuevos productos |
| | Velocidad y costo del movimiento de información para generar cambios |
| | Capacidad para probar y simular en un software el diseño del producto y proceso en una celda virtual antes de la configuración |
| Asistencia por Internet | Grado de conectividad y uso |
| Redes de proveedores | Grado de experiencia en el desarrollo de proveedores |
| | Facilidad e integridad de la información compartida |

Tabla 6 Indicadores de un Sistema de Manufactura Ágil Infraestructura de Información (Remko, 2001)

En el área de “cadena de suministro al cliente final”, el camino a MA puede incluir un historial consistente de acuerdos informales de capacidad de respuesta, un sistema para esquematizar el desempeño pasado de los proveedores, la existencia de múltiples métodos y técnicas para la búsqueda de nuevos recursos en las asociaciones de la cadena de suministro al cliente final, sistemas y procedimientos eficientes y rápidos para la formación y disolución de proveedores, y dimensión de la diversidad geográfica, cultural, legal y comercial de los subsistemas, etc. Todo lo anterior lo simplificamos en la tabla 7:

| Indicadores de la Cadena de Suministro Ágil al cliente final | |
|---|--|
| Atributos de agilidad | Métricos |
| Aprovisionamiento | Número de proveedores |
| | Facilidad, tiempo y costo de intercambiar proveedores |
| | Grado de capacidad tecnológica entre los proveedores |
| | Tiempos de entrega |
| Formación de sociedades | Existencia de políticas bien definidas y sistemas formales para |
| | Calificación de proveedores |
| | Evaluación del desempeño de la sociedad |
| | Ingeniería concurrente |
| | Aceptación de cambios |
| Sistema de obtención de recursos | Compartir información |
| | Existencia de políticas bien definidas y sistemas formales para la obtención de recursos |
| | Contratos flexibles a largo plazo |
| | Facturar sin papel |
| | JIT |

Tabla 7 Indicadores de la Cadena de Suministro Ágil al cliente final (Remko, 2001)

La escala para cada uno de los indicadores de desempeño dependerá del rango existente entre el estimado optimista y el conservador, dependerá también del historial de la empresa y sobre todo del giro de la misma.

En general, el análisis cuidadoso de las tres etapas: sistemas de manufactura, la cadena de suministro al cliente final y la red de distribución podría dar como resultado una base de

datos para evaluar los atributos de agilidad de la empresa. Esto podría formar la base para responder las preguntas concernientes a la capacidad de un sistema dotado de agilidad en términos de las mediciones de los indicadores de desempeño.

Agilidad tiene cuatro principios básicos: (*Agilit International*)

1. Enriquecer al cliente – Entregar valor al cliente
2. Especializarse en el cambio – Estar listos para el cambio
3. Movilizar recursos – valorar el conocimiento y habilidades humanas
4. Co-operar para competir – Formar empresas virtuales

Una MA se espera que sea capaz de responder rápidamente a los cambios en la demanda de los clientes, que sea hábil para tomar ventaja de las ventanas de oportunidad que aparecen de cuando en cuando en el mercado, que desarrolle nuevos medios de interacción con los clientes y proveedores.

La siguiente tabla muestra las estrategias a alto nivel para desarrollar cada uno de los principios de acuerdo a la tabla 8:

| Estrategias para desarrollar Agilidad | | | | |
|--|---|--|--|--|
| Principios ágiles | Enriquecer al cliente | Especializarse en el cambio | Movilizar recursos | Cooperar para competir |
| Misión ágil | Proporcionar soluciones que los clientes valores | Estar listo para responder a cualquier cambio en el ambiente del negocio | Hacer que cada activo agregue valor | Hacer de las sociedades o alianzar la estrategia a elegir |
| Estrategias ágiles de alto nivel | Colaboración con el cliente Soluciones (productos) fabricados para nichos de mercado, no para mercados masivos | Pericia para el cambio Operaciones e infraestructura re-configurables Transparencia en la información Operaciones flexibles Respuesta rápida | Empleados facultados Trabajo en equipo virtual Administración del conocimiento Ambiente emprendedor | Pericia en hacer sociedades y alianzas Organizaciones virtuales |

Tabla 8. Estrategias para desarrollar Agilidad : (*Agilit International*)

La mayor parte de estos conceptos (de hecho los primeros tres) son también parte de la cuarta: formar empresas virtuales, esta última distingue a la manufactura ágil.

Las organizaciones ágiles comparten información con los clientes claves y esta colaboración para compartir datos generalmente se extiende a través de la cadena de suministro hacia los proveedores y distribuidores claves, así la empresa termina con una red de organizaciones (o una organización virtual grande) y un sitio (“web”) de información en el cual cada eslabón contribuye con la información requerida para entender todo el proceso.

Las sociedades con clientes o distribuidores no son cosa nueva, sin embargo, en un ambiente ágil requerirá la habilidad de establecer dichas sociedades muy rápido (... y en determinado momento también romperlas rápido). Las sociedades deben diseñarse basándose en la información que hace trabajar al sistema de producción del proveedor.

El objetivo de las empresas virtuales es maximizar la flexibilidad para ser capaz de responder rápidamente a los cambios del ambiente y del mercado. Para lograrlo, las organizaciones deben explotar la tecnología y las habilidades de sus asociados.

Tecnología es usada para acumular, compartir y comunicar información, mientras que los asociados involucrados deben facultar a hacer juicios y a tomar decisiones. Sin embargo, en los procesos con tiempos de ciclo largos como la introducción de nuevos productos, es posible que ciertos individuos claves se movilen a otros lados de la organización a otras organizaciones, por lo que se deben establecer sistemas de corrección de errores en las transacciones de información técnica (dibujos, listados, minutas, etc) para evitar confusión o malas interpretaciones.

3.6 VIABILIDAD DE MA

Cuando ocurre un cambio imprevisto en el ambiente, la MA se reconfigurará y es de esperarse que sus medidas de desempeño también lo hagan. Lo primero que hay que evaluar es la viabilidad de la nueva configuración. El concepto de viabilidad (Beer, 1979) es entendido como la habilidad de un sistema para producirse a sí mismo.

El modelo del sistema viable (*VMS* por sus siglas en inglés) propuesto por Stafford Beer es el más adecuado para éste propósito pues maximiza la habilidad de una organización cambiar rápidamente y responder a los cambios en su ambiente operativo (Bititci et al).

El modelo Viable es un modelo jerárquico que se utiliza para evaluar la viabilidad de un sistema. *VSM* fundamentalmente marca las diferencias entre las funciones operativas y las administrativas de cada organización. Nombra a las funciones productivas sistema "1s", éstos producen bienes o servicios por los cuales la organización existe. La función administrativa se encarga de administrar las funciones productivas. Una organización podría tener varios sistemas 1s pero cada uno debe ser viable por sí mismo por lo tanto cada sistema viable debe tener sus subsistemas viables. Este concepto de repetir la naturaleza a varios niveles se denomina *recursión*, es decir, que recurre, que ocurre varias veces, uno dentro del otro.

El *VMS* subdivide la función de administración en cuatro subsistemas: sistema 2, 3, 4 y 5.

- Sistema 5 es el sistema jefe. Establece la dirección, las políticas y estrategias de la organización.
- Sistema 4 es el sistema de desarrollo el cual se ocupa del ambiente externo y establece retroalimentación del mismo, del futuro y su enfoque es la mejora.
- Sistema 3 representa las tácticas del sistema administrativo el cual maneja al sistema 1s. Es el que implementa los cambios.

- Sistema 3* es un subconjunto del sistema 3 que rodea al sistema 2 y provee un canal de auditoría directa al sistema 1s y al sistema 3.
- Sistema 2 es el sistema supervisor quien asigna prioridades y coordina las actividades de las unidades operacionales en tiempo real.

En *VSM*, se le llama meta sistema a los sistemas 2, 3, 4 y 5, el cual es responsable de identificar y administrar el cambio. Las relaciones que integran los cinco sistemas son muy importantes para la viabilidad: El meta sistema comunica prioridades y objetivos a las unidades operacionales y el sistema 2 los traducirá para que tengan significado en su actividad. De manera similar las unidades de operación generarán información entendible y relevante hacia el meta sistema.

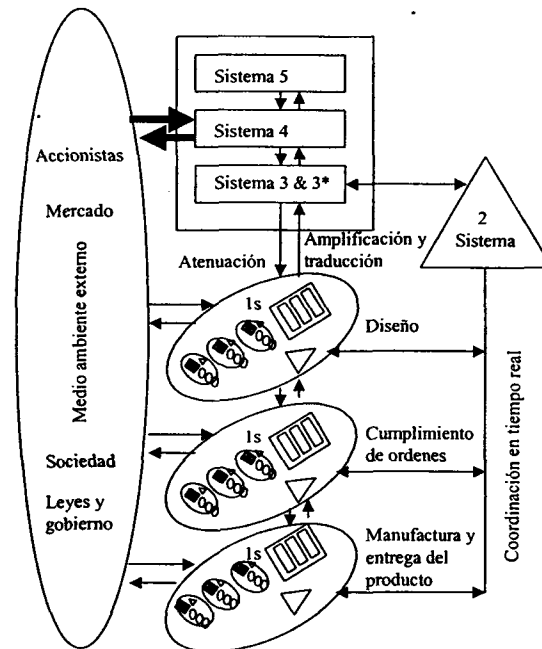


Figura 5. Modelo del sistema viable (Bititci et al, 1999)

La figura 5 muestra el modelo. En términos empresariales, lo que hace a una unidad de negocios viable es que maneja uno o más procesos operacionales viables con el fin de satisfacer a los accionistas. Para contribuir con los objetivos de el negocio en general, cada unidad de negocios debe desempeñarse eficiente y eficazmente en el segmento de mercado.

Si tenemos que la lista de factores para que una empresa sea competitiva incluye prácticas como:

- Calidad,
- Bajo costo/ precio de acuerdo al mercado,
- Desempeño funcional,
- Tiempo de entrega,
- Confiabilidad,
- Diseño,
- Servicio al cliente,
- Producto innovador,
- Producto fabricado a la medida específica del cliente

Veremos que todas ellas son prácticas que competen al sistema 1s y si comparamos las unidades del Sistema 1s con los tres procesos de ME tendremos que cada subsistema:

- 1) Diseño de un producto desde el concepto, diseño a detalle, ingeniería hasta el lanzamiento.
- 2) Cumplimiento de órdenes desde la toma de información, pasando por la planeación detallada hasta la entrega del producto, y
- 3) Manufactura mediante la conversión de materia prima en producto terminado en las manos del cliente.

Todos los elementos anteriores se ilustran en el *VMS* presentado anteriormente el cual es independiente de la estructura física, jerárquica o incluso geográfica del negocio. La estructura presentada del *VMS* proporciona un marco poderoso para la estrategia de análisis, planeación y administración de la Agilidad de un negocio.

3.7 TRANSICIÓN A MA

El mecanismo para alcanzar agilidad es Velocidad. Velocidad está basada en tres premisas (Assen et all, 2000):

1. Un ambiente organizacional donde el cambio y la innovación se den naturalmente.
2. Una tecnología que le de mejores y probadas herramientas a los trabajadores para que éstos realicen su trabajo
3. Un marco descentralizado de planeación y control de la producción. Dicho marco deberá tener dos elementos necesarios para la compresión del tiempo:
 - a) Facultar a los empleados a que resuelvan los problemas en el proceso de manufactura en el tiempo y lugar donde ocurren.
 - b) Establecer una comunicación rápida y flexible entre los departamentos primarios y dentro de ellos para lo cual se proponen equipos multidisciplinarios (estructurales y organizacionales) coordinados horizontalmente en matrices organizacionales.

La propuesta incluye la transformación de la organización jerárquica tradicional de las empresas y sustituirla por otra donde haya la menos jerarquía posible con todos los escenarios de manufactura (ingeniería, ensamble y logística) integrados en un grupo de soporte estructural, y para cada uno de estos escenarios habrá grupos de soporte operacional asignados a ordenes específicas o líneas de productos.

Con respecto a los sistemas de obtención de recursos, se propone un sistema reactivo de Justo A tiempo basado en JIT, el sistema de *kanban* y el sistema concurrente de órdenes. Este ultimo sistema libera la orden justo cuando esta llega y utiliza menos información para liberar las ordenes por lo que el tiempo de reacción puede ser más rápido aunque el tamaño de WIP puede incrementarse.(Takahashi et Nakamura, 2000)

Para hacer frente a los cambios esperados de demanda. Se debe hacer una simulación con las condiciones de: demanda, tiempo de arribo de ordenes, número de etapas de producción y tiempo de transportación, con el fin de determinar los rangos bajo los cuales cada uno de los sistemas se desempeña mejor en función del tiempo de entrega y WIP. Una vez que se tengan identificadas las fronteras, será necesario cambiar de sistemas conforme se vayan presentando las condiciones.

Para los cambios inesperados de demanda habrá que detectarlos mediante un promedio móvil ponderado exponencial (*Exponentially Weighted Moving Average, EWMA*, por sus siglas en inglés) del intervalo de tiempo en que llegan las órdenes. El *EWMA* se grafica dentro de ciertos límites de control y al salir de alguno de ellos, será necesario re-calcular el tamaño de los inventarios de seguridad (*kanban*) para afrontar dicho cambio.

El método propuesto puede reaccionar a los cambios inesperados de la demanda lo cual es adecuado para los nichos de mercado que se han empezado satisfacer mediante la aplicación de MA. Es tiempo ahora de resumir los elementos de MA para completar la transición de ME a MA.

Cuando hablamos de ME y MA debemos entender que no todas las empresas tienen la misma estructura o perfil de productos, si bien es cierto ME proporciona cierta variedad de productos elimina el desperdicio y MA reconfigura su sistema para afrontar cambios inesperados, hay empresas cuyo perfil de productos se describe como Alta Variedad y bajo volumen para atender a ciertos nichos de mercado, es hora de definir los parámetros de operación de dichas empresas.

3.3 CARACTERÍSTICAS DEL AMBIENTE HVLV

Un negocio está hecho de Unidades de negocio. Cada unidad de negocio consiste en una cantidad de procesos del negocio, cada proceso del negocio consiste en un número de actividades. Unidad de negocio es la parte lógica de un negocio el cual existe para servir a un sector del mercado en particular con requerimientos específicos y competitivos (Bititci et al, 1999), podremos dividir a las unidades de negocio de acuerdo a la siguiente clasificación:

- Unidades de Negocio de productos o servicios de conveniencia (*commodity*). Consisten en productos de Alto volumen y baja variedad, cuya competencia en el mercado se basa puramente en precio. Estas Unidades de Negocio tienen baja incertidumbre.
- Unidades de Negocio de productos o servicios de Moda (*fashion*). Consisten en productos de bajo volumen y alta variedad, cuya competencia en el mercado se basa puramente imagen de la marca y calidad percibida. Estas Unidades de Negocio tienen alta incertidumbre.

En esta tesis nos enfocaremos al segundo tipo de unidad de Negocios donde las presiones del mercado y la respuesta de la cadena de valor es un punto de capital importancia en la futura dirección de la empresa.

En empresas que tienen alta variedad de productos y bajo volumen de demanda (*HVLV* por sus siglas en Inglés) se deberá evaluar cuáles principios de Manufactura Esbelta y Manufactura Ágil se pueden aplicar directamente y cuáles necesitan ser adaptados dependiendo de las circunstancias. (Jay et al,1997)

El trabajar con diferentes segmentos de la industria ha llevado a Jina (1997) a caracterizar las empresas de alta variedad y baja demanda de la siguiente manera:

- Una alta variedad de productos más la posibilidad de productos que pueden ser fabricados para que cumplan con las necesidades específicas de los clientes, mientras que ambos: tipos de productos y volumen total permanecen bajos.
- Una política de hacer bajo una orden de compra con tiempos de entrega y fechas de entrega garantizadas.
- El nivel de integración vertical va desde muy alto nivel al más bajo. Muchas organizaciones *HVLV* compiten basándose en unicidad y variedad, así que ellos mantienen un alto nivel de integración vertical con el fin de conservar un mayor control en ambos: unicidad y variedad.
- Un sitio de manufactura que tiene que satisfacer la necesidad de segmentos del mercado separados tales como especialistas, usuarios de bajo volumen del producto final, aquellos que compran *kits* completos o parcialmente configurados y partes de repuesto justo con productos razonablemente convencionales de alto volumen.

Estas características *HVLV* hacen un arreglo dentro del cual se pueden considerar las aplicaciones de manufactura esbelta.

Los problemas asociados con implementar Manufactura Ágil a empresas *HVLV* están relacionados con tres áreas principales: Definición de *HVLV*, Turbulencia e impacto de la variedad de productos en el sistema de manufactura.

1. Definición de productos *HVLV*. En la siguiente tabla se verá la comparación entre empresas de manufactura esbelta y empresas de alta variedad de productos y baja demanda en términos de volumen, complejidad del producto, integración vertical, sistemas de planeación y criterio para ordenar. La tabla 9 los agrupa según sus características.

| Comparación entre Empresas ME y HVLV | | |
|---|--|---|
| Característica | Planta Esbelta | Planta HVLV |
| Volumen anual Típico | De 100,000 a más de 1,000,000 unidades / año | De 20 - 500 y 5,000 – 20,000 unidades / año |
| Variedad y complejidad de productos | Media, sin productos ordenados a la medida, especialistas en productos ordenados por plantas dedicadas | Muy alta, con productos ordenados a la medida, toda manufactura está en la misma planta |
| Grado de integración vertical | Medio y está decreciendo | Puede ser baja, media o alta, la naturaleza de los productos especializados con frecuencia inhibe cualquier incremento o decremento |
| Sistemas de planeación de la manufactura | Estable, con un sistema de hacer para almacenar con ensamble primario al ordenar | Bajo volumen con hacer por orden |
| Criterio para ganar ordenes | Variado, velocidad de entrega, productos todo en uno | Variado, productos ordenados a la medida con características extras, velocidad de entrega. |

Tabla 9 Comparación entre Empresas ME y HVLV (Jay, 1997)

2. Turbulencia. En este caso, turbulencia es usada para describir un comportamiento el cual, como resultado de la variabilidad e incertidumbre de las entradas, causa que el sistema de manufactura experimente un comportamiento impredecible y sub-óptimo mientras lucha por alcanzar la salida deseada. (Bhattacharya, 1996).

Se han identificado cuatro factores que causan turbulencia, los cuales se muestran en la tabla 10

| Factores Que Causan Turbulencia | |
|--|---|
| Programación | Cambios en la programación en un período dado cuando el tiempo se acerca a la fecha de embarque |
| Mezcla de productos | Esto ocurre en empresas que manejan de multi-productos y multi-modelos y es evidenciado por mezclas marcadas de productos |
| Volumen | Es como la mezcla de productos pero con respecto a agregar cambios de volumen entre períodos. |
| Diseño | El grado y frecuencia de los cambios en el producto particularmente en el marco de tiempo en que el cliente espera que su producto sea entregado. |

Tabla 10. Factores Que Causan Turbulencia (Jay, 1997)

3. Impacto de la variabilidad y turbulencia en el sistema de Manufactura. Se espera que dado el bajo volumen de producción cualquier cambio en alguno de los cuatro factores de turbulencia tendrá un impacto significativo en el desempeño del sistema de manufactura.

Algunos autores (Jina et al, 1997) han sugerido las siguientes técnicas para implementar manufactura esbelta en ambientes HVLV.

1. Diseñar para manufactura y logística. La cantidad de partes para situaciones HVLV tenderá a proliferar más rápido que en situaciones normales, el producto de nuevos diseños deberá tomar en cuenta las partes ya existentes. Los enfoques necesarios para no excedernos en costo y complejidad en las partes son:

- a) Tener partes de materia prima comunes para que le permita a las manufactureras HVLV obtener ventajas con los proveedores al ser fácil para ellos programar altos volúmenes para algunos números de parte.
 - b) Usar diseños modulares y partes finales comunes. Entre más única sea la parte, más compleja y cara se vuelve la logística y proceso de manufactura, el uso de diseños modulares puede reducir esa complejidad
 - c) Control de cambios de ingeniería por etapas. Los procedimientos de cambios de ingeniería deben incluir la definición y provisión de todos los datos del proceso de manufactura, herramientas y planes de calidad.
 - d) Trabajo de equipo multi-funcional mediante la creación de coordinadores de cambio de producto cuyo rol sería tomar responsabilidad de todos los aspectos del control del cambio desde la revisión del listado de las partes actuales para evaluar compatibilidad, la coordinación entre logística y manufactura por las partes nuevas agregadas.
2. Organizar manufactura. El objetivo de la manufactura Esbelta en los ambientes HVLV es el de eliminar la turbulencia en el flujo de material. Algunos aspectos a tomar en cuenta son:
- a) Organizar ensambles y sub-ensambles por la demanda de alto nivel, esto es la efectiva integración entre mercadotecnia y planeación. Para lograr lo anterior tenemos dos opciones:
 - o Tomar las ordenes como llegan, esto es: el primero que llega es el primero que se surte, lo cual puede ocasionar turbulencia dada la variedad de tiempos de entrega y ensamble.
 - o Integrar la etapa de solicitud del cliente y la etapa deliberación de orden, lo cual programa mejor el proceso de manufactura de acuerdo al pronóstico y el tiempo de entrega.

- b) Organizar partes para demanda de bajo nivel. La alta variedad y bajo volumen tiende a hacer distinciones entre las partes dependiendo de su uso lo cual depende del tipo de demanda que tengan
 - Partes corrientes. Parte con demanda alta y estable en esas partes es posible implementar un sistema de manufactura con un ritmo basado en la demanda (*takt time*)
 - Partes extrañas que se manufacturan en lotes grandes pero menos frecuentes dentro de celdas flexibles separadas de celdas convencionales de manufactura.
- 3. Relaciones integradoras con proveedores. El bajo volumen hace difícil desarrollar relaciones productivas, con las técnicas anteriores se puede trabajar para que el volumen de partes sea más atractivo a parte de integrar una estrategia de un solo proveedor.
- 4. Orientación al proceso y medidas de desempeño consistentes. Es esencial que la organización desarrolle la habilidad de re-inventar el proceso de manufactura. El uso de equipos multi-funcionales en actividades dirigidas puede manejarse efectivamente si se explota el tamaño relativamente chico de la organización *HVLV*, esto debe estar respaldado por la adopción de medidas de desempeño consistentes.

En este capítulo hemos analizado los elementos de la ME, MA y las características de los ambientes *HVLV* de tal suerte que estamos listos para proponer un modelo que nos indique el camino para hacer la transición de ME y MA a la vez que nos indique las prácticas que debemos conservar y las que debemos agregar para completar el proceso.

METODOLOGÍA

4. MÉTODOLOGÍA

El método a seguir en esta investigación está, en parte, basado en el sugerido por Hernández et al en su libro titulado del mismo nombre: “Metodología de la Investigación”, en éste caso los autores se refieren a la investigación científica.

Primero revisaremos las bases para el diseño de la metodología posteriormente presentaremos el concepto de “*Esbeltagilidad*” y enumeraremos algunas características deseadas para la transición; finalmente terminaremos con un cuestionario como propuesta de diagnóstico.

3.1 BASES PARA EL DISEÑO DEL MODELO DE TRANSICIÓN

Una vez que ya definimos los las características de ME, las características de MA y las características del ambiente HVLV, estamos en forma para agrupar las características de acuerdo a un modelo básico de causas, capacidades y proveedores (Zhang and Sharifi 2000), los tres elementos constitutivos para una transición son:

- 1) Causantes: los cuales son las fuerzas del ambiente de negocios que presiona a la compañía a buscar nuevas maneras de manejar el negocio con el fin de mantener su ventaja competitiva. Estas nuevas maneras penetran en el ambiente organizacional creando filosofías muy fuertes que orientan qué estrategia plantear, hacia dónde dirigirse.

- 2) Capacidades: Son las capacidades esenciales que la compañía necesita con el fin de responder positivamente y tomar ventajas del cambio; y en ambos casos se reflejará en un proceso a seguir, es decir en una serie de etapas

3) Provisores: son los medios por los cuales las capacidades se pueden obtener. Son las prácticas, los métodos, las herramientas; todas ellas manejadas por la organización, tecnología, gente.

Basado en este modelo, la compañía experimenta una variedad de cambios y presiones en su ambiente de negocios los cuales los hacen crear una filosofía que los dirija hacia el cambio necesario para prosperar.

En términos gráficos hemos agrupado las características de ME y MA separadamente mediante el siguiente gráfico:

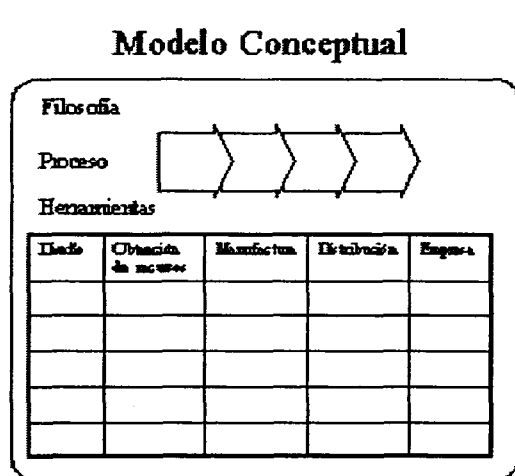


Figura 4. Modelo conceptual para agrupar causas (filosofía), capacidades (proceso) y proveedores (Herramientas)

Por filosofía entendemos que para ME, el causante de que se iniciara en este proceso fue la disposición limitada de recursos (espacio, mano de obra, maquinaria, etc.) por lo que la empresa *Toyota* desarrolló la filosofía de eliminación del desperdicio. Para MA, los causantes han sido los cambios inesperados en el ambiente de negocios que hay obligado a las empresas a desarrollar la capacidad de responder y adaptarse a dichos cambios.

El proceso por el cual se llega a ME está basado en 5 etapas (Womack, 1996) que ya se describieron el capítulo anterior:

- 1) Definir valor
- 2) Identificar la cadena de valor
- 3) Definir el flujo
- 4) Jalar
- 5) Perfección

El proceso para MA está basado en tres simples etapas:

- 1) Buscar el cambio
- 2) Responder al cambio
- 3) Explotar el cambio

Lo más importante es la capacidad de respuesta que se da a través de las siguientes atributos: competencia, flexibilidad y rapidez (Kidd 2000).

El proceso para transitar de ME a MA no se trata solamente de unir los dos procesos (valor, cadena de valor, flujo, Jalar, perfección, Buscar, Responder y Explotar) en uno solo, también hay que abarcar las últimas etapas de la cadena de suministro al cliente final para satisfacer las condiciones de agilidad requeridas por el mercado actual y futuro.

La definición del proceso completo de transición la revisaremos al final de este capítulo, una vez que hayamos revisado los conceptos de *esbeltagilidad* y el aplazamiento del punto de ensamble.

Continuando con las Herramientas. Las cuales son una lista de las prácticas, métodos y técnicas que pueden brindar capacidad bien sea de ME como MA. Esas incluyen tanto probadas herramientas y prácticas disponibles en las organizaciones como aquellas que están en desarrollo. Estas herramientas las ordenamos bajo la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} & \text{Diseño e introducción de nuevos productos} \\ & + \text{Obtención o aprovisionamiento de recursos} \\ & \quad + \text{Manufactura} \\ & \quad + \text{Distribución} \\ & = \text{Empresa} \end{aligned}$$

En la siguiente tabla mostraremos y compararemos las herramientas de ME y MA, algunas de ME deben prevalecer para apoyar a MA otras deberán replantearse para transitar a MA.

El primer miembro de la ecuación que da como resultado a la Empresa Ágil es el Diseño de Nuevos Productos. Para el Diseño De Nuevos Productos, algunas prácticas como involucrar al proveedor, Equipos multi-funciones, QFD, Mejora radical prevalecen mientras que otras como Ingeniería concurrente y la Administración Estratégica deberán replantearse para adquirir un carácter ágil donde la capacidad de respuesta, la rapidez, la flexibilidad y la adquisición de conocimiento sean la base de este enfoque. Además agregarse una herramienta para completar MA, ésta es: diseño de productos re-configurables o modulares

| Comparación de las Herramientas del Diseño de Nuevos Productos para ME y MA | |
|--|---|
| Herramienta ME | Herramienta MA |
| Involucrar al Proveedor | Interacción rápida y constante con el proveedor |
| Equipos cross-funcionales | Equipos integrados |
| Ingeniería concurrente o simultánea | Ingeniería concurrente Ágil |
| Integración en lugar de coordinación | Capitalización del conocimiento |
| Administración estratégica | Administración del cambio |
| QFD | Introducción rápida de nuevos productos |
| Mejora radical – <i>kaikau</i> | Productos re-configurables o modulares |

Tabla 11 Comparación de las Herramientas del Diseño de Nuevos Productos para ME y MA

El segundo miembro de la ecuación que da como resultado a la Empresa Ágil es la Obtención de Recursos. Con el fin de estandarizar los procesos y mejorarlos, aquí se comparten algunas herramientas con Manufactura tales como cero defectos calidad en el origen, *jikoda*, *6s*, *SPC*, *TQM*, *poka joke*; otra herramienta de Manufactura que se comparte con el fin de mejorar la coordinación con los proveedores es el uso de un sistema de Jalar, *JIT – Kanban* para la entrega de materiales a ensamble.

Es importante mencionar que si la clave de Agilidad es la re-configuración, una obtención de Recursos ágil deberá ser aquella que desarrolle la habilidad de reconfigurarse, lo anterior lo puede lograr mediante el desarrollo de proveedores externos para actividades de soporte (*outsourcing*).

Finalmente para lograr llegar a MA en la obtención de Recursos, será necesario desarrollar habilidades para asociarse, para lograr sociedades estratégicas (*Join ventures*), y para crear Corporaciones virtuales donde la tecnología de la información juegue un importante papel de enlace y favorezca la interacción.

| Comparación de las Herramientas de la Obtención de Recursos de ME y MA | |
|---|---|
| Herramienta ME | Herramienta MA |
| Involucrar al Proveedor | Hacer que cada activo agregue valor |
| Niveles (jerarquía) de proveedores | Cadena de suministro al cliente final, Habilidad para asociarse, <i>Join ventures</i> , Corporaciones virtuales |
| Grandes subsistemas del producto para pocos proveedores del primer nivel | Recursos movibles - <i>outsourcing</i> |
| Cero defectos calidad en el origen, <i>jikoda, 6s, SPC, TQM, poka joke</i> | Habilidad de usar y explotar conocimiento de los recursos, <i>e-learning</i> |
| Jalar (estirar) en lugar de empujar, JIT – <i>Kanban</i> | Cooperar para competir, Respuesta rápida, aplicación de JIT reactivo |

Tabla 12 Comparación de las Herramientas de la Obtención de Recursos de ME y MA

El tercer miembro de la ecuación que da como resultado a la Empresa Ágil es la Manufactura. Las herramientas que debemos conservar en la Manufactura ME para transitar a MA son: Mejora continua – *kaizen*, Empleados multitareas, equipos multifuncionales - Manufactura celular, *TPM, SMED*, Cero defectos calidad en el origen – *jikoda, 6s, SPC, TQM, poka joke*, Administración visual – *Andon*. Por otra parte para alcanzar MA se deberá diseñar un sistema de manufactura integrado usando métodos sistemáticos de ingeniería y herramientas computacionales.

El modelo debe contemplar propiedades y comportamiento de la organización, las funciones de la misma, la información necesaria en cada punto, los recursos, y el desempeño.

| Comparación de las Herramientas de la Manufactura ME y MA | |
|---|--|
| Herramienta ME | Herramienta MA |
| Sistemas de información vertical | Tecnología para modelar e integrar a la empresa (EMI) |
| Empleados multitareas, Responsabilidades descentralizadas, funciones integradas | Empleados facultados, ambiente emprendedor |
| Mejora continua –kaizen | Métodos de Ingeniería Empresarial (EE) |
| Equipos multifuncionales- Manufactura celular, TPM, SMED | Estar preparados para responder a cualquier cambio en el ambiente del negocio, Infraestructura que permita re-configuración de operaciones |
| Cero defectos calidad en el origen – <i>jikoda, 6s, SPC, TQM, poka joke</i> | Habilidad de cambiar la pericia |
| Jalar (estirar) en lugar de empujar, JIT – <i>Kanban</i> | Cooperar para competir, Respuesta rápida, aplicación de JIT reactivo |
| Administración visual – <i>Andon</i> | Transparencia en la información, Sistema de información rápido |

Tabla 13. Comparación de las Herramientas de la Manufactura ME y MA

El cuarto miembro de la ecuación que da como resultado a la Empresa Ágil es la Distribución. Las herramientas que debemos conservar de ME son: el uso de un sistema de Jalar, JIT – *Kanban*, el mantener mínimos inventarios de seguridad y el poner atención a la voz del cliente; por otra parte, para alcanzar agilidad, la Distribución deberá asegurarse de que se esté dando soluciones a las necesidades específicas de los clientes y para ello deberá tener la habilidad de recolectar datos y de moverlos de manera rápida a los otros elementos de la Cadena a través de un sistema de información.

El monitoreo del mercado es la diferencia entre la viabilidad de una empresa ágil o su desaparición. El equipo que monitorea las necesidades del nicho de mercado que se cubre deberá tener un enlace directo y una participación activa en el diseño de los productos que cubrirán dichas necesidades la información generada en los puntos de venta deberá ser la base para el desarrollo rápido de nuevos productos.

| Comparación de las Herramientas de la Distribución de ME y MA | |
|--|--|
| Herramienta ME | Herramienta MA |
| Inventarios de seguridad esbeltos | Hacer que cada activo agregue valor |
| Involucrar al cliente | Relación interactivo con el cliente, Proporcionar soluciones que tengan valor para el cliente |
| Mercadeo agresivo | Soluciones a la medida de los nichos de mercado |
| Ingeniería de valor y análisis de valor | Movilidad de datos, Sistema de información rápido desde el punto de venta |
| Jalar (estirar) en lugar de empujar, JIT – <i>Kanban</i> | Cooperar para competir, Respuesta rápida, aplicación de JIT reactivo |

Tabla 14 Comparación de las Herramientas de la Distribución de ME y MA

Finalmente, aparte de las herramientas aplicadas en todos los miembros de la ecuación que da como resultado a la Empresa Ágil, la misma empresa deberá aplicar otras relacionadas con la integración y re-configuración de recursos para completar la transición hacia la agilidad requerida por el mercado al que atiende.

| Comparación de las Herramientas de la Empresa ME y MA | |
|--|---|
| Herramienta ME | Herramienta MA |
| Global | Indicadores de desempeño, equipos multidisciplinarios operacionales y estructurales |
| En red | Administración de la competencia |
| Desarrollo de la cadena de suministro al cliente final | Hacer de la asociación la estrategia de referencia Habilidad para asociarse, Organizaciones virtuales |
| Administración de grupo de empresas - <i>kereitzu</i> | Red avanzada de interconexión entre empresas |
| Estructuras de conocimiento | Empresa integrada |
| | Usar tecnologías para apalancar el conocimiento de la gente |

Tabla 15 Comparación de las Herramientas de la Empresa ME y MA

Una vez descritos los elementos de la ME y MA, los podemos agrupar en un esquema presentado de Filosofía, Proceso y Herramientas que posteriormente nos servirá como base para diseñar el modelo de transición de ME a MA.

El modelo conceptual Modelo conceptual para agrupar causas (filosofía), capacidades (proceso) y proveedores (Herramientas) para el caso de SE ME muestra en la figura 4

Modelo Conceptual - Elementos ME

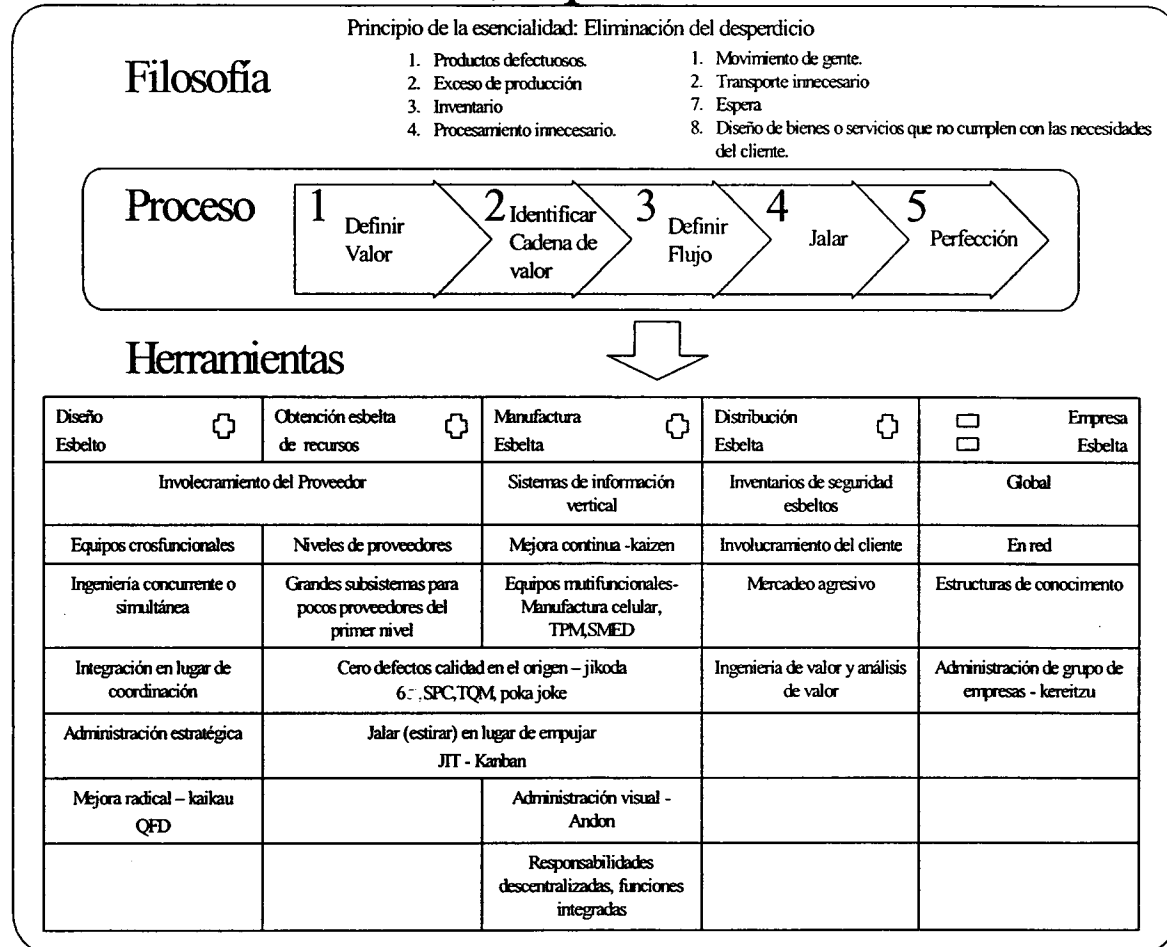


Figura 5. Modelo conceptual- Elementos de ME

Por otra parte para MA tenemos que el Modelo conceptual para MA queda en la figura 5

Modelo Conceptual - Elementos MA

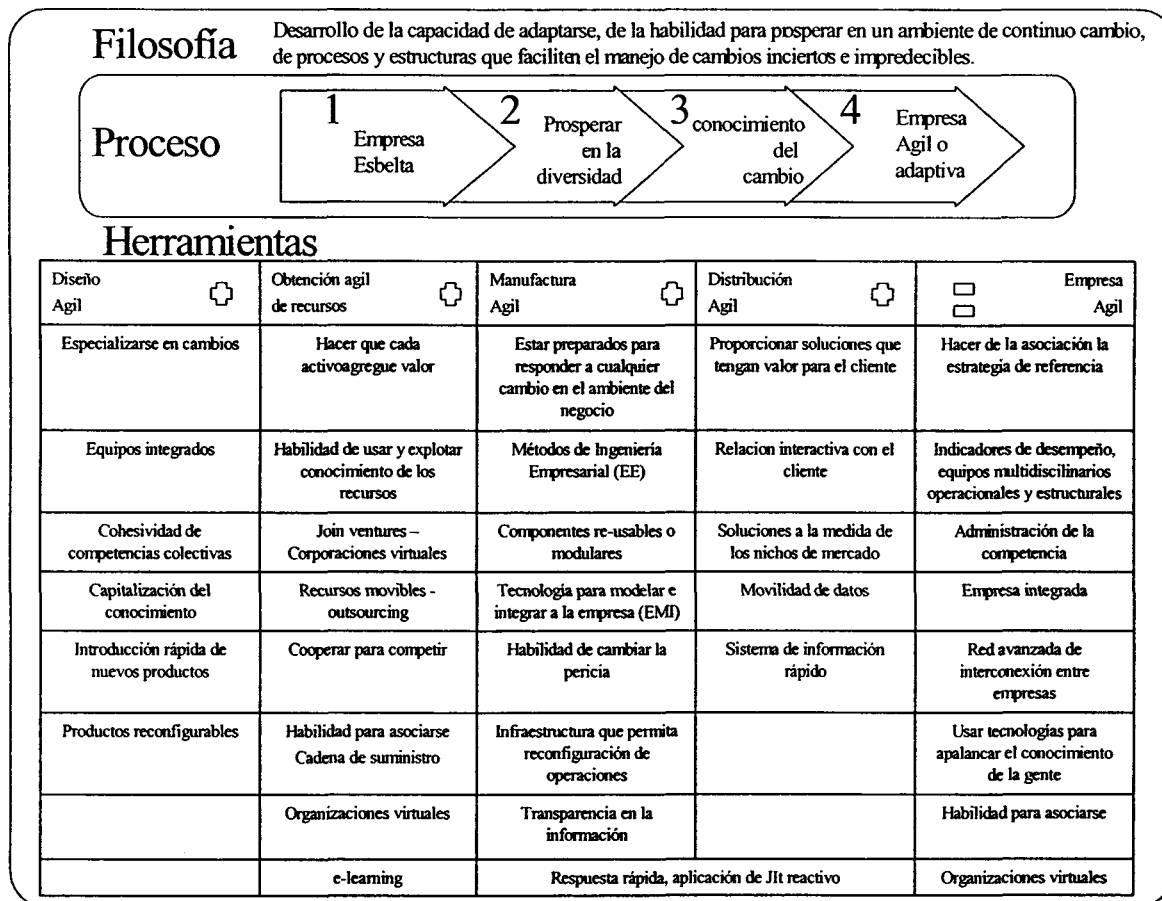


Figura 6 Modelo conceptual – Elementos de MA

Hasta ahora hemos concluido el análisis de los elementos de MA, los cuales, y al igual que los elementos de ME, los podemos agrupar en un esquema que posteriormente nos servirá como base para diseñar el modelo de transición de ME a MA.

Para establecer la base para el diseño de nuestra metodología de transición de ME a MA será necesario definir cuáles elementos de ME será necesario conservar y fortalecer para lograr una MA. Las similitudes entre ME y MA, las analizaremos en la tabla 14 (Hormozi, 2001)

| Similitudes entre ME y MA | | |
|--|--------------|------------|
| Característica | ME | MA |
| Recurso humano | | |
| Efectos del tiempo libre en los empleados | Disminuye | Aumenta |
| Creatividad de los empleados | Incrementa | Incrementa |
| Objetivos de la empresa | | |
| Énfasis en la eliminación de desperdicio | Alto | Alto |
| Grado de la nivelación de la producción | Alta | Flexible |
| Grado de comunicación organizacional | Alto | Alto |
| Sensibilidad a las demandas del cliente | Media | Alta |
| Necesidad de empleados hábiles | Media | Alta |
| Grado de cooperación entre compañías | Medio o Bajo | Alto |
| Costo de las corridas cortas comparado con el costo de las corridas largas | Cambia | Igual |
| Tiempos de entrega de los productos | Corto | Corto |
| Grado necesario de publicidad del producto | Alto | Bajo |
| Diseño | | |
| Conveniencia del diseño | Media | Alta |
| Número de opciones disponibles al consumidor | Medio | Alto |
| Manufactura / Ensamble | | |
| Grado de flexibilidad | Medio | Alto |
| Máxima velocidad de producción | Alta | Alta |
| Proceso de distribución | | |
| Cantidad de inventario de producto terminado en el almacén | Medio | Bajo |
| Habilidad de actualizar el producto en post venta | Medio | Alto |
| Trato con el cliente | | |
| Satisfacción con el producto | Media | Alta |
| Satisfacción con el servicio | Media | Alta |

Tabla 15 Similitudes entre ME y MA (Hormozi, 2001)

De aquí podemos concluir que algunas similitudes entre ME y MA son: Incrementan el nivel de vida y la creatividad de los empleados, Enfatizan altamente la eliminación de desperdicio, Existe un alto grado de comunicación organizacional, Tienen cortos tiempos de entrega de sus productos existentes. Tienen máxima velocidad de producción.

Mientras que las diferencias mayores son: ME disminuye los efectos del tiempo libre de los empleados mientras que MA los aumenta. La nivelación del producto en ME es alto mientras que en MA es flexible. ME es moderadamente sensible a las demandas del cliente, mientras que MA, a través de *mass customization* es altamente sensible. ME requiere empleados moderadamente hábiles mientras que MA los requiere altamente hábiles.

Continuando con el análisis de las diferencias, en ME hay una cooperación mediana entre las compañías mientras que en MA esta cooperación debe darse en mayor grado. ME hay diferencias entre el costo de corridas chicas de producto y el de corridas largas, mientras que MA el costo es el mismo. ME requiere que su producto se promocione en el mercado mediante intensivas campañas publicitarias, mientras que MA, por estar en nichos de mercado, esta necesidad es menor.

Para terminar, el número de opciones disponibles de producto ME es medio mientras que en MA es alto. El grado de flexibilidad de ME es medio mientras que MA es alto. La cantidad de inventario terminado en el almacén en ME es medio mientras que en MA es bajo. La habilidad de actualizar el producto de ME es medio o bajo mientras que en MA es alto. En general el cliente está más satisfecho con productos o servicios de MA que de ME.

Manufactura Ágil se basa en una producción esbelta aunque puede haber algunas contradicciones aparentes entre la estabilidad requerida para obtener un bajo costo y la flexibilidad requerida para agilidad. Manufactura ágil incluye las características de producción esbelta y las extiende hasta abarcar los siguientes cuatro principios básicos:

1. Productos que son soluciones a los problemas de clientes individuales
2. Organizaciones virtuales son formadas donde los productos son traídos al mercado en el mínimo tiempo a través de cooperación interna y externa.
3. Enfoques emprendedores son adoptados para que la organización prospere en el cambio e incertidumbre.

4. Se forman organizaciones basadas en conocimiento donde el enfoque se dá en autoridad distribuida apoyada con Tecnología de la información.

El énfasis de MA está en el diseño de una empresa completa que sea flexible, adaptable y que tenga la habilidad de prosperar en un ambiente de negocios en continuo cambio donde el mercado consiste en nichos rápidamente cambiantes de clientes con demandas cada vez más sofisticadas.

Para lograr lo anterior se ha desarrollado la fabricación en masa de productos que satisfacen las necesidades específicas de los clientes específicos (*mas customization*), en otras palabras es la habilidad de hacer cada producto a la medida de los requerimientos precisos de cada cliente individual; sin embargo, la *mas customization*, generalmente está limitada por la variedad en el ensamble.

La verdadera agilidad significa extender esta flexibilidad hacia el diseño del producto y la introducción de nuevos productos a través de técnicas tales como el desarrollo rápido de prototipos.

La transición de ME a MA ha de darse en toda la organización, y como parte de este esfuerzo se ha analizado la transición de la organización a lo largo de los sistemas de manufactura, como resultado del análisis vemos que las organizaciones están evolucionando de ser organizaciones verticalmente integradas a ser unidades de negocios especializados esbeltos apoyados por redes de proveedores. (Noori, 2000)

Ahora que hemos analizado el diseño de la organización y la cadena de suministro al cliente final de una empresa, llegamos al punto donde podemos bosquejar las características deseadas para la transición. En el siguiente diagrama se muestra cómo las asociaciones con los proveedores ayudan a lograr la flexibilidad necesaria para la transición de ME a MA. Figura 6

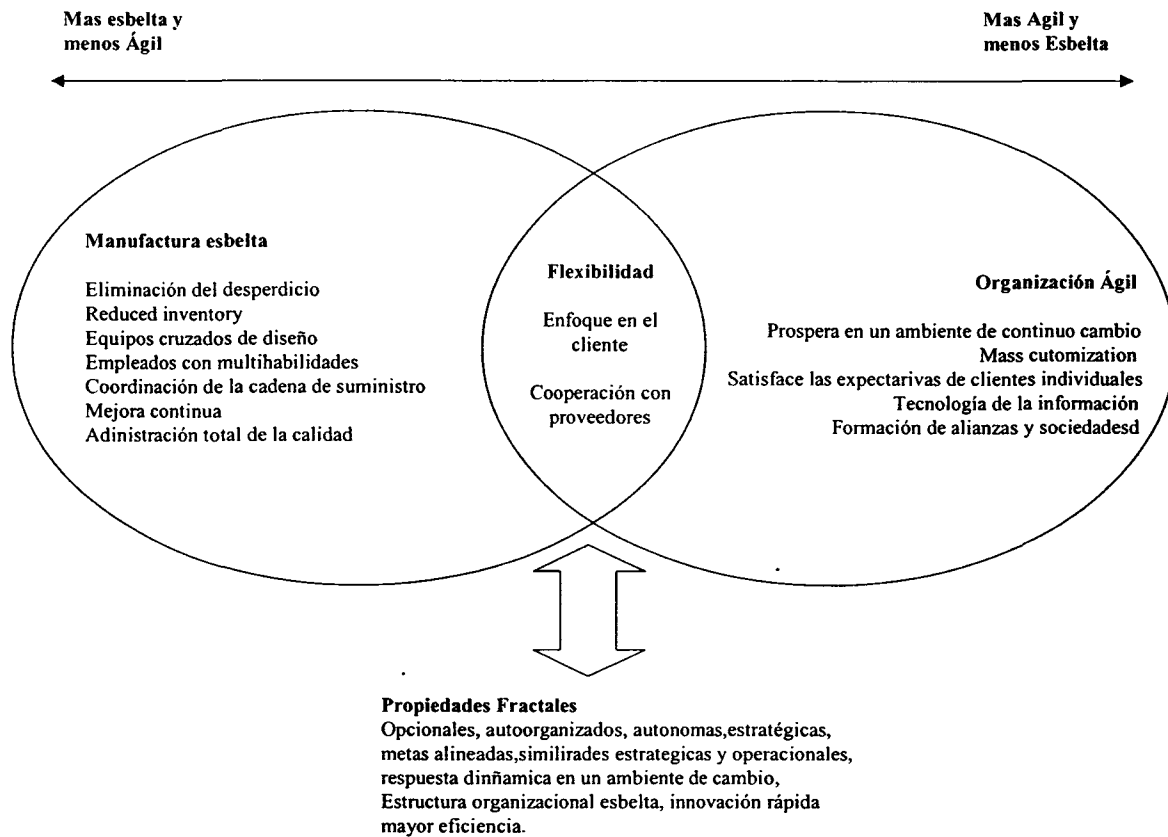


Figura 7. Propiedades que deben tener las asociaciones con proveedores para alcanzar MA (Noori, 2000)

4.2 REVISIÓN DEL CONCEPTO DE ESBELTAGILIDAD

La necesidad de agilidad y esbeltez depende de la estrategia de la cadena de suministro al cliente final, considerando en especial el conocimiento que se tenga del mercado por medio del enriquecimiento de la información y el posicionamiento del punto de ensamble.

La combinación de agilidad y esbeltez en una cadena de suministro al cliente final por medio del uso estratégico del punto de ensamble se ha denominado con el término “*esbeltagilidad*”. (Nayor, 1997:)

Para distinguir las características de ágil y esbelto se presentan las siguientes definiciones: Esbeltez significa desarrollar un flujo de valor que elimine todo el desperdicio, incluyendo tiempo y que permita un nivel de programación. Mientras que Agilidad significa el uso del conocimiento del mercado y una organización virtual para explotar las oportunidades de negocio en un mercado volátil.

La “*esbeltagilidad*” es la combinación de los paradigmas de esbeltez y agilidad dentro de la estrategia total de la cadena de suministro al cliente final mediante la ubicación del punto de ensamble para que se ubique donde mejor responda a la demanda volátil de los elementos posteriores de la cadena y que permita un nivel de programación a los eslabones anteriores de la misma. Este concepto se puede entender mejor en la figura 8:

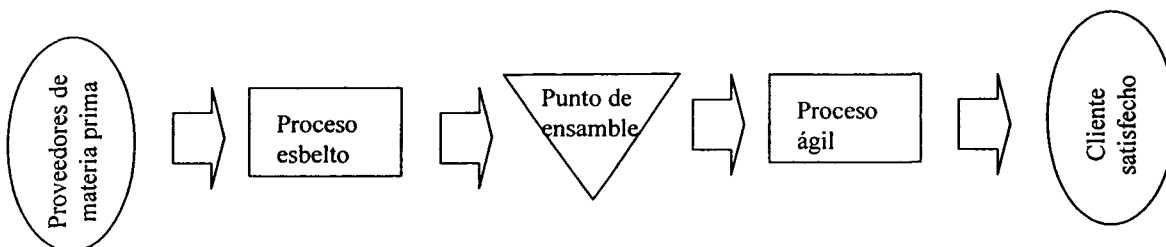


Figura 8. Concepto de “*esbeltagilidad*” (Mason et al, 2000)

Ambos: agilidad y esbeltez requieren altos niveles de calidad de producto, también requieren de un tiempo de entrega mínimo (tomado desde que el cliente coloca el pedido hasta que es surtido), la mejora en ambos parámetros es el punto de partida en la mejora de la productividad y reducción de costos de manufactura.

La diferencia, en términos de valor proporcionado al cliente, entre agilidad y esbeltez radica en que el servicio es un factor crítico para agilidad mientras que costo y por lo mismo, el precio de ventas, es crucial para la esbeltez.

Mientras que calidad y nivel de servicio son los elementos que califican a una empresa esbelta para estar en el mercado, la empresa esbelta con mayor éxito será aquella que además de lo anterior mejore el costo. Sin embargo, en un mercado cambiante, el costo para a ser solo un calificador para estar en el mercado y el nivel de servicio se toma crítico.

La tabla 17 ilustra la comparación de los atributos entre suministro ágil y suministro esbelto:

| Comparación De Los Atributos Entre Suministro Ágil Y Suministro Esbelto | | |
|--|--------------------------------|------------------------------|
| Atributos que los distinguen | Suministro esbelto | Suministro Ágil |
| Productos típicos | Artículos de conveniencia | Bienes de moda |
| Demanda del mercado | Predecible | Volátil |
| Variedad de productos | Media | Alta |
| Tiempo de ciclo de los productos | Medio | Corto |
| Importante para el cliente | Costo | Disponibilidad |
| Margen de ganancia | Bajo | Alto |
| Costos dominantes | Costos físicos | Costos de mercadeo (mínimos) |
| Penalizaciones por salida de inventario | Contractuales de largo término | Inmediatas y volátiles |
| Política de compras | Comprar bienes | Asignar capacidad |
| Enriquecimiento de la información | Deseable | Obligatoria |
| Mecanismo de Pronóstico | Algorítmico | Consultivo |

Tabla 17 Comparación de los Atributos Entre Suministro Ágil y Suministro Esbelto (Mason et al, 2000)

El punto de ensamble separa la parte de la cadena de suministro movida por el surtido de órdenes de la parte de la cadena de suministro basada en planeación. El punto de ensamble es también el punto donde el inventario estratégico se mantiene como buffer entre ordenes fluctuantes de clientes. La ubicación del punto de ensamble se asocia también al término de aplazamiento, el cual incrementa la eficiencia así como la efectividad de la cadena de suministro al cliente final.

Los centros de aplazamiento del punto de ensamble en la cadena de suministro al cliente final retrasan las actividades hasta que la orden es recibida del cliente en lugar de realizarlas con anticipación a las ordenes del cliente. Aplazando la diferenciación de producto reduce el riesgo de que se termine el inventario (*stock out*) y exceso de inventario.

El principio de aplazamiento del punto de ensamble no representa un nuevo fenómeno (Bucklin,1965), lo que sí se ha observado en las últimas décadas es que la aplicación del aplazamiento del punto de ensamble se ha ido incrementando. Esto puede ser explicado, basándonos en la creciente turbulencia del mercado que obliga a los manufactureros a aplazar el punto de ensamble; en la habilitación de tecnologías de información que permiten obtener la información directamente del cliente y responderle de la misma forma; y en la desregulación de algunos sectores industriales que permiten a las organizaciones trabajar casi en cualquier país.

El aplazamiento del punto de ensamble es usado para lograr la fabricación en masa de productos que satisfacen las necesidades específicas de los clientes específicos y para alcanzar la eficiencia dentro de un sistema de operación; el aplazamiento del punto de ensamble es un concepto operativo que alienta a retrasar las actividades de manufactura hasta que la orden real del cliente sea recibida y esta práctica es usada por las compañías para lograr disminuir costos de almacenamiento, de artículos obsoletos, etc.

Hay tres tipos de aplazamiento del punto de ensamble:

- 1) Aplazamiento del punto de ensamble en tiempo (involucra el retraso de actividades hasta que las ordenes reales sean recibidas).
- 2) Aplazamiento del punto de ensamble de lugar (involucra el retraso del movimiento de bienes hacia delante en la cadena de suministro hasta que las ordenes reales sean recibidas, así se mantienen los bienes centralizados en un solo lugar); y finalmente
- 3) Aplazamiento del punto de ensamble de la forma (involucra el aplazamiento de actividades que determinan la forma y función de los productos hasta que la orden sea recibida).

Los tres tipos de aplazamiento del punto de ensamble pueden ser usados y combinados en puntos múltiples en la cadena de suministro. HP combina el aplazamiento del punto de ensamble de la forma en el ensamble final y el aplazamiento del punto de ensamble de lugar (los inventarios son centralizados a nivel de continente) y el aplazamiento del punto de ensamble en el tiempo (retrazando embarques a los clientes hasta que se ensamblen basados en ordenes reales)

Otro ejemplo claro de aplazamiento del punto de ensamble en manufactura es el aplicado por Dell (Remko, 1998). Dell no tiene tiendas, no hace productos para almacenar, en lograr de eso Dell vende directamente a clientes individuales a través de Internet y centros de llamadas. Ellos compran módulos y solo hace el ensamble final hasta que la orden real del cliente ha sido recibida; y proporciona a clientes artículos configurados a la medida de sus necesidades los cuales le son entregados directamente dentro de un número reducido de días.

Una pregunta central sería cuáles son los factores que contribuyen a ubicar hasta dónde es conveniente aplazar el punto de ensamble a lo largo de la cadena de suministro al cliente final?

- Primero hay que establecer que la aplicación de tecnología de información y comunicación es un requerimiento base para el aplazamiento.
- Segundo hay que reconocer que la naturaleza de ciertos mercados promueve el uso del aplazamiento, estamos hablando de mercados de tecnología especializada donde la demanda muy variada y es difícil de pronosticar.
- Tercero, algunas actividades complejas o etapas finales del proceso manufactura son aplazadas con el fin de evitar agregar valor a productos que tal vez no se vendan; y
- Cuarto, cuando se cuenta con un diseño de producto modular que permite aplazar el ensamble de la configuración final, etiquetado y empaque.

Las ventajas para aplicar el aplazamiento del punto de ensamble pueden ser: Mejorar los ciclos de inventario, Elevar el nivel de confiabilidad de la entrega, reducir los riesgos de obsolescencia, mejorar la velocidad de la entrega, minimizar los costos de logística y aumentar la *customización* del producto.

La tesis de *esbeltagilidad* sostiene que en los eslabones previos al punto de ensamble (máximo punto de aplazamiento) la cadena de suministro al cliente final debe ser esbelta, mientras que en los eslabones posteriores a dicho punto deben ser ágiles. (Rachel et al, 2000).

La figura muestra una cadena de distribución donde las ordenes del cliente son capturadas dentro de la cadena al nivel de manufactura. Las operaciones de ensamble y todas las

actividades después de esa operación son aplazadas y las operaciones previas a ese punto son manejadas por pronóstico:

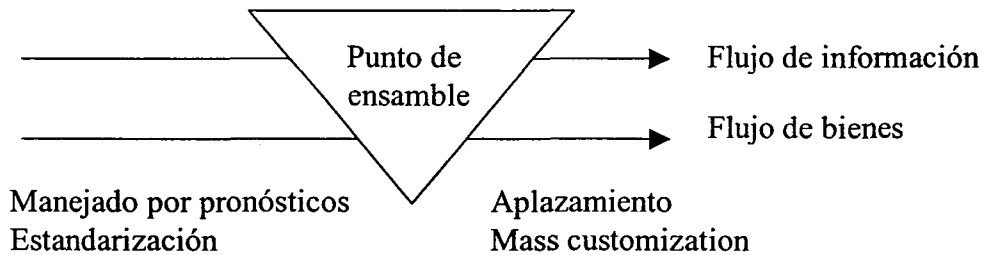


Figura 9. Utilización de ME y MA en la Cadena de Distribución

Si el ensamble se pospone hasta que las ordenes son recibidas del cliente, esa operación deberá ser ágil para responder a los requisitos específicos del cliente y la información acerca esa orden debe fluir hacia la operación de ensamble. Las actividades y operaciones antes de este punto pueden ser organizadas según el concepto de ME y eliminación de desperdicio, de esa manera las organizaciones pueden obtener lo mejor de ME y MA en términos de tiempo de respuesta y eficiencia.

El punto de ensamble (máximo aplazamiento) puede no ser un simple punto, puede aplicarse a los procesos por separado (distribución, empaque, manufactura, etc.). Las compañías pueden decidir aplazar el ensamble de ciertos productos o aplazar el ensamble de productos de ciertos mercados emergentes.

La siguiente figura representa las diferentes estructuras de la cadena de suministro al cliente final dependiendo de la ubicación del punto de ensamble. Los manufactureros o ensambladores representan uno o varios negocios dentro de la cadena de suministro.

Variando la posición del punto de ensamble, la figura se muestran cuatro cadenas de suministro comunes. Estas estrategias varían desde proporcionar productos únicos al usuario final quien esta dispuesto a aceptar largos tiempos de entrega (*buy to order*) hasta proporcionar un producto estándar a una localización determinada (*ship to stock*).

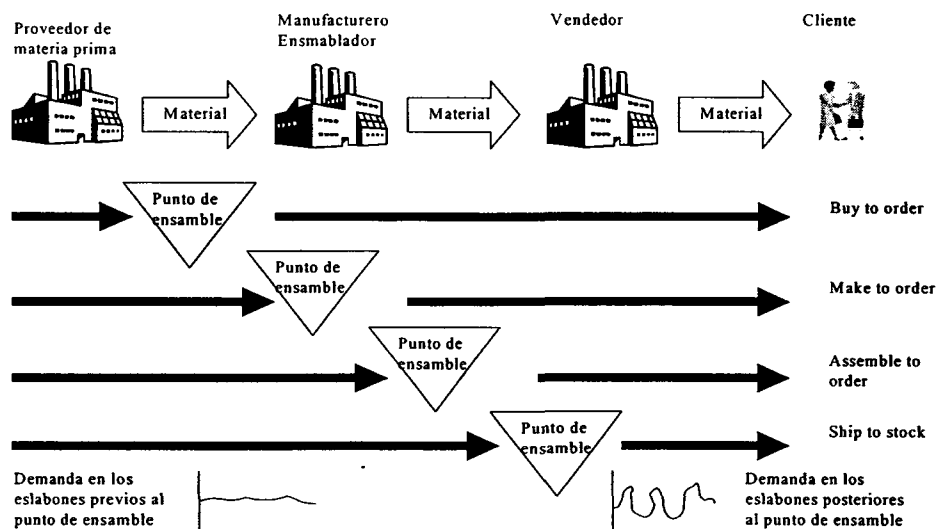


Figura 10 Estructuras de la cadena de suministro al cliente final (Mason et al, 2000)

Además, la figura anterior resume el efecto de la posición del punto de ensamble, posterior a el, la demanda es muy variable con una gran variedad de productos, mientras que hacia el otro sentido, la demanda es suave.

La principal restricción en la localización del punto de ensamble ha sido el tiempo de entrega impuesto por el mercado. Si el punto de ensamble se coloca muy lejos del consumidor final, la compañía tendrá serios problemas con la veracidad del pronóstico. En consecuencia, esta cadena de suministro al cliente final rediseñada debe ser capaz de trabajar hacia atrás del punto de ensamble con pronóstico de producción nivelado y aun así cumple con las demandas del cliente por medio de la agilidad al otro extremo de la cadena.

Otro punto importante en la *esbeltagilidad*, a parte de la ubicación del punto de ensamble, es el enriquecimiento de la información. Para enfatizar este punto es necesario mencionar

que cuando la información envejece, ésta pierde su valor y para evitarlo es necesario comprimir el tiempo de la información.

El enriquecimiento de la información propone que para mejorar el proceso de entrega de producto es necesario diseñar el sistema de información que cumpla con los requisitos de la cadena de suministro al cliente final. Integrando el flujo de información al flujo de bienes puede mejorar la respuesta al cliente. (Mason Jones,1997)

Con el enriquecimiento de la información, cada elemento reciba la información directamente del mercado, lo cual aumenta la transparencia y disminuye la distorsión. Este elemento de enriquecimiento de la información es deseable en ME pero es obligatorio en MA.

Con el fin de cumplir con la demanda en poco tiempo, se necesitarán desarrollar nuevos procesos después del punto de ensamble para facilitar la respuesta rápida. El punto aquí es parte de la característica básica de agilidad: la rápida re-configuración de la cadena de suministro al cliente final de acuerdo a las necesidades del cliente.

En la tabla 18 mostramos las mejoras en ingeniería industrial y las mejoras en operaciones que han resultado de la ME, para lograr la transición a MA serán necesarias mejoras más substanciales:

| Las mejoras en Ingeniería Industrial y en Operaciones | | | |
|---|---|-------------------------|-----------|
| Técnicas Típicas | Ejemplos Específicos | Aplicación relativa en: | |
| | | ME | MA |
| Mejoras en Ingeniería industrial | | | |
| Reducción del tiempo de preparación de las máquinas Métodos de manejo de materiales Diseño del producto | SMED Uso de bandas de transporte y diseño de contenedores Diseño para la manufactura | Dominante | De apoyo |
| Mejoras en operaciones | | | |
| <i>Kanban</i> Proveedores JIT Información compartida | Producción controlada mediante el ensamble de ordenes reales. Más frecuencia y menos cantidades Mejorar el nivel de servicio a través de la disminución de los errores del pronóstico | Dominante | De apoyo |
| Mejoras en tecnologías de la información | | | |
| Captura rápida de datos Intercambio electrónico de datos | Código de barras para control de las ordenes Transferencia instantánea de diseños | De apoyo | Dominante |
| Mejoras en la ingeniería del producto | | | |
| Integración de los procesos Secuenciación de los procesos Manufactura alterna | Combina dos procesos en uno Aplazar variedad Desarrollar procesos de producción más apropiados | De apoyo | Dominante |

Tabla 18 Las mejoras en ingeniería industria y las mejoras en operaciones que han resultado de la ME y muestra lo que hay que enfatizar para lograr la transición a MA (Mason et al, 2000)

Las mejoras en Ingeniería industrial, en operaciones, en la tecnología de Información ayudan de manera práctica a reducir el tiempo de respuesta. El salto de ME a MA se dará cuando se integren ventas e Investigación para la ubicación estratégica del punto de ensamble. Lo anterior se deberá hacer teniendo una visibilidad completa del mercado enfocándose en la reducción del tiempo total de respuesta.

4.3 MODELO DE TRANSICIÓN DE ME A MA

A principios de este capítulo se habló del modelo de transición que involucra los elementos de Filosofía, Proceso y Herramientas. Dicho modelo se presentó en la figura 4.

también se definieron los conceptos para ME y MA, su filosofía y las herramientas a aplicar a lo largo de la empresa (incluida manufactura, entre otras) sin embargo, el proceso para transitar de ME a MA no se trata solamente de unir los dos procesos (marcado en línea punteada roja) en uno solo, también hay que abarcar las últimas etapas de la cadena de suministro al cliente final para satisfacer las condiciones de agilidad requeridas por el mercado actual y futuro.

En un mundo de los artículos de conveniencia (*commodities*), las últimas etapas de la cadena de suministro (distribuidores, mayoristas y detallistas, eslabones no necesariamente relacionados con manufactura) requieren condiciones de agilidad, tales como: profundo conocimiento del mercado, sistemas de información y comunicación rápidos y adecuados, sistemas de transportación y de inventarios sincronizados que puedan responder a los cambios inesperados de la demanda.

Sin embargo, cuando se trata de bienes a la medida del cliente, como es el caso de empresas de perfil *HVLV*, y con el fin de reducir los costos de almacenaje y obsolescencia, el aplazamiento se coloca en el manufactura y el propio manufacturero debe ser parte de MA mediante el desarrollo de un diseño modular de su producto, ya se vieron los casos de *HP* y *Dell*.

Para ambos casos, el detalle del Proceso propuesto para transitar de ME a MA se muestra en la tabla 19

| Proceso propuesto para transitar de ME a MA | | | | |
|--|---|---|--|----|
| Conocimiento del mercado | Diseño de la cadena de suministro | Opimizar ME para MA | Resultado | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Identificar la variedad de la demanda del producto • Identificar la variedad de producto • Identificar el punto de diferenciación • Identificar los tiempos de entrega requeridos | <ul style="list-style-type: none"> • Integrar el flujo de material a la cadena de suministro • Integrar el flujo de información a la cadena de suministro • Posicionar estratégicamente el punto de ensamble • Comprimir el tiempo de entrega | <ul style="list-style-type: none"> • Eliminar todo el desperdicio • Maximizar la flexibilidad sin incurrir en desperdicio adicional | <ul style="list-style-type: none"> • Maximizar las ganancias con el menor costo y suficiente servicio para satisfacer el nivel pronosticado | ME |
| | | <ul style="list-style-type: none"> • Diseño para flexibilidad total • Minimizar desperdicio sin restringir flexibilidad | <ul style="list-style-type: none"> • Maximizar las ganancias con el máximo servicio y mas bajo costo para satisfacer el mercado volátil | MA |

Tabla 19 Proceso propuesto para transitar de ME a MA (Mason et al, 2000)

Es decir, la ubicación del punto de ensamble será la clave para involucrar a manufactura en actividades ágiles como: Tecnología para modelar e integrar a la empresa (*EMI*), Empleados facultados, ambiente emprendedor, Métodos de Ingeniería Empresarial (*EE*), Estar preparados para responder a cualquier cambio en el ambiente del negocio, Infraestructura que permita re-configuración de operaciones, Habilidad de cambiar la pericia, Cooperar para competir, Respuesta rápida, aplicación de *JIT* reactivo, Transparencia en la información, Sistema de información rápido y *Mass customization*.

El modelo gráfico del proceso de transición de ME a MA se ilustra en la siguiente figura:

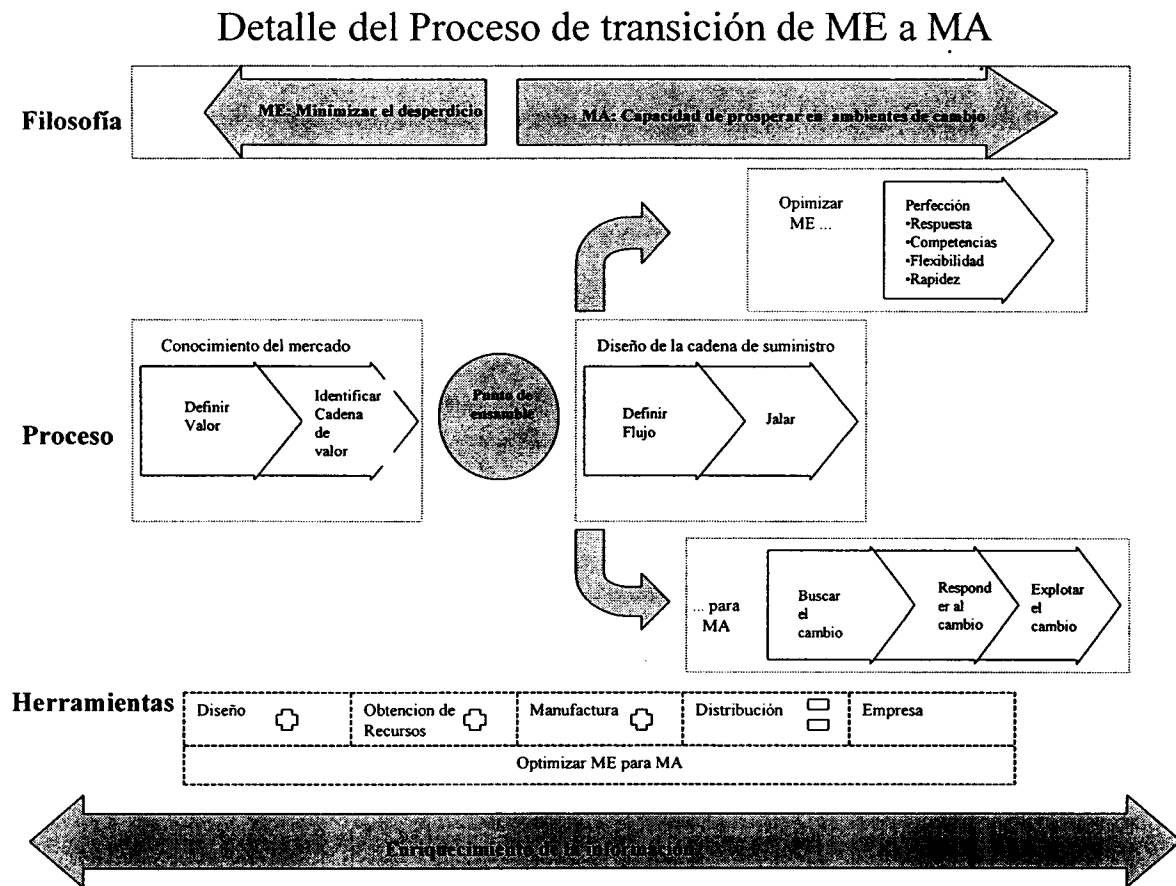


Figura 11. Modelo del Proceso de Transición de ME a MA

Las secciones de Filosofía (originada por una restricción causante de ME, como en el caso de Japón lo fue el espacio y los recursos) y Herramientas (conjunto de prácticas o métodos aplicados a la empresa en su conjunto que son las encargadas de que se obtenga la capacidad para la transición) fueron explicadas al principio de este capítulo.

Es ahora tiempo de explicar el proceso a través del cual se adquieren las capacidades para transitar de ME a MA, es importante mencionar que a lo largo de dicho proceso el enriquecimiento de la información juega un papel muy importante.

Teniendo conocimiento del mercado y usándolo en todas las unidades de negocio de la cadena de suministro al cliente final, se pueden desarrollar sistemas que hagan frente a la variabilidad de la demanda del producto y a la variedad del mismo. Identificando el punto

de diferenciación en la cadena de suministro al cliente final y el tiempo total de entrega requerido por el mercado se podrá definir la estructura de la cadena de suministro.

Los flujos de material e información deben ser integrados para minimizar inventarios, distorsión de la demanda y tiempo de entrega y para maximizar la transparencia . Si se utiliza el conocimiento del mercado para localizar el punto de ensamble el uso de ME y MA queda definido: Agilidad se utilizará en los eslabones de la cadena de suministro que se encuentren entre el punto de ensamble y el consumidor final; mientras que ME utilizará en el otro extremo de la cadena.

Recordemos que: cuando se cuenta con un sistema de información adecuado, cuando se tiene un mercados de difícil pronóstico de demanda, cuando de tienen algunas actividades de ensamble complejas o de configuración final, o cuando se cuenta con un diseño de producto modular que permite aplazar el ensamble de la configuración final (muchas de estas características se dan en el perfil *HVLV*) el punto de ensamble generalmente se aplaza muy atrás en la cadena de suministro al cliente final, por lo que en estos casos, habrá que tener algunas características de MA en Manufactura.

Una vez que se establece el punto de ensamble, los caminos de Agilidad y Esbeltez divergen el camino de ME enfatiza la reducción de costo con una total eliminación de desperdicio, mientras que MA requiere un diseño para lograr la máxima flexibilidad. Ambos enfoques maximizan las utilidades de las dos partes de la cadena de suministro al cliente final.

ME maximizará la utilidad mediante la reducción de costos y proporcionará un servicio apropiado para cumplir con el pronóstico de producción nivelado. MA maximizará las utilidades a través del cumplimiento de las necesidades del cliente y reduciendo los costos siempre y cuando no se sacrifique el servicio.

En otras palabras, “*esbelta* agilidad” habilita a la cadena a enfocarse en costos hacia atrás del punto de ensamble y a enfocarse a servicio y volatilidad del mercado hacia el otro

extremo de la misma. Una vez que se ha definido el punto de ensamble, los caminos de ME y MA divergen.

El camino de ME enfatiza la reducción del costo mediante la remoción total del desperdicio, mientras que MA requiere diseño para la máxima flexibilidad. Ambos enfoques maximizan las utilidades en las dos partes de la cadena de suministro al cliente final. ME maximiza las utilidades a través de la reducción de costos y proporcionando un servicio apropiado para balancear la programación de producción. Por otra parte, MA maximiza la utilidad a través de proporcionar exactamente lo que el cliente requiere y reduciendo los costos siempre y cuando no impidan la habilidad de cumplir con los requerimientos de servicio del cliente.

La perfección se logrará cuando la empresa logre identificar cambios, responder rápidamente de una manera reactiva y pro-activa y recuperarse de los cambios; cuando la empresa tenga una amplia lista de habilidades que le proporcionan a una compañía productividad, eficiencia, efectividad para lograr sus fines y metas; cuando la empresa tenga la capacidad de realizar diferentes trabajos y lograr diferentes objetivos con las mismas instalaciones cuando la empresa sea flexible con capacidades anticipadas a un definido rango de necesidades; y finalmente cuando la empresa tenga la habilidad de realizar tareas y operaciones en el más corto tiempo posible. En otras palabras, cuando se fortalezcan la capacidad de respuesta, las competencias, la flexibilidad y la rapidez

“Esbeltagilidad” permite que la parte previa al punto de ensamble sea efectiva en costo, y por otro lado también permite que la parte posterior logre niveles de alto servicio en un mercado volátil.

Debido a los diferentes enfoques que se atribuyen a ME y MA (costo y nivel de servicio respectivamente) una de las maneras de asegurar el control del proceso será a través del cálculo de la capacidad. Para asegurar agilidad un proceso deberá diseñarse para que el máximo nivel de capacidad sea tan alto como dos veces la demanda promedio.

La MA no se puede lograr sin pasar primero por ME porque esta última tiene muchas características que facilitan MA y porque MA puede iniciar mediante el uso de Técnicas de ME que permitan ubicar la capacidad extra. Además, dado que MA requiere gran habilidad en todos los procesos de la cadena de suministro al cliente final, es difícil lograrlo si no se pasa a través de la etapa de enriquecimiento de procesos resultado de la aplicación del modelo ME (valor, secuencia de valor, flujo, jalar y perfección)

Primero se deberá conocer, identificar y entender por completo los requerimientos del mercado (variedad de productos, comportamiento de la demanda, tiempos esperados de entrega, etc.), estas etapas se complementan con las dentro de la etapa de Definir valor e identificar la cadena de valor (Womack, 1996). Una vez que se ha trabajado en la identificación de requerimientos se establecerá el punto de ensamble que cumpla con los tiempos de entrega esperados. Posteriormente se ha de trabajar en la integración de información, partes y diseño de producto a la vista del tiempo de entrega definidos; estas etapas se enriquecen siguiendo el modelo, en sus fases de Flujo y Jalar. Finalmente el círculo se cierra cuando se optimiza ME (perfección) para lograr MA

Tomando este enfoque podríamos asegurar que se mejoren los niveles de servicio mientras que se reducen dramáticamente los costos y los tiempos de entrega. Dentro de las empresas “*Esbeltagilidad*” la mejor será aquella que presente mayor disponibilidad y la de mayor flexibilidad que permita la re-configuración de acuerdo a los cambios del mercado, siempre y cuando cumpla con los requerimientos de tiempo de entrega, costo y calidad.

En esta sección hemos presentado la ruta para integrar o transitar de ME a MA, en la siguiente estaremos presentando los resultados de la encuesta de evaluación del modelo para las empresas *HVLV* que permita ubicarse en el proceso de transición.

APLICACIÓN

5. APLICACIÓN

Para evaluar el modelo para transitar de ME a MA se ha desarrollado un instrumento de encuesta de evaluación del modelo para las empresas *HVLV* basado en ciertas preguntas agrupadas de acuerdo al modelo presentado en la sección anterior.

5.1 INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

En ese capítulo estaremos revisando la encuesta de evaluación del modelo de transición de ME a MA para las empresas *HVLV*. El instrumento de diagnóstico se diseñó en base al modelo conceptual de MA y ME basado en Filosofía, Proceso y Herramientas

El modelo que representa la filosofía, proceso y herramientas para transitar de ME a MA, propuesto en el capítulo anterior se representa en la figura 11. Para cada una de las tres grandes componentes del modelo (Filosofía, Proceso y Herramientas) se han establecido una serie de afirmaciones las cuales deberán ser validadas en una escala del 1 al 5 donde 1 significa de acuerdo y 5 en desacuerdo.

El dispositivo de evaluación se aplicó a 10 ejecutivos intermedios de empresas *HVLV* para validarlo, en algunos casos la aplicación de la encuesta fue personal y en otros fue a través de medios electrónicos.

El rango de puestos de los encuestados es muy variado pero podemos agruparlo en los mandos intermedios de una empresa de transformación de bienes. Con el fin de tener una mejor visión de empresa, las áreas de ejercicio de las profesiones de los encuestados abarcan toda la empresa: Diseño, Obtención de recursos, Manufactura y Distribución.

Presentaremos ahora el contenido de la encuesta.

5.2 FILOSOFÍA

Las fuerzas del ambiente de negocios que presionan a la compañía a buscar nuevas maneras de manejar el negocio con el fin de mantener su ventaja competitiva son las causantes de que la compañía vea de otra manera el negocio. Estas nuevas maneras penetran en el ambiente organizacional creando *filosofías* muy fuertes que orientan qué estrategia plantear, hacia dónde dirigirse.

En la siguiente tabla comparamos la filosofía de ME (eliminación de desperdicio) contra la de MA (Capacidad para prosperar en un ambiente de cambio) Para luego plantear una afirmación:

“ Para transitar de ME a MA será necesario conservar la filosofía de eliminación del desperdicio y ampliarla para desarrollar además la capacidad de prosperar en un ambiente de cambio continuo ”

5.3 PROCESO

Hablamos aquí de las capacidades esenciales que la compañía necesita con el fin de responder positivamente y tomar ventajas del cambio; y en ambos casos se reflejará en un proceso a seguir, es decir en una serie de etapas.

Para el caso de transitar de ME a MA, el proceso cubre las siguientes etapas:

1. Conocimiento de Mercado
 - a) Definir valor e identificar la cadena de valor
2. Establecer el aplazamiento del punto de ensamble
3. Diseño de la cadena de suministro al cliente final
 - a) Flujo
 - b) Jalar
4. Optimizar ME...
 - a) Perfección
 - i) Capacidad de respuesta

ii) Competencias

iii) Flexibilidad

ix) Rapidez

5. Para MA

a) Buscar el cambio

b) Responder al cambio

c) Explotar el cambio

Las afirmaciones propuestas para evaluar este proceso de transición son:

- Para llegar a MA es necesario: partir de ME, buscar, responder y explotar el cambio.
- La empresa Ágil debe tener Capacidad de respuesta, es decir, la habilidad de identificar cambios, responder rápidamente de una manera reactiva y pro-activa y recuperarse de los cambios.
- La empresa Ágil debe tener competencias, es decir, una serie de habilidades que le proporcionan a una compañía productividad, eficiencia, efectividad para lograr sus fines y metas.
- La empresa Ágil debe tener flexibilidad, es decir, tener la habilidad de realizar diferentes trabajos y lograr diferentes objetivos con las mismas instalaciones.
- La empresa Ágil debe actuar con rapidez, es decir, realizar tareas y operaciones en el más corto tiempo posible.

5.4 HERRAMIENTAS

Las herramientas son los medios provisos por los cuales las capacidades se pueden obtener. Son las prácticas, los métodos, las herramientas manejadas por la organización, tecnología, gente.

Previamente se han enumerado las herramientas necesarias para el caso de ME y MA por separado, es ahora donde se agrupan y se analizan cuáles deben permanecer y cuáles deben cambiar para transitar de ME a MA.

Para cada una de las áreas de la empresa: Diseño, Obtención de recursos, manufactura, Distribución, se han analizado las características y se han propuesto las siguientes afirmaciones

5.4.1 *Diseño*

Para transitar de ME a MA será necesario ...

- Tener una interacción rápida y constante con el proveedor apoyada con sistemas de información.
- Involucrar al proveedor para utilizar componentes re-usables.
- Integrar gente, tecnología y organización para lograr un enfoque multidisciplinario y colaborador al ciclo completo de desarrollo de productos
- Ingeniería concurrente ágil
- Aprovechar el conocimiento de los equipos integrados
- Aplicar la mejora radical para especializarse en el cambio
- Usar *QFD* para diseño de productos
- Diseñar productos para que satisfaga los requerimientos específicos de cada cliente
- Desarrollo rápido de prototipos y la introducción rápida de nuevos productos.

5.4.2 *Obtención de recursos*

Para transitar de ME a MA será necesario ...

- Desarrollar alianzas estratégicas con proveedores donde se utiliza la filosofía de "ensamble dentro de ensamble"
- Tener la habilidad para asociarse y crear corporaciones virtuales
- Tener una red de proveedores que permita la movilización de recursos
- Compartir conocimientos de mejora de proceso con clientes y proveedores
- Entrenar a la *CDS* para la respuesta rápida y sin desperdicio

5.4.3 Manufactura

Para transitar de ME a MA será necesario ...

- Diseñar un sistema de manufactura integrado usando métodos sistemáticos de ingeniería y herramientas computacionales. El modelo debe contemplar propiedades y comportamiento de la organización, las funciones de la misma, la información necesaria en cada punto, los recursos, y el desempeño.
- El personal está facultado y ellos ven cohesión, sinergia e impacto de sus decisiones
- Desarrollar operaciones flexibles y re-configurables
- Capitalización del conocimiento para evitar repetir los problemas del pasado
- Posponer el ensamble hasta que las ordenes son recibidas del cliente, esa operación deberá ser apoyada por un diseño modular que permita responder ágilmente a los requisitos específicos del cliente.
- Comprimir el tiempo de la información. La información acerca esa orden debe fluir hacia la operación de ensamble

5.4.4 Distribución

Para transitar de ME a MA será necesario ...

1. Aplicar el aplazamiento para: Mejorar los ciclos de inventario, Elevar el nivel de confiabilidad de la entrega, reducir los riesgos de obsolescencia, mejorar la velocidad de la entrega, minimizar los costos de logística y aumentar la

fabricación en masa de productos que satisfagan las necesidades específicas de los clientes.

2. Hacer a la medida cada producto a los requerimientos precisos de cada cliente individual
3. Aplicar bajo mercadeo dado que las soluciones se aplican a clientes en particular
4. Desglosar los costos de cada etapa de producción, Análisis del Valor para analizar a detalle los costos a cada etapa para identificar las etapas críticas en costo y trabajar para lograr mejoras
5. Trabajar hacia atrás del punto de ensamble con pronóstico de producción nivelado y aun así cumple con las demandas del cliente por medio de la agilidad al otro extremo de la cadena.

5.4.5 *Empresa*

Para transitar de ME a MA será necesario ...

- Maximizar la habilidad de una organización para cambiar rápidamente y responder a los cambios en su ambiente operativo
- Establece la dirección, las políticas y estrategias de la organización.
- Tener un sistema que implementa los cambios.
- Tener un sistema de desarrollo el cual se ocupe del ambiente externo y establece retroalimentación del mismo, del futuro y su enfoque es la mejora.
- Tener una función administrativa se encarga de coordinar las funciones productivas.
- Tener un sistema supervisor quien asigna prioridades y coordina las actividades de las unidades operacionales en tiempo real.
- Realizar auditorias directa al sistema que implementa los cambios.

En este capítulo hemos presentado una descripción más detallada del modelo de transición de ME a MA a través de afirmaciones que fueron validadas por gerentes de mandos intermedios de empresas de transformación con perfil *HVLV*. En el siguiente capítulo presentaremos los resultados y las conclusiones de dicha validación.

CONCLUSIONES

6. CONCLUSIONES

En ese capítulo estaremos presentando los resultados de la encuesta de evaluación del modelo de transición de ME a MA para las empresas *HVLV*. El instrumento de diagnóstico en base al modelo conceptual de MA y ME basado en Filosofía, Proceso y Herramientas se presentó en el capítulo anterior.

El dispositivo de evaluación se aplicó a gerentes de mandos intermedios de empresas *HVLV* entre las cuales encontramos empresas de inyección de plástico, empresas especializadas en imprentas de etiquetas, empresas manufactureras de equipo de distribución eléctrica, empresas metalmecánica, etc. En algunos casos la aplicación de la encuesta fue personal y en otros fue a través de medios electrónicos.

El rango de puestos de los encuestados es muy variado pero podemos agruparlo en los mandos intermedios de una empresa de transformación de bienes. Con el fin de tener una mejor visión de empresa, las áreas de ejercicio de las profesiones de los encuestados abarcan toda la empresa: Diseño, Obtención de recursos, Manufactura y Distribución.

Presentaremos ahora el los resultados de la encuesta de evaluación del modelo de transición de ME a MA de acuerdo a la agrupación presentada en el capítulo anterior.

6.1 FILOSOFÍA

La afirmación “Para transitar de ME a MA será necesario conservar la filosofía de eliminación del desperdicio y ampliarla para además prosperar en un ambiente de cambio continuo” fue unánimemente aceptada por los encuestados.

Este punto es de vital importancia tomando en cuenta que la Filosofía es el motor de la transición de ME a MA, es la estrategia a seguir, el rumbo a tomar. La Filosofía de la transición de ME a MA surge cuando las fuerzas del ambiente de negocios que presiona a

la compañía a buscar nuevas maneras de manejar el negocio con el fin de mantener su ventaja competitiva.

Es importante conservar la filosofía de minimizar el desperdicio y además es necesario enriquecerla con un cambio en la cultura de la organización que permita responder y adaptarse a los cambios no pronosticados del ambiente.

Con la aceptación de los encuestados damos por válida la parte del modelo que cubre el cambio en la Filosofía de ME para alcanzar MA:



Figura 12. Modelo del desarrollo de la Filosofía de la empresa que va de ME a MA

Ahora pasemos a revisar los resultados de la evaluación del Proceso propuesto para transitar de ME a MA.

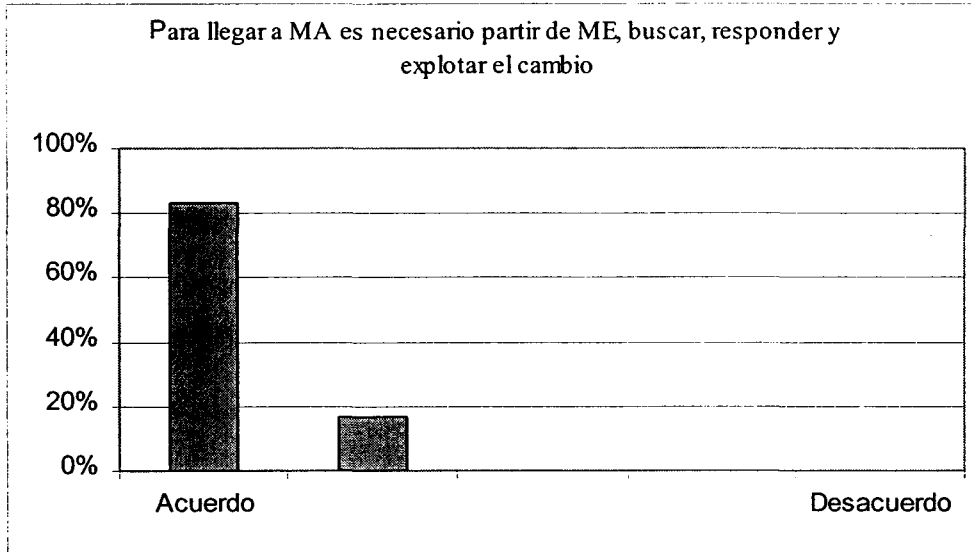
6.2 PROCESO

El proceso por el cual se llega a ME está basado en 5 etapas que ya se describieron en el capítulo anterior: Definir valor, Identificar la cadena de valor, Definir el flujo, Jalar, Perfección. (Womack, 1990)

Por otra parte, el proceso para MA y está basado en tres simples etapas: Buscar el cambio, Responder al cambio y Explotar el cambio (Kidd, 2000) Lo más importante es la capacidad de respuesta que se da a través de las siguientes atributos: competencia, flexibilidad y rapidez.

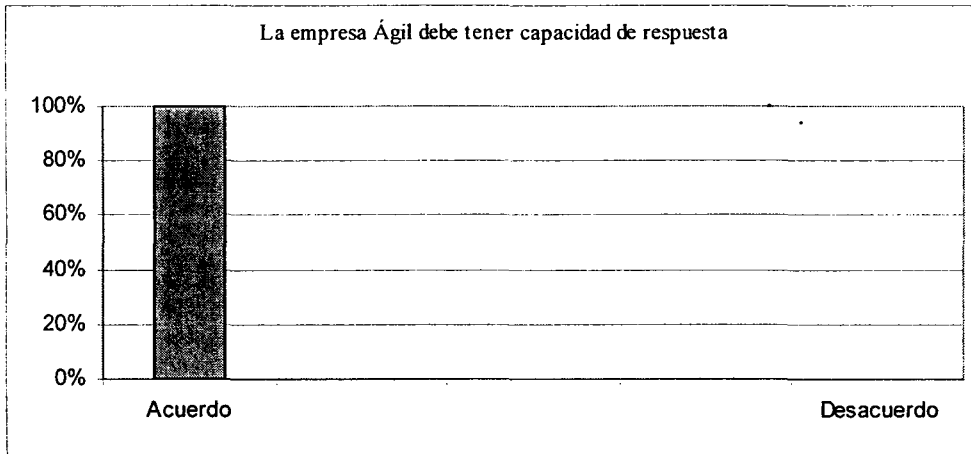
Las capacidades esenciales que la compañía necesita con el fin de responder positivamente y tomar ventajas del cambio se reflejaron en las siguientes afirmaciones:

- Para llegar a MA es necesario partir de ME, buscar, responder y explotar el cambio.
En general esta afirmación fue aceptada, aun así se presenta la misma duda reflejada por los investigadores de MA, ¿Es necesario partir de ME para llegar a MA? La respuesta es que sí con una excepción, cuando se diseña la empresa (EE)



Gráfica 1. Resultados encuesta Para llegar a MA es necesario partir de ME, buscar, responder y explotar el cambio.

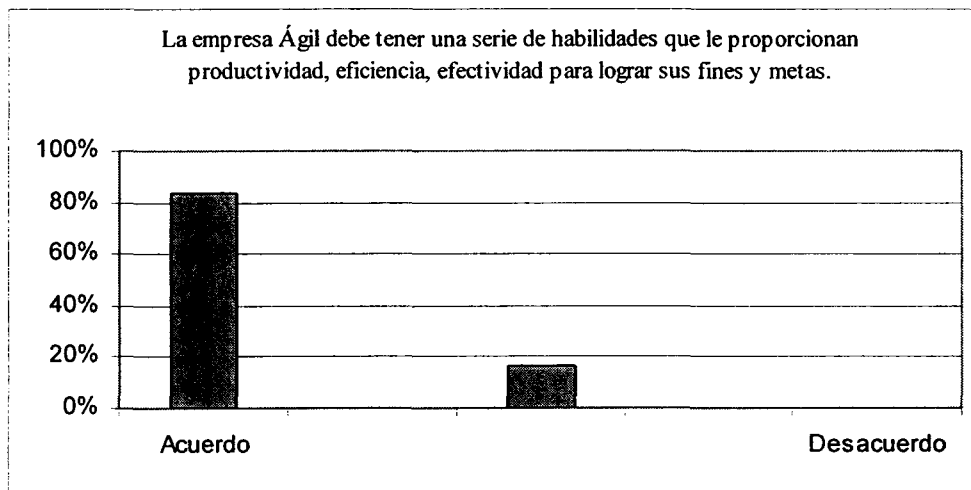
- La empresa Ágil debe tener Capacidad de respuesta, es decir, la habilidad de identificar cambios, responder rápidamente de una manera reactiva y pro-activa y recuperarse ellos.
La respuesta al evaluar este punto fue unánime, basándose en la definición de Agilidad: habilidad para prosperar en un ambiente de cambio impredecible todos coincidieron en opinar que la habilidad de identificar cambios es una capacidad clave en MA.



Gráfica 2 Resultados de la encuesta: La empresa Ágil debe tener Capacidad de respuesta

- La empresa Ágil debe tener competencias, es decir, una serie de habilidades que le proporcionan a una compañía productividad, eficiencia, efectividad para lograr sus fines y metas.

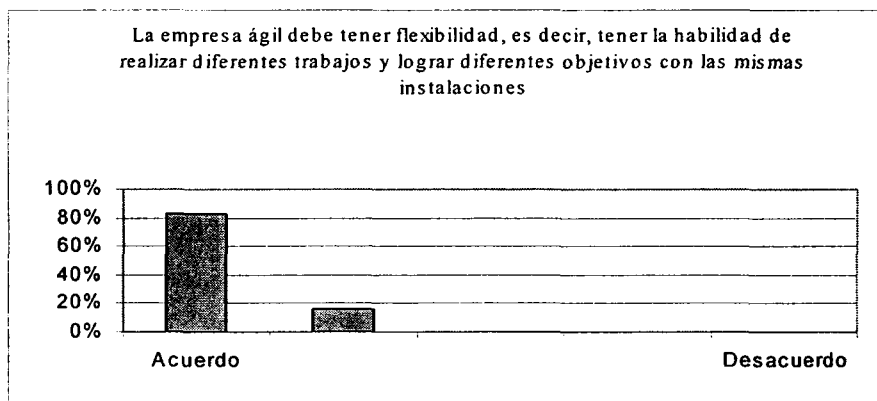
Los encuestados ponderaron las habilidades en orden de importancia, el resultado concuerda con lo propuesto: rapidez, flexibilidad y competencia, donde rapidez de respuesta engloba a flexibilidad y competencia.



Gráfica 3. Resultados de la encuesta: La empresa Ágil debe tener competencias

- La empresa Ágil debe tener flexibilidad, es decir, tener la habilidad de realizar diferentes trabajos y lograr diferentes objetivos con las mismas instalaciones.

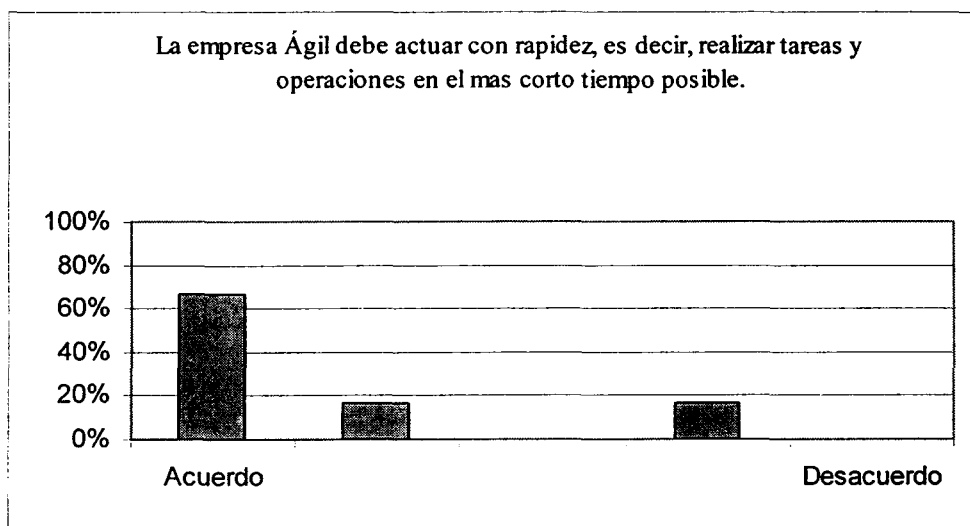
Este punto fue cuestionado dada la tendencia de algunas empresas a aplicar el “outsourcing” y el dedicarse a las actividades medulares “core activities”; sin embargo, recordemos que ambas prácticas ayudan a la re-configuración de recursos necesaria en MA.



Gráfica 4 Resultados de la encuesta: La empresa Ágil debe tener flexibilidad

- La empresa Ágil debe actuar con rapidez, es decir, realizar tareas y operaciones en el más corto tiempo posible.

El más corto tiempo posible será aquél en mínimo necesario para no sacrificar los logros adquiridos en ME tales como: nivel de calidad y servicio, seguridad de proceso, bajos costos por expeditación, etc.



Gráfica 5 Resultados de la encuesta: La empresa Ágil debe actuar con rapidez

En general, para el proceso, las opiniones se dividieron en el rango mostrado por las gráficas en cada uno de los casos anteriores.

El proceso no despertó desacuerdos entre los entrevistados, solo hubo sugerencias en el planteamiento de la afirmación (comentadas en cada una de ellas). Por lo anterior, podemos indicar que el Proceso de transición de ME a MA sigue el siguiente modelo:

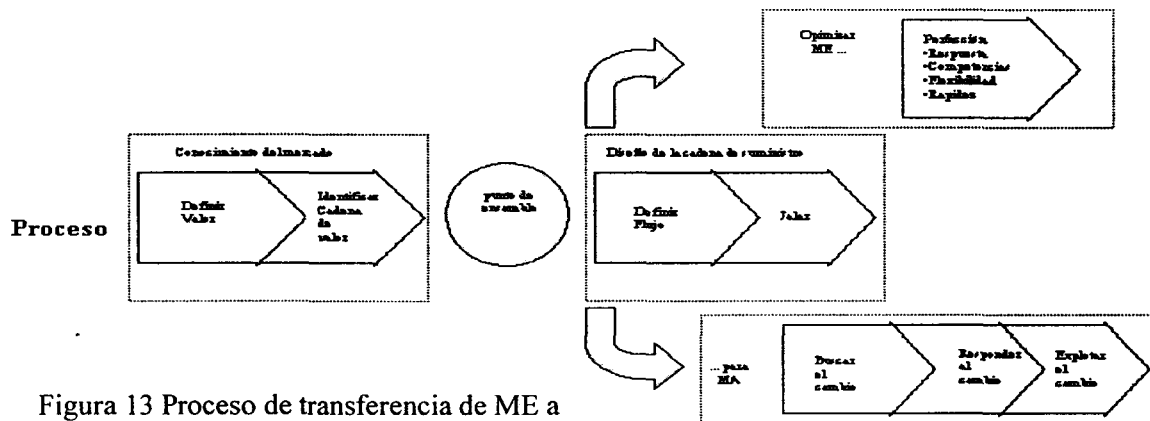


Figura 13 Proceso de transferencia de ME a MA

6.3 HERRAMIENTAS

Las herramientas son los medios por los cuales las capacidades se pueden obtener y para su evaluación, se agruparon de acuerdo a la parte de la organización que las aplique, para cada una de las áreas de la empresa: Diseño, Obtención de recursos, Manufactura, Distribución y la Empresa en general.

6.3.1 Diseño

En el diseño, para cada una de las afirmaciones propuestas, los resultados de las encuestas se muestran en las siguientes gráficas. El punto de mayor desacuerdo, si la hay, fue en la aplicación de ingeniería concurrente; los cuestionados argumentaron que sería necesario definir claramente los recursos asignados a cada proyecto y al mismo tiempo

minimizar el impacto de los cambios en la organización originados por nuevos proyectos que necesitan nuevos equipos de gente.

Por otra parte, el punto donde se obtuvo una opinión favorable unánime fue en el diseño de productos modulares que satisfagan las necesidades específicas de clientes particulares y la capitalización del conocimiento de los equipos integrados para evitar errores del pasado.

Los detalles de la encuesta se pueden consultar en el Anexo 1.

6.3.2 Obtención de recursos

En el la obtención de recursos (DCS), las encuestas solo cuestionaron la afirmación de entrenar a la CDS para la respuesta rápida y sin desperdicio pues en algunas ocasiones los encuestados han presenciado que la rapidez lleva consigo sacrificio en la calidad o la cantidad de los recursos necesarios para manufactura. La MA necesitará forzosamente rapidez pero sin incurrir en alguno de los desperdicios mencionados.

El punto donde todos los encuestados votaron a favor unánimemente fue el referente a Compartir conocimientos de mejora de proceso con clientes y proveedores, lo cual se da desde que de tiene ME pero en el caso de MA requerirá una habilidad para incorporar estos conocimientos al momento de realizar las alianzas o desarrollar proveedores.

Los resultados de las encuestas para cada una de las afirmaciones se pueden consultar en el anexo 1.

6.3.3 Manufactura

En la manufactura, las encuestas solo mostraron algunos comentarios respecto a la fabricación de cada producto a la medida de los requerimientos precisos de cada cliente individual pues esto implica una inversión en las operaciones para adquirir flexibilidad.

Lo que todos coincidieron en apoyar es la capitalizar de conocimiento en técnicas como Cero defectos calidad en el origen – *jikoda,6s,SPC,TQM, poka joke* para evitar repetir los problemas del pasado.Los resultados de las encuestas para cada una de las afirmaciones se pueden consultar en el anexo 1.

6.3.4 Distribución

En las afirmaciones propuestas en la encuesta, la que recibió una aprobación unánime fue la de Aplicar el aplazamiento del punto de ensamble para: Mejorar los ciclos de inventario, Elevar el nivel de confiabilidad de la entrega, reducir los riesgos de obsolescencia, mejorar la velocidad de la entrega, minimizar los costos de logística y aumentar la fabricación del producto en masa a la medida de las necesidades del cliente.

Se ha mencionado que el punto medular de la transición de ME a MA es la ubicación del punto de ensamble, es decir, hasta que punto se aplazan las actividades de ensamble dentro de la cadena de suministro; pues bien, los encuestados coinciden en aprobar unánimemente que se debe de aplicar el aplazamiento del punto de ensamble para: Mejorar los ciclos de inventario, Elevar el nivel de confiabilidad de la entrega, reducir los riesgos de obsolescencia, mejorar la velocidad de la entrega, minimizar los costos de logística y aumentar la customización del producto.

Los resultados de las encuestas para cada una de las afirmaciones se pueden consultar en el anexo 1.

6.3.5 Empresa

Dado que dentro de los entrevistados no se contaba con directores de empresa, es muy posible que las opiniones se basen en puntos de vista sesgados por el campo de acción propio de la persona (operaciones, calidad, sistemas, etc). Lo anterior puede ser la causa de que en este punto se hayan obtenido mas opiniones cercanas al desacuerdo, entre ellas están:

Tener un sistema que se ocupe del ambiente externo y proporcione retroalimentación del mismo, del futuro y su enfoque es la mejora; y, tener un sistema supervisor quien asigna prioridades y coordina las actividades de las unidades operacionales en tiempo real.

El monitoreo del ambiente externo es lo que da la capacidad de respuesta del sistema, si no se esta al pendiente de los cambios que hay en el mercado, se corre el riesgo de reaccionar tarde y perder las oportunidades del negocio.

Los resultados de las encuestas para cada una de las afirmaciones se pueden consultar en el anexo 1.

Las herramientas en general fue donde más alejados estuvieron las encuestas de encontrar un acuerdo por completo, no obstante, nuevamente no se vio caso alguno donde la idea fuera completamente desechada, por lo que valida la parte de herramientas del modelo.

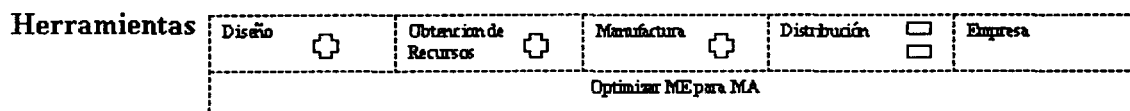


Figura 14. Modelo de Herramientas aplicadas al Proceso de transición de ME a MA

6.4 CONSIDERACIONES FINALES

En el documento presente se determinó un modelo que muestra la transición de ME a MA en un ambiente HVLV, así mismo se analizaron algunas prácticas de ME que se deben mantener para que las organizaciones HVLV puedan transitar hacia una MA y se presentaron nuevas prácticas que se deben incorporar para completar este proceso.

El modelo de transición de ME a MA ha sido validado por ejecutivos de niveles intermedios que trabajan en empresas con perfil HVLV. Si una empresa esta dispuesta a recorrer el camino, es recomendable seguir los siguientes pasos:

1. Difusión de la Filosofía, la cual será el motor del cambio.

El alcance de la filosofía estará determinado por los siguientes factores:

Naturaleza del ambiente donde se desenvuelve la compañía.

El nivel de agilidad necesario para que la compañía prospere en dicho ambiente.

Las estrategias existentes que puede tomar la compañía.

Algunas recomendaciones para identificar las fuentes del cambio son: el mercado, la competencia, los requisitos del cliente, la tecnología o los factores sociales.

2. Determinación de la etapa del proceso de transición de ME a MA en la que se encuentra la empresa con el fin de determinar que habilidades y capacidades cuenta para implementar el cambio solicitado por el ambiente.

3. Identificación de las herramientas y prácticas que le puedan ayudad a apoyar el enfoque de la compañía hacia agilidad.

Para la fácil implementación de herramientas, es recomendable contar con una sensibilidad y percepción a los cambios, Flexibilidad en la configuración del producto, Tecnología adecuada, Cooperación interna (empresa) y externa DCS, administración del cambio, etc.

Para los que deseen adentrarse en el estudio de la Manufactura Ágil, la metodología propuesta define las bases para establecer la filosofía de transición, propone una guía en cinco etapas: Conocimiento de Mercado, determinación del aplazamiento, Diseño de la cadena de suministro al cliente final, Optimizar ME, Para MA; y enumera una serie de herramientas a aplicar a lo largo de toda la empresa: Diseño, Obtención De Recursos, Manufactura y Distribución.

Una de las etapas de proceso a tomar en cuenta es la ubicación del punto de ensamble para que se coloque donde mejor responda a la demanda volátil de los elementos siguientes de la cadena y que permita un nivel de programación a los eslabones anteriores de la misma.

Algunas sugerencias de investigaciones posteriores son:

- El análisis de la fuente de variación en el ambiente empresarial Mexicano (el mercado, la competencia, los requisitos del cliente, la tecnología o los factores sociales, etc.);
- El desarrollo de un instrumento de diagnóstico para evaluar el estado en el que se encuentra la empresa en su camino de ME a MA;
- La aplicación de la metodología en una empresa real donde se parta de un diagnóstico de esbeltez (ver anexos donde se propone una herramienta de diagnóstico)
- La guía para reconocer las herramientas faltantes en determinada empresa que pretenda alcanzar la Manufactura Ágil.
- Desarrollo de un diagnóstico de Agilidad donde se pueda estudiar los grados que ha alcanzado la empresa (ver anexos donde se dan ideas del desarrollo)
- Evaluación de la ubicación del punto de ensamble y el desempeño de la cadena de suministro al cliente final.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

Artículos:

1. Abdel-Malek, Layek. Das, Sanchoy K. Wolf, Carl
Design and implementation of flexible manufacturing solutions in agile enterprises
International Journal of Agile Management Systems
2/3 [2000] 187±195 # MCB University Press [ISSN 1465-4652]
2. Backhouse, C.J.. Burns N.D.
Agile value chains for manufacturing implications for performance measures
International Journal of Agile Management Systems 1/2 [1999] 76±82
3. Chen, Joseph C. Dugger, John. Hammer, Bob
A Kaizen Approach for Cellular Manufacturing System Design: a case of study
The Journal of Technology Studies
Summer/fall 2001
4. Christopher, Martin. Towill, Dennis
Supply chain migration from lean and functional to agile and customized
Supply Chain Management: An International Journal Volume 5 . Number 4 . 2000
pp. 206±213# MCB University Press . ISSN 1359-8546
5. Emiliani, M.L.
Lean Behaviors
University of Texas at El Paso, 1998
Management Decision Vol 36, No 9
6. Forza, Cipriano
Work Organization in lean production and traditional Plants
University of Padova, Italy
International Journal of Operations & Production Management Vol 16, No 2,
1996
7. Foyer, Peter
Smart Design for Lean Manufacture
IEE, Savoy Place, London, 1995
8. González de la Torre, José Edmundo
Metodología para implementar sistemas de manufactura esbelta en operaciones de
ensamble
Tesis, ITESM 1998
9. Hong, Sen Yan. Jian, Jiang

- Agile concurrent engineering
Integrated Manufacturing Systems
10/2 [1999] 103±112
10. Hormozi, Amir M
Agile manufacturing: the next logical step.
Texas A&M University-Corpus Christi
Benchmarking an international journal Vol 8, No 2, 2001
 11. Jina, Jay, Bhattacharya, Arindam and Walton, Andrew
Applying Lean Principles for high product variety and low volumes: some issues
and propositions
Logistics Information Management Vol 10, No 7, 1997
 12. Karlson. Christer and Ahlström, Par
Assessing changes towards lean production
Stockholm School of Economics, Sweden
International Journal of Operations & Production Management Vol 16, No 2,
1996
 13. Kidd Paul T
Cheshire Henbury
January 2000
 14. León Peña, Marcos Eduardo
Metodología para la implementación de un sistema de manufactura esbelta bajo
un enfoque de teoría de restricciones
Tesis, 2001
 15. Luna, David
Manufactura Esbelta. Mejora continua en cuerpo y alma
Manufactura web, 2001
 16. Martínez Sánchez Ángel y Pérez Pérez, Manuela
Lean indicators and manufacturing strategies
University of Zaragoza Spain 2001
International Journal of Operations & Production Management Vol 21, No 11
 17. Mason-Jones, Rachel. Naylor, Ben, Towill, Denis R.
Engineering the leagile supply chain
International Journal of Agile Management Systems 2/1 [2000] 54±61
 18. Mottershead, Duncan
Introducing Lean manufacturing at ESI
Electro Scientific Industries Inc, Portland OR

19. Nakamura, Nobuto. Katsuhiko, Takahashi
Agile control in JIT ordering systems
International Journal of Agile Management Systems 2/3 [2000] 242±252
20. Noori, Hamid and Lee, W.B.
Fractal manufacturing partnership: exploring a new form of strategic alliance between
OEMs and suppliers.
MCB University Press 2000
Logistics International Management Vol 13, No 5
21. Parkinson, Sharon
Agile Manufacturing
MCB University Press
Vol 48, No 4, 1999
22. Quintana, Rolando
A production methodology for agile manufacturing in a high turnover environment.
University of Texas at El Paso, 1998
International Journal of Operations & Production Management Vol 18, No 5
23. Ramasesh, Ranga. Kulkarni, Shailesh. Jayakumar, Maliyakal
Agile manufacturing systems: an exploratory modeling framework and simulation
Integrated manufacturing systems
12/7 [2001]
24. Remko I. van Hoek
The thesis of leagility revisited
International Journal of Agile Management Systems 2/3 [2000] 196±201
25. Remko I. van Hoek
Logistics and Virtual Integration
International Journal of Physical Distribution & Logistics Management
Vol 28, No 7, 1998
MCB University Press 0960'0035
26. Remko I. van Hoek
Measuring Agile Capabilities in the supply chain
International Journal of Operations & Production Management,
Vol. 21 No. 1/2, 2001, pp. 126-147. # MCB University Press, 0144-3577
27. Robertson, Michael. Jones, Carole
Application of lean production and agile manufacturing concepts in a
telecommunications environment
International Journal of Agile Management Systems 1/1 [1999] 14±16

28. Sarkis, Joseph
Benchmarking for Agility
Benchmarking: An International Journal, Vol. 8 No. 2, 2001, pp. 88-107.
MCB University Press, 1463-5771
29. Sharifi, H Zhang, H,
Agile Manufacturing in Practice
International journal of Operations & Production Management
Vol 21, No. 5/6, 2001,
30. Sheridan, John H.
Agile Manufacturing: Stepping Beyond lean production
Industry Week Cleveland; Apr 19, 1993
31. Umit S. Bititci, Trevor J. Turner, Peter D. Ball
The viable business structure for managing agility
International Journal of Agile Management Systems 1/3 [1999] 190±199
32. Van Assen, M.F.. Hans, E.W. van de Velde S.L.
An agile planning and control framework for customer-order driven discrete parts
manufacturing environments
International Journal of Agile Management Systems 2/1 [2000] 16±23
33. Vernadat, F.B.
Research agenda for agile manufacturing
International Journal of Agile Management Systems 1/1 [1999] 37±40
34. Vokurka, Robert J
The journey toward agility
Industrial Management & Data Systems 98/4 [1998] 165–171
© MCB University Press [ISSN 0263-5577]
35. Zhang, H. Sharifi
A methodology for achieving Agility in manufacturing organizations
International journal of Operations & Production Management
Vol 20, No. 4, 2000

Libros:

1. Taiichi Ohno
El Sistema de Producción Toyota – Mas allá de la producción a gran escala.
Productivity Press – Ediciones Gestión
Barcelona, 2000

2. Womack, James P. Daniel T Jones. Daniel Ross
The Machine that Changed the world – The story of lean production
Harper Collins Publishers
New York 1990
3. Womack, James P. Daniel T Jones.
Thinking Lean – Banish waste and create wealth in your corporation
Simon & Schuster Publishers
New York 1996
4. Hernandez Sampieri, Roberto, Fernandez Collado Carlos, Baptista Lucio Pilar
Metodología de la investigación
2da Edición
Mc Graw Hill
México 2001
5. Sipper Daniel, Robert L Bulfin Jr.
Planeación y control de la producción
Mc Graw Hill
México 2001

Páginas electrónicas:

1. Lean Enterprise Institute <http://www.lean.org>
2. The Agility Forum <http://www.agility-forum.de/>
3. Cheshire Henbury www.cheshirehenbury.com
4. Agility International www.agility.co.uk
5. Manufactura www.manufacturaweb.com

Otros.

1. Azarang, Mahamad, 2002
Material de la clase Técnicas Modernas de Manufactura
Notas, Material de estudio.

ANEXOS

Anexo 1

Encuesta de Evaluación del modelo de transición de ME a MA

La encuesta de evaluación fue recolectada vía personal y vía electrónica a gerentes intermedios de diferentes empresas manufactureras de la ciudad de Monterrey. Algunos encuestados fueron:

Gerente de celda de una empresa manufacturera de artículos agrícolas

Gerente de producción de una imprenta de etiquetas industriales

Gerente de sistemas de una empresa de papel

Gerente de calidad de una empresa de artículos eléctricos

Gerente de producción de una empresa inyectora de plásticos

Gerente de calidad de una empresa fabricante de botellas de vidrio

Gerente calidad de fundición

Gerente de celda de una empresa metal mecánica

Líder de Manufactura de una empresa metal mecánica

Líder de transferencias de una empresa electrónica

La selección de los encuestados fue en base al perfil de la empresa, mucho ayudó la experiencia de cada uno de ellos en proyectos relacionados con Tecnología de Flujo de Demanda (*DFT*) Se enviaron en total 35 encuestas teniendo tan solo un 22 % de respuestas.

El tamaño de la muestra puede no ser representativo de un universo desconocido, tan solo en 2002 había 111 empresas registradas en la AMNLAC (Asociación de Maquiladoras e Nuevo León AC) que podían cumplir con las características.

El instrumento de diagnóstico en base al modelo conceptual de MA y ME basado en Filosofía, Proceso y Herramientas se diseño en forma de afirmaciones evaluadas del 1 al 5 donde 1 es desacuerdo y 5 es de acuerdo. En algunos de los casos, y por tratarse de áreas no necesariamente ligadas a la experiencia o conocimiento de los encuestados, se

dejaron sin contestar algunos puntos de la encuesta. En seguida transcribimos la encuesta manejada.

| Evaluación de la Filosofía de transición de ME a MA | | | | |
|--|---------|--|--|------------|
| Afirmación | Acuerdo | | | Desacuerdo |
| Para transitar de ME a MA será necesario conservar la filosofía de eliminación del desperdicio y ampliarla para además prosperar en un ambiente de cambio continuo | 100% | | | |

| Evaluación del proceso de transición de ME a MA | | | | |
|---|---------|------|------|------------|
| Afirmación | Acuerdo | | | Desacuerdo |
| Para llegar a MA es necesario partir de ME, buscar, responder y explotar el cambio | 83 % | 17 % | | |
| La empresa Ágil debe tener capacidad de respuesta, es decir, la habilidad de identificar cambios, responder rápidamente de una manera reactiva y pro-activa y recuperarse de ellos. | 100% | | | |
| La empresa Ágil debe tener una serie de habilidades que le proporcionan productividad, eficiencia, efectividad para lograr sus fines y metas. | 83% | | 17 % | |
| La empresa Ágil debe tener flexibilidad, es decir, tener la habilidad de realizar diferentes trabajos y lograr diferentes objetivos con las mismas instalaciones. | 83 % | 17 % | | |
| La empresa Ágil debe actuar con rapidez, es decir, realizar tareas y operaciones en el mas corto tiempo posible. | 67% | 17 % | 17 % | |

| Evaluación de las herramientas de Diseño para transitar de ME a MA | | | | |
|--|---------|-----|-----|------------|
| Afirmación. Para transitar de ME a MA será necesario ... | Acuerdo | | | Desacuerdo |
| Tener una Interacción rápida y constante con el proveedor apoyada con sistemas de información | 83 % | 17% | | |
| Involucrar al proveedor para utilizar componentes re-usables | 83 % | 17% | | |
| Integrar gente, tecnología y organización para lograr un enfoque multidisciplinario y colaborador al ciclo completo de desarrollo de productos | 83 % | | 17% | |
| Ingeniería concurrente ágil | 50% | 17% | | 33% |
| Aprovechar el conocimiento de los equipos integrados | 100% | | | |
| Aplicar la mejora radical para especializarse en el cambio | 83% | | 17% | |
| Usar QFD para diseño de productos y tener como estrategia la introducción rápida de nuevos productos | 83% | 17% | | |
| Productos que satisfaga los requerimientos específicos de cada cliente | 100% | | | |

| Evaluación de las herramientas de Obtención de recursos para transitar de ME a MA | | | | |
|---|---------|-----|-----|------------|
| Afirmación. Para transitar de ME a MA será necesario ... | Acuerdo | | | Desacuerdo |
| Desarrollar sociedades con proveedores donde se utiliza la filosofía de ensamble dentro de ensamble | 80% | | 20% | |
| Tener la habilidad para asociarse y crear corporaciones virtuales | 83% | | 17% | |
| Tener una red de proveedores que permita la movilización de recursos | 80% | 20% | | |
| Compartir conocimientos de mejora de proceso con clientes y proveedores | 100% | | | |
| Entrenar a la CDS para la respuesta rápida y sin desperdicio | 60% | 20% | 20% | |

| Evaluación de las herramientas de Manufactura para transitar de ME a MA | | | | |
|---|---------|-----|-----|------------|
| Afirmación. Para transitar de ME a MA será necesario ... | Acuerdo | | | Desacuerdo |
| Facultar al personal para que se de cohesión, sinergia e impacto en sus decisiones | 67% | 33% | | |
| Diseñar un sistema de manufactura integrado usando métodos sistemáticos de ingeniería y herramientas computacionales. El modelo debe contemplar propiedades y comportamiento de la organización, las funciones de la misma, la información necesaria en cada punto, los recursos, y el desempeño. | 80% | 20% | | |
| Desarrollar operaciones flexibles y re-configurables | 100% | | | |
| Capitalizar de conocimiento para evitar repetir los problemas del pasado | 100% | | | |
| Posponer el ensamble hasta que las ordenes son recibidas del cliente, esa operación deberá ser ágil para responder a los requisitos específicos del cliente | 60% | 40% | | |
| Comprimir el tiempo de la información. La información acerca esa orden debe fluir hacia la operación de ensamble | 100% | | | |
| Fabricar cada producto a la medida de los requerimientos precisos de cada cliente individual | 83% | | 17% | |

| Evaluación de las herramientas de la Cadena de Distribución para transitar de ME a MA | | | | | |
|--|---------|-----|-----|-----|------------|
| Afirmación. Para transitar de ME a MA será necesario ... | Acuerdo | | | | Desacuerdo |
| Aplicar el aplazamiento del punto de ensamble para: Mejorar los ciclos de inventario, Elevar el nivel de confiabilidad de la entrega, reducir los riesgos de obsolescencia, mejorar la velocidad de la entrega, minimizar los costos de logística y aumentar la <i>customización</i> del producto. | 100% | | | | |
| Mantener una relación interactiva con el cliente para obtener información que sirva para dar soluciones que agreguen valor | 67% | 17% | | 17% | |
| Aplicar poco mercadeo dado que las soluciones se aplican a clientes en particular | 40% | 40% | 20% | | |
| Desglosar los costos de cada eslabón de la CDS para identificar aquellas que sean críticas y así trabajar para lograr ahorros | 67% | 17% | 17% | | |
| Trabajar hacia atrás del punto de ensamble con pronóstico de producción nivelado y hacia delante del punto de ensamble desarrollar agilidad para cumplir con las demandas del cliente. | 83% | | 17% | | |

| Evaluación de las herramientas de la Empresa para transitar de ME a MA | | | | | |
|---|---------|-----|-----|-----|------------|
| Afirmación. Para transitar de ME a MA será necesario ... | Acuerdo | | | | Desacuerdo |
| Maximizar la habilidad de una organización para cambiar rápidamente y responder a los cambios en su ambiente operativo | 83% | 17% | | | |
| Establecer la dirección, las políticas y estrategias de la organización. | 83% | 17% | | | |
| Tener un sistema que se ocupe del ambiente externo y proporcione retroalimentación del mismo, del futuro y su enfoque es la mejora. | | | | | |
| Tener un sistema que implementa los cambios necesarios para enfrentar la variación del mercado | 67% | 17% | 17% | | |
| Realizar auditoría directa al sistema | 83% | 17% | | | |
| Tener un sistema supervisor quien asigna prioridades y coordina las actividades de las unidades operacionales en tiempo real. | 67% | | 17% | 17% | |

Anexo 2

Instrumento de Diagnóstico para ME.

Este instrumento cubre tres etapas importantes: la gente, el proceso y las operaciones. Para la gente se valora el entrenamiento del personal y el involucramiento de la dirección. En el proceso se evalúa la aplicación de algunas herramientas esbeltas como TPM, SMED, el seguimiento al *Talk time*, la estandarización del trabajo y el cálculo del WIP. Finalmente las operaciones son evaluadas desde el punto de vista de calidad, administración visual, flujo, ergonomía y 6 S.

Cada categoría se evalúa con 5 reactivos que van desde la nula aplicación hasta la completa implementación del programa. Todos son evaluados en la escala del 1 al 5 y al final se ponderan para adquirir una calificación definitiva.

Los detalles del instrumento se muestran enseguida:

Personal – Fuerza de trabajo flexible Peso de la categoría = 10 %

El personal conoce la estación de trabajo
El personal esta entrenado en otra operación del proceso
El personal rota regularmente sobre diferentes operaciones del proceso
El personal regularmente trabaja con unas instrucciones de trabajo estándares
El personal conoce todas las tareas del proceso y se asignan flexiblemente donde sea necesario

Personal – Involucramiento del líder Peso de la categoría = 15 %

El líder apoya los métodos tradicionales o actuales de operación
El líder aprueba los eventos y entrenamientos esbeltos. Recursos limitados que impiden avanzar
El líder apoya la manufactura esbelta. Existen algunos recursos dedicados. Los cambios del proceso ocasionan molestias pero son usualmente aceptadas. Las razones para el cambio se comunicaron claramente.
El líder promueve manufactura esbelta y la mayoría de los empleados apoya el cambio. La administración proporciona recursos y estructura para acelerar la progresión a ME

El líder promueve activamente la manufactura esbelta. Los empleados están facultados para realizar las actividades que les corresponden y están integrados dentro del proceso del cambio. La manufactura esbelta es una prioridad en la planta y el líder personalmente esta involucrado.

Proceso – Mantenimiento (TPM) Peso de la categoría = 9 %

Las máquinas son reparadas cuando se descomponen, no existe un plan de mantenimiento preventivo.

El mantenimiento preventivo se realiza en las máquinas críticas. Las reparaciones de emergencia son comunes.

El programa TPM ha empezado, el programa PM esta implementado, algunos trabajadores realizan un mantenimiento básico mediante una lista de verificación.

La mayoría de las máquinas están programadas en TPM. Existen ocasionalmente reparaciones de emergencia

El programa TPM esta totalmente implementado y programado. Son raras las reparaciones de emergencia

Proceso – Cambios de modelo en las máquinas Peso de la categoría = 8 %

El cambio de modelo en las máquinas es hecho internamente (la maquinaria se detiene). No existen actividades de reducción de los tiempos de preparación.

El tiempo de preparación de la máquina excede el *takt time*. La preparación de la máquina es hecha internamente con algunas actividades externas. Algunas areas aisladas cuentan con actividades de reducción de los tiempos de preparación de las máquinas.

Algunos tiempos de preparación de la máquina exceden el *takt time*. La mayor parte de la preparación de la máquina es hecha externamente. Los planes de alistamiento de máquinas y los aditamentos están el proceso

Some change over exceeds *TAKT time*. Most setup work is external. Set up and tool kiting plans in process.

Los tiempos de preparación de la máquina están abajo del *takt time*. La mayor parte del trabajo de preparación se hace externamente. La operación es preparada

La preparación de la máquina es externa o el equipo es dedicado. Cambio de modelo no toma más de un minuto, no hay variación en los cambios de modelo.

Proceso - *TAKT Time* Peso de la categoría = 8 %

TAKT time desconocido.

TAKT time conocido pero algunas operaciones lo exceden

TAKT time es usado como métrico para los requerimientos del cliente. Las operaciones se realizan abajo del *takt time*.

Todas las operaciones están dentro del *takt time*, la producción de la celda tiene el ritmo marcado por el *takt time*. Todos los operadores entienden el *takt time* y lo miden.

Todas las operaciones están abajo del *takt time* Con capacidad para cubrir las fluctuaciones de la demanda

Proceso – Estandarización del trabajo Peso de la categoría = 8 %

El operador hace el trabajo basado en la prioridad del supervisor
La secuencia estándar del trabajo existe pero no siempre es seguida
La secuencia estándar del trabajo está publicada, es seguida y algunas veces es auditada o medida
La secuencia estándar del trabajo es medida, mejorada por la administración para solucionar los problemas de la fuerza de trabajo
La secuencia estándar del trabajo está publicada, es siempre seguida y mejorada por los mismos trabajadores

Process - *WIP* Estándar Peso de la categoría = 7 %

El *WIP* estándar no es medido
El *WIP* estándar está establecido y es medido
El *WIP* estándar esta a 150 % o menos de la meta
El *WIP* estándar esta a 125 % o menos de la meta
Existe la cantidad mínima de trabajo en proceso dentro de la línea de producción.

Operaciones – Calidad Peso de la categoría = 10 %

Las partes defectuosas son encontradas en la inspección con algunas fallas que han llegado a los clientes
Los operarios inspeccionan su trabajo y corrigen los errores. Se realiza un análisis de la causa raíz de los defectos.
El poseso no deja pasar los defectos a las operaciones posteriores. Las actividades a prueba de error inician después de que se encuentran los errores para encontrar su causa-
El proceso rara vez crea defectos. Se tiene un uso extensivo del análisis de los errores. Se emplean herramientas de 6 sigma para eliminar la variación
La variación del proceso está controlada para eliminar todos los defectos. El proceso opera a un nivel de seis sigma.

Operaciones – Administración Visual Peso de la categoría = 7 %

No existe administración visual
Las herramientas de administración visual están implementadas pero son difíciles de entender. No hay una ayuda que indique el estatus de la celda
Las herramientas de administración visual están implementadas y son monitoreadas. Las señales son usadas por algunos departamentos.

Cualquier persona que observe el área puede ver dónde están los productos dentro del proceso y si existe cualquier problema. Los proveedores están ligados al proceso.

Operaciones – Flujo

Peso de la categoría = 8 %

La fábrica trabaja por lotes de producción

La fábrica trabaja por lotes de producción con algunos limitados grupos de operaciones en línea continua. Las partes dejan la celda para ser procesadas externamente.

Se preparan las líneas para facilitar el flujo. Algunos *kanbans* están implementados. Las partes dejan la celda para ser procesadas externamente

Flujo de la línea visual con el punto de uso ligado a los métodos de empujar. Pocas partes dejan la celda para ser procesadas externamente

Flujo de la línea esta electrónicamente ligado al almacén virtual. Todas las operaciones se realizan en la celda

Operaciones - 6S/Ergonoma Peso de la categoría = 10%

Es difícil para cualquiera decir qué va a dónde. Existen preocupaciones sobre la seguridad

Es difícil para los visitantes decir qué va a dónde pero los trabajadores lo saben

La fábrica usa herramientas de control visual, se hacen algunas consideraciones al entrenamiento en ergonomía y al análisis de las herramientas

Se asigna un lugar para almacenar las herramientas diarias y se mantiene diariamente.

Se tiene implementado el programa de 6 s, existe una auditoria regular y rutinas de verificación diaria. Las herramientas de la línea son ergonómicamente correctas

RESULTADOS FINALES

Se evaluarán del 1 al 5 todos los puntos descritos anteriormente, donde 1 es la nula implementación del programa y 5 es la implementación completa. Posteriormente se pondera de acuerdo al peso por categoría para luego sacar una calificación final en escala del 1 al 100.

Fuente: GE industrial Systems

ANEXO 3

Guía Para La Medición de las Capacidades Ágiles de la Cadena de Suministro al Cliente Final

Usando los principios de agilidad como marco de referencia, se podría diseñar un cuestionario para averiguar la validez de las prácticas descritas en esta tesis. Enfocándose en una empresa, se revisarían las siguientes características:

Sensibilidad hacia el consumidor. Políticas de enfoque hacia el cliente contra enfoque al producto asumen que las políticas ágiles se enfocan a los clientes y los mercados mientras que las políticas esbeltas se enfocan a la eliminación de desperdicio en el producto y los procesos.

Integración Virtual. Conversión inmediata de la información de la demanda en nuevos productos usando métodos basados en conocimiento contra métodos basados en multi-etapas o multifunciones. Se asume que las políticas ágiles se enfocan en la captura, interpretación y respuesta instantánea de la demanda, mientras que las políticas esbeltas se enfocan a los períodos de producción estable y a la protección de las operaciones claves.

Integración de Procesos. Auto-administración versus estandarización del trabajo: asume que las políticas ágiles se enfocan en la auto-administración del trabajador para maximizar su autonomía y su respuesta inmediata mientras que las políticas ágiles se enfocan a la estandarización del trabajo para asegurarse de que se realicen de acuerdo a los estándares de calidad y productividad.

Integración de la red. Grupos fluidos versus sociedades a largo plazo en la cadena de suministro al cliente final: asume que las políticas ágiles se enfocan hacia los grupos (*clusters*) fluidos asociados en una red de comunicación, mientras que las políticas esbeltas se enfocan de una manera más fija de establecer relaciones a largo plazo.

Mediciones Medir capacidad versus medir desempeño clase mundial. Asume que las políticas ágiles están basadas en capacidades del grupo de trabajo, mientras que las políticas esbeltas se enfocan solo en las mediciones numéricas como calidad y productividad. (Remko et al, 2001)

Se podría desarrollar un cuestionario para evaluar los enfoques esbeltos o ágiles que estén presentes en determinadas empresas, dicho cuestionario estaría validado de acuerdo al lenguaje que se emplee en el campo y estaría acompañado de una entrevista para asegurarse de que se cuenta con toda la información.

