

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

CAMPUS MONTERREY

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



**TECNOLÓGICO
DE MONTERREY.®**

**"METODOLOGIA PARA LA INTEGRACION DE LAS FILOSOFIAS
DE MANUFACTURA ESBELTA Y SEIS SIGMA (LEAN SIX SIGMA)
PARA EL INCREMENTO DE LA COMPETITIVIDAD EN LA PYME"**

T E S I S

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS
ESPECIALIDAD EN SISTEMAS DE MANUFACTURA**

POR:

ANA CRISTINA MEZA CECCOPIERI

MONTERREY, N. L.

DICIEMBRE DE 2003

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

CAMPUS MONTERREY

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



**TECNOLÓGICO
DE MONTERREY®**

**“Metodología para la integración de las filosofías de
Manufactura Esbelta y Seis Sigma (Lean Six Sigma) para el
incremento de la competitividad en la PyME.”**

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO
ACADEMICO DE:**

**MAESTRO EN CIENCIAS
CON ESPECIALIDAD EN SISTEMAS DE MANUFACTURA**

POR:

ANA CRISTINA MEZA CECCOPIERI

MONTERREY, N.L.

DICIEMBRE DEL 2003

Dedicatoria

A mis padres,

*Nora Cristina Ceccopieri Gómez
Francisco Meza Domínguez*

Agradecimientos

A Dios, por todas sus bendiciones.

Al ITESM, Campus Tampico y Campus Monterrey, por ser la base de mi formación profesional y personal, por darme la oportunidad y facilidades de vivir esta experiencia.

A mi asesor, Ing. Luis V. Cabeza Aspiazu y a mis sinodales, Ing. Alberto Novau Dalmau e Ing. Carla Hernández Hernández. Por su paciencia y disponibilidad así como por sus aportaciones que fueron de valor para el desarrollo y término de esta tesis.

A Fernando Navarro Hernández, por acompañarme en los momentos más difíciles; por estar ahí, en las buenas y en las malas y ofrecerme su apoyo en todo momento.

A todos mis amigos y compañeros de trabajo, en especial a Berenice López, Ethel López y Ramsés Romero, por su paciencia y amistad incondicional, sus palabras de ánimo, por abrirme su corazón. Muy especialmente a mi amigo, Oliver Lagunas, por motivarme a seguir en mi proyecto de vida y a mi jefe y amigo, Humberto Martínez, por sus sabios consejos y facilidades brindadas.

A mis hermanos, Gabriela y Antonio, por tenderme su mano cada vez que lo necesité. A mi sobrino Javier por su nobleza, por enseñarme a ver que la vida es sencilla.

A mis Tíos Cosme Antonio y Leticia Ceccopieri, por apoyarme e impulsarme siempre a seguir estudiando.

A Antonio Salazar, mi motivación.

*“No hay medicina que cure lo que no cura la Felicidad”,
Gabriel García Márquez.*

Resumen

El propósito por el cual se ha desarrollado esta tesis es el presentar en forma amplia las estrategias de Manufactura Esbelta y Seis Sigma así como sus metodologías de implementación y algunas herramientas, con el fin de que los Administradores de las PyME, al estudiarla, conozcan las ventajas que les puede traer el adoptar dichas estrategias a sus procesos. Se presenta además un modelo integrador de ambas metodologías, enfatizando al Factor Humano como clave del cambio, considerando que el reto para todos los negocios, incluidas las PyME, es encontrar el beneficio del cambio, con la ambición de generar ingresos reales y entregar valor agregado a los clientes.

En el capítulo uno se presenta la descripción del problema, justificación de la investigación, objetivos, hipótesis de trabajo, alcance y utilidad esperada. Así como la metodología utilizada para la realización de esta tesis.

En el capítulo dos, se exponen las filosofías del Pensamiento Esbelto y Manufactura Esbelta, sus principios y su metodología de implementación.

En el capítulo tres, se analiza la estrategia Seis Sigma, su modelo de implementación y la infraestructura de ejecución. Se hace notar que Seis Sigma es una metodología de disciplina y que requiere una infraestructura para asegurar que las iniciativas de mejora de desempeño sean soportadas con los recursos necesarios.

En el capítulo cuatro, se revisa el modelo Lean Six Sigma, los beneficios de la integración de las dos estrategias de mejora analizadas en los capítulos anteriores, y el modelo de implementación e institucionalización en la organización.

En el capítulo cinco, se describe a la PyME y se presentan en forma breve los obstáculos y los retos que ésta enfrenta en la actualidad, así como algunos aspectos que determinan su competitividad.

En el capítulo seis, que constituye la contribución de la tesis, se presenta el modelo conceptual de la integración de la Manufactura Esbelta y Seis Sigma tomando como su base de aplicación al Factor Humano. Se describen cada uno de los elementos del modelo y finalmente se propone una Metodología de implementación Lean Six Sigma para la PyME.

En el capítulo siete, se presentan algunas de las conclusiones encontradas y propuestas para estudios futuros.

Tabla de Contenido

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTOS	II
RESUMEN.....	III
TABLA DE CONTENIDO	IV
LISTA DE TABLAS.....	VIII
LISTA DE FIGURAS	IX
CAPITULO 1	1
1. PROBLEMÁTICA Y JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Descripción del problema.....	2
1.3. Justificación.....	2
1.4. Objetivos.	3
1.5. Hipótesis de trabajo.	3
1.6. Alcance.....	3
1.7. Utilidad esperada de los resultados (beneficios).....	3
1.8. Metodología de la investigación.	4
CAPITULO 2	5
2. PENSAMIENTO ESBELTO Y MANUFACTURA ESBELTA.....	5
2.1. Introducción.....	5
2.2. Pensamiento Esbelto.	5
2.2.1. Principios del Pensamiento Esbelto.....	6
2.2.2. Técnicas del Pensamiento Esbelto.....	8
2.2.3. Beneficios del Pensamiento Esbelto.....	9
2.2.4. Aplicación del Pensamiento Esbelto en diferentes sectores.	12
2.3. Manufactura Esbelta.	13
2.3.1. Definición.....	13
2.3.2. Tipos de MUDA.	13

2.3.3.	Técnicas de Manufactura Esbelta.....	14
2.3.4.	Metodología de Implementación.....	17
2.4.	Empresa Esbelta.....	32
2.4.1.	Procesos de Liderazgo Empresarial.....	33
2.5.	La Empresa Esbelta Extendida.....	34
2.6.	Conclusión.....	35
 CAPITULO 3		36
3. SEIS SIGMA.....		36
3.1.	Introducción.....	36
3.2.	Definición.....	37
3.3.	Filosofía Seis Sigma.....	38
3.4.	Factores críticos de éxito para Seis Sigma.....	39
3.4.1.	Centralización en el Cliente.....	39
3.4.2.	Resultados Financieros.....	40
3.4.3.	Cambio Cultural.....	40
3.4.4.	Compromiso de la Administración.....	41
3.4.5.	Entrenamiento.....	42
3.4.6.	Compromiso de los Recursos.....	42
3.4.7.	Infraestructura de Ejecución.....	43
3.5.	Medición Seis Sigma.....	43
3.5.1.	Cuantificación de la Calidad en cifras.....	44
3.6.	Metodología de Implementación.....	47
3.6.1.	Identificar los Procesos Estratégicos y Clientes Clave.....	47
3.6.2.	Definir los Requerimientos del Cliente.....	50
3.6.3.	Medir el Rendimiento Actual.....	52
3.6.4.	Proceso de Mejora Seis Sigma.....	54
3.6.5.	Expandiendo e integrando el sistema Seis Sigma.....	62
3.7.	Conclusión.....	65
 CAPITULO 4		66
4. LEAN SIX SIGMA.....		66
4.1.	Introducción.....	66
4.2.	Definición.....	66
4.3.	Sinergia de la Manufactura Esbelta y Seis Sigma.....	67

4.4.	Beneficios de la Integración de Manufactura Esbelta y Seis Sigma.....	68
4.5.	Aplicando lo Mejor de Ambas para la Excelencia Operacional.....	70
4.5.1.	Definiciones.....	70
4.5.2.	Objetivos de Manufactura Esbelta y Seis Sigma.....	71
4.6.	La Estructura Lean Six Sigma.....	72
4.6.1.	Necesidad del Compromiso de la Alta Dirección.....	73
4.7.	Metodología de Implementación.....	74
4.7.1.	Obtener el Compromiso de la Alta Dirección.	75
4.7.2.	Infraestructura de Ejecución y Despliegue en la Organización.....	75
4.7.3.	Establecimiento de la Visión de la Compañía.	84
4.7.4.	Selección de los Equipos de Trabajo y Proyectos.....	85
4.7.5.	Implementación del Proceso de Mejora DMAIC.	89
4.8.	Institucionalización de Lean Six Sigma.	92
4.8.1.	Iniciar en Forma Adecuada.....	93
4.8.2.	Construir la confianza en la estrategia.....	93
4.8.3.	Extender e institucionalizar Lean Six Sigma.	94
4.9.	Conclusión.....	94
 CAPITULO 5		95
5. DEFINICIÓN DE LA PEQUEÑA Y MEDIANA EMPRESA Y SU ENTORNO.....		95
5.1.	Introducción.....	95
5.2.	Criterios Generales de Clasificación.....	95
5.3.	Caracterización de las PYME's.....	96
5.3.1.	Aspectos Clave de la Caracterización de las PyME's.....	96
5.4.	Aspectos Generales de la PyME.....	96
5.5.	Características de las PyME's que las distinguen de las Grandes Empresas.....	97
5.6.	Obstáculos de la PyME para la competitividad.....	97
5.7.	Ventajas e Importancia de la PyME.	98
5.8.	El Entorno de la PyME.	99
5.8.1.	Componentes del Entorno de la PyME.....	99
5.8.2.	Limitaciones del entorno.	100
5.9.	Visión Sistémica de la PyME y su Entorno.....	101
5.10.	Aspectos que determinan la competitividad de la PyME.....	101
5.11.	Conclusión.....	102

CAPITULO 6	103
6. MODELO CONCEPTUAL LEAN SIX SIGMA Y METODOLOGÍA DE APLICACIÓN EN LA PYME.....	103
6.1. Introducción.....	103
6.2. Modelo Conceptual.	104
6.3. Elementos del Modelo.....	105
6.3.1. El Factor Humano.....	105
6.3.2. Manufactura Esbelta.....	110
6.3.3. Seis Sigma.....	114
6.3.4. La creación de valor agregado para el cliente.....	118
6.4. Metodología de Implementación Lean Six Sigma para la PYME.....	119
6.4.1. Evaluación de las Operaciones Esbeltas y Seis Sigma.	119
6.4.2. Etapas de la Metodología de Implementación.....	120
6.4.3. Actividades Críticas de la Metodología de Implementación en la PyME.....	121
6.5. Conclusión.....	125
 CAPITULO 7	 126
7.1. Conclusiones	126
7.2. Investigaciones Futuras.	126
 ANEXO A	 X
ANEXO B	XI
ANEXO C	XII
ANEXO D	XIII
GLOSARIO.....	XIV
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	XVII
VITA	XXII

Lista de Tablas

Tabla 2.1 Algunas Técnicas del Pensamiento Esbelto.....	9
Tabla 2.2 Flujo de una sola pieza aplicado a varias funciones en la empresa.....	11
Tabla 2.3. 5's.....	31
Tabla 3.1. Números Sigma.....	37
Tabla 3.2 Características de Seis Sigma.....	39
Tabla 3.3. Factores culturales de resistencia a la introducción de Seis Sigma.....	41
Tabla 3.4. El Sistema Belt.....	42
Tabla 3.5. Procesos Estratégicos.....	48
Tabla 3.6. Procesos de Soporte.....	48
Tabla 3.7. Elementos del diagrama SIPOC.....	49
Tabla 3.8. Avances en los Métodos VOC.....	50
Tabla 3.9. Selección de criterios de medición.....	53
Tabla 3.10. Algunas herramientas utilizadas en la Fase Analizar.....	60
Tabla 4.1. La sinergia de Manufactura Esbelta y Seis Sigma.....	68
Tabla 4.2. Herramientas y Métodos de Manufactura Esbelta.....	71
Tabla 4.3. Principales componentes del Plan de Despliegue.....	76
Tabla 4.4. Toma de decisiones: Enfoque en el proceso.....	77
Tabla 4.5. Términos utilizados en la Selección de Proyectos.....	87
Tabla 5.1. Estructura por estratos de las empresas mexicanas.....	95

Lista de Figuras

Figura 2.1. Guía de transición de las operaciones de producción a la Manufactura Esbelta..	17
Figura 2.2. Arquitectura del proceso de la empresa esbelta genérica.....	33
Figura 2.3. Beneficios de integración de la filosofía del pensamiento esbelto.....	35
Figura 3.1. Filosofía Seis Sigma.....	38
Figura 3.2. Factores Críticos de Éxito para Seis Sigma.....	39
Figura 3.3. Infraestructura de ejecución Seis Sigma.....	43
Figura 3.4. Implementación de la Estrategia Seis Sigma.....	47
Figura 3.5. El ciclo de análisis/hipótesis de la causa raíz.....	59
Figura 4.1. Naturaleza de la ventaja competitiva.....	69
Figura 4.2 Implementación de la Estrategia Lean Six Sigma.....	74
Figura 4.3. Posiciones de infraestructura con responsabilidades lineales.....	78
Figura 4.4. Posiciones de infraestructura con responsabilidades lineales.....	79
Figura 5.1. Entorno de las PyMEs.....	100
Figura 6.1. Modelo Conceptual Lean Six Sigma.	104
Figura 6.2. Modelo Conceptual Lean Six Sigma detallado.....	105
Figura 6.3. Características con respecto al Factor Humano.....	106
Figura 6.4. Metodología de operación en la empresa.....	110
Figura 6.5. Proceso DMAIC.....	114
Figura 6.6. Modelo de Implementación de la estrategia Seis Sigma para la PyME.....	116
Figura 6.7. Valor agregado para el cliente.....	118
Figura 6.8. Entrenamiento a Líderes, Supervisores y Administradores.....	122
Figura 6.9. Modelo de Implementación Lean Six Sigma.....	125

Capítulo 1

1. Problemática y Justificación de la Investigación.

1.1. Introducción.

En años recientes, la llamada Pequeña y Mediana Empresa (PyME) se ha convertido en uno de los sectores de la actividad económica mexicana que más atención está captando por parte de las distintas entidades gubernamentales y organizaciones de comercio privadas, responsables de la promoción y regulación del desarrollo económico del país. Las estadísticas en este renglón indican que el 90% de las empresas mexicanas son del tipo PyME, y ocupan el 80% del personal de la planta productiva del país (Rangel, 2002). Lo que da una clara idea de la importancia de las mismas en la economía nacional actualmente.

Uno de los retos más grandes que enfrenta la PyME hoy en día –como lo está enfrentando de hecho toda la actividad nacional– es su supervivencia dentro de la arena de la competencia mundial globalizada. En este entorno, de una administración y operación altamente eficientes dependerán el éxito y permanencia de la PyME. Al respecto, se ha comprobado que la PyME frecuentemente adolece de fallas por errores de gestión administrativa, aún cuando técnicamente sean muy competentes. Esto es, sus sistemas administrativos requieren modernizarse y adecuarse al nuevo ambiente globalizado y dinámico caracterizado especialmente por una competencia feroz y un entorno de negocios altamente cambiante.

Para enfrentar los nuevos retos, un alto número de empresas han emprendido ya el camino de la renovación administrativa y, las PyME no han permanecido ajenas a este proceso. Las empresas que buscan mantenerse rentables, no se diga crecer, requieren llevar a cabo esta renovación. Un buen principio para lograrlo será a través de la implementación de proyectos de transformación integral, adquisición de certificados de calidad, y adopción y/o adaptación de nuevas tecnologías y herramientas administrativas para la prestación de servicios y actividades de manufactura. En este último rubro, la integración de la metodología Seis Sigma y la Manufactura Esbelta para la competitividad, pueden contribuir de manera substancial al éxito de los programas de mejora operativa de las PyME.

1.2. Descripción del problema.

El invaluable beneficio que la adopción de metodologías como Seis Sigma y Manufactura Esbelta para la mejora continua están proporcionando a las grandes empresas, es una práctica que está probando ser también útil para las PyME. Sin embargo, la capacidad de estas últimas para integrar a sus operaciones dichas metodologías y filosofías con frecuencia es limitada por factores diversos. Cada industria, sea de manufactura o servicios, acumula ineficiencias a través del tiempo. En áreas como inventarios, ubicación del recurso humano o procesos del negocio, existen ineficiencias que impactan su rentabilidad. Los defectos que se escapan de los filtros de inspección llegan a los clientes impactando la calidad de los productos o servicios proporcionados afectando tarde o temprano a las ventas; mientras que los defectos que son detectados y corregidos (retrabajo) impactan a los costos de operación y por lo tanto a la productividad. La posibilidad de implementar prácticas de negocios “esbeltos” mientras se mejora significativamente la calidad del producto o servicio ha sido cuestionada tradicionalmente.

1.3. Justificación.

En los últimos años, empresas de fabricación y de servicios han implementado programas de calidad y mejora continua, basadas en la metodología Seis Sigma, el uso de esta metodología y las técnicas asociadas han mostrado resultados impresionantes, tal y como lo muestran los casos de Motorola, General Electric, Mabe o American Express entre otros. Seis Sigma es una metodología estructurada que incrementa la calidad a través de la mejora continua de los procesos involucrados en la producción de un bien o de un servicio, tomando en cuenta todos los aspectos importantes de un negocio: administrativo, servicio de entrega, diseño, producción, y satisfacción del cliente. El objetivo principal de Seis Sigma es lograr la excelencia en la competitividad a través de la mejora continua de los procesos. Por otro lado la Manufactura Esbelta es una metodología probada para reducir el desperdicio y estilizar o modernizar las operaciones. El enfoque esbelto sigue una filosofía de incrementar continuamente la proporción de actividades que agregan valor al negocio a través de la eliminación del desperdicio o muda que incluye todos los tipos de trabajo defectuoso, no sólo los productos defectuosos (tiempo, movimiento, talento humano y materiales desperdiciados son también muda).

Los conceptos de Seis Sigma y Manufactura Esbelta son extremadamente poderosos en la mejora de la calidad y velocidad de todos los tipos de procesos transaccionales, incluyendo ventas y mercadotecnia, procesamiento de órdenes, desarrollo de productos, recursos humanos, etc. Los procesos transaccionales deben también ser mejorados en las compañías manufactureras, ya que éstos son habilitadores de los procesos de manufactura en sí.

1.4. Objetivos.

- 1.4.1. Analizar cada una de las metodologías, Manufactura Esbelta y Seis Sigma y sus modelos de implementación con el fin de desarrollar una metodología de integración de Seis Sigma y Manufactura Esbelta (Lean Six Sigma) aplicable a la PyME.

- 1.4.2. Desarrollar una guía rápida para incorporar las filosofías de Seis Sigma y Manufactura Esbelta en los sistemas de producción y/o transaccionales en la PyME.

1.5. Hipótesis de trabajo.

Una metodología de integración de Manufactura Esbelta y Seis Sigma ayudará a la PyME a evaluar y mejorar la producción y/o los sistemas transaccionales con el fin de lograr la mejora de la calidad mientras se reducen ineficiencias.

1.6. Alcance.

La investigación se limita a la integración de las metodologías Seis Sigma y Manufactura Esbelta en el contexto de las PyME y a la propuesta de un plan de implementación de Lean Six Sigma.

1.7. Utilidad esperada de los resultados (beneficios).

El propósito de esta investigación es exponer a los Administradores de la PyME lo siguiente:

1. Las estrategias de Manufactura Esbelta y Seis Sigma para la excelencia operacional y el incremento de la competitividad.
2. La integración de ambas estrategias.
3. La aplicación de dicha integración para la selección de proyectos que efectivamente generen valor para el cliente.
4. La aplicación de algunas técnicas esbeltas y del proceso DMAIC en los proyectos de mejora seleccionados.

1.8. Metodología de la investigación.

1. Búsqueda bibliográfica exhaustiva sobre el tema de investigación.
 - a. Investigar conceptos básicos.
 1. Definir qué es Manufactura Esbelta.
 2. Definir qué es Seis Sigma.
 3. Definir a la PyME y su entorno
 4. Analizar la forma en que estas dos metodologías pueden ser integradas.

2. Análisis de la información.
 - a. Analizar el sistema con un enfoque de Manufactura Esbelta.
 - b. Analizar el sistema con enfoque de Seis Sigma.
 - c. Integrar las metodologías Seis Sigma y Manufactura Esbelta (Lean Six Sigma).

3. Contribución de la tesis.
 - a. Crear una guía básica para el desarrollo de un sistema de producción esbelto utilizando la integración de Seis Sigma y Manufactura Esbelta.
 - b. Diseñar un plan de implementación que muestre paso a paso la aplicación de Lean Six Sigma en la PyME.

4. Documentación de los resultados y conclusiones.

Capítulo 2

2. Pensamiento Esbelto y Manufactura Esbelta.

2.1. Introducción.

Las ideas que fundamentan al Pensamiento Esbelto fueron originalmente desarrolladas en las operaciones de manufactura de Toyota – conocidas como el Sistema de Producción Toyota – y se diseminaron a través de su base de proveedores en los años 70's y a sus operaciones de distribución y ventas en los 80's. El término Pensamiento Esbelto se hizo popular en el libro “La máquina que cambió al mundo” (Womack, Jones y Ross, 1990), el cual claramente ilustraba, por primera vez, la gran diferencia en cuanto a desempeño entre la industria automotriz japonesa y la occidental. En él, se describen como Producción Esbelta o Manufactura Esbelta, a los elementos clave de este desempeño superior– Esbelto por que los métodos de negocios japoneses utilizan menos de todo (esfuerzo humano, capital invertido, recursos, inventarios y tiempo) – en manufactura, desarrollo del producto, abastecimiento de partes y relaciones con los clientes (Jones, 2002). Pero la realidad es que muchos de los llamados “principios esbeltos” habían estado presentes por cerca de un siglo, yendo hacia atrás con Frederick Taylor y su principio de Administración Científica y los sistemas de producción en masa de Henry Ford. Un gran adelanto ocurrió en 1996 con el libro “Lean Thinking” de James P. Womack y Daniel T. Jones. (Burton et al., 2002).

2.2. Pensamiento Esbelto.

El Pensamiento Esbelto no es sólo un conjunto de herramientas y técnicas. Es un conjunto de conceptos fundamentales que, cuando son transportados a una alineación funcional, proveen una poderosa estrategia a la actividad económica, guiando a una revolución en los negocios alrededor del mundo.

Los beneficios típicos que las compañías han obtenido al aplicar el Pensamiento Esbelto son (Womack, 1996):

- ✓ Liberar hasta 50% de espacio en piso.
- ✓ Aumentar la productividad de 15% a 25% anual.
- ✓ Disminuir tiempos de entrega de semanas a días.
- ✓ Mejorar la calidad de los productos.

2.2.1. Principios del Pensamiento Esbelto.

El punto de partida es el reconocer que sólo una pequeña fracción del tiempo total y esfuerzo de cualquier organización realmente agrega valor al consumidor final. Definiendo claramente Valor para un producto específico o servicio desde la perspectiva del cliente final, todas las actividades que no agregan valor – desperdicio o muda – pueden ser señaladas como candidatas a ser eliminadas paso a paso. Para la mayoría de las operaciones sólo el 5% de las actividades agregan valor, 35% son actividades que no agregan valor pero necesarias y 60% de las actividades no agregan valor. Eliminar este desperdicio constituye la fuente más grande de potencial de mejora en el rendimiento de la empresa y servicio al cliente (Jones, 2002).

2.2.1.1. Definir Valor.

Especificar aquello que crea y no crea valor desde la perspectiva del cliente y no desde la perspectiva de las compañías individuales, funciones y departamentos (Womack, 1996).

La organización esbelta define valor mediante la inversión de tiempo y recursos en el entendimiento de la aplicación final del producto que provee, con el fin de descubrir el valor derivado de éste por el consumidor en términos del producto o servicio. El valor, definido desde el punto de vista del cliente, es entonces alineado dentro de la organización y las actividades que agregan valor pueden ser identificadas como cualquier actividad que el cliente esté dispuesto y preparado a pagar. (Rich, 2002)

2.2.1.2. Identificar el Flujo de Valor (Value Stream).

Identificar todos los pasos necesarios para diseñar, ordenar y manufacturar un producto a lo largo de toda la cadena de flujo de valor para resaltar el desperdicio que no agrega valor (Womack, 1996).

El flujo de valor tiene dos formas, la primera es la secuencia interna de actividades combinadas para crear el producto o servicio (el flujo de valor interno) y la segunda es la relacionada al negocio, sus clientes y sus proveedores (flujo de valor en la cadena de suministro). (Rich, 2002)

El flujo de valor interno contiene todos los activos, gente y procesos para manufacturar los productos y/o proporcionar los servicios. El flujo de valor de la

cadena de suministro incluye cada organización que se debe combinar para producir el producto final ofrecido al cliente, dichos flujos de valor requieren ser controlados y estructurados con el fin de optimizar el flujo de materiales e información a través de la cadena completa. El segundo principio del pensamiento esbelto resalta la importancia de tomar una visión sistémica de la compañía y su cadena de valor o cadenas de valor en las cuales opera (Rich, 2002).

2.2.1.3. Implementar el Flujo.

Hacer que el material/información fluya. Hacer que aquellas acciones que crean valor fluyan sin interrupciones, desviaciones o espera (Womack, 1996).

Las organizaciones esbeltas están preocupadas principalmente en hacer que los materiales/información fluyan en un sistema con altos niveles de inventarios, no permitiendo que los materiales queden inactivos o en líneas de espera, lo que resulta en grandes puntos de acumulación de material. Taichi Ohno, el diseñador del Sistema de Producción Toyota, en su empeño en hacer que los materiales fluyeran, desarrolló una clasificación del desperdicio en las instalaciones de manufactura. La capacidad de asegurar que los materiales fluyan, y derivar valor de éstos en vez de costos, involucra la eliminación del desperdicio.

El flujo lógico desarrollado por Ohno y utilizado por la mayoría de los productores esbeltos es fácil de seguir – los materiales deben ser mantenidos en movimiento y sin interrupciones (Rich, 2002).

El flujo de materiales apropiado, a un bajo costo, requiere que la calidad del material esté asegurada, de otra forma simplemente se moverán los defectos a lo largo del proceso en forma más rápida, terminando en un caos. La eliminación del desperdicio y la mejora del flujo de los materiales, mejora la capacidad de respuesta de la empresa al mercado, permitiendo así que la compañía trabaje para una demanda real en vez de para una pronosticada.

2.2.1.4. Implementar el Sistema de Producción “Jalar”.

Hacer sólo lo que es “jalado” por el consumidor. (Womack, 1996). “Jalar” la producción es un principio que ha evolucionado de la innovación del sistema de producción Toyota, el Kanban. El flujo no puede ser utilizado para mover materiales entre departamentos o procesos. Es importante el tener materiales disponibles cuando se requieren en dichos puntos, ya que éstos desconectan las operaciones internas/externas de los clientes y de las operaciones proveedoras. El proveedor administra los materiales de tal forma que el material sustraído por el cliente sea un

“disparador” para el reabastecimiento de manufactura. Así, a medida que los productos son tomados por la demanda, el espacio vacío dejado por la sustracción proporciona el requerimiento de abastecimiento.

El uso de la técnica “Jalar” permite que los tiempos de entrega sean reducidos y mejora el flujo de los materiales dentro y entre las organizaciones. (Rich, 2002).

2.2.1.5. Búsqueda de la Perfección.

Esforzarse por la perfección, continuamente eliminar capas sucesivas de desperdicio tan pronto como sean descubiertas (Womack, 1996).

La búsqueda de la perfección toma muchas formas y es una función del empleado. El enfoque esbelto va más allá de un esquema de sugerencias e incluye la mejora continua por parte de cada empleado, de cada administrador y de cada proveedor de los cuales depende la organización (Rich, 2002).

Estos 5 principios son fundamentales para la eliminación del desperdicio, son fáciles de recordar, aunque difíciles de llevar a cabo, y deben ser la guía para todo miembro de la organización que se involucre en la transformación esbelta.

2.2.2. Técnicas del Pensamiento Esbelto.

Se han desarrollado algunas técnicas y herramientas para apoyar la filosofía esbelta para habilitar a las organizaciones a aplicar las nuevas ideas e implementar el cambio. Muchas de estas herramientas y técnicas surgieron del Sistema de Producción Toyota mientras que otras han sido desarrolladas por diversas organizaciones de investigación (Womack, 1996), dichas técnicas se muestran en la Tabla 2.1.

Técnica	Descripción
Flujo	El logro progresivo de tareas a lo largo del flujo de valor de tal forma que un producto que proceda de diseño a su lanzamiento, de la orden a la entrega, de ser materia prima a las manos del cliente, lo haga sin paros, desperdicio o re trabajo.
Heijunka	La creación de un “programa nivelado” mediante el orden secuencial de las órdenes en un patrón repetitivo y la “suavización” de las variaciones día a día en las órdenes totales para corresponder a la demanda de largo plazo.
Hoshin Kanri	Una herramienta estratégica para la toma de decisiones que enfoca los recursos en las iniciativas críticas necesarias para realizar los objetivos de negocio de la compañía. Unifica y alinea los recursos y establece indicadores meta claros contra los cuales el progreso de los objetivos clave es medido regularmente.
JIT-Just in time	Un sistema para producir y entregar el producto correcto, en el tiempo correcto en las cantidades correctas. Los elementos clave de JIT son flujo, “jalar”, trabajo estandarizado y <i>Takt Time</i> .
Kaikaku	La mejora radical de una actividad para eliminar desperdicio o muda, también es llamado “Breakthrough Kaizen”, “Flow Kaizen” y “System Kaizen”.
Kaizen	La mejora continua e incremental de una actividad para crear más valor con menos desperdicio o muda. También es llamado “Point Kaizen” y “Process Kaizen”.
Kanban	Una pequeña tarjeta anexada a cajas de partes que regula el sistema “jalar” en el Sistema de Producción Toyota mediante la señalización de la producción y entrega flujo arriba.
Muda	Cualquier actividad que consume recursos pero que no crea valor.
Poka-Yoke	Un dispositivo de prueba y error o un procedimiento para prevenir un defecto durante la toma de una orden o manufactura.
Mapeo del Flujo de Valor (Value Stream Mapping)	La identificación de todas las actividades específicas que ocurren a lo largo del flujo de valor para un producto o familia de productos.

Tabla 2.1 Algunas Técnicas del Pensamiento Esbelto.

2.2.3. Beneficios del Pensamiento Esbelto.

¿Qué beneficios puede una compañía anticipar en su transición de mentalidad de producción en masa a una basada en prácticas y principios esbeltos? Los beneficios pueden ser logrados tanto en operaciones de la planta como en otras áreas más allá del piso de producción. Las compañías que han tratado de convertir sus operaciones a operaciones esbeltas, sin adoptar simultáneamente los principios y prácticas del Pensamiento Esbelto en toda la organización, no han entendido el potencial de esta filosofía. De hecho, muchas compañías han visto su transformación a las operaciones esbeltas como un fracaso. Las compañías que han disfrutado del éxito de su transformación a las operaciones esbeltas son aquellas que han tomado un acercamiento integral y han visto la transformación como una reestructuración fundamental de la empresa, incluyendo su estructura organizacional, sistema de negocio e información, políticas de trabajo, sistemas de incentivos y relación con clientes y proveedores.

2.2.3.1. Beneficios en las operaciones de producción.

Las industrias que se convierten a la producción esbelta típicamente obtienen los siguientes resultados.

1. Hay una mejora dramática en la sensibilidad con el cliente. Los embarques raramente llegan tarde; el número de defectos que llegan al cliente decrece significativamente, y en general la satisfacción del cliente es mucho mejor – por lo tanto se incrementa el valor en el mercado.
2. La mayoría de los problemas de la planta son eliminados. En lugar de islas atascadas de órdenes de producción por lote esperando ser procesadas por bancos de máquinas idénticas agrupadas, ensambles y partes individuales se mueven suavemente dentro de la planta esbelta en sincronía con las celdas de manufactura, sin detenerse sólo hasta que el proceso y la inspección son completados. Los tiempos de producción son reducidos entre 80 y 90%. Las estaciones de trabajo están bien organizadas y ordenadas; no hay partes innecesarias en la estación. Los espacios de almacenamiento de trabajo en proceso son eliminados. El manejo de materiales es simplificado, a menudo con métodos manuales reemplazando la automatización. Las estaciones de re-trabajo desaparecen. El desperdicio es reducido significativamente, y el piso de trabajo es mucho mas limpio.
3. La productividad es duplicada o triplicada
4. Los sistemas de control de producción y sus sistemas de información asociados se simplifican ampliamente.
5. Los embarques de proveedores certificados llegan poco tiempo antes de ser requeridos, están organizados en la secuencia correcta, y llevados directamente al punto de uso sin necesidad de inspección de llegada. El espacio en almacén para materiales y partes se reduce en un 80 o 90% en la mayoría de los casos.
6. Las órdenes completadas son enviadas inmediatamente a los clientes una vez terminada la última etapa de la cadena de valor interna, en lugar de acumularla en almacén. Las órdenes son enviadas a los clientes en pequeñas cantidades en vez de en lotes grandes.
7. El espacio total de la planta en industrias esbeltas es típicamente 55-65% del necesitado en plantas de producción en masa para los mismos niveles de producción.
8. Los niveles de inventario en todas las etapas (materiales en bruto, en proceso, y terminados) son dramáticamente más bajos, usualmente por más de 90%.

2.2.3.2. Beneficios más allá de las operaciones de producción.

El Pensamiento Esbelto puede y debe ser aplicado a todas las funciones de la empresa. Considerando, por ejemplo, el principio esbelto de “Flujo de una pieza”, se muestra, en la Tabla 2.2, cómo implementarlo a varias funciones de la empresa.

Flujo de una sola pieza aplicado a varias funciones de la empresa	
PRODUCCIÓN	Parte y ensamblajes nunca dejan de moverse hasta que la orden es embarcada.
DISEÑO DEL PRODUCTO	El diseño nunca deja de moverse hacia delante hasta que está en producción.
PROCESOS DE NEGOCIO	Papeleo (o su equivalente electrónico) nunca deja de moverse hasta que se termina de procesar.

Tabla 2.2 Flujo de una sola pieza aplicado a varias funciones en la empresa.

Similarmente, los mismos principios esbeltos asociados con el flujo y procesamiento de materiales deben ser aplicados al flujo y procesamiento de información: minimizar los tiempos de flujo de información/materiales; minimizar el contenido de información/materiales; acortar y alinear el flujo de información/materiales al máximo posible, y así sucesivamente.

En general se pueden esperar los siguientes resultados de la aplicación del pensamiento esbelto hacia otras áreas de la organización.

1. La “voz del cliente” se convierte en la fuerza que mueve a la empresa. Esto tiene un impacto en la calidad del producto, estructura organizacional, procesos de producción, políticas, y comportamiento en general.
2. El tiempo de desarrollo de nuevos productos es reducido. Los clientes, proveedores y especialistas están involucrados desde la concepción.
3. La relación con el cliente ha sido revolucionada. La postura adversaria se reemplaza por prácticas cooperativas de ganar-ganar. El cálculo del costo meta resulta en una continua reducción de precios en los artículos comprados, con igualdad de ahorro.
4. Aumento de la sensibilidad para condiciones de cambios del mercado. Las tasas de producción pueden ser ajustadas rápidamente para satisfacer demandas del mercado. Los nuevos productos son introducidos rápidamente, con interrupciones mínimas.
5. La estructura organizacional se cambia de un enfoque vertical a horizontal, alineando las actividades de valor agregado con la corriente de valor del cliente. La toma de decisiones es descentralizada, contribuyendo a la sensibilidad de la empresa. La organización se vuelve esbelta, reduciendo ampliamente los costos.

6. La fuerza de trabajo esta facultada. Los equipos de procesos o productos funcionan como unidades de trabajo auto-administradas, reduciendo el costo y torpezas de supervisión. La fuerza de trabajo es multidisciplinaria, contribuyendo a la flexibilidad y sensibilidad de la empresa. Los empleados realizan inspección y mantenimiento, determinan métodos de trabajo y hacen arreglos al lugar de trabajo tomando tareas que antes eran hechas por especialistas. Estos especialistas ahora están libres para enfocarse en la totalidad de la empresa.
7. Márgenes de operación mejorados e incrementos en la flexibilidad aumentan las oportunidades de negocio en mercados existentes o nuevos.

2.2.3.3. Consideraciones de Costos.

Las marcadas mejoras resultado de la conversión al paradigma esbelto no pueden ser concebidas sin una inversión considerable. La principal inversión requerida, sin embargo, es el tiempo de todo el equipo administrativo y la fuerza de trabajo.

La experiencia ha demostrado que la conversión al paradigma esbelto no requiere de una extensa inversión de capital. El Pensamiento Esbelto no es necesariamente una alta tecnología, pero si reduce la necesidad de acercamientos sofisticados y complejos de la administración de la producción y los sistemas de información. No se requiere de una inversión considerable en educación y entrenamiento. Típicamente, los ahorros por reducción de niveles de inventario por sí solos son más grandes que todos los costos de la conversión esbelta. La reducción en el tiempo de desarrollo de productos resulta en reducción de recursos requeridos.

En conclusión, implementar el pensamiento esbelto reduce el capital de inversión y otros recursos a largo plazo.

2.2.4. Aplicación del Pensamiento Esbelto en diferentes sectores.

El pensamiento esbelto puede ser aplicado en cualquier organización en cualquier sector incluyendo manufactura y servicios; aunque sus orígenes están firmemente en el ambiente de producción automotriz, los principios y técnicas son transferibles, con alguna pequeña adaptación.

2.3. Manufactura Esbelta.

2.3.1. Definición.

La Manufactura Esbelta se fundamenta en los principios del pensamiento esbelto analizados con anterioridad. La meta de la Manufactura Esbelta es la eliminación de desperdicio, de tal manera que todas las actividades a través del flujo de valor efectivamente generen valor.

El alcance del enfoque esbelto es minimizar sistemáticamente el desperdicio llamado muda en todas las actividades específicas requeridas para diseñar, ordenar, y proveer un producto específico. Muda incluye todo tipo de trabajo defectuoso, no solamente productos defectuosos. El desperdicio de tiempo, movimiento y materiales también es llamado muda (Womack, 1996).

2.3.2. Tipos de MUDA.

El Sistema de Producción Toyota define 7 tipos de muda o desperdicio (Womack, 1996):

1. **Sobreproducción (Overproduction):** el producir más de lo que la demanda dicta, o producirlo antes de que sea requerido. Este tipo de muda es visto como el almacén de material. Es el resultado de producir de acuerdo a una demanda especulada o pronosticada.
2. **Inventario o trabajo en proceso (WIP):** es el material acumulado entre las operaciones debido a lotes de gran tamaño o a procesos con tiempos de ciclo largos.
3. **Transportación:** no agrega ningún valor al producto. En vez de mejorar la transportación, ésta se debe minimizar o eliminar (por ejemplo formando celdas de manufactura).
4. **Desperdicio del proceso:** debe ser minimizado haciéndose la pregunta del por qué se requiere un paso específico del proceso o por qué un producto específico es producido. Todos los pasos del proceso innecesarios deben ser eliminados.
5. **Movimiento:** de los trabajadores, máquinas y transporte (por ejemplo el movimiento debido a la mala ubicación de herramientas y partes) es desperdicio. En vez de automatizar "movimiento desperdicio", la operación en sí misma debe ser mejorada.

6. **Espera:** la espera de una máquina por un proceso debe ser eliminada. El principio es el maximizar la utilización/eficiencia del trabajador, en vez de maximizar la utilización de la máquina.
7. **Producir artículos defectuosos:** es desperdicio puro. Prevenir la ocurrencia de defectos en vez de encontrarlos y repararlos.

A estos 7 desperdicios se agregan los siguientes (Cabeza, 2003):

8. **Falta de aprovechamiento del talento humano.**
9. **Uso inadecuado de los sistemas computacionales.**
10. **Trabajar con las métricas/indicadores equivocadas.**

2.3.3. Técnicas de Manufactura Esbelta.

Existen varias técnicas de Manufactura Esbelta disponibles. Entre algunas de estas técnicas, llamadas Técnicas Esbeltas, están: Mapeo del flujo de valor (Value Stream Mapping), Administración visual del espacio de trabajo, Reducción de los tiempos de preparación de las máquinas, Manufactura celular, Sistemas “jalar” (Pull Systems) y Mantenimiento productivo total (Total Productive Maintenance). Es absolutamente esencial que la Manufactura Esbelta sea vista desde una perspectiva de un sistema total. De otra forma, una compañía puede arriesgarse al poner todos sus esfuerzos en las áreas equivocadas y/o procesos de mejora equivocados llegando a un estado de estancamiento antes del proyecto inicial. En cualquiera de los dos casos, los beneficios potenciales no serán realizados. Aunque, si se analiza y planea desde el punto de vista sistémico adecuado, la implementación continua y mejora de las técnicas esbeltas apropiadas puede resultar en ganancias sustanciales. Por ejemplo, reducir el tiempo de entrega de manufactura y trabajo en proceso en 80-90%, y la mejora de la calidad en un 75%, mientras simultáneamente se da una respuesta rápida a los clientes, utilizando menos espacio en piso y reduciendo transacciones desperdicio (muda), son resultados obtenidos a través de la implementación apropiada de una estrategia de Manufactura Esbelta. A continuación se definirán algunas de las Técnicas Esbeltas. La intención es proveer un mejor entendimiento de cómo estas técnicas se ajustan al desarrollo del proceso esbelto (Rizzardo, 2002).

2.3.3.1. Mapeo del Flujo de Valor.

Es usualmente el primer paso en la evaluación de un proceso de manufactura. Un Mapa de Flujo de Valor es una documentación visual que representa el flujo del proceso, materiales e información. Este mapa es utilizado para proveer una “fotografía” del Estado Actual del proceso de manufactura. La elaboración de este diagrama de flujo del estado actual ayudará a identificar todos los pasos que agregan valor y que no agregan valor dentro del proceso. Una vez que este mapa del estado actual es completado la compañía podrá ver claramente dónde están las oportunidades para eliminar los pasos o actividades que no agregan valor. Entonces se crea el Mapa del Estado Futuro del proceso mostrando el flujo mejorado. La utilización de este método permite a la compañía visualizar un proceso de manufactura ideal. El Mapeo de Flujo de Valor no requiere herramientas de software especiales, todo deberá ser dibujado a mano y con lápiz.

2.3.3.2. Administración Visual del Espacio de Trabajo.

Los Sistemas visuales son utilizados para transformar una fábrica en un lugar donde mensajes relacionados con la calidad, productividad, programación y seguridad son desplegados precisa y rápidamente cada día. Un “Espacio Visual de Trabajo” es auto explicado, auto ordenado, auto regulado y auto mejorable, donde lo que se supone que ocurrirá ocurre, a tiempo, cada vez, día o noche – debido a los sistemas visuales. Un sistema visual debe responder a las siguientes seis preguntas clave, que requieren respuestas visuales: ¿Dónde?, ¿Qué?, ¿Cuándo?, ¿Quién, Cuántos? y ¿Cómo?. Hay cuatro dispositivos básicos visuales, Indicadores Visuales, Señales Visuales, Controles Visuales y Garantías Visuales (también conocidas como dispositivos a prueba de error y dispositivos Poka-Yoke). Unos de los principales impactos que los sistemas visuales proporcionan es la eliminación de movimiento que no agrega valor.

2.3.3.3. Reducción de Tiempos de Preparación (SMED).

Reducir el tiempo de preparación (setup) es la técnica de Manufactura Esbelta que permite la mezcla de producción/productos sin alentar la producción o aumentar los costos asociados con actividades que no agregan valor. El intercambio de herramental no agrega valor por lo tanto debe ser minimizado. La meta es el reducir o eliminar el tiempo muerto debido a la preparación e intercambio de máquinas. El proceso de preparación debe ser visto desde dos diferentes perspectivas, una es interna, los pasos requeridos para ser completada cuando la máquina es detenida versus externa, los pasos que se realizan fuera de línea mientras la máquina está en

operación. El intercambio rápido elevará la productividad, reducirá el tiempo de entrega, disminuirá los costos totales e incrementará la flexibilidad de adaptarse al cambio en el mercado y/o a la mezcla de productos.

2.3.3.4. Manufactura Celular.

Es la unión de las operaciones manuales y de máquinas dentro de la combinación más eficiente para maximizar el contenido de valor agregado mientras se minimiza el desperdicio de movimiento y recursos. La construcción celular ayudará a realizar flujos simplificados por medio de la integración de las operaciones del proceso en un flujo de material de un sólo sentido. La manufactura celular es una de las técnicas primarias utilizadas para obtener los beneficios esbeltos de tiempos de entrega más cortos, mejora de la calidad, reducción de inventarios, programación simplificada y minimización de manejo de materiales.

2.3.3.5. Sistema de Producción “Jalar” (“Pull System”).

Es un método para controlar el flujo de los recursos por medio de reemplazar sólo lo que el cliente ha consumido. Un beneficio de este sistema es la reducción del trabajo en proceso; el segundo beneficio principal es que reduce la complejidad de la programación de la producción. Los Sistemas “Jalar” consisten en la producción basada en el consumo real, lotes pequeños, bajos niveles de inventario y mejores comunicaciones. Los Sistemas “Jalar” eliminan las fuentes de desperdicio en el flujo de producción.

2.3.3.6. Mantenimiento Productivo Total.

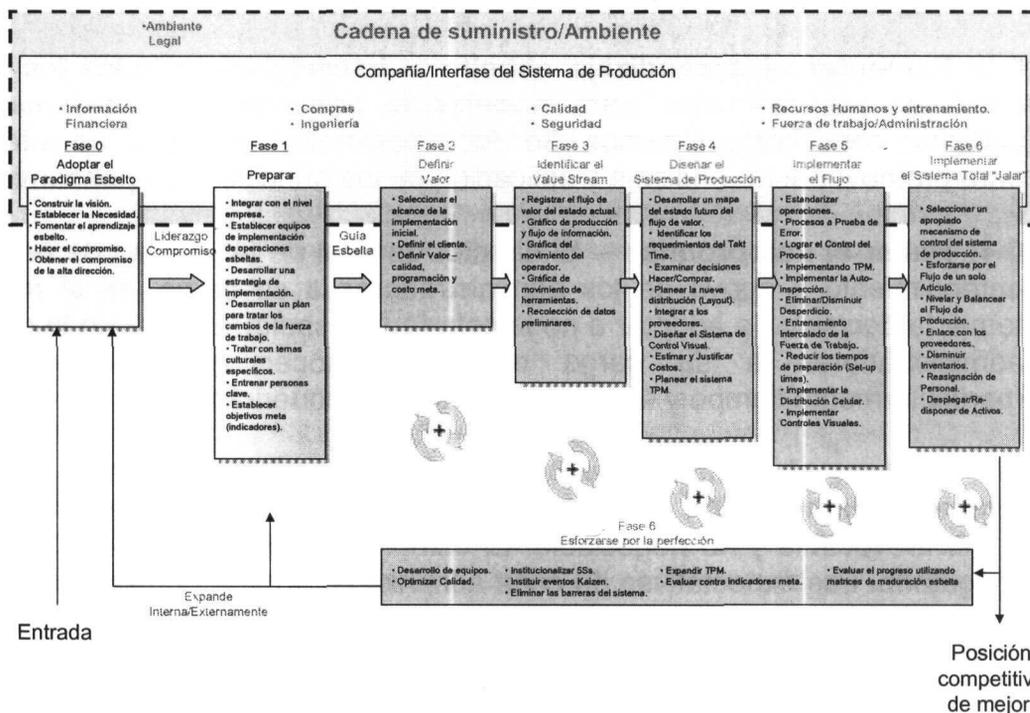
Consiste en un amplio programa de mantenimiento de una compañía que cubre el ciclo entero de vida de un producto y requiere de la participación de cada uno de los empleados. La meta de esta técnica de Manufactura Esbelta es el minimizar el tiempo muerto debido al mantenimiento. Uno de los elementos clave de esta técnica es el mantenimiento autónomo donde los operadores son responsables por el mantenimiento de su propio equipo.

2.3.4. Metodología de Implementación.

La siguiente metodología de implementación proporciona una guía de transición de las operaciones de producción existentes a la implementación completa de la filosofía de Manufactura Esbelta y de las mejores prácticas esbeltas. El modelo, propuesto por el "Massachussets Institute of Technology", define un proceso sistemático de implementación, con acciones específicas en un orden de precedencia. El modelo, mostrado en la Figura 2.1 (Crabill et. al, 2000). y Anexo A, está organizado en 7 Fases principales cada Fase con puntos relacionados con otros sistemas que son internos, de las operaciones de producción o externos, a la empresa de negocios, este modelo se enfoca en las operaciones de producción en piso ya que es aquí donde se recomienda comenzar a aplicar los principios de la Manufactura Esbelta. Las Fases de esta guía se enumeran a continuación:

- Fase 0 – Adoptar el paradigma esbelto
- Fase 1 – Prepararse
- Fase 2 – Definir Valor
- Fase 3 – Identificar el flujo de valor (Value Stream)
- Fase 4 – Diseñar del Sistema de Producción
- Fase 5 – Flujo de implementación
- Fase 6 – Implementar el Sistema Total "Jalar"
- Fase 7 – Esforzarse por la perfección

Guía para la transición de las operaciones de producción a la Manufactura Esbelta



@ 2000, Massachusetts Institute of Technology

Figura 2.1 Guía para la transición de las operaciones de producción a la Manufactura Esbelta.

2.3.4.1. Fase 0 – Adoptar el paradigma esbelto.

Introducción – Los detalles de los pasos del proceso esquematizados aquí deben hacerse más específicos para las operaciones de producción si es ahí donde la transformación comienza.

Entrada – La decisión de transformar la compañía de negocios.

Proceso –

0-1. Construir la visión – Se requiere un esfuerzo considerable para entender el paradigma esbelto y entonces interpretar las prácticas y principios fundamentales de acuerdo a su posible aplicación en la compañía. Será necesario para varios administradores adquirir conocimiento profundo y comprensión asociadas con el pensamiento esbelto y para comenzar a construir una visión compartida dentro de la compañía de cómo se vería y comportaría si fuera esbelta.

0-2. Establecer la necesidad – La experiencia ha mostrado que pocas compañías están dispuestas a realizar el cambio dramático requerido a menos que estén actualmente experimentando un reto mayor y/o tratando de sobrevivir. Es útil definir una función particular forzada como un estímulo para comenzar la transformación esbelta. A través de la evaluación de proyectos alternativos, se determina que la esbeltez es la mejor opción para ubicar las principales amenazas y posicionar a la compañía para su futuro ambiente competitivo.

0-3. Fomentar el aprendizaje esbelto – Esencialmente todos los líderes clave necesitan ser instruidos para acelerar el paradigma esbelto, aunque pueden utilizarse consultores externos. Se debe desarrollar un marco de referencia global para promover el aprendizaje y aplicación de los principios del pensamiento esbelto.

0-4. Hacer el compromiso – El director general de la unidad de negocios, con el entendimiento y apoyo de los administradores a su cargo, es el responsable de tomar la decisión de adoptar o no la estrategia esbelta. El líder de la compañía y los administradores a su cargo deben reconocer qué recursos importantes (particularmente tiempo y fuerza de trabajo) se requerirán.

0-5. Obtener el compromiso o acuerdo de la alta dirección – La decisión de emprender la transición a la Manufactura Esbelta, una vez tomada, debe ser vista como irrevocable y no negociable. El compromiso completo de la alta dirección es obligatorio. Las expectativas de cada administrador deben quedar claras. El éxito de la transición esbelta depende críticamente del compromiso completo de la alta dirección. Los administradores quienes prueben que son incapaces de cambiar deben ser reemplazados.

Salida – La decisión de cambiar la filosofía de la compañía a la Manufactura Esbelta.

2.3.4.2. Fase 1 – Prepararse.

Introducción – La Fase de preparación es donde se define la estrategia de implementación. Esta Fase también marca el punto en la guía donde la transformación a la Manufactura Esbelta de una operación de producción comienza para tomar un camino diferente pero complementario hacia una transformación con enfoque integral. Durante esta Fase se establece un equipo Inter-funcional y se le asigna autoridad y responsabilidad para el progreso del proyecto. InterFases con otras partes de la compañía y sistemas clave de negocios son reconocidas y definidas. Los temas principales como el cambio de fuerza de trabajo y atributos de cultura se dan a conocer y se dirigen. Los principios y prácticas esbeltos comienzan a ser aprendidos por las partes clave de la organización. Las políticas y las reglas o líneas directivas son establecidas así como la métrica para medir el progreso de la implementación.

Entrada – El compromiso de liderazgo para llegar a ser esbelto desde la alta dirección de la organización.

Proceso –

1-1. **Integrar a nivel empresa** – La transición de las operaciones de producción a una filosofía de operación esbelta no puede ser realizada a su máximo potencial sin la integración de las otras funciones del negocio. Un cambio importante hacia las prácticas esbeltas implementadas sólo en las áreas de trabajo impactará directamente las operaciones en adquisición (compras), administración de materiales (almacenes y control de producción), definición de productos, estaciones de trabajo, recursos humanos, y administración financiera. Estas áreas no sólo necesitan ser enteradas de lo que se está haciendo sino que también deben llegar a ser parte del proceso y de esta manera sus operaciones internas pueden ser modificadas para facilitar el cambio. Una buena manera de coordinar y asegurar la buena integración de las actividades es el establecer un consejo de empresa esbelta o un equipo de integración de la empresa esbelta.

1-2. **Establecer equipos de implementación de operaciones esbeltas** – Se debe establecer un equipo consistente de al menos un miembro de la alta dirección para cada una de las áreas principales de las operaciones de producción y puntos de contacto de las áreas clave como: recursos humanos, relaciones públicas, adquisición (compras), mercadotecnia, administración de negocios, ingeniería, servicios de información. Las obligaciones de este equipo de trabajo son:

- a. Desarrollar una estrategia de alto nivel.
- b. Planear para su ejecución.
- c. Proveer recursos cuando son requeridos.
- d. Identificar y romper barreras para la implementación, tan pronto como son encontradas.

- e. Monitorear y asegurar que la implementación global no está impactando negativamente el desempeño actual.
- f. Reportar frecuentemente el progreso directamente al líder de la alta dirección de la organización.
- g. Proporcionar entrenamiento en principios y herramientas esbeltas.
- h. Facilitar proyectos de implementación esbelta.

1-3. Desarrollar una estrategia de implementación – Se debe determinar estratégicamente dónde concentrar los esfuerzos para maximizar el beneficio total mientras se logran los objetivos completos del plan estratégico de la empresa. La pregunta clave aquí es: “¿Dónde se debería utilizar el tiempo?” Para contestar esta pregunta, se debe preguntar: “¿Dónde están las oportunidades de mejora?”; “¿Cuáles mejoras crearían mayor valor para los clientes?”; “¿Cuáles mejoras pueden ser en defensa de la competencia?”; “¿Qué se puede hacer que nadie más ha hecho?”; y “¿Cómo se puede diferenciar a la compañía de la competencia?” La premisa aquí es que la implementación esbelta estratégicamente enfocada producirá un beneficio más rápido y duradero a la compañía.

1-4. Desarrollar un plan para manejar los cambios de la fuerza de trabajo – La experiencia ha mostrado que la gente más que otra cosa es la que hace a la organización ser exitosa o fallar en su desempeño. Durante el curso de llegar a ser esbelto, la gente estará en transición en sus roles de trabajo. Los despidos durante la implementación deben ser evitados en todo lo posible. Cualquier despido previsto debe ser realizado antes del inicio de la implementación. Sin embargo, es crítico que una política clara y justa sea establecida desde el principio para manejar los cambios en la fuerza de trabajo durante el proceso de llegar a ser esbelto, incluyendo cambios en el contenido del trabajo, transferencias y reasignaciones, y la posibilidad de reducir niveles de personal administrativo. Cualquier reducción en la fuerza de trabajo percibida en relación con la implementación de la Manufactura Esbelta podría estancar dicha implementación.

1-5. Manejar temas culturales específicos – Es necesario diseñar un programa de implementación de la Manufactura Esbelta que encaje en la naturaleza y necesidades de la organización. Cada organización tiene su propia personalidad y es única. Es por este hecho que se hace necesario el desarrollar el compromiso temprano de la fuerza de trabajo y mantener el momento de valor que ellos ven en los cambios que ocurren. El trabajo en equipo es esencial. Se requiere que los empleados tomen propiedad del cambio y que vean el nuevo proceso como suyo y sentir que ellos tienen control de la salida del proceso. Para obtener este amplio compromiso es útil el establecer una asociación de participantes apropiada. La presentación de algunos éxitos (ganancias) tempranos para demostrar los beneficios ayuda a construir el compromiso.

1-6. Entrenar personas clave – El entrenamiento debe comenzar en la alta dirección con el objetivo de obtener un entendimiento correcto de los principios esbeltos y cuál será su rol en tanto la organización se mueve hacia la Manufactura Esbelta. El siguiente grupo de entrenamiento incluirá a aquellos que serán líderes de

proyectos esbeltos. Su entrenamiento será mucho más intenso y consistirá de teoría y aplicación a cargo de un profesor experimentado y practicante de las técnicas esbeltas.

1-7. Establecer objetivos meta (indicadores) – Se deben establecer algunos objetivos meta que cualquiera en la organización pueda visualizar y contribuir para llenar las necesidades a ser establecidas y comunicadas. Esto puede tomar la forma de un conjunto balanceado de métricas o indicadores, como la reducción del tiempo de manufactura de un producto, el costo total del producto, grado de satisfacción del cliente y la calidad total del producto, por mencionar algunos ejemplos. Estos indicadores manejarán el comportamiento del sistema de producción, por lo tanto, es importante asegurar que dichos indicadores elegidos influenciarán el comportamiento esbelto planeado. Es esencial que los indicadores elegidos estén alineados con las métricas de la empresa.

Salida – Un plan estratégico para la implementación de la Manufactura Esbelta que se enfoca en:

- a. Liderazgo y soporte organizacional.
- b. La cultura de la organización y la gente.
- c. Indicadores (métricas) y objetivos meta.
- d. Entrenamiento.

2.3.4.3. Fase 2 – Definir valor.

Introducción – En esta Fase el enfoque está en el entendimiento de valor en los ojos del cliente y aquellos procesos más directamente relacionados para proporcionar dicho valor. El área de implementación inicial debe ser al principio muy estrecha como una familia específica de partes, subensambles, o un proceso de manufactura en particular.

Entrada – Una estrategia definida en la Fase 1 que claramente define dónde es identificado el valor máximo para la empresa mediante la implementación de la Filosofía de Manufactura Esbelta.

Proceso –

2-1. Seleccionar el alcance de la implementación inicial – Los límites del producto/proceso en transición a la Manufactura Esbelta necesitan ser definidos desde el punto flujo arriba “upstream” donde la transformación física del material en un producto comienza y flujo abajo “downstream” donde el producto es recibido por el cliente. El orden del ciclo de información de entrega que controla el proceso de producción desde el recibo de la orden hasta la entrega también necesita ser

definido. Un proyecto inicial de un área amplia complicaría y extendería el proceso de transición.

2-2. **Definir el cliente** – La filosofía de Manufactura Esbelta se enfoca en conocer las necesidades del último usuario del producto. Un prerequisite para definir cuáles operaciones agregan valor y cuáles no es la clara definición de quién es el cliente final.

2-3. **Definir valor – calidad, programación y costo meta** – Se debe tener cuidado en separar la definición de valor del cliente final de la definición de valor de otras áreas funcionales del negocio así como de otras organizaciones de negocios en el flujo global del producto. Esta definición puede ser descompuesta de diferentes formas, pero casi siempre incluye como elementos mínimos: calidad del producto, programa de entrega, desempeño y determinación del costo meta.

Salida – El producto, el consumidor y el valor, todos ellos definidos de tal forma que permitan la distinción entre operaciones que agregan valor y que no agregan valor.

2.3.4.4. Fase 3 – Identificar el flujo de valor (Value Stream Mapping).

Introducción – El mapa del flujo de valor sirve para identificar cuándo y dónde el valor está siendo agregado y dónde ocurre el desperdicio a lo largo de la trayectoria completa del producto. El mapeo del flujo de valor (Value Stream Mapping) provee un medio para reconocer y comunicar fácilmente qué es lo que está pasando permitiendo de esta manera a los miembros del equipo identificar más fácilmente la eliminación de desperdicios. El mapeo del flujo de valor es un paso iterativo en la transición a los procesos esbeltos y es una parte importante de los procesos de mejora continua.

Entrada – La definición de valor para el producto en transición a una Filosofía de Manufactura Esbelta.

Proceso –

3-1. **Registrar el flujo de valor del estado actual** – El propósito de construir un Mapa de Flujo de Valor del Estado Actual es permitir al sistema global de producción ser documentado de una manera simple que muestre dónde está el desperdicio en el proceso de producción. El mapa es usualmente de una página que muestra el flujo completo desde el recibo de la orden hasta la entrega final. Información de los datos de indicadores y de observaciones es recolectada y agregada al mapa lo que ayuda a mostrar dónde se encuentra el desperdicio que puede ser eliminado en el proceso de producción. Los mapas son desarrollados en varios niveles de detalle para ayudar a lograr el objetivo más adelante. El mapa es utilizado en la planeación de la transición para priorizar los proyectos basados en ahorros potenciales.

3-2. Gráfico de producción y flujo de información – Es muy revelador también seguir el movimiento del producto a través del sistema de producción y ver qué es lo que le sucede. La cantidad de tiempo que un producto se mantiene inactivo debe ser registrada, así como la distancia que viaja cuando está en movimiento, las veces que es movido o posicionado, y la cantidad de re trabajo debe ser también registrada. La cantidad de tiempo de recolección y envío de datos de la ubicación del producto, tiempo de carga, y otra información registrada debe ser medida. Esta información debe ser agregada al Mapa de Flujo de Valor del Estado Actual para analizarlo en la Fase de diseño.

3-3. Gráfica del movimiento del operador – Los movimientos reales del operador en la planta son trazados sobre un mapa de distribución de la planta (Layout) para crear una gráfica tipo espaguete. El análisis de la gráfica mostrará acciones y movimientos desperdicio que pueden ser usualmente eliminados del proceso mediante la estandarización de operaciones y/o el arreglo simple del área de trabajo.

3-4. Gráfica de movimiento de herramientas – Una gráfica tipo espaguete esquematizando el movimiento de las herramientas con un análisis posterior mostrará oportunidades adicionales para la eliminación de movimiento desperdicio de la operación.

3-5. Recolección de datos preliminares – El desempeño del sistema de producción actual proporciona una línea base para medir el progreso y desarrollar un caso de justificación del negocio para cualquiera de los gastos de mejora. Los datos sobre costos directos e indirectos, tiempo de producción y de ciclo así como calidad y desempeño de la programación deben ser documentados.

Salida – Un Mapa de Flujo de Valor del Estado Actual que muestre en forma global el proceso de información y producción como un sistema con medidas de valor agregado y desperdicio para cada proceso.

2.3.4.5. Fase 4 – Diseño del Sistema de Producción.

Introducción – El propósito de esta Fase es desarrollar un diseño del sistema de producción. Este nuevo diseño debe reconocer que la implementación tomará varias etapas (Fase 5 y 6). Por lo tanto, el punto clave en esta Fase es el considerar el diseño del sistema en su totalidad y no estancarse en detalles de implementación. Esta Fase involucra menos implementación y más planeación.

Entrada – El flujo de valor existente (Mapa de Flujo de Valor del Estado Actual).

Proceso –

4-1. **Desarrollar un Mapa de Flujo de Valor del Estado Futuro** – Utilizando un punto de vista sistémico de la operación se puede determinar cómo se quiere que funcione dicho sistema. Algunas cuestiones clave son: qué tipo de sistema de producción se requiere, cómo se desea sincronizar con los proveedores, cómo van a ser las entregas al cliente y cómo se va a coordinar y controlar la operación de producción. Cada una de estas preguntas lleva al sistema de decisiones que definirá el estado futuro del flujo de valor. Ya que el objetivo es la transición a las operaciones de producción esbelta, el estado futuro del flujo de valor debe incorporar los conceptos esbeltos que aseguren la coordinación con proveedores, suavicen el flujo de partes y ensambles a través de la operación, esto ligado mediante la tasa de demanda del cliente.

4-2. **Identificar los requerimientos del “Takt Time”** – Aunque la fórmula para determinar el *Takt Time* es relativamente simple (ver la fórmula debajo) existen otros factores que deben ser considerados.

$$\text{Takt Time} = \text{Tiempo disponible} / \text{Demanda diaria promedio}$$

El primer paso es el determinar la cantidad máxima a producir para la cual el sistema está diseñado. Esto es útil para considerar la demanda en algún período del pasado y para pronosticar la demanda futura. Entonces un *Takt Time* mínimo es determinado para manejar la demanda futura más alta. La demanda es variable; por lo tanto la idea es crear un sistema que trabajará bien con diferentes tasas de demanda de clientes. El sistema de producción debe ser capaz de administrar esta variación en la demanda del cliente. Por lo tanto se debe de diseñar un rango de *Takt Time* en el sistema de producción que permitirá cumplir con la demanda esperada. El *Takt Time* mínimo establecerá la capacidad máxima del sistema y el *Takt Time* máximo establecerá la capacidad mínima del sistema.

4-3. **Examinar decisiones Hacer/Comprar** – Después de diseñar el flujo de valor futuro y determinar el *Takt Time* del sistema de producción, es necesario el revisar decisiones previas hacer/comprar. Con frecuencia ciertos tipos de partes o ensambles encajan naturalmente en el nuevo flujo de valor o nueva distribución. Por lo tanto, tiene sentido el agrupar todas las partes similares o ensambles que pueden ser procesados dentro del *Takt Time* del sistema de producción. Esto requiere que se revisen decisiones previas hacer/comprar para “jalar” aquellas partes/ensambles que se ajusten en el flujo de valor interno y subcontratar aquellas partes que no están de acuerdo con los procesos internos o actividades de valor planeadas.

4-4. **Planear la nueva distribución de planta (Layout)** – La clave en el diseño del nuevo layout es el asegurar que cada una de las operaciones puedan ser completadas dentro del *Takt Time*. El primer paso es revisar el flujo de valor del estado futuro para ver si las operaciones presentes tienen el potencial a ser mejoradas y por lo tanto deban ser completadas en un tiempo menor. Cada operación debe ser evaluada de acuerdo al *Takt Time* para determinar si éstas

pueden ser completadas dentro del mínimo *Takt Time* o no. Aquellas operaciones que sean menores que el mínimo *Takt Time* deben ser combinadas con otras operaciones en tanto que el mínimo *Takt Time* de estas operaciones no sea excedido. Para aquellas operaciones que son más largas que el *Takt Time*, debe ser diseñado algún medio para subdividir las operaciones para asegurar que el *Takt Time* no sea excedido. Para mejorar las oportunidades de éxito en la siguiente Fase, la nueva distribución de planta debe ser implantada, en tanto sea posible, para permitir un flujo unidireccional contiguo a través del sistema de producción.

4-5. Integrar a los proveedores – Los proveedores deben ser una de las principales consideraciones en el flujo de valor del estado futuro. Con el *Takt Time* del sistema de producción y la nueva distribución de planta definidos, los proveedores requieren ser sincronizados con el sistema de producción. Por lo tanto, cada uno de los proveedores debe ser integrado al sistema de producción con la premisa de que ellos deben ser capaces de entregar sus productos de tal forma que apoyen a la capacidad del sistema de producción a cumplir con el *Takt Time* mínimo.

4-6. Diseñar el sistema de control visual – Para habilitar el sistema de producción esbelto, la operación debe ser tan simple como sea posible. Un método para hacer esto es diseñar sistemas de control visual que sean fáciles de entender y que comuniquen el control del sistema de producción. Este paso requiere no sólo el diseño físico de dispositivos visuales para controlar la operación, sino también la educación de la fuerza de trabajo (y administrativa) en cómo el sistema puede ser controlado desde dentro.

4-7. Estimar y justificar costos – Este nuevo flujo de valor del estado futuro y diseño del sistema de producción probablemente involucrará inversión, la cual debe ser estimada y justificada. Muchos de los ahorros en costos no son fácilmente cuantificables y los sistemas de contabilidad actuales y sus indicadores en ocasiones penalizan las actividades esbeltas. Por lo tanto, el compromiso de la alta dirección que fue obtenido con anterioridad es útil para ayudar a guiar y dar forma a este proceso de justificación.

4-8. Planear el sistema de mantenimiento productivo total (TPM, Total Productive Maintenance) – Debido a que el sistema de producción está siendo re diseñado para mejorar el flujo de valor y minimizar el desperdicio, es importante que los recursos de producción estén disponibles cuando son requeridos. En este nuevo diseño del sistema de producción, no existe (o es muy pequeño) un almacén de seguridad para aliviar las perturbaciones del sistema. La manera de asegurar que perturbaciones no deseadas sean evitadas es implementar un sistema de mantenimiento productivo total. Este sistema asegurará que los recursos de producción sean monitoreados y mantenidos sistemáticamente de tal forma que no haya o haya sólo un mínimo de interrupciones de producción no planeadas.

Salida - El diseño de un sistema de producción que está listo para la implementación de la Manufactura Esbelta.

2.3.4.6. Fase 5 – Flujo de implementación.

Introducción – Esta Fase marca la conversión del tipo de operación por lotes a un tipo de operación celular. En esta Fase se establecen celdas en el sistema de producción para implementar el flujo entre dichas celdas. Los principios de esta Fase son aplicables a la fabricación y ensamble.

Entrada – Un diseño del sistema de producción esbelto y su plan de implementación.

Proceso –

5-1. **Estandarizar operaciones** – Estandarizar operaciones significa que todos en un grupo de trabajo realicen una tarea dada de igual forma y de la mejor manera para optimizar el flujo del proceso. No se permite la innovación personal unilateral. El mejoramiento continuo incremental (Kaizen) es motivado y si una nueva forma de hacer el trabajo es descubierta, es presentada al grupo de trabajo y al líder para su evaluación, y si resulta que es una mejor forma de hacer la tarea, el nuevo método debe entonces estandarizarse. La estandarización de las operaciones lleva a tiempos estándares, los cuales permiten que el trabajo se sincronice y también proporciona indicadores mediante los cuales el trabajo puede ser continuamente monitoreado y mejorado.

5-2. **Procesos a prueba de error (Poka-Yoke)** – Los defectos de los productos son desperdicios y si no son descubiertos a tiempo en el proceso de manufactura pueden conducir a costos innecesarios y a la insatisfacción del cliente. Uno de los principios de la Manufactura Esbelta es que no es aceptable el producir ni siquiera un número pequeño de bienes defectuosos. Los métodos de prueba y error son simples en la naturaleza y evitan errores inadvertidos mediante la utilización de dispositivos como la ubicación de guías en la parte o la herramienta, interruptores límite para detectar errores, mecanismos contadores y listas de comprobación. Estos dispositivos funcionan para apagar, controlar, o proporcionar una advertencia al proceso de manufactura.

5-3. **Lograr el control del proceso** – Un proceso que está bajo control es estadísticamente predecible así como su resultado. Las variaciones del proceso resultan de uno o dos tipos de errores: causas especiales o causas comunes. Si el proceso no tiene ninguna causa especial presente, se dice que el proceso está bajo control estadístico, o estable. El promedio y límites de variación son pronosticados con un alto grado de confianza en el futuro inmediato. En la ausencia de control estadístico, no hay pronóstico posible. La capacidad del proceso es lo que entendemos como control del proceso, una forma de medir la variación del producto o proceso contra un conjunto de especificaciones de diseño o del cliente. Dos índices comunes de capacidad son el Cp y el Cpk. Cpk es la capacidad de preferencia que implica tres factores, centrar el proceso, variación del proceso y la tolerancia de una especificación. “Lograr el Control del Proceso” puede también

significar consistencia en las medidas de desempeño del sistema de producción como el tiempo de producción, entrega a tiempo, calidad y confiabilidad del equipo.

5-4. Implementando el Mantenimiento Productivo Total (TPM) –TPM se enfoca en 5 elementos principales: prevención de mantenimiento (evitando tiempo muerto), mantenimiento predictivo (siendo capaz de predecir e impedir tiempo muerto, por ejemplo utilizando sensores), mantenimiento de mejora (solucionar el problema de manera que no ocurra de nuevo), mantenimiento preventivo (mantenimiento de rutina para evitar tiempo muerto) y el mantenimiento 5'S mediante operadores de equipo (por ejemplo limpiando de tal forma que se detecten fugas de aceite, reemplazando filtros, inspección diaria del equipo, reconocer signos tempranos de problemas). El mantenimiento productivo total es esencial para la implementación exitosa de los sistemas de producción justo a tiempo.

5-5. Implementar la auto-inspección – La auto-inspección está basada en el principio fundamental de la autodisciplina. La auto-inspección implica que el operador ha sido entrenado apropiadamente, tiene las herramientas adecuadas para inspeccionar su trabajo, es consciente en su trabajo, y tiene la integridad para no permitir que las discrepancias se propaguen flujo abajo (“downstream”) de su estación de trabajo. No sólo es necesaria la disciplina del trabajador sino que las interacciones administrador-trabajador sean diseñadas de forma que aseguren la integridad del programa de auto-inspección.

5-6. Eliminar/disminuir desperdicio – Todos los principios de Manufactura Esbelta están diseñados para eliminar o reducir el desperdicio o *muda*. Inherente a este concepto es la mejora continua del proceso donde los procesos son revisados continuamente para reducir sistemáticamente el desperdicio.

5-7. Entrenamiento intercalado de la fuerza de trabajo – El flujo continuo y suave del trabajo depende de qué tan bien es entrenada la fuerza de trabajo para respaldar el flujo total del proceso. El entrenamiento Inter-funcional proporciona la capacidad de cambiar de una tarea a otra, mitigando así el estrés, aburrimiento o fatiga del trabajador, lo hace multidisciplinario. Este tipo de entrenamiento proporciona la apreciación de la contribución de otros y construye el espíritu de equipo.

5-8. Reducir los tiempos de preparación (Set-up time) – El tiempo de preparación se clasifica como interno o externo. El tiempo de preparación interno es aquel tiempo de preparación que requiere que la máquina sea detenida; el tiempo de preparación externo es aquel tiempo de preparación que toma lugar mientras la máquina está en operación. El concepto más importante del tiempo de preparación es el convertir el tiempo de preparación interno en tiempo de preparación externo. Hasta que el tiempo de preparación, tiempo de transporte, proceso de órdenes de trabajo y otros aspectos relacionados con el desperdicio de tiempo sean reducidos, la reducción del tamaño de lote se sumará al costo total.

5-9. **Implementar la distribución celular** – Una distribución celular apropiada es crítica en el alcance de la flexibilidad del número de trabajadores dentro de la planta para adaptarse a los cambios de la demanda. La distribución recomendada para una celda es una distribución “U” con flujo en contra de las manecillas del reloj. En esta configuración la entrada y salida de una línea están cerca, en la misma posición. Esta estructura de distribución permite a los trabajadores ver fácilmente operaciones no balanceadas y tomar acciones para proporcionar el apoyo necesario para mantener el flujo de trabajo ininterrumpido.

5-10. **Implementar controles visuales** – El concepto de control visual está basado en los principios de 5’S con la intención de ser capaz de determinar el estado de la planta al “dar un vistazo”. Una planta ordenada y limpia, en el sentido de producción esbelta, permite que esto suceda. Los primeros dos principios 5’S dividen los artículos en la planta en la clasificación “necesarios” y “no-necesarios”. Cualquier cosa innecesaria es eliminada del área y lo necesario es ordenado, fácil de encontrar, fácil de alcanzar y fácil de usar y mantener. La limpieza de la planta, la tercer S, es esencial para identificar problemas en las máquinas a primera vista y para encontrar artículos fuera de lugar. La cuarta S, proporciona formas estandarizadas para hacer el trabajo, limpieza, organización de partes y herramientas, y proporciona la forma para identificar problemas fuera de lo ordinario y formas ineficientes de hacer las cosas. Además de las 5’S, los sistemas de control visual también se apoyan en avisos o señales a la fecha dentro de la planta que indiquen el estatus de la producción del día, indicadores de calidad y progreso de la mejora continua. Los controles visuales exitosos se apoyan en la quinta S de la autodisciplina para sustentar el esfuerzo completo de las 5’S y mantener actualizados los gráficos de estatus de la planta. (Algunas organizaciones han agregado una sexta S para la seguridad).

Salida – El área dentro del sistema de producción ha implementado procesos para asegurar que el flujo de producción se logre. En este estado, las áreas individuales se han administrado para reducir una cantidad de desperdicio.

2.3.4.7. Fase 6 – Implementar el sistema total “jalar”.

Introducción – En esta Fase la intención es el ligar los variados flujos de las operaciones que han sido establecidas a través del sistema de producción y el establecer operaciones “jalar” a través de todos los procesos/operaciones/celdas dentro del sistema de producción completo. Esto considera ligar celdas individuales dentro del sistema de producción y proveedores con un sistema del tipo “jalar”. La finalización exitosa de esta Fase resulta en un sistema de producción “jalar” del tipo justo a tiempo que comienza con los proveedores y termina con el cliente final.

Entrada – Un sistema de producción que ha implementado operaciones de flujo principalmente en celdas individuales dentro del sistema de producción.

Proceso –

6-1. Seleccionar un mecanismo de control apropiado para sistema de producción – Un plan del sistema de producción fue desarrollado en la Fase 4, y los esfuerzos de la Fase 5 fueron realizados para eliminar el desperdicio del sistema para lograr una producción predecible. Con la ayuda de la fuerza de trabajo y tan simple como sea posible debe ser implementado el control del flujo de partes y ensambles en el sistema de producción. Se utiliza la palabra “control” en vez de “plan” para enfatizar que el sistema debe ser tan auto-regulado como sea posible y por lo tanto reducir el tiempo constante de reacción, y dando a conocer la información flujo arriba y abajo. Sistemas más sofisticados pueden ser necesarios en ciertas circunstancias pero frecuentemente una simple tarjeta, carretilla o sistema visual es muy efectivo. Un método que es tanto visual como efectivo es el sistema kanban. Los prerrequisitos para un sistema tipo kanban son: (1) una mentalidad de sistema “jalar”, (2) un sistema con una producción predecible e (3) inventarios estándar de trabajo en proceso.

6-2. Esforzarse por el flujo de una sola pieza– Con el fin de lograr un sistema “jalar”, los componentes del producto, subensambles y productos finales deben fluir a través del sistema de producción como si fueran un artículo individual y ligado a la tasa de la demanda especificada por el cliente. Este artículo individual puede ser un contenedor kanban, un lote pequeño o una pieza individual. El objetivo es el reducir el tamaño del lote lo más posible con la meta final del flujo de una sola pieza. Donde se pueda lograr el flujo de una pieza individual, el tiempo de producción es mejorado drásticamente, la calidad es usualmente mejorada por que los defectos son reconocidos en forma anticipada en el sistema, y el inventario es reducido por que hay un nivel menor de trabajo en proceso y los productos finales son aceptados rápidamente por el cliente. El flujo de una sola pieza implica que los productos no son trabajados hasta que los procesos flujo a bajo demandan dichos productos.

6-3. Nivelar y balancear el flujo de producción – La clave para implementar un sistema “jalar” es la nivelación de la producción para igualarse con la mezcla de productos demandados por el cliente sobre un intervalo de tiempo específico. En muchos casos este proceso de nivelación de producción debe ser un objetivo específico de los administradores en el sistema de producción. Es útil el implementar la nivelación de la producción primero en las operaciones de ensamble para asegurar que la mezcla de productos correcta sea hecha para cada intervalo de la demanda del cliente. Con la mezcla de productos igualando la demanda del cliente, el siguiente paso es asegurar que todas las operaciones de producción que preceden tengan un tiempo de ciclo consistente y que este ciclo de tiempo sea menor o igual al *Takt Time* determinado en la Fase de diseño del sistema. En la conclusión de este paso, cada operación sería hecha en o al menos el *Takt Time* y la mezcla de productos deseados por el cliente sería completada dentro del intervalo que el cliente demande.

6-4. **Liga con los proveedores** – Aunque este paso implica un orden, la liga con los proveedores debe ser una actividad continua. Los proveedores deben determinar sus requerimientos de *Takt Time* y asegurarse de que pueden proveer partes y subensambles de primera, tan de primera como se requieran en sus operaciones.

6-5. **Disminuir inventarios** – Como ambos sistemas, interno y de proveedores, implementan prácticas esbeltas, los inventarios serán lentamente reducidos. Si el inventario es reducido demasiado rápido la operación de producción puede ser desestabilizada debido a que la demanda es reducida. Sin embargo, si el exceso de inventario es reducido en tanto el tiempo pasa, el nuevo sistema de producción puede comenzar su transición más fácilmente. De hecho, el período de transición puede ser asistido mediante la utilización de este exceso de inventario para compensar la reducida productividad mientras los sistemas están siendo cambiados.

6-6. **Reasignación de gente** – Mientras el nuevo sistema de producción es implementado, habrá cambios que impactarán la fuerza de trabajo. Es importante el desplegar esta gente entrenada y experimentada en otras áreas para que puedan enseñar a otras acerca del nuevo sistema. Es aquí donde el trabajo hecho en la Fase 1 para manejar los cambios en la fuerza de trabajo será más beneficioso.

6-7. **Desplegar/re-disponer de activos** – Así como la gente requiere ser desplegada, los activos requieren ser desplegados. Sólo aquellos activos necesarios deben ser retenidos en áreas que han logrado la transición esbelta. Todos los activos en exceso deben ser re-desplegados o desechados. Cuando el exceso de activos es desechado, un espacio adicional en el piso de trabajo es identificado para nuevas oportunidades de negocios.

Salida – Un sistema de producción que iguale la producción con la tasa de demanda del cliente, cantidad y mezcla demandada.

2.3.4.8. Fase 7 – Esforzarse por la perfección.

Introducción – Esta Fase consiste en la mejora continua y retroalimentación de lecciones aprendidas a lo largo de la implementación. Las diversas técnicas esbeltas y herramientas implementadas en Fases anteriores son repetidas y refinadas llevando la mejora al siguiente nivel. La organización madura de directiva a colaborativa a la asignación de poder de decisión y delegación de responsabilidades a los empleados (“empowerment”). Los indicadores son re-evaluados y revisados o reemplazados como sea necesario para asegurar que son indicadores significativos de los procesos de producción. La salida de esta Fase debe retroalimentar cualquiera y todas las otras Fases en tanto la transición esbelta mejora la posición competitiva de la operación de producción y la empresa.

Entrada – Ya que la Fase 7 es única en la que las acciones se llevan a cabo en cualquier lugar y concurrentemente en numerosas ocasiones entre las Fases 2 y 6, la entrada mínima es el compromiso de liderazgo y la guía de implementación de la Manufactura Esbelta.

Proceso –

7-1. **Desarrollo de equipos** – El desarrollo de equipos incluye desarrollo técnico para mantener el paso con características de nuevos productos y procesos, desarrollo organizacional para facultar a la fuerza de trabajo a contribuir a todos los niveles, y desarrollo de procesos esbeltos para expandirlos sobre las herramientas y técnicas que están siendo aplicadas. El rol del líder del equipo, administrador y/o supervisor se expande e incluye la enseñanza, entrenamiento y de agente simplificador.

7-2. **Optimizar calidad** – La calidad es un prerrequisito para un estatus de clase mundial y para estar estrechamente relacionado con la satisfacción del cliente, segmento del mercado y costo. El primer paso para la mejora continua es la captura y reporte de DPMO's (defectos por millones de oportunidades), PPM (Partes por millón) y rendimiento o robustez del proceso (sigma). La medición de los procesos con cualquiera de los indicadores mencionados permite establecer la capacidad del proceso actual, analizar las oportunidades de mejora, establecer metas de mejora estrechas, cuantificar la mejora realizada, y controlar la variabilidad de los procesos.

7-3. **Institucionalizar 5S's** – Las 5S's son el fundamento de Kaizen y la implementación de los sistemas de control visual. Las 5S's se definen en la Tabla 2.3 (Crabill, 2000).

5S's	
1.Simplificar la variedad	Eliminar artículos innecesarios del área de trabajo
2.Alinear o simplificar	Organizar herramientas, accesorios y papel de trabajo
3.Brillar	Limpiar, reparar y mantener limpio
4.Estabilizar o Estandarizar	Establecer y mantener controles y estándares
5.Sustentar o Auto-disciplina	Esforzarse por la mejora continua

Tabla 2.3. 5's

La institucionalización de las 5Ss permitirá una alta productividad y el tener un lugar de trabajo más seguro y placentero.

7-4. **Instituir eventos Kaizen** – La mejora continua e incremental, Kaizen, es una herramienta fundamental para la implementación esbelta. Un evento Kaizen comienza con el mapeo (diagrama de flujo, diagrama de spagueti) del estado actual (as-is) del proceso y la cuantificación de los tiempos de proceso y distancias viajadas por la gente y las partes. Después, las actividades que no agregan valor son

identificadas mediante la evaluación de los procesos actuales con herramientas como la lluvia de ideas y los 5 “por qué”. Esta evaluación, aunada a la aplicación de las 5S’s y los principios de control visual, define la mejora del proceso (to-be). Estas mejoras son implementadas y el nuevo proceso mejorado llega a ser la base para futuros eventos Kaizen.

7-5. Eliminar las barreras del sistema – Políticas legales, procedimientos y sistemas computacionales crean barreras para la implementación esbelta. La necesidad de políticas, procedimientos, o sistemas computacionales deben ser cuestionados o cambiados, si es necesario para permitir la implementación esbelta.

7-6. Expandir el Mantenimiento Productivo Total – El mantenimiento productivo total proporciona una estrategia comprensiva para minimizar las fallas del equipo, defectos de producción y accidentes. La Fase 7 sigue la pista de la implementación incremental del mantenimiento productivo total para lograr un nivel de confiabilidad de equipo que permita “jalar” y tener un flujo de una sola pieza.

7-7. Evaluar contra indicadores meta – Los objetivos meta (indicadores) fueron establecidos en la Fase 1 para enfrentar la mejora continua y dirigir la implementación esbelta. La revisión periódica de estos indicadores proporciona una evaluación de la implementación. La evaluación permitirá reconocer si se requieren correcciones de medio término o si los indicadores ya no son adecuados.

7-8. Evaluar el progreso utilizando matrices de maduración esbelta – Llegar a ser esbelto es un camino de nunca acabar. A lo largo del camino, la auto-evaluación periódica o benchmarking del nivel esbelto de la organización contra un estándar ayudará a mantener la implementación en curso. La matriz de madurez esbelta es una herramienta que está siendo utilizada por organizaciones para evaluar en dónde están en la actualidad y para proporcionar una visión de dónde se quiere estar en alguna etapa futura. La matriz típica utiliza una escala de grados de acuerdo al grado de implementación de diferentes prácticas esbeltas. Un ejemplo de esta matriz es presentado en el Anexo B.

Salida – La salida de la etapa 7 constituye el soporte para la mejora continua e incremental del proceso de transición a la Manufactura Esbelta.

2.4. Empresa Esbelta.

Muchas de las primeras iniciativas esbeltas se enfocaban en “recoger los beneficios de primera mano” primordialmente a nivel de piso de producción. Visto como una colección de prácticas con nombres como “Kaizen”, “Kanban”, y “Poka-Yoke”, el Pensamiento Esbelto es frecuentemente implementado en operaciones de producción con poca o nula integración con otras funciones de la empresa o procesos.

El beneficio completo del pensamiento esbelto puede ser alcanzado sólo reconsiderando a toda la empresa: su estructura, políticas, procedimientos, procesos, prácticas administrativas, sistema de recompensas, y relaciones externas con clientes y proveedores.

La “Transición hacia la empresa esbelta” se enfoca a las prácticas integrales clave en el nivel más alto de la empresa. Una arquitectura de empresa esbelta genérica es utilizada como el marco de trabajo organizacional, como se muestra en la Figura 2.2 (Mize et. al, 2002).



Figura 2.2. Arquitectura del proceso de la empresa esbelta genérica.

La arquitectura está organizada en 3 grupos básicos, cada uno consistente en diversos procesos a nivel empresa. Todos estos procesos deben ser transformados para lograr una empresa esbelta.

2.4.1. Procesos de Liderazgo Empresarial.

Estos procesos son desarrollados y mantenidos por la dirección para guiar las actividades de la empresa. Estos acortan el camino a todas las entidades que forman la empresa. El liderazgo empresarial provee la dirección y los recursos para romper barreras entre y dentro de los Procesos del ciclo de vida que resulta en desperdicio de recursos y reducen el valor a los clientes y accionistas. Estos proveen también la dirección para transformar los Procesos Habilitadores para eliminar desperdicio y mejorar la reacción en el resto de la empresa.

2.4.2. Procesos del Ciclo de Vida.

Estos procesos definen el ciclo de vida del producto, desde la concepción inicial hasta el soporte operacional y última disposición. Estos determinan directamente el valor suministrado a clientes al igual que a los accionistas. El grado

en el que una empresa pueda hacer estos procesos esbeltos es una medida de su efectividad y eficacia en la entrega de valor al cliente y a los otros accionistas.

2.4.3. Procesos Habilitadores de la Infraestructura.

Estos soportan la ejecución del liderazgo empresarial y los procesos del ciclo de vida. Los procesos habilitadores proveen servicios de soporte a otras unidades organizacionales a las cuales sirven como clientes internos. Dado que estos procesos habilitan en lugar de directamente dar el éxito a la empresa, éstos pueden ser pasados por alto como fuentes de desperdicio dentro de la corriente de valor. Sin embargo, el desperdicio que es heredado en estos procesos puede impactar negativamente a la empresa como un todo y a los procesos del ciclo de vida, y por lo tanto estos deberían ser atacados vigorosamente.

En una “Empresa Esbelta” los principios y practicas esbeltos son implementados en todos los procesos. Los procesos del ciclo de vida son alineados horizontalmente a lo largo de la corriente de valor del cliente. Estos empiezan por definir el valor del cliente y trasladándolo a la definición de requerimientos. Estos a cambio, proveen las bases para diseñar el producto y el proceso, involucrando a clientes y proveedores clave. El proceso de producción es organizado y administrado de acuerdo a las prácticas esbeltas de producción. Los proveedores son una extensión integral de la empresa. La distribución y soporte post-entrega son los procesos finales en el ciclo de vida.

La Empresa Esbelta debe ser vista a sí misma como una parte de la cadena extendida de proveedores. Requiere pensar estratégicamente más allá de sus límites. Tiene que ver con el flujo de valor a lo largo de varios departamentos y funciones dentro de la organización, lo cual requiere que esté organizada en torno a sus propios flujos de valor clave.

2.5. La Empresa Esbelta Extendida.

Aquí es donde una organización ve a todas las entidades en la corriente de valor total (proveedores, contratistas, la compañía, y los clientes) como si éstos fueran una sola empresa. La relación de éstos se muestra en la Figura 2.3 (Burton et. al, 2003). La Empresa Esbelta Extendida es una expansión de nuestra noción tradicional esbelta de mejorar la velocidad, flexibilidad, sensibilidad, calidad, y costo a través de la corriente de valor total. La velocidad y efectividad de cada socio en la cadena de valor determina que tan exitoso será en la cadena de valor en relación a otros. Esta es una oportunidad única ya que entre el 70% y 95% de muchas organizaciones los costos de producto, tiempo de entrega, diseño, planeación de la cadena de suministro, y manufactura están afuera de sus propias paredes.

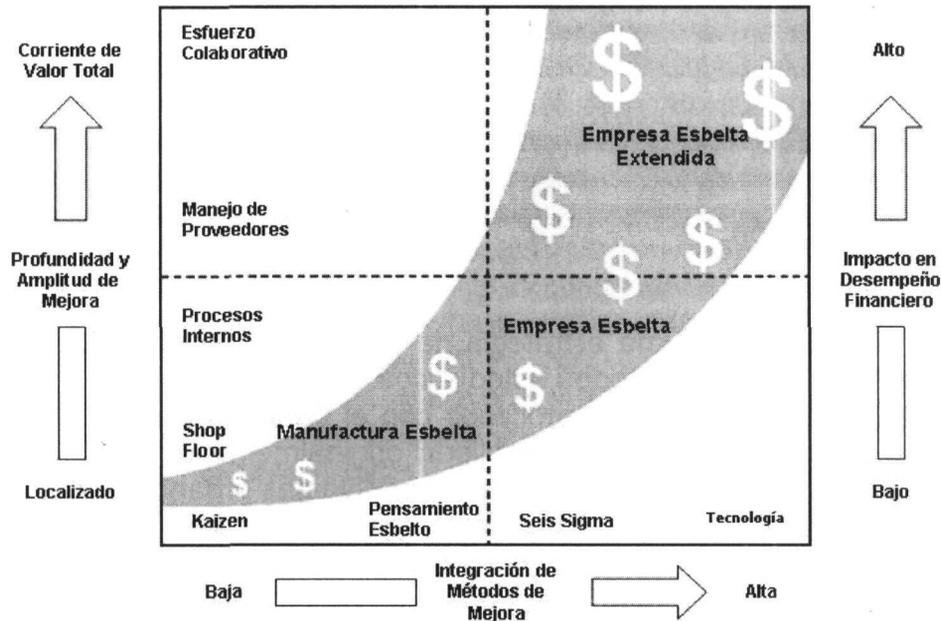


Figura 2.3. Beneficios de integración de la filosofía del pensamiento esbelto.

Sin embargo, esto requiere despliegue e integración de diversas metodologías de mejora a las bastas oportunidades de mejora de procesos. También requiere emigrar más allá del ERP a otras tecnologías como predicción cooperativa y planeación, administración de relación con el cliente (CRM), Administración de la cadena de suministros (SCM), desarrollo de producto cooperativo, y otras aplicaciones basadas en Internet.

2.6. Conclusión.

Existen diversas tendencias respecto a la filosofía del pensamiento esbelto. Primero, muchas organizaciones están bien en su camino de integración vertical esbelta – Implementando el pensamiento esbelto más allá del piso de producción a las áreas de alto impacto como los procesos suaves. Algunas otras están integrando el pensamiento esbelto horizontalmente más allá de sus paredes para obtener más oportunidades en la corriente de valor total. Otros reconocen la importancia de integrar dicha filosofía lateralmente – A través del fortalecimiento de la gente y equipos, a través de una transformación cultural, y a través de la integración Kaizen, Manufactura Esbelta, Seis Sigma, ERP, y otras tecnologías. Esta necesidad de integración se muestra en forma gráfica en la Figura 2.3 (Burton et. al, 2003).

Moverse de una generación del pensamiento esbelto al siguiente nivel requiere de una extensa caja de herramientas e integración de metodologías de mejora, un mayor enfoque en los procesos suaves del negocio, y la aplicación correcta de tecnologías de soporte.

Capítulo 3

3. Seis Sigma.

3.1. Introducción.

Seis Sigma es una estrategia de innovación de negocios que permite a las compañías el uso de métodos estadísticos simples y poderosos para definir, medir, analizar, mejorar y controlar procesos con el fin de lograr y sostener la excelencia operativa. Seis Sigma fue desarrollada originalmente por Motorola en los 80's, y desde entonces ha sido implementada por diversas organizaciones de clase mundial como GE, Honeywell, ABB, Sony, Texas Instruments, Ford, Jonson Control Systems, etc. con el propósito de reducir las variaciones en los procesos, reduciendo costos de calidad, mejorando las capacidades de los procesos y realzando la rentabilidad de la producción total.

Las raíces de Seis Sigma pueden ser trazadas en dos fuentes primarias: Administración por Calidad Total (TQM) y la métrica estadística seis sigma originada en la corporación Motorola. De TQM, Seis Sigma preserva el concepto de que todos en una organización son responsables por la calidad de bienes y servicios producidos por la organización. Otros componentes de Seis Sigma que pueden ser trazados por TQM incluyen el enfoque en la satisfacción del cliente al tomar decisiones administrativas, y una inversión significativa en educación y entrenamiento en estadística, análisis de causas raíz, y otras metodologías de solución de problemas.

La métrica seis sigma fue desarrollada en respuesta a una calidad sub estándar de producto trazada en muchos casos por decisiones hechas por ingenieros cuando diseñaban partes de componentes. Tradicionalmente, los ingenieros de diseño utilizaban la regla tres sigma cuando evaluaban si una proporción aceptable o no de componentes manufacturados cumpliría con las especificaciones y tolerancias. En este caso, se esperaba que cerca del 99.7% de los componentes para un proceso centrado cumplieran con las tolerancias. Esto es, sólo el 0.3% de las partes no cumplía con las tolerancias, lo que se traduce en cerca de 3000 partes por millón no conformes (PPMNC).

En Motorola, a medida que los productos se volvían más complejos, los productos defectuosos se volvían más comunes mientras que al mismo tiempo los clientes demandaban alta calidad. La expansión a una regla seis sigma estuvo basada en la necesidad de lograr realmente alta calidad después de que ocurriera un cambio esperado en el proceso.

3.2. Definición.

Cualquiera que haya trabajado en una organización dirigida mediante Seis Sigma sabe que esta filosofía no sólo es una metodología de mejora, es (Murugappan, et. al., 2001):

- ✓ Un sistema de administración para lograr un liderazgo duradero del negocio y rendimiento óptimo aplicado para el beneficio del negocio, sus clientes, miembros y socios.
- ✓ Una medida para definir la capacidad de cualquier proceso.
- ✓ Una meta para la mejora que alcanza casi la perfección.

Los números sigma mostrados en la Tabla 3.1, representan la capacidad de un proceso clave del negocio, medida como defectos por millón de oportunidades (DPMO).

Nivel Sigma	Defectos por millón de oportunidades	Rendimiento (%)
6	3.4	99.997
5	233	99.997
4	6,210	99.379
3	66,807	93.32
2	308,537	69.2
1	690,000	31

Tabla 3.1. Números Sigma.

El aspecto “por millón de oportunidades” de la métrica Seis Sigma es crítico porque permite comparar la capacidad de procesos ampliamente diferentes. La métrica Seis Sigma asegura que a procesos más simples, los cuales tienen pocos pasos y pocas oportunidades para que algo vaya mal, no les sea dada una ventaja sobre procesos más complejos.

La fuente de los defectos está casi siempre ligada a la variación en alguno de sus tipos: variación en materiales, procedimientos, condiciones del proceso, etc. Ese es el por qué de que la tesis fundamental de Seis Sigma es que la variación es el punto de enfoque, por que un alto nivel de variación significa que los clientes no están obteniendo lo que quieren.

Con Seis Sigma el valor de salida de una organización incluye no sólo la calidad, sino la disponibilidad, confiabilidad, rendimiento de entrega y servicio post

venta. Por lo tanto, la métrica Seis Sigma es aplicada ampliamente, esforzándose por el rendimiento cercano a la perfección.

3.3. Filosofía Seis Sigma.

La estrategia Seis Sigma es guiada por el cliente. Para un negocio o proceso de manufactura, la capacidad Sigma es una capacidad métrica que indica qué tan bien se está realizando el proceso. A más alta capacidad Sigma, mejor, por que se mide la capacidad del proceso para alcanzar un trabajo libre de defectos (donde un defecto es cualquier cosa que resulte en la no satisfacción del cliente) (Murugappan et al., 2001).

La estrategia Seis Sigma es también guiada por la información (datos). Se enfoca en la reducción de la variación del proceso, centrando y optimizando el proceso. El énfasis está en la mejora de la capacidad del proceso preferiblemente que en el control de la calidad del producto, lo cual incluye la mejora de la calidad y la reducción del costo de calidad. En pocas palabras la filosofía Seis Sigma, mostrada en la Figura 3.1, se enfoca en: la necesidad del cliente, mejoras con respecto al manejo de la información (datos) y las entradas del proceso. Lo cual resulta en: la reducción o eliminación de defectos, la reducción de la variación del proceso y el incremento de la capacidad del proceso. En este contexto, los requerimientos del cliente son: Entrega a tiempo, completa y correcta del producto o servicio, sensibilidad al cliente y competitividad en el mercado.



Figura 3.1. Filosofía Seis Sigma.

3.4. Factores críticos de éxito para Seis Sigma.

El sistema que requiere lograr la implementación exitosa de la estrategia Seis Sigma crea una cultura caracterizada por los factores críticos, que se muestran en la Figura 3.2: centralización en el cliente, resultados financieros, cambio cultural, compromiso de la administración, entrenamiento, compromiso de los recursos y la infraestructura de ejecución (George, 2002), (Antony et al., 2001).

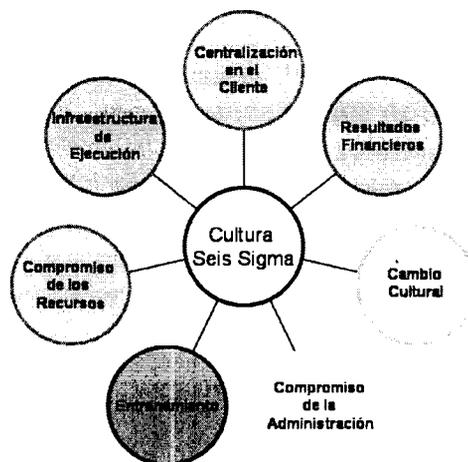


Figura 3.2. Factores Críticos de Éxito para Seis Sigma.

3.4.1. Centralización en el Cliente.

El conocimiento de qué es lo que valora más el cliente es el comienzo del análisis del flujo de valor.

La cultura Seis Sigma está centrada en el cliente. La calidad de un producto o servicio es medida desde la perspectiva del cliente. Este enfoque surge de las características de Seis Sigma, que se muestran en la Tabla 3.2 (Pande et. al, 2002):

Características de Seis Sigma	
Voz del consumidor	Lo que el cliente dice que quiere.
Requerimientos	Entrada de la voz del consumidor que se trasladada a elementos específicos y cuantificables.
Calidad crítica (CTQ)	Requerimientos que son más importantes para los clientes.
Defectos	La falla en la entrega de los CTQ's del cliente
Diseño para Seis Sigma	Diseñar productos y procesos basados en los requerimientos del cliente.

Tabla 3.2 Características de Seis Sigma.

Las diferencias entre los deseos de los clientes y lo que se puede entregar realmente constituyen las áreas de oportunidad donde se puede crear valor significativo tanto para el proveedor como para el cliente. Por lo tanto Seis Sigma está enfocado en manejar estas diferencias, incrementando la ganancia operativa, y llegando a ser parte integral de la compañía y sus operaciones.

Cada defecto en el proceso no sólo reduce la calidad sino que crea un tiempo de retardo, genera un costo adicional, y produce una pérdida asociada a la ganancia operativa. El costo real de los defectos, depende de los procesos.

La meta de Seis Sigma es descubrir tantos defectos como sea posible, especialmente aquellos que son críticos para la calidad. En las palabras de Kiichiro Toyoda, el fundador de Toyota, "Cada defecto es un tesoro" – Si la compañía puede descubrir su causa y trabajar para prevenirlo a lo largo de la organización. Esta cultura centrada en el cliente es apropiada en una economía de competencia global intensa donde el cliente es supremo y tiene una multitud de alternativas para satisfacer sus necesidades (George, 2002).

3.4.2. Resultados Financieros.

No se toma ningún proyecto o esfuerzo a menos que exista evidencia que indique cuánto valor será creado. Seis Sigma se fundamenta en un enfoque de resultados financieros, los cuales dejan ver claramente lo que los ejecutivos ganarán mediante su participación e interacción continuas.

3.4.3. Cambio Cultural.

La exitosa introducción de Seis Sigma requiere de ajustes a la cultura de la organización y un cambio en la mentalidad de los empleados. Los empleados deben ser motivados hacia la introducción y desarrollo de programas Seis Sigma a través de varios esquemas de reconocimiento y recompensa. Para sobrepasar este problema y también para aliar los temores que los empleados puedan tener, tiene que haber una comunicación temprana y efectiva con todos los empleados sobre el porque de Seis Sigma (Antony et. al, 2002.)

Se han identificado 4 factores de resistencia diferentes, los cuales se muestran en la Tabla 3.3. (Antony et. al, 2002):

4 Factores de resistencia a la introducción Seis Sigma	
Técnicos	Frecuentemente la gente encuentra dificultades entendiendo las estadísticas dentro del programa de Six Sigma. Educación y participación es necesaria.
Políticos	Esta basado en la búsqueda de soluciones que sean implementadas como una perdida, real o imaginada. La estrategia para evitar esto es crear la necesidad de cambio y luego mostrar como este cambio puede ser benéfico para ellos.
Individuales	Consiste en los empleados que se encuentran estresados por problemas personales. La estrategia sería reducir el estrés asignando una menor carga de trabajo.
Organizacionales	Esto ocurre cuando una organización entera esta comprometida con ciertas creencias, las cuales son usualmente instituidas y comunicadas por la gerencia. El rechazo al cambio puede ser disminuido mediante la comunicación de los beneficios de la iniciativa a los gerentes. Muchos autores y teorías han sido desarrolladas para reducir este comportamiento.

Tabla 3.3. Factores culturales de resistencia a la introducción de Seis Sigma

Para muchas compañías exitosas en Seis Sigma un factor clave es la comunicación del compromiso y entusiasmo de Seis sigma por parte de sus líderes más altos.

3.4.4. Compromiso de la Administración.

El director ejecutivo, ejecutivos y administradores deben estar comprometidos con Seis Sigma. Sus responsabilidades principales son de supervisión y guía a proyectos Seis Sigma para asegurar que dichos proyectos se mantengan enfocados a las prioridades organizacionales.

El compromiso con la estrategia de mejora y calidad es un fuerte precursor de lo que hoy conocemos como la cultura Seis Sigma: una infraestructura requerida para el éxito que se apoya en la fuerte participación e interacción de la administración (George et al. 2002).

Un buen soporte de la alta dirección es imperativo en la reestructuración de la organización y el logro del cambio cultural y de motivación de los empleados hacia la calidad y la estrategia Seis Sigma para el negocio. El afán y entusiasmo mostrado por los líderes puede ayudar a contagiar a los demás empleados (Antony, 2002).

3.4.5. Entrenamiento.

El entrenamiento es un factor crucial para la introducción y desarrollo del programa Seis Sigma. Es importante comunicar el “porqué” y el “cómo” de Seis Sigma tan pronto como sea posible, y proveer la oportunidad a la gente de mejorar su nivel de confort a través del entrenamiento (Antony et. al, 2002). Usualmente hay una jerarquía de experiencia, la cual es identificada por el sistema Belt. Dentro de GE, el Sistema Belt, mostrado en la Tabla 3.4, está dividido fundamentalmente en (Antony et.al, 2002):

El Sistema Belt	
Champions	Líderes del negocio totalmente entrenados promueven y liderean la implementación de Six Sigma en áreas significativas o críticas del negocio.
Master Black Belts (MBBs)	Líderes de calidad altamente entrenados responsables de la estrategia, entrenamiento, enseñanza, implementación y resultados de Six Sigma.
Black Belts (BBs)	Líderes de equipos de mejora altamente entrenados que dirigen los proyectos de mejora a lo largo del negocio.
Green Belts (GBs)	Individuos entrenados en Six Sigma que dan soporte a proyectos Six Sigma.
Miembros de Equipo	Individuos dando soporte a proyectos específicos en sus áreas.

Tabla 3.4. El Sistema Belt

El aspecto positivo del sistema Belt es que todos hablan el mismo lenguaje dentro de la organización. Otro subproducto del entrenamiento tan amplio en una compañía es el fomento de una cultura en la cual la calidad es vista como una responsabilidad de toda la compañía y no sólo del departamento de calidad.

3.4.6. Compromiso de los Recursos.

Típicamente de 1% a 3% de los empleados de la organización, está dedicado al esfuerzo Seis Sigma tiempo completo y se espera que otros empleados participen regularmente en proyectos. Más importante que el número de gente es la calidad del compromiso. El personal “Black Belt” y “Champion” debe trabajar tiempo completo para lograr resultados sostenibles. Seis Sigma requiere que el personal “Champion” y “Black Belt” sea seleccionado en base a su potencial para llegar a ser los futuros líderes de la corporación.

Uno de los principales beneficios de seleccionar los futuros líderes como “Black Belts” y “Champions” es que ellos recibirán una experiencia ejemplar en cada faceta de la administración del negocio y del uso efectivo de los recursos. También desarrollarán un proceso centrado en el cliente, en vez de la visión departamental del negocio (George, 2002).

3.4.7. Infraestructura de Ejecución.

La jerarquía de roles específicos (como los Black Belts y los Master Black Belts) proporciona formas para integrar proyectos Seis Sigma al “trabajo real” de la organización y a sostener la tasa de mejora.

Seis Sigma posee una infraestructura que efectivamente traduce la agenda del director general de la empresa en un conjunto de proyectos centrados en el cliente elegidos para maximizar el valor de los accionistas y proporcionar una administración efectiva y así como el monitoreo de resultados respecto al plan. La infraestructura de ejecución se muestra en la Figura 3.3.

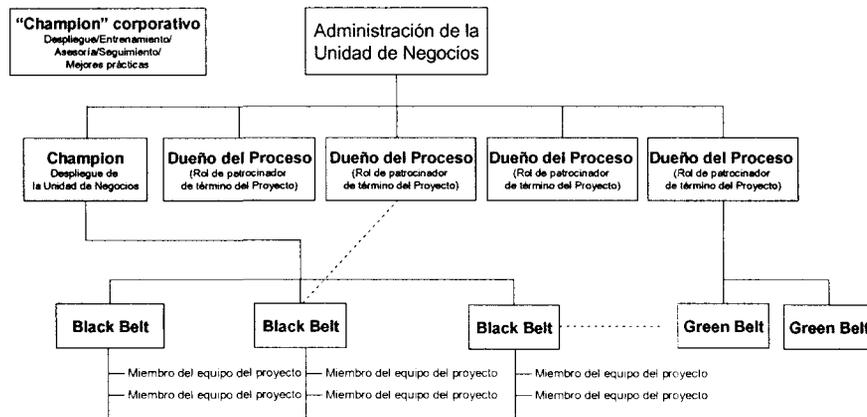


Figura 3.3. Infraestructura de ejecución Seis Sigma.

3.5. Medición Seis Sigma.

Para medir la calidad hay que expresar la calidad en cifras y actuar en función de los valores medidos, estos dos principios tan simples dan lugar a una metodología de mejora continua de la calidad. Esto es cierto para la fabricación de productos, para la prestación de servicios y para el diseño de nuevos productos. Para establecer una metodología Seis Sigma es necesario que se establezcan ciertos parámetros de medida cuyo conjunto aportará el valor sigma de los procesos, productos, proveedores, talleres, departamentos etc. Es de gran utilidad expresar estos valores en una gráfica en función del tiempo. A continuación se detallará cómo se calculan los valores sigma a partir de las medidas de defectos por millón. Antes de iniciar la metodología de medida se debe de informar a todos los empleados acerca de los planes y metas.

3.5.1. Cuantificación de la Calidad en cifras.

Cada uno de los parámetros que se vayan a medir puede implicar una o varias oportunidades, por ello se expresan los defectos por millón de oportunidades de la forma:

$$\text{DPMO} = [\Sigma \text{defectos} / \Sigma \text{oportunidades}] \times 1.000.000$$

Cuando se contabilizan varios DPMO es posible calcular un DPMO global el cual se puede convertir en valor sigma. La mayoría de los procesos productivos siguen una distribución normal, con una distribución de frecuencias siguiendo la campana de Gauss y con una probabilidad de que algunos valores queden fuera de los límites superior e inferior; esta probabilidad es lo que entendemos por “probabilidad de defecto”. El proceso será tanto más confiable cuanto más centrada respecto a los límites y cuanto más estrecha y alta sea la campana. Una campana achatada y descentrada es consecuencia de grandes probabilidades defectos. De forma gráfica el área de la campana de Gauss que queda fuera de la zona marcada por los límites superior e inferior es precisamente la probabilidad de defecto.

En las tablas de distribución Normal se encuentra precisamente una relación entre esta área y la distancia Z definida como:

$$Z = (x - X) / \sigma$$

Siendo Z el “valor sigma”; X la media y σ la desviación típica. La relación entre la “probabilidad de defecto” (área de la curva de Gauss que queda fuera de uno de los límites superior o inferior) y Z (distancia desde el valor medio a este límite) para una Distribución Normal se encuentra en las tablas correspondientes.

Es frecuente que se den dos límites en las especificaciones LS (Limite superior de especificaciones) y LI (Limite inferior de especificaciones), por tanto se han de considerar ambas áreas que quedan fuera de la curva. La probabilidad total de defecto será la suma de la probabilidad de exceder el límite superior mas la de exceder el límite inferior. En este caso, para el cálculo del valor Z se suman ambas probabilidades. El numero Z es lo que en Seis Sigma se denomina “valor sigma” cuando únicamente se tiene un límite superior. Cuando existe un límite superior y otro inferior, se calcula un número sigma equivalente sumando las probabilidades de defecto de ambos extremos y con este valor se busca el valor Z en tablas.

Algunas reglas generales para seleccionar las variables de medida que se deben de medir:

- ✓ Variables importantes para el negocio (características del producto, contenido de mano de obra y materiales incluyendo chatarra y tiempo de ciclo) y las necesarias para garantizar que las mejoras sean duraderas.

- ✓ Aquello que es rentable mejorar y aquellas variables que se desea modificar con los programas de mejora.
- ✓ Aquellas variables que tienen que garantizar que los programas en marcha den resultados.

3.5.1.1. Medición de rendimiento interno.

Las medidas del proceso o medidas internas están basadas en datos recolectados dentro de la operación. Las medidas internas de defectos indican el rendimiento o retrabajo durante el proceso.

3.5.1.2. Medición de las Salidas.

La a) medición del rendimiento de salida, b) medida de rendimiento y artículos defectuosos y la c) medida de defectos, son útiles para ver que tan bueno o qué tan malo es el rendimiento del proceso, y cómo los defectos se distribuyen en los esfuerzos de trabajo. Dichas estrategias de medición se describen a continuación.

a) Medición del Rendimiento de Salida.

La medición Seis Sigma se enfoca en el seguimiento y reducción de los defectos en un proceso. Los conceptos clave en la medición basada en defectos son los siguientes:

1. **Unidad:** Un artículo a ser procesado, o el producto final o servicio que está siendo entregado al cliente – un auto, préstamo hipotecario, estadía en un hotel, etc.
2. **Defecto:** Una falla en el cumplimiento del requerimiento del cliente o un estándar de rendimiento - una fuga, retardo en el acuerdo de un préstamo hipotecario, una reservación perdida, etc.
3. **Defectuoso:** Cualquier unidad que contenga un defecto. Un auto con un defecto, es técnicamente tan defectuoso como uno con 15 defectos.
4. **Oportunidad de defecto:** Ya que la mayoría de los productos o servicios tienen múltiples requerimientos de los clientes, puede haber varias oportunidades de tener un defecto.

Es importante recordar que los datos deben incluir información del desempeño contra los requerimientos del cliente. Por lo tanto si un requerimiento

clave es “entrega a tiempo”, y los datos capturados son sólo de “costo por orden”, se requerirá obtener más datos.

b) Medidas de rendimiento y artículos defectuosos.

Se recomienda comenzar con mediciones que se enfoquen en artículos defectuosos – unidades que contienen uno o diez defectos. Las medidas de artículos defectuosos son especialmente importantes en los negocios o en productos para los cuales cualquier defecto es serio. Las siguientes son dos expresiones de medición para los artículos defectuosos:

1. **Proporción de artículos defectuosos:** Se refiere a la fracción o porcentaje de artículos en la muestra que tienen uno o más defectos.
2. **Rendimiento final** (denotado como Y_{final}): Es calculado como 1 menos la proporción de artículos defectuosos. Indica qué fracción del total de unidades producidas y/o entregadas está libre de defectos.

c) Medidas de Defectos.

1. **Defectos por unidad, DPU:** Esta medida refleja el número promedio de defectos, de todos los tipos, sobre el número total de unidades muestreadas.

Una de las innovaciones de Seis Sigma es el ajustar la medición a la complejidad o número de oportunidades de defectos. El propósito es el nivelar el terreno, de tal manera que un servicio o producto complejo pueda ser comparado en rendimiento con uno simple. En la medición Seis Sigma la palabra complejo se traduce en más oportunidades de defectos. El reto es identificar un número realista de oportunidades de defectos para cada producto o servicio.

Existen varias formas de calcular y expresar la medición basada en oportunidades de defectos:

1. **Defectos por oportunidad, DPO:** Expresa la proporción de defectos sobre el número total de oportunidades en un grupo.
2. **Defectos por millón de oportunidades, DPMO:** La mayoría de las mediciones de defectos por oportunidad se traducen al formato DPMO, lo cual indica cuántos defectos surgirían si hubiera un millón de oportunidades. En el ambiente de manufactura, DPMO es llamado PPM, partes por millón.
3. **Medida Sigma:** Se utiliza el número DPMO para traducir la medida de defectos utilizando la tabla de conversión sigma.

3.6. Metodología de Implementación.

Los pasos para la implementación de Seis Sigma a lo largo de la organización se muestran en la Figura 3.4 (Pande et al., 2002).



Figura 3.4 Implementación de la Estrategia Seis Sigma

3.6.1. Identificar los Procesos Estratégicos y Clientes Clave.

El objetivo es desarrollar una visión de alto nivel de la organización, en esencia, el mapa que muestre cómo se realiza el trabajo esencial. Las tres principales actividades asociadas con "Identificar los procesos estratégicos y los clientes clave" son:

1. Identificar los principales procesos estratégicos de la organización.
2. Definir las "salidas" clave de los procesos estratégicos y a sus clientes clave.
3. Mapeo de los procesos estratégicos.

3.6.1.1. Identificar los Principales Procesos Estratégicos de la Organización.

Por procesos estratégicos se entiende una cadena de tareas - que usualmente involucra varios departamentos o funciones – que entregan valor (productos, servicios, apoyo, información) a clientes externos. Al lado de los procesos estratégicos cada organización posee un número de procesos de soporte o procesos habilitadores que proveen recursos vitales o “entradas” a las actividades que producen valor. Los procesos estratégicos de una compañía se muestran en la Tabla 3.5. y los procesos de soporte en la Tabla 3.6. (Pande et al., 2002).

Procesos Estratégicos	
Adquisición de clientes	El proceso de atraer y asegurar clientes hacia la organización.
Administración ordenada	Actividades que intentan interpretar y dar seguimiento a los productos y servicios de los clientes.
Llenado de órdenes	Creación, preparación y entrega de las órdenes del cliente.
Soporte o servicio al cliente	Actividades diseñadas para sostener la satisfacción del cliente después de la entrega de una orden.
Desarrollo de nuevos productos o servicios	Concepción, diseño y lanzamiento de nuevos servicios de valor agregado a los clientes.
Facturación y cobro (opcional)	Mientras técnicamente no es parte de la entrega de valor, es también una parte clave de la relación “ganar-ganar” con los clientes, y por lo tanto del éxito financiero de la empresa. Es razonable considerarlo como un proceso estratégico.

Tabla 3.5. Procesos Estratégicos.

Procesos de Soporte	
Adquisición de capital	Provisión de recursos financieros para que la organización haga su trabajo y ejecute su estrategia.
Maximización de la evaluación	Despliegue del capital existente para crear el retorno más grande posible en alineación con la estrategia de valor de la compañía.
Presupuesto	El proceso de decidir cómo los fondos serán distribuidos en un período de tiempo.
Contratación y Reclutamiento	Adquisición de gente para hacer el trabajo de la organización.
Evaluación y compensación	Evaluación y pago de la gente para el trabajo/valor que ellos proveen a la compañía
Desarrollo y Soporte a Recursos Humanos	Preparación de la gente para sus trabajos actuales y futuras necesidades de habilidades y conocimientos.
Conformidad regulatoria	Procesos que aseguren que la compañía está cumpliendo con todas las leyes y obligaciones legales.
Instalaciones	Provisión y mantenimiento de la planta física y equipo de tal forma que el negocio pueda realizar sus funciones.
Sistemas de información	Movimiento y proceso de datos e información para expedir las operaciones y decisiones del negocio.
Administración funcional y del proceso	Sistemas y actividades para asegurar la ejecución efectiva del trabajo del negocio.

Tabla 3.6. Procesos de Soporte.

3.6.1.2. Definir las “Salidas” Clave de los Procesos Estratégicos y a sus clientes clave .

Desde el punto de vista del proceso estratégico, sólo el producto final o la salida primaria es relevante. No es imperativo que todas las salidas de los procesos estratégicos sean entregadas al cliente externo. Por ejemplo la salida del proceso estratégico “adquisición de clientes” es algún tipo de acuerdo para hacer negocios con un cliente: una orden, acuerdo de distribución, contrato, política. El cliente externo usualmente recibe alguna verificación del trato, pero primariamente el cliente de ese proceso estratégico será el siguiente proceso estratégico, por ejemplo producción.

3.6.1.3. Mapeo de los Procesos Estratégicos.

El último paso que se debería de considerar en la creación del mapa del proceso es el identificar las principales actividades que hacen posible cada proceso estratégico. Para elaborar el mapa del proceso se utiliza el Modelo del Proceso SIPOC (Supplier, Input, Process, Output, Customer).

Un diagrama SIPOC es uno de los más útiles y es también una técnica frecuentemente utilizada de administración de proceso y mejora. Se utiliza para representar gráficamente los flujos de trabajo. El nombre viene de los cinco elementos que componen el diagrama descritos en la Tabla 3.7. (Pande et al., 2002).

Elementos del Diagrama SIPOC	
Proveedor (Supplier)	La persona o grupo que provee información clave, materiales u otro recurso al proceso.
Entrada (Input)	la “cosa” proveída.
Proceso (Process)	el conjunto de pasos que transforman e idealmente, agregan valor a la entrada.
Salida (Output)	el producto final del proceso.
Cliente (Customer)	la persona, grupo o proceso que recibe la salida.

Tabla 3.7. Elementos del diagrama SIPOC.

El diagrama SIPOC puede ser de gran ayuda para hacer que el personal vea al negocio desde una perspectiva de proceso.

Mediante la unión de diagramas SIPOC a lo largo de la organización, donde la salida de un proceso llega a ser la entrada del siguiente proceso, es posible desarrollar un diagrama de proceso de alto nivel de la compañía entera.

La definición de procesos estratégicos se convierte en el punto de partida del paso dos de la implementación de Seis Sigma, el cual comienza con la identificación de los requerimientos de los procesos. Al mismo tiempo, el valor de la visión de la organización del negocio como una red de procesos clave puede ayudar a crear un nuevo entendimiento del negocio y sus interdependencias.

3.6.2. Definir los Requerimientos del Cliente.

El propósito es entender lo que los clientes realmente quieren – y cómo sus necesidades, requerimientos, y actitudes cambian a través del tiempo. Las actividades que se deben emprender para desarrollar estos entregables son las siguientes.

1. Recolectar datos del cliente; desarrollar la estrategia de la “Voz del cliente”.
2. Desarrollar estándares de rendimiento y establecer requerimientos.
3. Analizar y priorizar requerimientos; evaluar la estrategia del negocio.

3.6.2.1. Recolectar Datos del Cliente. Desarrollar un sistema “Voz del cliente”.

Tener un claro entendimiento de los requerimientos del cliente es imperativo ya que el desempeño sigma está basado en la definición del cliente. Una herramienta útil en la identificación de los requerimientos del cliente es el establecimiento de un sistema “Voz del Cliente” (VOC, por sus siglas en inglés, Voice of Customer). La Tabla 3.8. presenta una lista de técnicas de recolección de datos de VOC. La mejor mezcla de métodos dependerá mucho de los clientes, mercados, recursos, y el tipo de datos requeridos.

Tradicional	Nueva generación
Encuestas	Encuestas y entrevistas enfocadas y multinivel.
Grupos de enfoque	
Entrevistas	Tarjetas de puntuación del cliente
Sistemas formales de quejas	Almacén de datos y explotación.
Investigación de mercados	Auditorias a clientes y proveedores
Programas de compradores	QFD (Quality Function Deployment) Casa de la Calidad.

Tabla 3.8. Avances en los Métodos VOC.

3.6.2.2. Desarrollar estándares de desempeño y establecer requerimientos.

Con los requerimientos del cliente concretamente definidos es posible medir el rendimiento verdadero y evaluar la estrategia y el enfoque en el mercado en contra de las expectativas y demandas del cliente.

Se distinguen dos tipos de requerimientos: Salidas y Servicios. Un primer paso en definir las necesidades específicas del cliente es el entender y diferenciar entre estas dos categorías críticas de requerimientos. Los **Requerimientos de Salida** son las características del producto final o servicio que se entrega al cliente al final del proceso, los cuales están ligados a la “utilidad” o “efectividad” del producto final o servicio en los ojos del consumidor, mientras que los **Requerimientos de Servicio**, son guías de cómo el cliente debe ser tratado/servido durante la ejecución del proceso en sí mismo. Los requerimientos de servicio tienden a ser mucho más subjetivos y sensibles a la situación que los requerimientos de salida, lo que da como resultado que sea más difícil la tarea de definirlos.

Para distinguir entre los dos tipos de requerimientos se podría decir que los requerimientos de salida son aquellos ligados a la conclusión de la transacción clave o entrega del producto final o servicio. Para identificar los requerimientos de servicios se podría utilizar el concepto de “momento de la verdad”, definido como cualquier instancia en la cual el cliente se puede formar una opinión, positiva o negativa, acerca de la organización.

3.6.2.3. Analizar y Priorizar Requerimientos; Evaluar la Estrategia del Negocio.

Se revisan algunos de los temas y decisiones que surgen cuando se comienza a crear una descripción más detallada de lo que los clientes quieren. Esta revisión ayuda al negocio a anticiparse a cómo las expectativas del cliente evolucionarán, dando una oportunidad para estar al tanto de sus necesidades y de los competidores. Los requerimientos del cliente se agrupan en tres categorías:

1. **No satisfactores o Requerimientos básicos:** factores, características o estándares de rendimiento que los clientes absolutamente esperan que se cumplan.
2. **Satisfactores o Requerimientos variables:** Lo mejor o peor que se rinda en estos requerimientos, lo alto o bajo que será el “rating” de los clientes. El precio es el satisfactor prevaleciente, en la mayoría de los casos, lo menos caro que sea el precio, el cliente más feliz.
3. **Requerimientos latentes:** Características o valores que van más allá de lo que espera el cliente, o que apunta a necesidades que nadie ha manejado.

3.6.3. Medir el Rendimiento Actual.

Además del entrenamiento, la medición es probablemente la mayor inversión que cualquier organización realiza en su iniciativa Seis Sigma. El gran beneficio es la capacidad de monitorear y responder al cambio de una forma que pocas organizaciones son capaces hoy en día.

Las principales tareas en este paso de medición son:

1. Planear y ejecutar la medición del rendimiento contra los requerimientos del cliente.
2. Desarrollar una medición en base a los defectos e identificar oportunidades de mejora.

Los entregables de esta actividad incluyen:

1. Datos para evaluar el rendimiento actual de proceso contra los requerimientos de salida y servicio de los clientes.
2. Medidas válidas derivadas de datos que identifiquen fuerzas relativas y debilidades dentro y entre los procesos – una entrada clave en la selección de proyectos adecuada, paso 4.

3.6.3.1. Planear y Ejecutar la Medición del Rendimiento contra los Requerimientos del Cliente.

Seleccionar qué medir.

Seleccionar sólo las medidas óptimas de rendimiento significa balancear dos elementos principales, 1) lo que es factible, 2) lo que es más útil o valuable. Si se ha sido capaz de priorizar los requerimientos del cliente, se tiene un buen punto de partida para determinar el valor. La Tabla 3.9. (Pande et. al, 2000) proporciona una lista de criterios a considerar en las categorías de valor y factibilidad para elegir qué medir.

Criterios para la selección de la medición	
Valor/Utilidad	Factibilidad
<ul style="list-style-type: none"> -Ligar o relacionar con requerimientos del cliente de la más alta prioridad. -Exactitud de los datos. -Área de preocupación u oportunidad potencial. -Puede ser un “Benchmarking” con otras organizaciones. -Puede ser de ayuda para continuar con la medición. 	<ul style="list-style-type: none"> - Disponibilidad de los datos. - Tiempo de entrega requerido. - Costo de obtener la información. - Complejidad. - Resistencia deseable o “factor de miedo”.

Tabla 3.9. Selección de criterios de medición.

Desarrollar definiciones operacionales.

Uno de los principales riesgos asociados con la búsqueda de un proceso efectivo de medición del negocio es la falla en crear buenas “definiciones operacionales” – y los procedimientos de recolección de datos que vienen con éstos. Por definición operacional se entiende una clara, entendible y no ambigua descripción de lo que va a ser medido u observado, de tal manera que todos puedan operar o medir consistentemente en base a dicha definición.

Identificar las fuentes de datos.

Existen diversas fuentes posibles de datos en una organización. Las consideraciones más importantes son para asegurar que la fuente que se elija tenga datos correctos y represente al proceso, producto o servicio que se quiere medir.

Preparar un plan de recolección y muestreo

Para la preparación del plan se pueden utilizar herramientas como: formas de recolección de datos, estratificación y muestreo.

3.6.3.2. Desarrollar una Medición en Base a los Defectos e Identificar Oportunidades de Mejora.

En este punto de la guía de implementación Seis Sigma, el objetivo es establecer bases de rendimiento para determinar qué tan bien están trabajando los procesos actualmente – de tal manera que el enfoque sea en la medición del desempeño.

Con datos confiables y medidas del desempeño como rendimiento, DPMO, y Sigma, especialmente si las medidas cubren la mayoría de los procesos clave

enfocados en los clientes – la organización puede localizar áreas de oportunidad de mejora.

La medición es el punto de partida para dar seguimiento a la mejora a través de la implementación de Seis Sigma, permitiendo la documentación de ganancias y reales en la mejora basada en datos robustos.

3.6.4. Proceso de Mejora Seis Sigma.

En esta etapa se describirán algunas de las herramientas y técnicas de soporte para el proceso DMAIC. Se debe hacer énfasis en que el ciclo DMAIC no es una actividad puramente lineal. Mientras cada equipo comienza a probar, recolectar datos, etc. casi invariablemente realiza descubrimientos acerca del proceso y problema. Estas revelaciones significan que la meta del proyecto, por ejemplo, puede ser revisada e incluso en el punto de implementación de soluciones o después de probar una solución, un equipo puede requerir más trabajo de análisis. En general, los equipos pueden trazar su progreso utilizando las Fases DMAIC, pero esto es sobretodo una actividad iterativa. A continuación se describe el proceso DMAIC, en cada una de sus etapas.

3.6.4.1. Definir. Clarificando el Problema, la Meta y el Proceso.

El propósito de esta Fase es clarificar las metas y valor de un proyecto. Los equipos y personal Champion utilizan aquellas herramientas necesarias para evaluar la magnitud de la oportunidad de valor en un flujo de valor dado, los recursos requeridos, y un diseño del proceso de solución del problema (George, 2002). La Fase DEFINIR establece la etapa para un proyecto exitoso Seis Sigma mediante la respuesta a las siguientes preguntas críticas (Pande et al., 2002):

- a) ¿Cuál es el problema u oportunidad en el cual se enfocarán?
- b) ¿Cuál es la meta? (Esto es qué resultados se quieren lograr y para cuando).
- c) ¿Quién es el cliente a quien se sirve y/o es impactado por el proceso y el problema?
- d) ¿Cuál es el proceso que se está investigando?

En la documentación de definición de las metas y parámetros al inicio del proyecto, los equipos de mejora pueden ayudar a asegurar que su trabajo cumpla con las expectativas de los líderes de la organización y patrocinadores del proyecto.

Definición del Proyecto.

Existen diversas formas de desarrollar y dar formato a la carta de definición del proyecto. Se presentan a continuación algunos de los puntos más comunes incluidos en una carta de definición del proyecto, así como algunas reglas para producir el documento en cuestión.

a) Definición del Problema.

Esta es una descripción concisa y enfocada de lo que está mal. La definición del problema y el proceso de escribirla sirven para:

1. Validar que el análisis del proyecto razonado ha sido claramente entendido por el equipo de mejora.
2. Reforzar el consenso y propiedad de los miembros del equipo alrededor del problema a ser tratado.
3. Asegurarse de que el equipo está comenzando a enfocarse en un problema ni demasiado pequeño ni demasiado amplio.
4. Evaluar la claridad de la información de soporte y ayudar a definir el problema.
5. Establecer una medida base contra la cual dar seguimiento al progreso y a los resultados.

b) La Definición de la Meta.

La definición del problema y la meta son un par relacionado. Mientras la definición del problema describe los "síntomas", la definición de la meta establece el "alivio" en términos de resultados concretos. La estructura de la definición de la meta puede ser estandarizada de acuerdo a los siguientes términos:

1. Descripción de que es lo que se va a realizar. La definición de la meta debería comenzar con un verbo. "Reducir..."; "Incrementar..."; "Eliminar...", tratando de evitar "Mejorar...", ya que el término sería vago.

2. La meta debe cuantificar el costo del ahorro deseado, eliminación de defectos o reducción de tiempo, etc. todo ello en porcentajes o números reales.
3. Un plazo del proyecto y/o un marco de tiempo para resultados. La fecha establecida en la etapa temprana del proyecto requerirá ser revisada más tarde, el establecer un plazo ayuda a reunir recursos y compromiso y a acortar tiempos de ciclo del proyecto. Una sugerencia para fines de claridad es el establecer dos plazos en la definición de las metas – una fecha para la implementación de soluciones, y otra para cuando se espera mostrar resultados medibles.

c) Restricciones y Supuestos.

Esta sección de la Carta de Definición del Proyecto ayuda a clarificar y documentar las limitaciones, y otros factores relevantes que podrían afectar los esfuerzos del equipo.

d) Problema Inicial o Datos de Oportunidad.

Ya que no se desea que la definición del problema conste de más que de dos o tres enunciados breves, cualquier medición o hechos que se crea son relevantes para identificar o entender el problema pueden ser resumidos en una sección separada de la carta de definición del problema. Se pueden actualizar estos datos a medida que se avanza en el proyecto, o dejarlos tal y como fueron registrados al inicio del proyecto.

e) Miembros del Equipo y Responsabilidades.

La Carta de Definición del Proyecto puede también listar a la gente que estará involucrada en el proyecto Seis Sigma, incluyendo los miembros del equipo, gente de apoyo, staff de consultoría y el patrocinador del proyecto o personal Champion.

Definición de los requerimientos del Cliente.

Si la organización ya tiene un sistema VOC efectivo y los datos son accesibles, puede ser fácil para el equipo DMAIC el validar las necesidades y especificaciones del cliente. Bajo la presión de obtener resultados, los equipos de mejora del proceso tendrán que balancear el tener un entendimiento completo de los requerimientos del cliente con la necesidad de mantener el proyecto DMAIC en progreso.

Identificar y Documentar el Proceso.

Una actividad final esencial de Definir es el desarrollar una “imagen” del proceso involucrado en el proyecto. En general se sugiere que se comience con un diagrama SIPOC. Una vez que éste haya sido completado, es posible decidir si se requiere un mapa del proceso más detallado.

Con un diagrama SIPOC, los requerimientos del cliente, y la carta del proyecto completada, un equipo estará listo para desplazarse a la Fase de medición de DMAIC.

3.6.4.2. Medir: Justificando y Refinando la Definición del Problema.

Asumiendo que el proyecto es aprobado por el Champion, el equipo procede a la Fase MEDIR, en la cual los miembros del equipo recolectan información del problema. Aquí, se utilizan herramientas primarias de recolección de datos, mapeo del proceso, análisis de Pareto, gráficos, etc. (George, 2002). La medición es la Fase clave de transición, la cual sirve para validar o refinar el problema y para comenzar la búsqueda de causas raíz, el objetivo de Fase analizar. La medición tiene que ver con dos preguntas clave (Pande et al., 2002):

1. ¿Cuál es el enfoque y extensión del problema, basado en mediciones del proceso y/o salidas? (esto es comúnmente llamado la medida base).
2. ¿Qué datos clave pueden ayudar a simplificar el problema a sus principales factores o causas raíz “pocos vitales”.

E involucra principalmente:

- ✓ Entender cómo es medido el proceso y cómo se esta desempeñando.
- ✓ Decidir qué medir y cómo se va a medir.
- ✓ Medir el desempeño actual del proceso (rentabilidad de la producción, DPMO, capacidad, etc.)
- ✓ Evaluar el sistema de medición (Antony, 2003).

Las decisiones sobre qué medir son difíciles, ya sea por que hay muchas opciones disponibles o por el reto de recolectar datos. En los esfuerzos del proceso

de mejora, la necesidad de recolectar datos en diversas Fases es una de las principales razones por las que los proyectos pueden tomar meses para completarse. Algunas veces no es posible realizar las mediciones que se desean, por lo tanto la capacidad de encontrar alternativas de medición o cualquier forma de hacer mejor uso de la información que se pueda recolectar es importante. Parte del arte de Seis Sigma es el basar decisiones y soluciones en hechos suficientes para ser efectivos y para aprender cómo usar mejor los datos a través del tiempo.

3.6.4.3. Analizar.

En la Fase ANALIZAR el equipo examina su información y su mapa de proceso (Diagrama SIPOC) para caracterizar la naturaleza y extensión del defecto. Las herramientas ayudan al equipo a precisar las trampas de tiempo y a definir las herramientas en orden de prioridad. Este conocimiento detallado acerca del problema se enfoca en encontrar mejoras (en la siguiente Fase) que proveerán la base fundamental de las causas del problema (George, 2002). La Fase ANALIZAR involucra (Antony, 2003):

- ✓ Identificar la causa raíz de los defectos o fallas.
- ✓ Entender la información (usando herramientas estadísticas simples como graficas e histogramas, etc.)
- ✓ Uso de herramientas simples ANOVA, hipótesis, análisis de regresión, etc. Para analizar la información.
- ✓ Seleccionar las pocas causas vitales de las muchas causas triviales para la Fase de mejora.

El principal requerimiento, antes de estar listo para comenzar la Fase ANALIZAR, es tener al menos una medición confirmada, sólida y repetible que clarifique la oportunidad y/o el problema. Esta debe ser la medida que se repetirá durante y después de que las soluciones sean implementadas, para dar seguimiento a los efectos de la mejora.

La Fase ANALIZAR es la más impredecible del proceso DMAIC. Se convierte en un proceso de detección. Las herramientas que se utilizan y el orden en las cuales se aplican dependerán mucho del problema y proceso y de cómo se aborde el problema. Una de las lecciones más valiosas de la estrategia Seis Sigma, de hecho, es que los “sospechosos usuales” (las causas de las que se piensa son la causa raíz del problema) frecuentemente resulta que en realidad no son las causas del problema.

El ciclo del Análisis de la Causa Raíz.

Se puede representar la Fase ANALIZAR, como se aplica en el proceso de mejora, como un ciclo. El ciclo es dirigido mediante la generación y evaluación de “hipótesis” como causas del problema. De acuerdo a la Figura 3.5. es posible entrar al ciclo por el punto (a) – mediante la búsqueda del proceso y los datos para identificar las posibles causas – o por el punto (b) – donde se comienza con una causa sospechosa y se busca validarla o refutarla a través del análisis. Cuando se encuentra una hipótesis que no es correcta, se puede regresar al principio del ciclo para volver con una completa y nueva explicación.

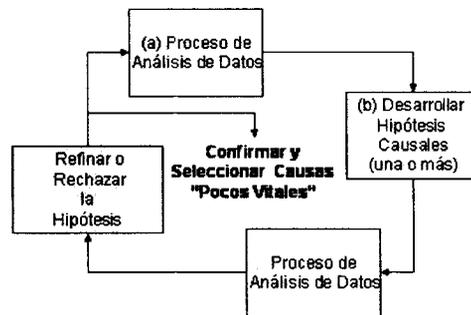


Figura 3.5. El ciclo de análisis/hipótesis de la causa raíz.

Estrategias de Análisis Clave.

Como lo indica el diagrama del ciclo de análisis, existen dos fuentes de entrada para determinar la causa verdadera del problema de enfoque:

- ✓ **Análisis de datos:** Usar las mediciones y datos – aquellas que ya han sido recolectadas, o nueva información reunida en la Fase de análisis – para visualizar tendencias u otros factores acerca del problema.
- ✓ **Análisis del proceso:** Una investigación más a fondo y en entendimiento de cómo el trabajo está siendo hecho para identificar inconsistencias, “desconexiones”, o áreas de problema que puedan causar o contribuir al problema.

Estas dos estrategias, combinadas, producen el poder real del análisis Seis Sigma.

Herramientas.

Algunas de las herramientas utilizadas en la etapa Analizar, con el objetivo principal de encontrar causas raíz, se describen en la Tabla 3.10.

Herramientas de la Fase Analizar	
El Diagrama Causa-Efecto	El análisis causa-efecto deja comenzar al grupo con un efecto – un problema, ó en algunos casos un efecto o resultado deseado – y crear una lista estructurada de posibles causas del mismo.
Análisis y Mapeo del Problema	Los mapas de proceso están entre las herramientas esenciales de Seis Sigma, en los cuales la mejora, diseño, medición y administración de procesos son el enfoque primario.
Análisis de Causa Lógica	Es una estrategia que todos utilizamos intuitivamente, al menos alguna vez en el tiempo. La ventaja de ésta es que no se requiere ser un experto en algún tema o tecnología para contribuir a la búsqueda de las posibles causas.
Análisis Pareto	El Pareto es utilizado para estratificar datos en grupos del más grande al más pequeño. Una forma especializada de gráfica de barras, el Pareto ayuda a identificar las ocurrencias más comunes o causas del problema.
Histograma o tabla de frecuencias	Los histogramas son utilizados para mostrar el rango y profundidad de la variación en un grupo de datos. Un histograma técnicamente muestra sólo datos continuos, mientras que la tabla de frecuencias puede desplegar datos discretos.
Gráfica de corridas	Una gráfica de corridas muestra la variación en un proceso, producto u otro factor sobre el tiempo. La gráfica de corridas y su “prima” la gráfica de control muestra cómo las cosas cambian de momento en momento, día a día, etc.
Diagrama de Correlación	Muestra correlación entre dos factores que varían por cuenta o continuamente así como las relaciones causales potenciales entre un factor y otro.

Tabla 3.10. Algunas herramientas utilizadas en la Fase Analizar.

Para completar la Fase Analizar, se presentan aquí algunos pasos finales que ayudarán a confirmar las hipótesis causales y pasar a la Fase de mejora:

1. **Verificar la causa a través de un análisis lógico:** Probar la causa con datos que se han recolectado y preguntar: ¿esta explicación cumple con los hechos, incluyendo lo que se ve y lo que no se ve que suceda?
2. **Revisar la causa a través de la observación:** Visitar el proceso o el lugar donde se sospecha que la causa sucede, para ver si se puede observar en acción.
3. **Confirmar sospechas con gente que tenga el conocimiento:** Hablar con gente involucrada en el trabajo – clientes, proveedores o expertos en la materia – para obtener su validación – refinamiento o rechazo – de las hipótesis.
4. **Aplicar la prueba de confianza:** Como un equipo, ver si se puede encontrar consenso en las siguientes preguntas:
 - a. ¿Estamos conformes en que entendemos suficiente acerca del proceso, problema y sus causas raíz para desarrollar soluciones efectivas?

3.6.4.4. Mejorar: Generación, Selección e Implementación de Soluciones.

En la Fase de MEJORA se aplica un conjunto de herramientas para eliminar defectos tanto en calidad como en velocidad del proceso (tiempo de entrega y entrega a tiempo) (George, 2002).

La Fase MEJORAR involucra (Antony, 2003):

- ✓ Cómo pueden ser removidas las causas de defectos o fallas.
- ✓ Identificar las variables clave causantes del problema.
- ✓ Documentar las soluciones.
- ✓ Probar las soluciones y medir los resultados.

Una de las herramientas clave para comenzar el proceso de mejora es la lluvia de ideas, que se utiliza con el fin de recolectar ideas del equipo de mejora y posteriormente continuar con la generación de soluciones.

Las ideas generadas en la Fase de MEJORA son como materia prima: requieren ser refinadas para tener valor real para la organización. Usualmente, las soluciones Seis Sigma serán combinaciones de ideas que juntas hagan un plan para resultados, ya sea para reducir defectos, lograr tiempos más rápidos de ciclo, resaltar el valor para los clientes, etc.

Se elabora una declaración o definición de las soluciones que representa una clara descripción de una propuesta de mejora. El valor de la declaración de la solución es que asegura una completa definición y entendimiento de la idea en consideración. Se recomienda que los equipos generen consistentemente dichas declaraciones para asegurar que las soluciones han sido bien pensadas. La declaración de la solución se vuelve el objetivo del proyecto una vez que se hayan elegido las soluciones a ser implementadas. También se vuelve la última de las 4 declaraciones que un equipo DMAIC debe crear en el curso de un proyecto de mejora del proceso (Declaración o Definición del problema, Definición de la meta, Definición de la hipótesis, Definición de la solución).

Los pasos clave para definir una solución final DMAIC son los siguientes (Pande et al., 2002):

1. **Generar ideas de solución:** utilizar la lluvia de ideas, sentido común, y otras técnicas como análisis de mejores prácticas, etc. Para crear un arreglo amplio de posibilidades para manejar la causa raíz.

2. **Simplificar opciones y generar la declaración de solución:** refinar la idea en estrategias funcionales que puedan ser implementadas en el proceso del negocio. Describirlas en una declaración formal.
3. **Seleccionar la solución a ser seleccionada/implementada:** Revisar la lista de opciones e identificar la solución a ser implementada para lograr la meta. Estar consiente de que otras soluciones potenciales pueden ser puestas en plan para implementaciones posteriores.

Dependiendo de la naturaleza de las soluciones propuestas en la declaración de soluciones, el equipo puede requerir otros conocimientos y recursos. La atmósfera cambia de una de reflexión a otra de acción. Mientras los beneficios potenciales se incrementan, la mejora se vuelve más cercana y los riesgos se incrementan a su vez. Para lanzar soluciones exitosas el equipo se debe enfocar en las 4 p's : planeación, prueba piloto, prevención de problemas.

- ✓ **Planeación:** cambiar o arreglar un proceso requiere habilidades de administración de proyectos. Tener un plan sólido de implementación que cubra acciones, recursos y comunicación es clave y más crítico en tanto la complejidad de la solución se incrementa.
- ✓ **Prueba Piloto:** La prueba de soluciones en una escala limitada es un deber. Las oportunidades de problemas imprevistos son altas, y la curva de aprendizaje puede ser un gran obstáculo cuando se cambia a una nueva forma de hacer las cosas.
- ✓ **Prevención de Problemas:** La prevención de los problemas es clave para asegurar que los equipos hayan pasado a través de una serie de dificultades que los preparen para lidiar con dichos problemas pro activamente.

La Fase de mejora toma tiempo para probar las soluciones, medir los resultados y asegurar el éxito de un proyecto DMAIC. Un elemento crítico final de la implementación es el capturar datos para dar seguimiento al impacto de los cambios en tanto hacen efecto – tanto para contar los resultados y buscar y responder a cualquier interferencia.

3.6.5. Expandiendo e integrando el sistema Seis Sigma.

Cuando los procesos de mejora o proyectos de diseño logran la meta de reducir los defectos, la disciplina es esencial para mantener los resultados (Pande et al., 2002).

En esta sección se explorarán los retos tanto a corto como a largo plazo de sostener una mejora Seis Sigma. Las acciones clave a tomar en la administración de procesos para el rendimiento Seis Sigma son las siguientes:

- a) Implementar medidas y acciones para sostener la mejora (la Fase de control del ciclo DMAIC).
- b) Definir la responsabilidad para el dueño del proceso y la administración.
- c) Ejecutar administración de “circuito cerrado” y manejo de Seis Sigma.

3.6.5.1. Implementar medidas y acciones para sostener la mejora

La Fase CONTROLAR del ciclo DMAIC.

Cuando el proceso ha logrado el nivel de calidad requerido, las herramientas de la Fase de CONTROL son empleadas para acotar el beneficio. Algunas de estas herramientas de control, como la prueba y error (conocida como Poka-Yoke), crean un sistema de monitoreo, calibración y retroalimentación para detectar y corregir instantáneamente tendencias – y para detener el proceso si es necesario. Los dispositivos de prueba y error hacen que sea imposible para el proceso el crear defectos (George, 2002). La Fase CONTROLAR involucra (Antony, 2000):

- ✓ Cómo pueden ser mantenidas y sustentadas las mejoras.
- ✓ Documentar los nuevos métodos.
- ✓ Seleccionar y establecer estándares de medición para monitorear el desempeño.

La primera consideración es cómo solidificar las ganancias inmediatas hechas a través de los esfuerzos de Seis Sigma. Es al final del proceso de mejora o del esfuerzo de rediseño/diseño que los resultados logrados son más vulnerables. Un equipo por sí solo no puede evitar que sus esfuerzos se conviertan en inútiles (Pande et al., 2002).

Se hace necesario construir un soporte sólido para la solución. Algunas de las consideraciones más importantes incluyen las siguientes:

1. **Trabajar con aquellos quienes administran el proceso:** Esto ayuda si aquellos que deben administrar el nuevo y mejorado proceso también participaron en su creación. Cuando este no es el caso, los equipos y patrocinadores del proyecto tienen que explicar cuidadosamente los beneficios de la mejora.

2. **Publicar los resultados obtenidos, con hechos y datos:** Ser capaces de mostrar el por qué y cómo el cambio que se ha desarrollado tiene sentido para los clientes del negocio convencerá a la gente de que la nueva estrategia es la correcta.
3. **Tratar a la gente que administra y utiliza el nuevo proceso como un cliente:** Los resultados necesitan ser expresados en los términos en que los diferentes grupos lo entiendan. Cuando la gente está siendo cuestionada en hacer trabajo extra como parte de las soluciones, se debe explicar claramente cómo otros aspectos de su trabajo se volverán más fáciles.
4. **Crear el sentido de propósito y entusiasmo:** Compartir crédito de la solución y construir el sentido de participación.

Otro aspecto a considerar es la documentación de los cambios y los nuevos métodos. Una organización exitosa Seis Sigma tendrá que buscar nuevas formas de hacer que la documentación sea útil y accesible. Las reglas generales que ayudarán a la gente a seguir realmente las direcciones o documentación son:

- ✓ Mantener la documentación simple y resumida, clara, amigable, incluir opciones e instrucciones para emergencias, a la mano y contar con un proceso para revisión y actualización.

La recomendación es el tratar de mantener la propiedad de los documentos cerca del área de trabajo, en las manos de aquellas personas quienes sean las más capaces de juzgar qué requiere ser documentado, a qué nivel y cuándo debe ser revisado. También es importante mantener consistencia a través de la organización.

Así mismo se debe definir la responsabilidad para el dueño del proceso y la administración.

Elementos de la visión de Administración del Proceso.

1. Los líderes del negocio se concentrarán en que el trabajo se mueva eficiente y efectivamente a través de las funciones para el beneficio del cliente y finalmente de los socios del negocio.
2. Los empleados se identificarán tanto con el proceso como con sus propias funciones o departamentos individuales.
3. La gente de todos los niveles entenderá cómo su trabajo “encaja” dentro del proceso y agrega valor al cliente.

4. Los requerimientos del cliente serán conocidos a través del proceso.
5. Los procesos experimentarán la medición, mejora y rediseño continuos.

El Dueño del Proceso en la organización.

No existe una descripción oficial de trabajo para el dueño del proceso, pero las siguientes responsabilidades son esenciales para el rol en una organización Seis Sigma:

1. **Mantener el proceso de documentación:** El dueño del proceso es la persona quien crea y se convierte en dueño de los datos del diseño del proceso, datos de los requerimientos del cliente, y otros documentos de definición del proceso, también es responsable de mantener dichos documentos actualizados.
2. **Medición y monitoreo del rendimiento del proceso.**
3. **Identificar problemas y oportunidades:** El dueño del proceso es la persona que debe ver primero los problemas que surgen, o a quien la gente reportará los problemas que detecte.
4. **Lanzar y patrocinar esfuerzos de mejora:** Cuando los proyectos para mejorar, diseñar o rediseñar un proceso son identificados, el dueño del proceso tomará el rol clave de facilitador, asumiendo la responsabilidad por mantener las ganancias.
5. **Coordinación y comunicación con otros procesos y con administradores funcionales:** Es sólo a través de la coordinación flujo arriba y flujo abajo que el dueño del proceso puede eliminar las barreras o actitudes que surgen en el mundo funcional. El dueño de un proceso tiene que trabajar con los proveedores y clientes para cumplir con la meta de desempeño.
6. **Maximizar el rendimiento del proceso:** El dueño del proceso llega a ser el factor clave para lograr los niveles de calidad Seis Sigma, eficientemente y con flexibilidad.

3.7. Conclusión.

Six Sigma provee un sistema comprensible y flexible para maximizar el éxito del negocio. Ha sido considerado un acercamiento revolucionario para mejoras de calidad en productos y procesos por medio del uso efectivo de métodos estadísticos.

Capítulo 4

4. Lean Six Sigma.

4.1. Introducción.

Actualmente dos de los más populares programas de administración en la industria son Manufactura Esbelta y Seis Sigma. En ambas estrategias, su efectiva implementación involucra cambios culturales en las organizaciones, nuevas estrategias de producción y servicio a clientes y un alto grado de compromiso, entrenamiento y educación de los empleados, desde la alta dirección hasta el piso. Ambos sistemas han llegado a abarcar características comunes, como el énfasis en la satisfacción del cliente, alta calidad, entrenamiento de empleados y "empowerment". Con diferentes raíces pero metas similares, Manufactura Esbelta y Seis Sigma son estrategias efectivas por sí mismas. Aunque, algunas organizaciones que han implementado Seis Sigma o Manufactura Esbelta han encontrado que eventualmente alcanzan un punto de resultados tope. Esto es, después de la reingeniería de sus sistemas de operación y soporte para la mejora mediante la solución de problemas principales y la resolución de ineficiencias clave, no se generaron mejoras posteriores. Por lo tanto las organizaciones esbeltas están examinando Seis Sigma y las organizaciones Seis Sigma están explorando la administración esbelta.

4.2. Definición.

Lean Six Sigma es una estrategia que combina la Manufactura Esbelta y Seis Sigma desde una perspectiva global que toma en consideración a los proveedores de los productos y servicios y a los clientes. Esta estrategia establece cómo mejorar los procesos en una forma que considera tanto los costos de la mala calidad como los factores críticos de los requerimientos de los clientes. Además de los Procesos de Manufactura, Lean Six Sigma ha probado ser una estrategia exitosa en la Industria de servicios (Shere, 2003).

Lean Six Sigma utiliza los principios de Seis Sigma para reducir el número de defectos y reducir el tiempo de entrega con la velocidad de Kaizen. Ayuda también a disminuir la variación de todos los procesos a lo largo de la cadena de flujo de valor (Value Stream). Su principal objetivo es la satisfacción del cliente a través de la

respuesta rápida, calidad superior (con la capacidad seis sigma) y precio competitivo.

La aplicación de la metodología Lean Six Sigma será más efectiva en cuatro áreas principales del sistema del negocio: funciones administrativas, operaciones de manufactura, procesos de negocios a través del ciclo orden-embarque y el ciclo del desarrollo del producto, todo ello desde la conceptualización del diseño hasta la producción.

4.3. Sinergia de la Manufactura Esbelta y Seis Sigma.

Seis Sigma no agrega velocidad al proceso por sí misma y es por esto que la falta de mejora en los tiempos de entrega de las compañías que aplican los métodos de Seis Sigma por sí solos no se comprende. Estas compañías generalmente logran también sólo una mejora modesta en trabajo en proceso y en la rotación de inventario de bienes terminados (George, 2002).

Pero los métodos de Manufactura Esbelta por sí solos tampoco son la respuesta: muchas de las compañías que han mostrado una pequeña mejora en la rotación de inventarios han intentado, de hecho, el aplicar métodos esbeltos. Parece ser que mucha de la gente de estas compañías que entiende la manufactura esbelta, simplemente no es efectiva en implementarla a través de la corporación a un ritmo rápido. Las compañías alcanzan algún éxito notable pero sólo en pequeñas áreas. Los datos muestran que la mejora a lo largo de la compañía como un todo permanece lenta sin la infraestructura cultural de Seis Sigma (George, 2002).

Cuando una compañía utiliza Manufactura Esbelta y Seis Sigma simultáneamente, es posible que alcance mejoras dramáticas en el proceso y a lo largo de la compañía, con rapidez, y de hecho es posible probar que esta combinación es un prerrequisito para lograr altas tasas de mejora. La fusión de Manufactura Esbelta y Seis Sigma es requerida para la mejora continua en una compañía debido a que:

- ✓ La estrategia de Manufactura Esbelta no puede traer a un proceso bajo control estadístico.
- ✓ La infraestructura Seis Sigma por si sola no puede mejorar la velocidad del proceso en forma dramática o reducir la inversión de capital.

El propósito de la integración de ambas filosofías es probar que la estrategia de Manufactura Esbelta y la infraestructura Seis Sigma, cuando se enfocan en los proyectos de más alto valor, y se apoyan en la correcta infraestructura de realización, pueden producir resultados notables y sostener la creación de valor (George, 2002).

Ambas Metodologías son complementarias, mientras que la Manufactura Esbelta proporciona los proyectos de mejora, Seis Sigma proporciona la infraestructura de ejecución de dichos proyectos así como las herramientas y el personal capacitado para cumplir con las metas definidas. En la Tabla 4.1 se contrastan los elementos del Pensamiento Esbelto, la Manufactura Esbelta y la contribución de la filosofía Seis Sigma como complemento.

Pensamiento Esbelto	Manufactura Esbelta	Contribución de la Infraestructura Seis Sigma
Establece una metodología de enfoque en la creación de valor. Procesos administrativos y manufactura de servicios enfocados al cliente. Las 5 etapas del Pensamiento Esbelto.	Establece una metodología de mejora.	Establece el despliegue de las políticas de la metodología.
	Enfoque en el flujo de valor del cliente.	Medición de los requerimientos del cliente, administración cross-funcional.
	Implementación basada en proyectos.	Habilidades de administración de proyectos.
	Entendimiento de las condiciones actuales.	Descubrimiento de conocimiento.
	Recolección de datos de producción y del producto.	Herramientas de recolección de datos y análisis.
	Documentación del flujo y distribución actuales. Mapeo del Flujo de Valor.	Herramienta efectiva para la mejora y la creación de valor.
	Tiempo del proceso.	Herramientas y técnicas de recolección de datos, control estadístico del proceso.
	Cálculo de la capacidad del proceso y "Takt Time".	Herramientas y técnicas de recolección de datos, control estadístico del proceso.
	Creación de hojas combinadas de trabajo.	Planeación del control del proceso.
	Evaluación de las opciones.	Análisis causa-efecto.
	Planeación de nueva distribución de planta.	Habilidades de equipo, administración de proyectos.
	Pruebas para confirmar la mejora.	Métodos estadísticos para una comparación válida.
	Reducción del tiempo de ciclo, defectos del producto, tiempo de intercambio, fallas de equipo.	Diseño de experimentos, 7 herramientas de control de calidad.

Tabla 4.1. La sinergia de Manufactura Esbelta y Seis Sigma

4.4. Beneficios de la Integración de Manufactura Esbelta y Seis Sigma.

Es deseable que las organizaciones esbeltas hagan más uso de datos en la toma de decisiones y utilicen metodologías que promuevan una estrategia más científica de calidad (Maleyeff et al., 2001).

La Figura 4.1. (Maleyeff et al., 2001) muestra la naturaleza de las mejoras que podrían ocurrir en las organizaciones que practican la Manufactura Esbelta o Seis Sigma, y la mejora correspondiente que un programa integrado podría ofrecer. El eje horizontal representa la perspectiva de valor del consumidor, incluyendo la calidad y el rendimiento de la entrega. El eje vertical representa la utilidad que la venta del producto otorgará al proveedor del producto o servicio. Bajo cada sistema, se lograrán mejoras, pero estas mejoras comenzarán de un nivel de inicio a un cierto punto en el tiempo. Al implementar sólo Seis Sigma el nivel de inicio de mejora podría ser debido al énfasis en optimizar la calidad medible y métricas de entrega, pero ignorando cambios en los sistemas básicos de operación para eliminar operaciones de desperdicio. Al implementar solo la Manufactura Esbelta, el nivel de inicio de mejora podría ser debido al énfasis en suavizar el flujo del producto, pero haciendo esto de una manera menos científica sin relacionar el uso de datos y métodos de control estadístico de calidad.

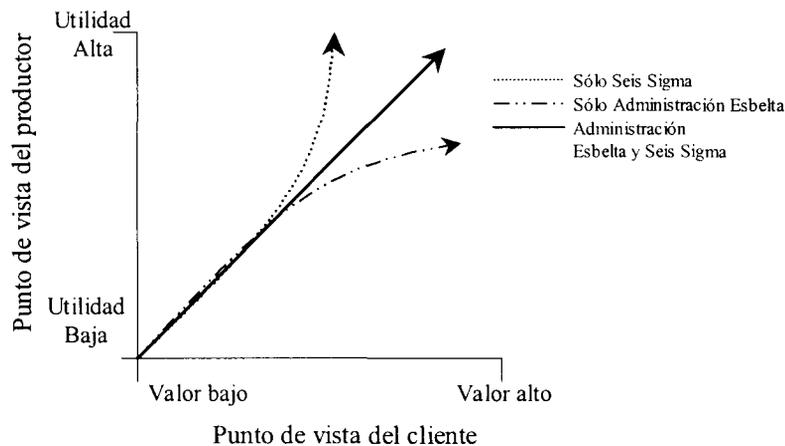


Figura 4.1. Naturaleza de la ventaja competitiva.

Una organización con Manufactura Esbelta y Seis Sigma capitalizaría resultados apoyada en los esfuerzos de ambas metodologías e incluiría los siguientes tres aspectos primarios de la **Manufactura Esbelta**:

1. Incorporaría una filosofía que busque el maximizar el contenido de valor agregado de todas las operaciones.
2. Constantemente evaluaría todos los sistemas de incentivos en el lugar para asegurar que ellos resulten en la optimización global en vez de en la optimización local.
3. Incorporaría un proceso de administración de toma de decisiones que base cada decisión en su impacto relativo en el consumidor.

Así mismo incluiría los tres aspectos primarios de **Seis Sigma**:

1. Implantaría metodologías guiadas por datos en toda toma de decisiones, de tal manera que los cambios estén basados científicamente.
2. Promovería metodologías que se esforzaran por minimizar la variación de las características de calidad y
3. Diseñaría e implementaría una estructura de educación en la compañía y un régimen de entrenamiento.

4.5. Aplicando lo Mejor de Ambas para la Excelencia Operacional.

Existe una gran confusión y mal entendimiento acerca de los beneficios, contenido, limitaciones, traslapes y características únicas de estas dos estrategias. A continuación se proporciona una guía que muestra cómo integrar apropiadamente y aplicar lo mejor de ambas metodologías (KCG, 2000).

4.5.1. Definiciones.

El término Manufactura Esbelta, analizado en el capítulo 2, fue popularizado en el libro, "La máquina que cambió al mundo", escrito por James Womack y publicado en 1990. Dicho libro detalla el Sistema de Producción Toyota (SPT), comparándolo y contrastándolo con otro, entonces prevaleciente de estrategias de manufactura automotriz.

El término Esbelto se ha convertido en un término genérico para los sistemas de manufactura/operaciones "jalar" y para la gran cantidad de métodos y herramientas que lo apoyan. A continuación se muestran varias de estas herramientas y metodologías (KCG, 2000), Figura 4.2.:

Categoría de desperdicio	Tipos de Desperdicio	Estrategia de Reducción de Desperdicio	Método	Puntos de Enfoque	Principales hojas de trabajo	Resultados Deseados
Gente	Procesamiento	Administración del Espacio de Trabajo	Trabajo Estándar	Distribución y etiquetaje	Hoja de trabajo estándar	Area de trabajo altamente eficiente y segura con alta rendimiento.
			Organización del espacio de Trabajo	Arreglo de herramientas y partes Instrucciones de trabajo Eficiencia de trabajo Monitores visuales	Forma de observaciones de tiempo. Hojas combinadas de trabajo estándar	
	Movimiento	Posesión del Grupo de Trabajo	Kaizen	Revisión de estatus cada hora Equipos de trabajo por celdas Juntas por turno Planes de mejora	Hoja de Balanceo de la carga de trabajo Hoja de metas Kaizen	
			Entrenamiento de intervalo corto	Sistema de sugerencias de celdas Entrenamiento de habilidades	Hoja de acciones Kaizen	
Cantidad	Inventarios	Just-In-Time	Nivelación	Balaceo de trabajo Cantidad y ubicación de trabajo en proceso	Hojas de trabajo estándar Hojas combinadas de trabajo estándar Hoja de Balanceo de la carga de trabajo	Lo que se requiere cuando se requiere
	Mover cosas		Kanban	Ubicación del Kanban	Kanbans Tabla de producción	
	Hacer demasiado		Preparación rápida de máquinas Mantenimiento preventivo	Tipos de Kanban Tamaño de lotes Análisis de cambio o relevo de máquinas Análisis PM	Capacidad por proceso Hoja de programación del análisis PM	
Calidad	Arreglar defectos	Prueba de errores	Detección	Asistencia automatizada apropiada	Hojas combinadas de trabajo estándar	Calidad
			Advertencia Predicción Prevención	Modificaciones Revisiones sucesivas Interruptores límite Revisión de hojas	Hoja de acciones a prueba de errores	
		Autonomation	Jikoda	Fotoceldas, plantillas, entrenamiento crossfuncional	Lista de "hacer" a prueba de errores	

Tabla 4.2. Herramientas y Métodos de Manufactura Esbelta.

Otros términos para Esbelto o sistemas jalar son sincronización, flexible, celular, justo a tiempo, flujo de una sola pieza, etc. La palabra Kaizen es usualmente utilizada en conjunción con, o como un sustituto de Esbelto. Kaizen es la palabra en japonés para pequeños y continuos cambios para la mejora. Aunque Kaizen no es lo mismo que Esbelto, sino una parte de este.

Seis Sigma, estrategia analizada en el capítulo 3, nació dentro de Motorola en 1979 y fue producto de la búsqueda de soluciones a los problemas de calidad. Calidad Seis Sigma se refiere a seis desviaciones estándar (la letra minúscula griega σ , es utilizada por estadísticos como un símbolo para la desviación estándar). El modelo para entender la calidad fue arbitrariamente establecido como Seis Sigma (6σ), debido a que un nivel controlado de rendimiento tal parecía inalcanzable en ese tiempo y por lo tanto establecía una meta valiosa del rendimiento del proceso para una organización de clase mundial. Un proceso Seis Sigma tendría una distancia de Seis Sigma entre la media del proceso y el límite de especificación más cercano.

4.5.2. Objetivos de Manufactura Esbelta y Seis Sigma.

El principal objetivo de la Manufactura Esbelta es reducir el desperdicio. Los 7 tipos de desperdicio de Taiichi Ohno se muestran en la segunda columna de la Tabla 4.2. y fueron ya comentados en el capítulo dos. La Manufactura Esbelta instala un sistema que se enfoca en la eliminación de pequeñas ocurrencias de desperdicio (incluyendo gente y espera de material, exceso de inventario y lo

relacionado con la calidad) en cada área de cada día trabajado, creando un sistema jalar a través del tiempo. Esencialmente la Manufactura Esbelta crea una revolución en la manufactura a través de los efectos acumulados de muchas y muy pequeñas mejoras (KCG, 2000).

El objetivo primario de Seis Sigma es la medición del proceso, análisis y mejora utilizando métodos de control estadístico de calidad, diseño de experimentos y herramientas generales de solución de problemas. El énfasis de esta estrategia está en eliminar el problema a través de la definición rigurosa de un problema, desarrollo de métricas y mediciones, estudio de la capacidad del proceso, análisis de causa raíz e instalación de mejora de procesos. La meta es lograr (o comenzar a lograr) mejoras dramáticas en el proceso con un objetivo eventual seis sigma o mejor (KCG, 2000).

La base de los diferentes objetivos de Seis Sigma y Manufactura Esbelta es la siguiente: El sistema esbelto instala una filosofía y práctica de reducción de desperdicios que ataca los siete desperdicios listados en la Tabla 4.2. con la intención de crear sistemas “jalar” autorregulados con mínimo inventario. Seis Sigma ataca problemas con una base estadística y herramientas de solución de problemas.

4.6. La Estructura Lean Six Sigma.

Se propone la siguiente estructura Lean Six Sigma (George, 2002). Lean Six Sigma ofrece a la alta dirección los medios para crear y sostener una ventaja competitiva significativa. La experiencia ha mostrado que las compañías que utilizan ambos métodos: Seis Sigma y Manufactura Esbelta, pueden reducir los tiempos de entrega en hasta 80%, reducir los costos de calidad en 20%, y mejorar los tiempos de entrega en 99%. Al aplicar la Manufactura Esbelta en el proceso de desarrollo del producto es posible reducir el tiempo de lanzamiento al mercado en un 50% y habilitar la reducción del costo del material de 5% a 10%.

La creación de la ventaja competitiva viene del desarrollo de una estructura sustentable para la transformación de la visión de la alta dirección a proyectos de ejecución y a la creación de nuevas capacidades operacionales que puedan expandir el rango de alternativas estratégicas.

Gracias al trabajo de muchas compañías, la guía para la integración de ambas metodologías es clara. La implementación de Lean Six Sigma se basa en tres etapas principales (George, 2002):

1. Iniciación:

- a. Obtener el compromiso de la alta dirección. Desarrollar metas financieras y de rendimiento para un horizonte de planeación de 2 a 5 años, y obtener el compromiso de los administradores de ganancias y pérdidas.
- b. Crear la visión futura y la infraestructura organizacional.
- c. Entrenamiento a los líderes en cuanto a Lean Six Sigma.

2. Selección de proyectos y recursos:

- a. Seleccionar los futuros líderes potenciales como Champions y Black Belts.
- b. Fomentar en los Champions el uso del valor presente neto para la selección de proyectos.
- c. Entrenar a los Black Belts en herramientas de liderazgo y Lean Six Sigma.

3. Implementación, sostenibilidad y evolución:

- a. Proveer una guía experta en los proyectos iniciales.
- b. Dar seguimiento a los proyectos a través del proceso DMAIC hasta obtener los resultados finales.
- c. Implementar Lean Six Sigma en todos los procesos de la compañía, y construir la capacidad de Lean Six Sigma para permanecer como punto clave de enfoque de la compañía.

4.6.1. Necesidad del Compromiso de la Alta Dirección.

Lean Six Sigma tiene el potencial de incrementar rápidamente el valor intrínseco del negocio en menos de un año. Pero esto implícitamente asume que los criterios de éxito, definidos por la cultura Seis Sigma, han sido alcanzados, dichos criterios son los siguientes (George, 2002):

- a. El compromiso de la alta dirección y de la administración.
- b. El compromiso de 1% a 3% del personal de tiempo completo para proyectos de mejora.
- c. La infraestructura para priorizar, aprobar y dar seguimiento a los proyectos contra un plan.
- d. El enfoque del retorno de la inversión en Lean Six Sigma.

4.7. Metodología de Implementación.

La implementación de Lean Six Sigma tiene dos propósitos (George, 2002):

- a. Transformar la estrategia completa del negocio de una visión a una realidad mediante la ejecución de proyectos apropiados.
- b. Crear nuevas capacidades operacionales que expandan el rango de alternativas estratégicas de la compañía.

Las etapas del proceso de implementación de Lean Six Sigma se muestran en la Figura 4.2 (George, 2002) y se describen a continuación.



Figura 4.2 Implementación de la Estrategia Lean Six Sigma

4.7.1. Obtener el Compromiso de la Alta Dirección.

El éxito o fracaso del esfuerzo Lean Six Sigma está basado en el compromiso de la alta dirección. Si estas personas están comprometidas en el proceso, Lean Six Sigma permitirá a la organización utilizar su potencial para la creación de valor. Si el compromiso no existe, Lean Six Sigma será otro esfuerzo fallido en la historia de la compañía.

La alta dirección posee la perspectiva de valor necesaria para iniciar y dirigir el proceso Lean Six Sigma y asegurar que esté fundado de tal forma que se cumplan las metas de ganancias estratégicas y de capital invertido. En cuanto a costos, es importante el diseñar un programa tal que los beneficios económicos se vean en el primer año de implementación, los resultados financieros.

El propósito entonces de la primera etapa la estrategia Lean Six Sigma es el asegurar el compromiso de la alta dirección.

Las salidas más importantes de la primera Fase de Lean Six Sigma son el tener:

- a. El compromiso de los ejecutivos y su participación en el proceso.
- b. Un estimado del costo contra el beneficio.
- c. Un plan de implementación para los primeros 100 días.

Estos elementos son la base para una implementación exitosa Lean Six Sigma. Dichos elementos se logran mediante el aseguramiento de que los líderes de la organización estén de acuerdo en cuanto a lo que la implementación Lean Six Sigma significa para la organización.

4.7.2. Infraestructura de Ejecución y Despliegue en la Organización.

El componente principal del plan inicial es desarrollar la infraestructura – incluyendo la estructura organizacional, procesos, mediciones, y herramientas para apoyar la estrategia Lean Six Sigma, es decir, el plan de despliegue de la estrategia a lo largo de la organización.

Para efectos de claridad, las actividades que se discutirán a continuación son presentadas como una secuencia. Nótese que cuando se esté generando el plan para determinada organización, no es necesario esperar a que cada elemento sea perfecto para comenzar con la implementación.

4.7.2.1. Plan de Despliegue Detallado.

Los principales componentes del plan de despliegue se muestran en la Tabla 4.3.

Principales Componentes del Plan de Despliegue	
a) Enfoque en el Proceso.	Diseñar el proceso sostenible de Lean Six Sigma para ser parte de las operaciones normales del negocio.
b) Estructura Organizacional.	Determinar los roles, responsabilidades y estructuras de reporte en la organización. Desarrollar el criterio y seleccionar a los Champions y Black Belts. Identificar qué entrenamiento será dado a qué grupos de gente.
c) Medidas/Indicadores.	Determinar las medidas/indicadores de éxito.
d) Recompensas y reconocimientos.	Establecer mecanismos para recolección de información y métodos para proporcionar recompensas y reconocimiento.
e) Herramientas de Infraestructura.	Determinar los requerimientos para las herramientas de apoyo.

Tabla 4.3. Principales componentes del Plan de Despliegue.

Típicamente las decisiones iniciales acerca de la infraestructura deben ser revisadas por el comité operativo o equipo administrador. Este plan es evaluado por los líderes en el inicio de la implementación y es finalizado a lo largo de la implementación.

Cada uno de los componentes del plan de despliegue se describirá a continuación.

a) Enfoque en el Proceso.

El enfoque en el proceso aplica para la implementación apropiada de Lean Six Sigma. La mayoría de las compañías están organizadas desde el punto de vista funcional, departamentos y personas tienen responsabilidades estrechamente definidas relacionadas con funciones específicas (contabilidad, servicio al cliente, manufactura del producto).

Se ha demostrado que una organización funcional optimiza los costos de un departamento dado a expensas de exceso de inversión, tiempos largos de ciclo, y satisfacción pobre del cliente. Lean Six Sigma adopta el punto de vista de que los negocios están compuestos por procesos que comienzan con los requerimientos del cliente y deben terminar con la satisfacción del cliente que utiliza el producto o es beneficiado por el servicio proveído. Cada uno de los procesos principales es llamado "Flujo de Valor" (Value Stream), (el conjunto de actividades que convierten

los requerimientos del cliente en productos o servicios entregados). Todo el trabajo entonces, debe ser dirigido por el conocimiento de dónde cae en el flujo de valor del proceso, qué se requiere de los pasos precedentes con el fin de que se haga bien, y qué debe ser entregado a los pasos posteriores para cumplir con las demandas del cliente.

Lean Six Sigma crea efectivamente una mentalidad de proceso a través del mapeo del flujo de valor que conlleva a la selección de proyectos.

Este enfoque en el proceso ayuda a formar decisiones que se deben tomar en la Fase inicial o de planeación, lo cual afectará a las acciones en la selección e implementación de Lean Six Sigma. Algunas de estas decisiones se muestran en la Tabla 4.4.

Toma de decisiones : Enfoque en el Proceso
Selección de proyectos basados en los requerimientos del cliente, dirección estratégica, requerimientos financieros y rendimiento del proceso de la compañía.
Priorizar y reubicar los recursos para producir resultados rápidos.
Desarrollo de habilidades individuales y efectividad del equipo.
Un sistema de recompensas, reconocimientos y comunicación que esté integrado dentro de la cultura de la compañía.
Un proceso de evaluación de los resultados financieros de los proyectos individuales para contabilidad.
Un proceso planeado de comunicaciones multimedia que comprometa a todos los niveles de liderazgo y penetre a la organización desde los niveles más altos hasta los más bajos.

Tabla 4.4. Toma de decisiones: Enfoque en el proceso.

Definir estos procesos es el trabajo del equipo de diseño, apoyado por los líderes funcionales de la compañía.

b) Estructura Organizacional.

La estructura organizacional Lean Six Sigma tiene tres propósitos específicos:

- a) Institucionalizar el esfuerzo Lean Six Sigma.
- b) Establecer roles claramente definidos, así como sus responsabilidades.
- c) Establecer líneas claras de comunicación que ligen al liderazgo organizacional con los miembros del equipo.

La organización Lean Six Sigma incluye una mezcla de personas cuyo trabajo primario son las responsabilidades establecidas en la estructura tradicional y un nuevo conjunto de personas quienes trabajan de tiempo parcial o completo en

proyectos de Lean Six Sigma. Aunque los dos interactúan, se analizan por separado. Un factor importante es asegurar que sus responsabilidades apoyen los procesos clave, analizados en el capítulo tres.

Posiciones de infraestructura con responsabilidades lineales (Estructura organizacional tradicional).

Para asegurar que la implementación se lleve a cabo de forma fluida y que el esfuerzo sea utilizado para elevar el valor de los accionistas, varias posiciones lineales, mostradas en la Figura 4.3. deben tener responsabilidades y metas específicas de Lean Six Sigma.

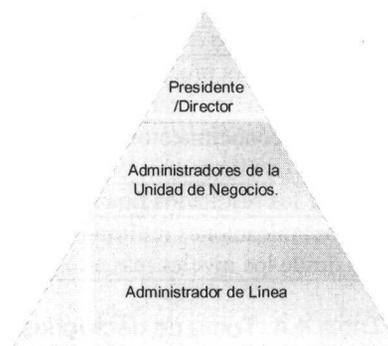


Figura 4.3. Posiciones de infraestructura con responsabilidades lineales

Presidente/Director General/CEO(Chief Executive Officer). La alta dirección.

Además de ser la persona quien toma la decisión de la adopción de los nuevos métodos, es de importancia estratégica para la compañía que el presidente también desarrolle un rol en los procesos de infraestructura mediante:

- a) Comunicar consistentemente las prioridades estratégicas al dirigir reportes del progreso de los proyectos y de los resultados obtenidos.
- b) Seguir la comunicación con acciones mediante el refuerzo constante de la importancia de los esfuerzos Lean Six Sigma en reportes directos y para la organización como un todo.

Administradores de la Unidad de Negocios.

El administrador de la unidad de negocios trabaja con el Champion para articular la unidad estratégica, lo que se convierte en las especificaciones o criterios para la selección de flujos de valor con el más alto potencial de valor presente neto y la aprobación de sus proyectos de soporte Black Belt respectivos.

Las decisiones finales acerca de cuál flujo de valor seleccionar, qué proyectos ejecutar y en qué orden pertenecen al administrador de la unidad de negocios.

Administrador de Línea.

Los administradores de línea reportan a los administradores de la unidad del negocio y son los dueños de los procesos que serán mejorados por la estrategia Lean Six Sigma. Los administradores de línea son también llamados “dueños del proceso” y son responsables del más alto número de personas en el proceso. Mientras que los Black Belts, Green Belts, y otros especialistas son responsables de desarrollar soluciones utilizando herramientas Lean Six Sigma, el tiempo de la implementación de dichos métodos es responsabilidad de los administradores de línea, quienes típicamente llenan el rol de patrocinadores del proyecto.

Nuevas posiciones de infraestructura con responsabilidades específicas Lean Six Sigma.

La estrategia Lean Six Sigma construye nuevas posiciones, mostradas en la Figura 4.4., alrededor de la infraestructura tradicional.

Champion
de la compañía

Champion
Unidad de Negocios

Master Black Belt

Black Belt

Green Belts

White Belts

Figura 4.4. Posiciones de infraestructura con responsabilidades lineales

Estas posiciones caen en dos amplias categorías:

- a. **Champions:** Personal de nivel administrativo de tiempo completo responsable de la coordinación y seguimiento de la implementación de Lean Six Sigma, los Champions reportan directamente al Presidente de la compañía.
- b. **“Belts”:** Los Black Belts y Master Black Belts son posiciones de tiempo completo que reportan directamente al Champion de la unidad. Los Green Belts y White Belts son recursos entrenados adicionalmente para los proyectos de Lean Six Sigma; dichas posiciones proporcionan un camino de desarrollo para llegar a ser Black Belt.

“Champion” de la compañía.

El Champion dirige al equipo de diseño, ayuda a desarrollar la estrategia corporativa Lean Six Sigma y finalmente monitorea y supervisa su ejecución. Su principal responsabilidad es asegurar que el resto de la compañía ejecute un consistente y rápido despliegue. Otro de los roles del Champion es monitorear y dar seguimiento a los resultados de Lean Six Sigma al compararlos con las metas estratégicas establecidas por la alta dirección.

“Champion” de la unidad de negocios.

El Champion dentro de cada unidad de negocios es el encargado de crear la relación entre las estrategias de la unidad de negocios y el Black Belt. El Champion de la unidad de negocios es un trabajo de tiempo completo y dicho rol debe ser asignado a una persona tal que la compañía piense que tiene el potencial para llegar a ser un administrador de la unidad de negocios.

Debido a que estos Champions tienen responsabilidades muy importantes, ellos requieren recibir un entrenamiento intensivo en las herramientas Lean Six Sigma relacionadas con la selección de proyectos y de la identificación del flujo de valor.

Master Black Belt.

Actúa como un consultor experto interno para los Black Belts y sus equipos. El Master Black Belt debe tener experiencia en la administración exitosa de equipos de mejora para alcanzar las metas utilizando herramientas de mejora y habilidades de liderazgo. Se espera que el Master Black Belt se convierta en un recurso experto

en una o más tareas especiales, como las herramientas avanzadas de Seis Sigma o Manufactura Esbelta. El Master Black Belt proporciona el conducto para hacer que las “mejores prácticas” sean comunicadas al Champion de la unidad de negocios y después al resto de la compañía.

Black Belt

Los Black Belt son posiciones de tiempo completo responsables de dirigir a los equipos de los proyectos. También son responsables de la entrega de valor y beneficios que fueron determinados para cada uno de sus proyectos durante el proceso de selección de proyectos.

Los Black Belt también trabajan con sus equipos para identificar las mejores prácticas, las cuales son enviadas al Master Black Belt (y después compartidas con el resto de la organización).

Green Belts

Un Green Belt trabaja en un proyecto Lean Six Sigma sólo de tiempo parcial, en un proceso específico acerca del cual él o ella poseen un conocimiento importante para el éxito del proyecto. El Green Belt típicamente recibirá dos semanas de entrenamiento por parte del Black Belt y aprenderá a aplicar habilidades específicas del proceso DMAIC que se relacionen con el proyecto en cuestión. Además de ayudar al Black Belt, el Green Belt puede ser asignado a proyectos específicos para su ejecución independiente.

White Belts

Los White Belts son otro recurso de tiempo parcial que algunas organizaciones utilizan para expandir a la gente que tiene noción de las metas y herramientas de Lean Six Sigma. El White Belt debe tomar la iniciativa para unirse a equipos ya que son candidatos potenciales para ser recursos Green Belt y de esta manera hacer una contribución al proceso de mejora continua.

c) Medidas.

El éxito del programa Lean Six Sigma será determinado por los resultados financieros que éste aporte a la organización.

A medida que se planee el despliegue, se debe pensar en términos de medición, es decir, de indicadores de los resultados financieros potenciales por venir. Los indicadores están ligados a las acciones iniciales que los equipos de despliegue deben realizar para el arranque. Por ejemplo para medir qué tan rápido el programa se desplegará se podrían tomar en cuenta los siguientes indicadores, los cuales son directos y fáciles de medir:

- a) Número de ejecutivos entrenados, Número de Champions de tiempo completo identificados y entrenados, Número de Black Belts de tiempo completo seleccionados, % meta, Número de Black Belts de tiempo completo entrenados.
- b) Tamaño y valor de los proyectos, en términos del VPN.
- c) Medición organizacional del compromiso para el cambio.

Concentración de Valor de los Proyectos.

Para medir el retorno real de la inversión, una vez que el programa ha sido establecido, se podría descomponer la ecuación de valor en sus controladores clave, algunos de los cuales son muy directos para su medición: el número de proyectos completados y el valor promedio por proyecto.

El número de proyectos completados está en función del número de Black Belts y el tiempo de ciclo promedio del proyecto. El valor del proyecto es simplemente una función de la calidad de los proyectos seleccionados y de la calidad de la solución entregada por el equipo.

Como mínimo se debe medir el tiempo de ciclo del proyecto y el valor del proyecto en una base regular y conocer el nivel de variación de dichos números.

Algunos de los controladores de importancia son las causas raíz de los factores de rendimiento que se pueden encontrar durante el proyecto. Mediante encuestas, auditorías de los proyectos, evaluaciones de equipos y evaluaciones del entrenamiento se pueden obtener datos importantes.

d) Recompensas y Reconocimientos.

Al seleccionar a los Master Black Belts y a los Black Belts, la compañía está seleccionando a sus futuros líderes. La compañía proporciona un entrenamiento intensivo lo cual proporciona a dichos candidatos potenciales un alto grado de habilidades. La última cosa que las compañías desean que suceda es el invertir tiempo y recursos en éstas personas y que finalmente abandonen la compañía. Dos factores que ayudarán a retener dichos recursos son la compensación y el reconocimiento.

Compensación.

Para compensar a los Master Black Belts y a los Black Belts se recomienda lo siguiente:

- a) Otorgar un ligero incremento de 5% - 10% basado en el salario cuando el Black Belt complete el entrenamiento DMAIC.
- b) Para hacer comprender que un bono está ligado al rendimiento del proyecto, se puede crear un fondo de dinero generado en el nivel de una unidad del negocio y después compartir dicho fondo con todos los Black Belts, Champions y Green Belts.

Esta estrategia no es competitiva ni divide al equipo. Se debe recordar que lo que se está tratando de hacer es desarrollar a los futuros líderes de la compañía, no agentes libres. Es más importante para la compañía el generar oportunidades de carrera para los Black Belts que compensaciones monetarias.

Reconocimiento.

El reconocimiento se puede dar de muchas formas. Una de las más significativas es involucrar a la administración en el desarrollo del Black Belt. La presencia ejecutiva en una ceremonia de cierre de cuatro semanas de entrenamiento Black Belt, algún nivel de patrocinio ejecutivo servirá para reforzar el compromiso corporativo con la iniciativa Lean Six Sigma y demostrará que el equipo Black Belt es importante para la organización. En el nivel Green Belt, el administrador de la unidad de negocios y el Champion deben dirigir la ceremonia de reconocimiento.

e) Herramientas de Infraestructura.

Lean Six Sigma es una iniciativa que requiere que se rebasen las fronteras a través de la compañía y sea vista fácilmente desde un nivel macro para asegurar que los esfuerzos verdaderamente contribuyan al valor de los accionistas. Se ha encontrado un valor significativo en el despliegue de herramientas que a su vez apoyan al despliegue de los programas Lean Six Sigma, dichas herramientas se clasifican en las siguientes categorías:

- a) Herramientas de identificación y selección de proyectos (Software).
- b) Herramientas de administración del programa Lean Six Sigma. (Software).
- c) Software de aprendizaje e influencia.
- d) Software de evaluación del equipo.

4.7.3. Establecimiento de la Visión de la Compañía.

Las primeras dos acciones asociadas con la implementación de Lean Six Sigma, obtener el compromiso de la alta dirección y la planeación del despliegue, están enfocadas en los niveles más altos de la compañía. Esto significa que sólo un pequeño número de gente ha sido involucrado: el presidente de la compañía, ejecutivos, administradores de las unidades de negocios, el Champion corporativo y quizá un consultor externo.

Obviamente no se pueden alcanzar las metas de Lean Six Sigma si sólo unas pocas personas están involucradas en la iniciativa. Para crear la visión a lo largo de la compañía se requiere formar una experiencia que dé a la gente el tiempo de “digerir” y analizar lo que han aprendido y experimentar los beneficios de Lean Six Sigma de primera mano.

4.7.3.1. Evento de Transformación.

Se le llama así a la herramienta utilizada para convencer a los administradores de las unidades de negocios de que la estrategia Lean Six Sigma es algo diferente a las estrategias ya conocidas, diseñada para incrementar el valor para los accionistas del negocio y para proporcionar ganancias potenciales. Los administradores son la audiencia primaria para este evento debido a que éstos serán

convocados a dedicar su mejor evaluación y su mejor gente en la unidad de negocios, en apoyo a la implementación de Lean Six Sigma, así como a atacar los mayores problemas de la compañía con un nuevo proceso.

El evento de transformación típicamente incluye cinco elementos, que constituyen su estructura, cada uno con un propósito en particular.

1. **Presentación del Presidente de la compañía (CEO):** Para demostrar el compromiso de los líderes.
2. **Presentación del equipo de diseño y despliegue:** El cual presenta una imagen creíble de cómo la compañía lucirá cuando las mejoras en la eficiencia del proceso y la calidad se manifiesten.
3. **Testimonios de éxito:** De personas externas y confiables de compañías experimentadas, que muestren que las ideas presentadas funcionan en situaciones reales.
4. **Simulación de Lean Six Sigma:** De tal forma que los participantes puedan experimentar de primera mano lo que es mejorar la calidad, reducir los tiempos de ciclo, y entender la interacción colaborativa.
5. **Preparación del lanzamiento:** Realizar discusiones que tracen el camino de transición de este evento al trabajo de soporte para la estrategia Lean Six Sigma.

4.7.4. Selección de los Equipos de Trabajo y Proyectos.

Para hacer que los Black Belts y otros recursos entreguen valor, se requiere seleccionar e identificar proyectos de alto valor agregado y asegurar que el entrenamiento ha sido diseñado para lograr que los Black Belts completen eficientemente dichos proyectos.

4.7.4.1. Selección los Recursos Black Belt.

La selección de los candidatos Black Belt es un esfuerzo colaborativo del administrador de la unidad de negocios, el Champion de la unidad de negocios y los administradores de línea quienes son dueños del proceso. Este grupo realiza las siguientes actividades:

- a) Desarrolla las descripciones del puesto.
- b) Desarrolla el criterio para la selección de Black Belts.
- c) Entrevista y selecciona candidatos.
- d) Coordina el entrenamiento de dichos recursos.

Algunos de los criterios de selección recomendados, en orden de prioridad, son:

- a) Habilidades de liderazgo en equipo.
- b) Experiencia en administración de proyectos.
- c) Experiencia y entrenamiento en solución de problemas.
- d) Habilidades de comunicación.
- e) Interés desde el punto de vista del proceso más allá de su unidad.
- f) Capacidad de aprender el análisis financiero (Retorno del capital invertido, valor presente neto, etc.)
- g) Habilidades técnicas y de computación.

El criterio requiere ser sopesado apropiadamente, con frecuencia, el liderazgo y las habilidades para relacionarse tienen un peso más alto que las habilidades técnicas debido ya que la experiencia muestra que las herramientas no resuelven problemas por sí solas.

4.7.4.2. Selección de los Proyectos.

La selección efectiva de los proyectos es un factor clave en la determinación de la efectividad de la estrategia Lean Six Sigma. Los proyectos deben ser seleccionados basados en la comparación del valor entregado con el esfuerzo realizado.

Una de las herramientas más poderosas para este propósito es la gráfica de esfuerzo/beneficio. Estas gráficas usualmente reflejan el incremento de las ganancias operativas contra el esfuerzo requerido para entregar este beneficio (incluyendo los recursos del equipo más cualquier costo o capital). Los proyectos en

el cuadrante de alto beneficio/bajo esfuerzo se convierten en el foco de recolección de datos y análisis para determinar el valor presente neto.

El despliegue de los proyectos potenciales gráficamente proporciona una forma fácil de hacer un primer corte al decidir cuáles proyectos presentan el mayor beneficio potencial.

La selección de proyectos puede ser vista como etapas en evolución:

- a) En el comienzo de la iniciativa Lean Six Sigma, deben existir algunas oportunidades en la organización, dichas oportunidades deben ser ordenadas por prioridad y su alcance determinado.
- b) Durante el evento de transformación, los administradores de ganancias y pérdidas, Champions, y otras personas serán convocados a comenzar a pensar acerca de los criterios para la selección de proyectos así como la lluvia de nuevas ideas para proyectos.
- c) A medida que se evoluciona a través del primer año de la iniciativa Lean Six Sigma, se comenzará a tomar más en cuenta el mapeo del flujo de valor como una herramienta para identificar los proyectos de más alto impacto.

4.7.4.3. Términos Utilizados en la Selección de Proyectos.

Existen varios términos en la selección de proyectos cuyo significado es importante recapitular. Dichos términos se presentan en la Tabla 4.5.

Términos utilizados en la Selección de Proyectos	
Flujo de Valor	El conjunto de actividades que convierten los requerimientos del cliente en productos y servicios entregables. La mejora de un flujo de valor requiere múltiples proyectos.
Flujo de Valor de alto potencial del valor presente neto	Un flujo de valor que, una vez mejorado, puede contribuir significativamente al valor de los accionistas y ser un factor clave de éxito para la compañía.
Oportunidad	Una idea compuesta potencialmente de múltiples proyectos.
Proyecto	Una idea que puede ser manejada por un equipo Lean Six Sigma y cumplir con los criterios establecidos.
Eficiencia del ciclo del proceso	Una métrica clave de Lean Six Sigma, medida como la cantidad de tiempo de valor agregado en un proceso dividido por el total de tiempo de entrega.
Diagnóstico	Una serie de observaciones, colección de datos, y pruebas utilizadas por los Champions para generar oportunidades de proyectos.

Tabla 4.5. Términos utilizados en la Selección de Proyectos.

4.7.4.4. Definición del Proyecto y su Alcance.

Las ideas de los proyectos requieren ser clarificadas antes de que estén listas para su priorización final. La siguiente tarea será elaborar una tarjeta de información en donde se describa de una forma robusta el proyecto Lean Six Sigma. Esta tarjeta de información servirá para transmitir la esencia del proyecto a un comité de selección de proyectos, a la administración del programa Lean Six Sigma y a la alta dirección.

El contenido de la tarjeta de definición del proyecto es parte de la carta de declaración del proyecto tradicional Seis Sigma e incluye información como la siguiente:

- ✓ Definición del problema.
- ✓ Alcance del proyecto.
- ✓ Información base.
- ✓ Medidas o indicadores clave.
- ✓ Beneficios.
- ✓ Esfuerzo.
- ✓ Suposiciones.
- ✓ Riesgos/Aceleradores.
- ✓ Requerimientos de recursos.
- ✓ Duración del proyecto.

Para aquellos familiarizados con los programas Seis Sigma, esta actividad es similar con lo que el equipo tradicionalmente realiza en la Fase DEFINIR, como se analizó en el capítulo tres. El principal beneficio obtenido al aplicar esta herramienta en el proceso de selección de proyectos es la creación de un mejor sentido de los límites del proyecto, su costo y su potencial.

4.7.4.5. Selección final de los proyectos.

Las etapas en el proceso de selección de proyectos son:

- a. Se identifican los flujos de valor con alto potencial de valor presente neto y se generan ideas de proyectos que solucionarán los problemas detectados.
- b. Se eliminan redundancias de la lista de proyectos y se realiza la valuación cada idea clasificándolas en categorías de acuerdo al esfuerzo/beneficio.
- c. Habiendo seleccionado varios proyectos por Black Belt para su futura investigación, se completa una definición simple del proyecto en una forma, la cual incluye un resumen detallado de los costos y beneficios financieros asociados con el proyecto, así como la especificación de los riesgos conocidos y las suposiciones hechas.

Se debe contar con un análisis financiero a fondo que permita visualizar los beneficios potenciales de un proyecto dado, para esto es deseable condensar a todos los proyectos bajo un mismo denominador: el valor presente neto.

En algunos casos será deseable capturar como beneficios aquellos factores no financieros como la satisfacción del cliente o la ventaja competitiva.

Una vez realizado lo anterior todos los proyectos pueden ser plasmados en una gráfica esfuerzo/beneficio además de sus méritos explorados. Mediante este proceso es posible separar los proyectos rentables de los no rentables lo que permitirá a la administración realizar un debate acerca de la priorización final de los proyectos pero sólo sobre aquellos proyectos de importancia. La priorización de los proyectos dará como resultado una lista de proyectos Lean Six Sigma.

4.7.5. Implementación del Proceso de Mejora DMAIC.

Antes de entrar a detalle en cuanto al proceso DMAIC, será de ayuda el explicar el contexto dentro del cual el proceso y sus herramientas serán utilizados.

En el nivel más amplio, el Champion de la corporación, el administrador de la unidad de negocios, los Champions de la unidad de negocios, y otros identificarán numerosas oportunidades que están claramente ligadas a los requerimientos del cliente y flujos de valor y que tienen un alto potencial para contribuir a la creación de valor para los accionistas. Una vez que estas oportunidades han sido aprobadas son asignadas a Black Belts y a sus equipos por el Champion de la unidad. Así, se espera que los equipos apliquen el proceso de mejora Lean Six Sigma para obtener los beneficios de los proyectos.

En la mayoría de los casos, los proyectos están relacionados con factores de calidad, en otros, la oportunidad puede llegar en la forma de fallas internas o problemas de altos costos que afectan a la administración del negocio en vez de a los clientes finales. Estos costos de fábrica “escondidos” son completamente válidos para formar un proyecto aunque no estén relacionados con los factores críticos de calidad para el cliente. Atacar dichas oportunidades usualmente resulta en una reducción simultánea y dramática en la variación, costo de calidad y tiempo de ciclo.

4.7.5.1. El Proceso DMAIC y sus Herramientas.

La mejor forma de intervenir en un proyecto es casi siempre el seguir un método de mejora estructurado que dirija a los Black Belts lógicamente desde la definición del problema hasta la implementación de soluciones. Uno de los modelos más utilizados es el Proceso DMAIC, como se analizó en el capítulo tres, el cual cuenta con las siguientes etapas:

a) Definir. Confirmar la oportunidad y definir los límites y metas del proyecto.

El propósito de la Fase DEFINIR para el equipo de mejora Lean Six Sigma es clarificar las metas y refinar el entendimiento del valor potencial del proyecto. Se requiere determinar quién hará qué en esta etapa. En cualquier evento, alguien necesita confirmar la magnitud de la oportunidad de valor en un flujo de valor dado, revisar la evaluación de los recursos requeridos y desarrollar un plan de cómo el proyecto será implementado utilizando el proceso DMAIC.

Herramientas: Las herramientas asociadas con la etapa DEFINIR sirven primariamente a la función de documentación de la información. El equipo requiere una “carta” claramente escrita que documente el caso del negocio para trabajar en el proyecto, los resultados esperados, los miembros del equipo, los patrocinadores del proyecto, etc.

b) Medir. Recolectar datos para establecer el estado actual, lo que está sucediendo actualmente en el lugar de trabajo y su proceso.

El propósito de la Fase MEDIR es el recolectar información que describa la naturaleza y extensión del problema. Muchas de las herramientas de recolección de datos serán utilizadas al principio de esta etapa, con los datos recolectados se realizará la confirmación de la mejora en etapas más avanzadas.

Herramientas: Existe un extenso rango de herramientas de datos y procesos utilizadas en MEDICION, incluyendo:

- ✓ Técnicas de lluvia de ideas, para reforzar la creatividad.
- ✓ Herramientas de mapeo de procesos, para documentar cómo el proceso trabaja actualmente.
- ✓ Numerosas herramientas de datos, para recolectar y desplegar diferentes tipos de datos.

c) Analizar. Interpretar los datos para establecer relaciones de causa-efecto.

La meta aquí es tener sentido de toda la información, y dar seguimiento a las relaciones causa-efecto que produzcan los defectos, retardos, etc. Al término de la Fase MEDIR de DMAIC, el equipo debe tener una imagen exacta de lo que está pasando en el proceso y de cuáles pasos están contribuyendo más a los retardos, problemas de calidad, etc. En la etapa analizar la meta es desarrollar el conocimiento que ayudará al equipo a utilizar su tiempo en la mejora más efectivamente. Mucho del trabajo de esta Fase está dedicado a explorar las relaciones entre las variables de entrada y de salida.

Herramientas: Las herramientas utilizadas en esta etapa son empleadas para analizar datos históricos.

d) Mejorar. Desarrollar soluciones enfocadas a las causas raíz confirmadas.

En la etapa de mejora, el equipo tiene que pasar del pensamiento amplio al pensamiento enfocado y práctico, ahora que se conocen las causas, ¿qué cambios específicos pueden proponer en el proceso para atacar dichas causas? y ¿qué métodos lograrán que se alcance el efecto deseado.

Herramientas: De todas las herramientas asociadas con el proceso DMAIC, aquellas más utilizadas en la Fase de mejora representan la mezcla de las herramientas de Seis Sigma y Manufactura Esbelta. Los sistemas jalar, reducción de tiempos de preparación, y TPM (Mantenimiento productivo total), por ejemplo, son herramientas utilizadas en la Manufactura Esbelta; herramientas como DOE (diseño de experimentos) representan alcances inherentes de la tradición de mejora de calidad Seis Sigma.

e) Controlar. Implementar procedimientos para asegurar que la mejora/ganancia sean sostenidas.

El propósito de esta etapa es asegurar que las ganancias hechas sean preservadas, hasta que nuevos conocimientos y datos muestren que existen otras opciones para mejorar la forma en que opera el proceso. El equipo debe manejar la forma en que transmitirá lo aprendido al dueño del proceso y asegurarse de que todos los que trabajan en el proceso estén entrenados en cuando al uso del nuevo procedimiento.

Herramientas: Las herramientas utilizadas en esta etapa están enfocadas en la implementación: cómo documentar los nuevos procesos, qué datos recolectar con regularidad en el monitoreo del rendimiento del proceso, etc. En muchos casos el equipo estará utilizando herramientas que ya ha utilizado con anterioridad en las etapas pasadas del proceso DMAIC (como los gráficos de control) pero con el objetivo de monitoreo en vez de investigación de causas.

Aprender el proceso completo DMAIC y todas sus herramientas normalmente toma de cuatro a cinco semanas de entrenamiento. Como administrador o ejecutivo, será de ayuda si se es familiar con los nombres y propósitos de algunas de las herramientas DMAIC, aunque no se requiere un conocimiento a detalle de cómo dichas herramientas están construidas (George, 2002).

4.8. Institucionalización de Lean Six Sigma.

La institucionalización se puede dar en tres pasos, listados aquí en orden de prioridad (George, 2002):

1. Iniciar en forma adecuada.
2. Construir la confianza en la estrategia.
3. Extender e institucionalizar Lean Six Sigma.

4.8.1. Iniciar en Forma Adecuada.

Si no se comienza de la manera correcta, se pone a la compañía en una desventaja enorme y todo el esfuerzo aplicado a los otros elementos de la institucionalización será inútil. Los tres factores esenciales que se deben tener en cuenta para comenzar de la manera correcta son:

1. Posiciones de Black Belt y Champion dedicadas tiempo completo.
2. Selección de la mejor gente para estos roles.
3. Seleccionar los proyectos más importantes para el negocio.

4.8.2. Construir la confianza en la estrategia.

Hacer Lean Six Sigma parte de la organización involucra muchas acciones, en muchos niveles de la organización consistente y repetidamente. Se presentan aquí algunas consideraciones para construir la confianza:

1. Obtener y publicar resultados.
2. Los líderes deben comunicar lo que Lean Six Sigma significa, clara, simple y frecuentemente.
3. involucrar a los empleados en todos los aspectos del cambio transformacional.
4. Reconocer y premiar positivamente el cambio en cuanto a comportamiento y habilidades.
5. Integrar el entrenamiento de líderes.
6. Planear y reforzar un enfoque en los procesos transaccionales.
7. Reforzar los valores corporativos existentes durante la implementación.
8. Integrar Lean Six Sigma en las sesiones de planeación de las unidades estratégicas del negocio existentes.
9. Compartir las mejores prácticas aprendidas a través del negocio.

4.8.3. Extender e institucionalizar Lean Six Sigma.

A medida que la gente en la compañía se familiariza con la estrategia Lean Six Sigma se buscarán formas para extender su uso tomando en cuenta lo siguiente:

1. **Reforzar un lenguaje común:** Hacer que términos como DMAIC, métricas, valor presente neto, Manufactura Esbelta, variación, y tiempo de ciclo, formen parte del lenguaje diario cuando se discute acerca de operaciones de mejora y/o mejoras futuras.
2. **Integrar los planes Lean Six Sigma con los planes del negocio:** Asegurarse de que la estrategia Lean Six Sigma está incorporada a los planes estratégicos existentes, planes operativos y presupuestos.
3. **Extender Lean Six Sigma hacia toda la cadena de suministro:** Los proveedores y algunos clientes intermediarios son parte del flujo de valor. Si es necesario, se podrían entrenar Black Belts para los clientes y/o proveedores o proporcionar uno de la compañía si aceptan comprometerse con el proceso.
4. **Reconocer la necesidad de la estrategia Lean Six Sigma en el proceso de diseño:** La estrategia Lean Six Sigma puede dar velocidad a los procesos de diseño y desarrollo de los productos y ayudar a la mejora de los diseños de los productos y los procesos. Ya que la mayoría de los costos asociados con un producto se determinan en la etapa de diseño, la aplicación de Lean Six Sigma en dichas áreas puede tener una reducción dramática en los costos.

4.9. Conclusión.

Lean Six Sigma debe ser vista como un recurso que provee continuidad de concepción y desarrollo de las fuerzas del negocio y que puede ser aplicado para resolver cualquier problema del negocio. En resumen:

1. Lean Six Sigma es factor clave en la estrategia de la corporación.
2. Lean Six Sigma es una estrategia dirigida por las necesidades del negocio y de los clientes.
3. Lean Six Sigma habilita una ventaja competitiva.

La meta final de la estrategia es el convertirse en parte integral de la compañía.

Capítulo 5

5. Definición de la Pequeña y Mediana Empresa y su Entorno.

5.1. Introducción.

La importancia del Sector Manufacturero se acentuó en México, durante esta década, al reorientarse la política de comercio exterior al impulso de exportaciones no petroleras. Las empresas manufactureras al responder a esta política quedaron expuestas a diferentes presiones, tales como la globalización de la economía, la apertura del mercado doméstico, y al incremento de la competencia como resultado del ingreso de México a la zona de libre comercio de Norteamérica (Goulart, 1998). En este contexto, el número de empresas del sector manufacturero representó el 73.8% del total de empresas del sector industrial del país en 2003, lo que resalta su importancia en el contexto económico nacional.

5.2. Criterios Generales de Clasificación.

El criterio de clasificación más común de las PyME en países desarrollados y en desarrollo, incluidos los de América Latina, es el número de trabajadores que emplean. En la práctica, son muy pocos los países desarrollados que cuentan con un criterio adicional para la clasificación de las empresas del sector. En los países en desarrollo, además del número de empleados, se usan frecuentemente variables como el valor de los activos y el volumen de ventas (CEPAL, 2001).

La estructura por estratos de las empresas mexicanas se definió en el Diario Oficial de la Federación y se muestra en la Tabla 5.1., (3 de Diciembre de 1993) especificando cuatro estratos conforme al tamaño:

Tamaño de Empresa	Número de Empleados	Ventas Anuales (Pesos Mexicanos)
Micro	0-15	Hasta 900,000
Pequeña	16-100	Hasta 9,000,000
Mediana	101-250	Hasta 20,000,000
Grande	251 y más	Más de 20,000,000

Tabla 5.1. Estructura por estratos de las empresas mexicanas.

Conforme a estos criterios, el estrato de la micro y pequeña empresa representó, durante el período 1980 - 1993, entre el 97% y el 98% de los

establecimientos dedicados a la manufactura en México (INEGI, 1995). En 1993 este estrato, (agrupando al estrato de la micro y al estrato de la pequeña) registró un promedio de 5,1 empleados por empresa, en contraste con 620.8 empleados por establecimiento en el estrato de la empresa grande (Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos 1995. INEGI, 1996).

5.3. Caracterización de las PYME's.

La caracterización de las PyME puede hacerse a partir de tres variables convencionales de análisis: producción, productividad y empleo (CEPAL, 2001).

A partir del análisis se estima que el sector PyME en términos generales y en comparación con las empresas grandes, contribuye al empleo nacional como porcentaje de la población económicamente activa urbana y ocupada, entre 14%-15% para la región. Su participación no es marginal y es mayor que en la producción (CEPAL, 2001).

5.3.1. Aspectos Clave de la Caracterización de las PyME's.

- ✓ Las PyME constituyen la fuente más importante de generación de empleo y, dentro de la estructura industrial, su participación no es marginal.
- ✓ La participación relativa de las PyME en la estructura industrial, tanto a nivel de ventas como de producción, no siempre es significativa, especialmente en países pequeños, donde las empresas grandes se encargan de la producción de bienes de consumo.
- ✓ La participación de las PYME en el empleo es mayor que en la producción (CEPAL, 2001).

5.4. Aspectos Generales de la PyME.

El sector de las PYME, comparado con el de las empresas grandes, se caracteriza por una baja producción en volumen y calidad, una escasa especialización, altos costos de operación y transacción, un bajo nivel de integración vertical y horizontal, así como mano de obra poco capacitada. Además, la producción está atomizada en pequeñas unidades económicas y se distingue por ser

mayoritariamente urbana y estar concentrada en las zonas metropolitanas de cada ciudad (CEPAL, 2001).

5.5. Características de las PyME's que las distinguen de las Grandes Empresas.

1. **Medio Ambiente, Entorno:** incertidumbre acerca del medio ambiente, vulnerabilidad.
2. **Organizacional:** estructura simple, pobre en términos de recursos.
3. **Toma de Decisiones:** proceso de toma de decisiones de corto plazo, reactivas y enfocadas en el flujo físico en vez de en el flujo de información.
4. **Psico-social:** rol dominante administrador-propietario.
5. **Flexible,** con proximidad al Mercado, velocidad de reacción y redirección (agilidad) (Bigras, 2000).

5.6. Obstáculos de la PyME para la competitividad.

Uno de los mayores obstáculos para el incremento en la competitividad de la PyME es el hecho de estar aisladas y actuar solas, desvinculadas de sus homólogas y de su mismo sector. Esta situación las hace muy vulnerables al entorno económico actual de globalización y cambio tecnológico y les resta representatividad y poder de negociación. En general, las PyME están inmersas en un círculo vicioso de baja productividad de la mano de obra, bajos ingresos y escasa capacidad de reinversión productiva, que impide que este sector se inserte competitivamente en el proceso de globalización y cambio tecnológico (CEPAL, 2001).

Uno de los mayores obstáculos que impide el desarrollo de las PyME no es su tamaño, ni los canales de abastecimiento o de comercialización, sino el hecho de actuar aisladas en el proceso productivo. En el actual contexto de globalización, liberalización financiera y cambio tecnológico continuo, las PyME no pueden sobrevivir en forma aislada; es necesario crear un ambiente de colaboración (CEPAL, 2001).

Los obstáculos que enfrenta la PyME, por el lado de los insumos, se pueden identificar de la siguiente manera (Prado, 2003):

1. **Dificultad para alcanzar economías de escala y economías de tamaño**, lo que la excluye del acceso a mercados puesto que no puede ser un exportador o proveedor permanente. Los costos unitarios altos limitan la oferta de servicios a la PyME (créditos, seguros, etc.).
2. **Pasivos y Patrimonio**: percepción de mayor riesgo, mayores costos de transacción e intermediación y desconocimiento del riesgo por parte de los intermediarios financieros. El patrimonio es propiedad de empresas familiares.
3. **Innovación y Tecnología**: restricciones presupuestarias y limitaciones al acceso de fuentes de información imposibilitan el desarrollo de tecnología y la adopción de nuevos métodos de producción, además existen deficiencias en la calificación de los recursos humanos.
4. **Insumos de producción**: compra de pequeñas cantidades imposibilita alcanzar y mantener la calidad y los precios similares a los de las empresas grandes.
5. **Deficiencias en gerencia**: por lo general quien dirige la empresa es un buen técnico pero que no tiene habilidades y conocimientos sólidos para administrar y vender su producción.

5.7. Ventajas e Importancia de la PyME.

Para nadie es desconocida la importancia de la PyME en nuestra región, puesto que un elevado porcentaje de las empresas de América Latina corresponde a este segmento. Sin embargo, sigue siendo un sector al que no se le ha podido dar una solución integral.

Es necesario destacar que entre sus ventajas se encuentran: el uso intensivo de mano de obra por monto de capital invertido es elevado y el costo de capital para crear un empleo adicional es mucho menor que en el caso de las empresas grandes. Por lo tanto, la PyME es una fuente importante de empleo, de estabilidad y de un crecimiento económico mejor distribuido, a pesar de que en la actualidad enfrenta serios obstáculos como son la penetración a mercados internacionales y el acceso a los mercados de capital (Prado, 2003).

5.8. El Entorno de la PyME.

La PyME actualmente opera en un mundo profundamente cambiante, basado en (Bigras, 2000):

1. Globalización, internacionalización del Mercado, información, eliminación de reglamentos (deregulation).
2. La complejidad de los requerimientos del cliente.
3. Competitividad e innovación, aspectos basados en el conocimiento y el capital intelectual (Factor Humano).

El término PyME es vasto y heterogéneo en términos de:

1. Segmento de la industria (manufactura, servicios, comercio, construcción, agricultura, etc.).
2. Tamaño.
3. Tipo de empresa e independencia.

Las tendencias y tópicos relacionados con la globalización, el conocimiento de la economía y la competitividad de la PyME constituyen la complejidad (incertidumbre y ambigüedad) de su entorno. La PyME y las organizaciones que la apoyan deben primero entender e identificar dicha complejidad, de tal forma que estén mejor preparados para administrarla. Al respecto, es esencial el identificar los componentes de este entorno (stakeholders), esto es, cualquier entidad que es fuente o meta de actividades potenciales de la PyME.

5.8.1. Componentes del Entorno de la PyME.

Existen componentes primarios tradicionales del negocio (clientes, proveedores, instituciones financieras) con los cuales la PyME realiza transacciones en la forma de flujo de factores tangibles (intercambio de bienes y servicios) e intangibles (intercambio de datos, información y conocimientos). Otros componentes en el entorno de la empresa (centros de investigación, universidades, asociaciones profesionales, agencias de gobierno etc.) diseñan su infraestructura de desarrollo, dando apoyo a la PyME para su competitividad mediante la provisión de recursos

adicionales, información y experiencia. Los componentes de la PyME se muestran en la Figura 5.1 (Bigras, 2000).

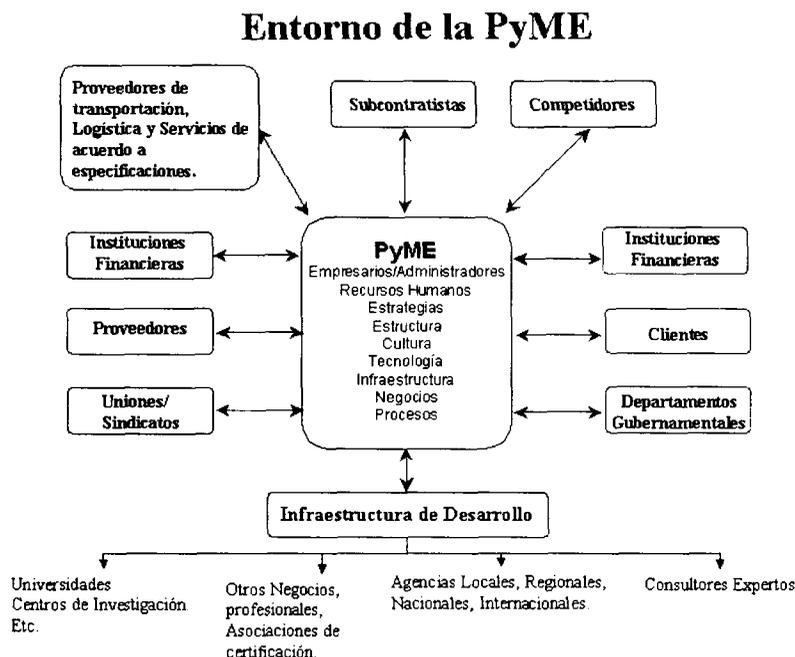


Figura 5.1. Entorno de las PyMEs.

5.8.2. Limitaciones del entorno.

Entre las limitaciones que genera el entorno de la PyME se encuentran muy a menudo, la falta de estabilidad económica en los países, debido a la ausencia de políticas adecuadas que redundan negativamente en la actividad empresarial. Por lo general, un manejo equivocado de las políticas económicas resta competitividad a las actividades de la PyME y a sus exportaciones e incrementa las ventajas de los productos importados (Prado, 2003).

La inexistencia de gremios de pequeños y medianos empresarios, lo suficientemente fuertes para actuar como grupo de presión y lograr políticas beneficiosas para el sector, es otra de las debilidades inherentes a la PyME (Prado, 2003).

La legislación vigente por lo general no se compadece de las restricciones de este sector. Las leyes laborales son inflexibles y encarecen la mano de obra, impidiendo las contrataciones temporales, lo cual es un elemento primordial en el funcionamiento de la pequeña y mediana empresa (Prado, 2003).

Finalmente, la distribución regresiva de las carteras de crédito en los sistemas financieros margina a la PyME, lo que significa que las instituciones financieras atienden principalmente a las empresas grandes y no a la PyME debido a que las primeras mantienen montos importantes en depósito y efectúan movimientos de volúmenes significativos de fondos. Además, este financiamiento se verifica contra garantías reales, que por cierto les significa menores costos de atención que dirigirse a los empresarios más pequeños, excluyendo así a la PyME de su atención e interés (Prado, 2003).

5.9. Visión Sistémica de la PyME y su Entorno.

Con un punto de vista estratégico basado en la complejidad, la visión sistemática de la PyME y su entorno es esencial. Esta visión está basada en la identificación de los límites y el flujo entre la organización y su medio ambiente y en la descomposición del sistema organizacional en tres subsistemas relacionados. Dichos subsistemas son (Bigras, 2000):

- ✓ **Cadena de Valor Agregado:** (o sistema operativo), esto es, los procesos del negocio que transforman los recursos del medio mediante la adición de valor para producir bienes y servicios así como para sacarlos al mercado.
- ✓ **Sistema Administrativo:** el cual produce estrategias y decisiones (planeación, organización, control) relacionadas con la productividad y competitividad de la cadena de valor agregado.
- ✓ **Sistemas de Información:** los cuales, basados en tecnologías de información y comunicaciones, conforman la “memoria” organizacional lo que trae como resultado procedimientos de apoyo a las operaciones (cadena de valor, bases de datos), administración y toma de decisiones, así como las relaciones entre la organización y su entorno.

5.10. Aspectos que determinan la competitividad de la PyME

Los factores que componen el entorno de la PyME (globalización, conocimiento de la economía, etc.) crean tendencias emergentes específicas que constituyen los retos reales para las PyME de manufactura y servicios. Estas tendencias son identificadas a través de la detección inicial y anticipación de los cambios en el entorno competitivo de la PyME y son sujeto de observación estratégica para su desarrollo. Para propósitos analíticos y operacionales, estas tendencias son agrupadas en cuatro categorías (Bigras, 2000):

Retos de las PyME de Manufactura y Servicios

- ✓ Cambios en la administración de la cadena de valor y nuevos tipos de organización.
- ✓ Tecnologías de información y comunicación, sistemas de información y negocios electrónicos como fuentes de valor agregado y “vectores” de competitividad.
- ✓ Oportunidades para desarrollar nuevos mercados en el contexto de la internacionalización.
- ✓ Desarrollo del capital humano e intelectual, amplia innovación y aprendizaje organizacional.

Las interrelaciones entre estos 4 factores son indicativas de su complejidad.

5.11. Conclusión.

Los factores estratégicos resultantes de los problemas contemporáneos de la PyME son los principales factores para la determinación de una metodología de administración. Las competencias, prácticas, desarrollo de factores y acciones necesarias para la competitividad están enfocados primariamente en el sistema de administración de la PyME. La metodología propuesta para la competitividad de la PyME incluye la implementación de Manufactura Esbelta y Seis Sigma; Lean Six Sigma.

Capítulo 6

6. Modelo Conceptual Lean Six Sigma y Metodología de Aplicación en la PyME.

6.1. Introducción.

Como ya se ha planteado en el capítulo uno, cada industria, sea de manufactura o servicios, acumula ineficiencias a través del tiempo. En áreas como inventarios, ubicación del recurso humano o procesos del negocio, existen ineficiencias que impactan la rentabilidad y subsecuentemente al valor de las acciones. Sin embargo, la posibilidad de implementar prácticas de negocios “esbeltos” mientras se mejora significativamente la calidad del producto o servicio ha sido cuestionada tradicionalmente. En el capítulo 4 se ha establecido cómo las estrategias de Manufactura Esbelta y Seis Sigma son complementarias y cómo es posible su integración y aplicación a los procesos de manufactura y/o de servicios para la creación de valor y la mejora continua todo esto apoyándose en el Factor Humano. Se presenta a continuación un modelo conceptual que integra dichos conceptos.

6.2. Modelo Conceptual.

El modelo propuesto, mostrado en las Figuras 6.1 y 6.2, combina los principios de Manufactura esbelta y Seis sigma para ayudar a las PyME de manufactura y servicios a enfrentar los retos analizados en el capítulo cinco y a enfocarse en la mejora de la calidad mientras se reducen ineficiencias: el resultado es “Lean Six Sigma”, una metodología que integra dos estrategias de mejora complementarias con el fin de eliminar el desperdicio y dar velocidad al proceso mientras de reduce la variabilidad, haciendo énfasis en la importancia del Factor Humano y su desarrollo, enfocándose en la disciplina, respeto, reconocimiento y crecimiento como su base de operación en la empresa y dando como resultado la creación de valor para el cliente final.

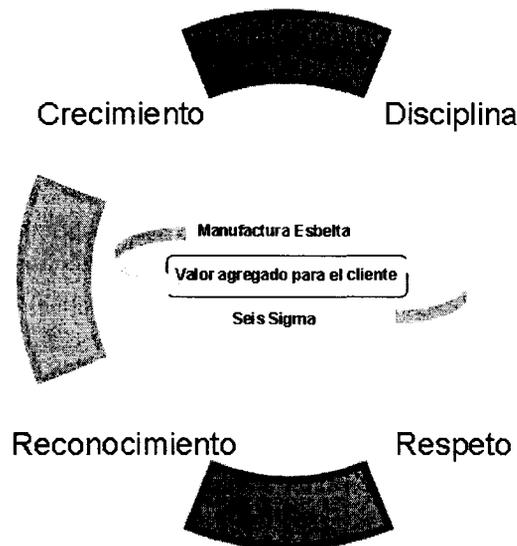


Figura 6.1. Modelo Conceptual Lean Six Sigma.

6.3. Elementos del Modelo.

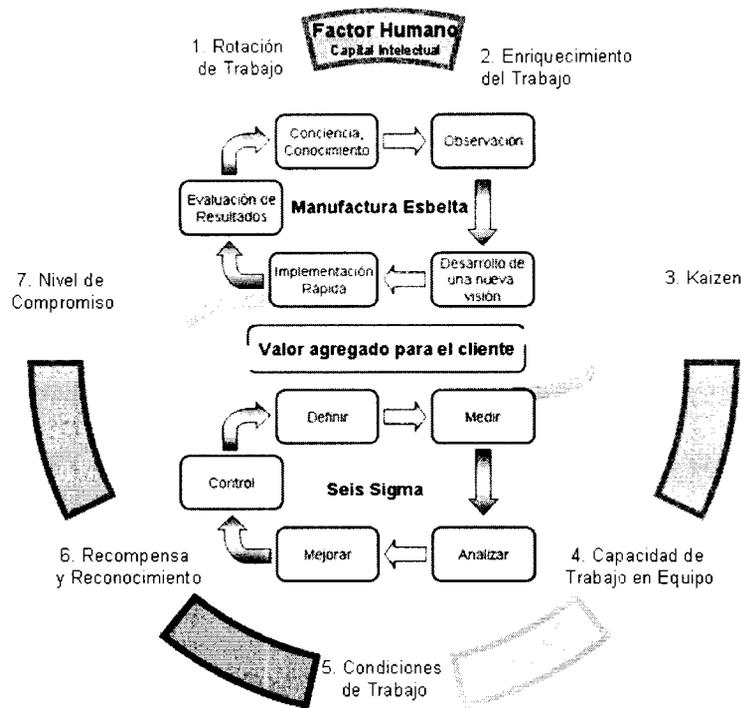


Figura 6.2. Modelo Conceptual Lean Six Sigma Detallado.

Los elementos del modelo detallado presentado en la Figura 6.2 son los siguientes:

1. El Factor Humano.
2. Manufactura Esbelta.
3. Seis Sigma.
4. La creación de valor agregado para el cliente.

A continuación se describirán brevemente cada uno de los componentes del modelo conceptual.

6.3.1. El Factor Humano.

La manufactura esbelta considera, a través de los círculos de calidad y el Kaizen, que es posible desarrollar un sistema de producción esbelta exclusivamente por el esfuerzo de las personas que trabajan en la primera línea y, por lo tanto, concentra sus esfuerzos en la formación de grupos de mejora. En este aspecto,

vemos la importancia del Factor Humano en la creación de valor de la empresa esbelta.

Dejando a un lado los aspectos técnicos de la Manufactura Esbelta, se consideran a continuación siete características importantes que deberán ser analizadas con respecto al Factor Humano, Figura 6.3.

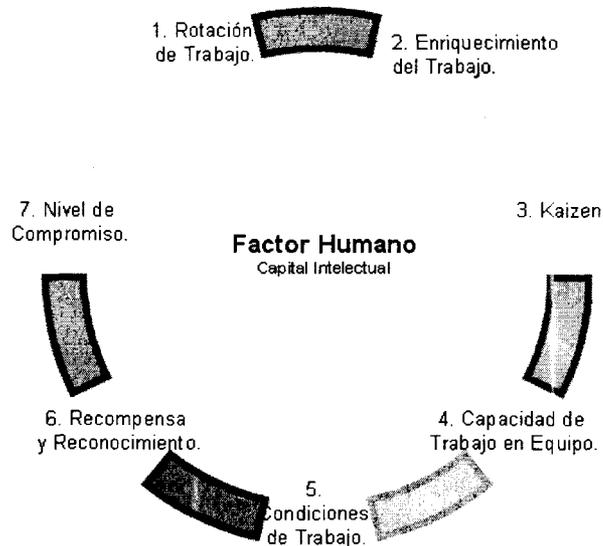


Figura 6.3. Características con respecto al Factor Humano.

6.3.1.1. Rotación de Trabajo.

La rotación del trabajo es un concepto de la Manufactura Esbelta que es implementado básicamente para incrementar la motivación de los trabajadores, mejorando su rendimiento y por lo tanto obteniendo una mejor eficiencia de la compañía. En este sistema los empleados son puestos en un esquema de rotación en el cual trabajan en diferentes departamentos de la compañía en un tiempo específico, en el cual aprenden y adquieren experiencia considerable en un amplio número de áreas de la compañía. Con este método las compañías son capaces de formar personal que pueda entender a la compañía desde un punto de vista sistémico. Con la rotación de trabajo, los empleados pueden ver, entender y beneficiar a los procesos de la compañía como un todo y de forma más clara, además de sentirse verdaderamente parte de ella. A cambio, la motivación e intereses del empleado serán siempre mantenidos en un alto nivel lo cual resulta en el incremento de la productividad.

6.3.1.2. Enriquecimiento del trabajo.

Ya que la Manufactura Esbelta es una filosofía determinada para maximizar los dos recursos no depreciables más valiosos de la organización: personas y materiales, los empleados deben hacer frente a tareas cada vez más complejas las cuales son con frecuencia multidisciplinarias por naturaleza. Es por esto que surge el concepto de “Enriquecimiento del trabajo”, en donde se agrega trabajo adicional al trabajador en vez de simplificarlo. Para el trabajador de línea, este enfoque significa cambiar de ser un trabajador con habilidades, a ser un trabajador con multi-habilidades, de tal forma que su satisfacción y rendimiento son mejorados. Por lo tanto, problemas como baja motivación y ausentismo, los cuales afectan adversamente a la productividad, son considerablemente reducidos.

6.3.1.3. Kaizen.

La filosofía Kaizen asume que nuestra forma de vida y trabajo merece ser constantemente mejorada. Mediante la realización de pequeñas mejoras, es posible desarrollar estándares en la compañía en áreas como calidad, costo y satisfacción del cliente. La estrategia Kaizen asume que la compañía debe buscar la mejora organizacional con el fin de satisfacer las siempre cambiantes necesidades del cliente y de esta forma permanecer en el negocio y obtener ganancias financieras. Es por esto que la inversión en Kaizen significa invertir en la gente, especialmente en los trabajadores de línea. La implementación de Kaizen habilita la participación activa de los trabajadores y los motiva a realizar sus trabajos de la mejor manera.

6.3.1.4. Capacidad de trabajo en equipo.

Uno de los factores clave de la organización esbelta es la importancia dada al trabajo en equipo. Las ventajas del trabajo en equipo se resumen a continuación:

1. Incrementan el compromiso de los empleados a través de la participación y toma de decisiones por consenso.
2. Incrementan el sentimiento de pertenencia del empleado y su control.
3. Mejoran la comunicación entre empleados y la eliminación del dañino comportamiento competitivo.
4. Es un medio efectivo de entrenamiento.

6.3.1.5. Condiciones de trabajo.

Existen ciertas condiciones que debe cumplir el espacio de trabajo, si se ha de considerar como un espacio de trabajo centrado en el factor humano (Erdem, 2003):

1. Debe tener un diseño tal que sea posible para los usuarios realmente utilizar el sistema tecnológico.
2. La salud del usuario debe ser protegida, el estrés mental o físico debe ser evitado, esto último causado por las tareas de tiempo de ciclo corto monótonas y repetitivas.
3. La necesidad intrínseca de las personas de desarrollarse más allá y obtener satisfacción a través de su trabajo, debe ser considerada por el diseño del proceso.

6.3.1.6. Recompensas y Reconocimientos.

Los propósitos de los programas de reconocimiento son conseguir la motivación de los trabajadores y satisfacer la necesidad que todas las personas tienen de sentirse ganadoras. Los principales objetivos son:

1. Recompensar a los empleados que hacen aportaciones sobresalientes a la empresa para estimular un esfuerzo adicional en favor de la mejora.
2. Demostrar el agradecimiento de la organización.
3. Extraer los máximos beneficios del proceso de reconocimiento mediante un sistema eficaz de comunicación.
4. Ofrecer varias formas de premiar los esfuerzos de los empleados y fomentar la creatividad de la Dirección y de los mandos.
5. Mejorar la moral mediante un empleo adecuado del reconocimiento.
6. Reforzar los patrones de conducta que la Dirección desee conservar.

Hay cinco clases de reconocimientos:

- ✓ Premios en efectivo, que pueden ser tanto individuales como grupales.
- ✓ Reconocimiento individual.
- ✓ Reconocimiento colectivo.
- ✓ Reconocimiento público.
- ✓ Reconocimiento privado.

Todas estas actividades deben formar parte de los programas permanentes y de las campañas formales de motivación. Los primeros están constituidos por acciones continuas y silenciosas, presentes en todas las etapas del ciclo profesional, y se aplican a todos los elementos objeto de motivación. En ocasiones, la falta de motivación obliga a una actuación rápida mediante una campaña que estimule a los empleados a que realicen determinadas tareas. Lo idóneo es que la motivación para la calidad forme parte de las relaciones laborales.

6.3.1.7. Nivel de compromiso.

Como ya se ha mencionado en los capítulos dos, tres y cuatro, el compromiso del personal de la compañía es un factor crítico para la adopción adecuada y éxito de las estrategias de Manufactura Esbelta y Seis Sigma, por ende lo es para la adopción de Lean Six Sigma en la organización.

6.3.2. Manufactura Esbelta.

6.3.2.1. Metodología de operación en la empresa.

La forma en que opera la estrategia de Manufactura Esbelta en la empresa se muestra en la Figura 6.4. Mediante la observación y utilizando la herramienta de Mapeo del Flujo de Valor, se identifican las áreas de oportunidad de mejora del proceso en estudio. A partir de esta identificación se genera un Mapa del Flujo de Valor Futuro, Desarrollando una nueva visión del sistema, lo que constituye un conjunto de propuestas de mejora (diseño del nuevo sistema de producción). Mediante la implementación rápida de las mejoras propuestas (Kaikaku/Kaizen) se llega a resultados que se evalúan y contrastan con el estado actual. Finalmente se da a conocer a todos los miembros participantes, de los logros obtenidos, creando la conciencia y conocimiento de dichos logros, así como el reforzamiento de que la implementación de la metodología de Manufactura Esbelta es exitosa. Esta metodología de operación es un ciclo de mejora continua, por lo que al obtener los resultados, nuevamente se vuelve a la etapa de observación para identificar nuevas áreas de oportunidad.

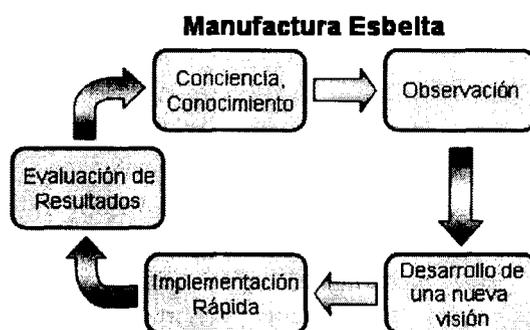


Figura 6.4. Metodología de operación en la empresa.

6.3.2.2. Análisis del Sistema PyME con Enfoque de Manufactura Esbelta.

La Manufactura Esbelta proporciona una nueva estrategia para la PyME manufacturera, especialmente en compañías ya establecidas, organizadas y administradas bajo los sistemas tradicionales de producción (Push Systems, batch and queue, etc). Los resultados de mejora pueden ser dramáticos en términos de calidad, tiempos de ciclo y respuesta a los clientes. Si se implementa por completo a través de un cambio organizacional, la Manufactura Esbelta puede ayudar a la PyME a lograr un desempeño de clase mundial. Una de las dificultades con la Manufactura Esbelta es que la complejidad de la nueva estrategia toma mucho tiempo para ser implementada. Además, si los administradores utilizan sólo algunas de las

herramientas básicas (técnicas esbeltas), con el fin de lograr mejoras rápidas, usualmente el potencial real para la mejora dramática y continua se pierde.

Ya que pocas PyME tienen los recursos para implementar la estrategia de Manufactura Esbelta por su cuenta, se sugiere la intervención de un agente de cambio que puede ser externo y que sea el encargado de jugar un rol clave en la transferencia de la estrategia esbelta a la PyME para cada etapa del proceso de implementación que a continuación se describe.

Etapa inicial. Limpieza y reorganización del espacio de trabajo.

La etapa inicial consistirá en la limpieza y reorganización del espacio de trabajo, implementación de las 5s's y Controles Visuales, la asistencia de dicho agente de cambio externo, llamémosle, Administrador del Flujo de Valor, se debe enfocar en guiar a su cliente (el administrador de la PyME) hacia metas de mejora beneficiosas además de ayudarlo a establecer y lograr objetivos ambiciosos pero alcanzables. Una vez que la PyME adopte las técnicas esbeltas básicas, es probable que requiera ayuda en la continuación de la implementación más allá de la reorganización del espacio de trabajo.

Segunda Etapa. Cultura Organizacional.

La segunda etapa involucrará cambios significativos en el comportamiento de la administración. El nivel de compromiso, liderazgo y aspectos relacionados con el entrenamiento se deben tomar en consideración en esta etapa, en tanto los equipos con poder de decisión "empowerment" se deben de ocupar de aprender cómo utilizar la información para la toma de decisiones apropiadas.

Tercera Etapa. Liderazgo y aplicación de las técnicas esbeltas.

En la tercera etapa el Administrador del Flujo de Valor será el encargado de dirigir a la organización hacia la sincronización de las operaciones de acuerdo a la demanda del mercado así como de la institucionalización de la mejora continua.

La combinación de los negocios tradicionales y la asistencia técnica con la estrategia de Manufactura Esbelta es factor clave para restaurar la competitividad de la PyME.

6.3.2.3. Aspectos que justifican la aplicación de la Manufactura Esbelta en la PyME.

(Hamilton, 2002)

1. **Grupo pequeño de gente:** Las pequeñas compañías tienen poca gente la cual ya está colocada en posiciones de valor agregado. Esto significa que al tener menor número de personas será más fácil adoptar la nueva filosofía del pensamiento esbelto. Algunos autores sugieren que un entrenamiento en las técnicas esbeltas y mejora de piso con duración de 2 a 3 días es suficiente para encausar a la PyME hacia una nueva forma de administración.
2. **Confianza en el personal de piso:** En un negocio pequeño, existe ya la atención y confianza hacia aquellos que trabajan en piso. Las grandes compañías tienden a asignar las iniciativas de mejora a "expertos" cuyo tiempo en piso es muy poco o nulo. Las decisiones que no involucran al personal de piso los hacen sentir que ellos son los "objetos del cambio" y que los cambios están siendo hechos en función de ellos. Esto crea una resistencia natural al cambio. El pensamiento esbelto dice lo contrario, poner especial atención a la gente que realiza el trabajo en piso. La PyME realiza esto naturalmente.
3. **Miembros de la empresa esbelta ("Staff" esbelto):** La PyME tiene ya un staff esbelto, sin posiciones administrativas de nivel. El mayor impedimento para la mejora continua es una persona que lucha por conservar un trabajo que ya no es requerido, sobre todo si dicha persona tiene un rol administrativo.
4. **Cambio Organizacional:** Cuando las grandes empresas unen operaciones de funciones separadas hacia un arreglo celular, algunas veces se revela el exceso de supervisión. Esto crea resistencia al cambio y el aislamiento del conocimiento e información por parte de las personas que intentan proteger su puesto dentro de la compañía. La PyME es menos propensa a ser retada por dichos cambios organizacionales debido a que en ésta no existe la supervisión extra.
5. **Límites geográficos más pequeños:** Los pequeños manufactureros, a pesar de establecerse en forma similar que las grandes empresas, generalmente tienen áreas geográficas más pequeñas. El proceso completo es visible para la mayoría o quizá para todos los empleados. Las características que se atribuyen a esta cercanía son esenciales para la implementación efectiva del flujo continuo (manufactura celular). En una empresa grande, los empleados trabajan quizá en diferentes edificios, con diferente sueldo, y con la implementación de los principios esbeltos, tendrían que trabajar juntos de una forma diferente. Los pequeños manufactureros parecen no tener estos factores de separación, ni geográficos, ni de maquinaria y equipos, ni social, entre los miembros del staff.
6. **Menos estructurada:** La PyME es típicamente menos estructurada y menos reglamentada que las grandes empresas. Esta informalidad en los procesos y en los procedimientos puede ser una ventaja cuando se trata de cambios

estratégicos. La infraestructura que estabiliza a las grandes compañías puede también funcionar como una fuerza de oposición al proceso de mejora. Las medidas tradicionales en estas compañías, por ejemplo, están estancadas, en lo que respecta a la mejora continua: utilización del equipo, producción del tamaño de lote económico, o un nivel aceptable de calidad. En la PyME usualmente no se cuenta con este problema debido a que no se cuenta con una estructura y no se toman muchas medidas.

7. **Modelos de computación más básicos:** Los sistemas computacionales en las grandes compañías reflejan su estatus, en los años 90's los modelos de programación estaban basados en la producción por lotes ("pushing batches") en vez de la producción que es "jalada" por el cliente en un ambiente esbelto. Muy frecuentemente, las grandes compañías encuentran que están gastando mucho tiempo y energía en la implementación de ERP u otros sistemas y están encontrando formas para trabajar alrededor de esto y crear un sistema "jalar" esbelto. Los modelos de los sistemas computacionales de operación de la PyME son más básicos.
8. **Se mantienen en forma privada:** Los pequeños manufactureros son compañías que se mantienen en forma privada y que no están sujetos a alguno de los directivos que pueden interrumpir la mejora continua en las grandes compañías. El proceso de toma de decisiones y la comunicación ocurren en forma rápida. Las pequeñas compañías tienen gran continuidad en la toma de decisiones, lo cual es crítico para la mejora continua.
9. **Recursos Económicos:** Las pequeñas compañías no cuentan con suficientes recursos económicos. Mientras este hecho no representa una ventaja en todo sentido, puede ser de ayuda en la adopción efectiva de los principios esbeltos: identificar y eliminar desperdicio requiere muy poca o nula inversión. La tentación radica en automatizar o mecanizar para la mejora, lo cual requiere gran inversión. Los principios esbeltos intentan establecer la simplicidad como primera opción de tal forma que no se automatice un proceso o actividad "desperdicio". En la PyME, el dinero no estará disponible para la inversión como primera opción, la forma más lógica de comenzar sería la eliminación del desperdicio.
10. **Tiempo no suficiente:** Las pequeñas compañías no tienen tiempo, lo cual debe ser un reto para la implementación de técnicas como los *Eventos Kaizen*. Pero Kaizen significa pequeñas mejoras incrementales, las cuales son mejor realizadas en pequeños lapsos disponibles, aun en una pequeña planta. También es deseable integrar dichas mejoras con la práctica y el trabajo diario así como comprometer a todos, no sólo a pequeños equipos. Kaizen no requiere ser un evento. En ocasiones puede ser imperceptible, lo cual constituye el secreto de la sostenibilidad de la mejora.

6.3.3. Seis Sigma.

6.3.3.1. Metodología de operación en la empresa.

En general, la operación de Seis Sigma sigue el esquema: Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar (DMAIC), como se analizó en el capítulo tres.

Existe un patrón de mejora (y uso de datos y herramientas de proceso) que podrían naturalmente ser divididos en 5 Fases de solución de problemas, usualmente referidos como el acrónimo DMAIC, que se entiende como Definir-Medir-Analizar-Mejorar-Controlar. Lo pasos DMAIC se muestran en la Figura 6.5. y se describen a continuación. En cada una de las Fases DMAIC se incluyen herramientas asociadas con Manufactura Esbelta y Seis Sigma.

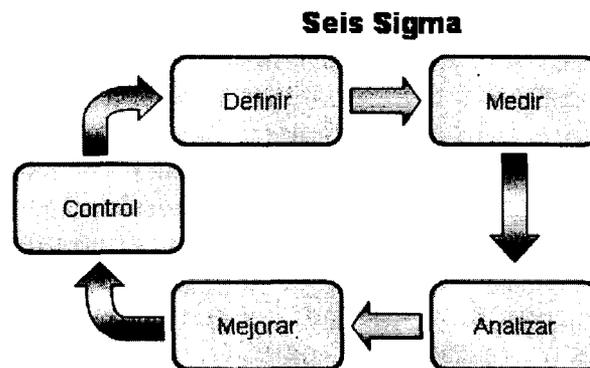


Figura 6.5. Proceso DMAIC.

a) DEFINIR: El propósito de esta Fase es clarificar las metas y valor de un proyecto. Los equipos y personal Champion utilizarán aquellas herramientas necesarias para evaluar la magnitud de la oportunidad de valor en un flujo de valor, los recursos requeridos, y un diseño del proceso de solución del problema.

b) MEDIR: Asumiendo que el proyecto es aprobado por el Champion, el equipo procederá a la Fase MEDIR, en la cual los miembros del equipo recolectan información del problema. Aquí, se utilizarán herramientas primarias de recolección de datos, mapeo del proceso, análisis de Pareto, gráficos, etc.

c) ANALIZAR: En la Fase de análisis el equipo examinará su información y su mapa de proceso para caracterizar la naturaleza y extensión del defecto. Las herramientas ayudarán al equipo a precisar las trampas de tiempo y a definir las herramientas a utilizar en orden de prioridad. Este conocimiento detallado acerca del problema servirá de punto de partida para encontrar mejoras (en la siguiente Fase) que proveerán la base fundamental de las causas del problema.

d) MEJORAR: En la Fase de mejora se aplicará un conjunto de herramientas para eliminar defectos tanto en calidad como en velocidad del proceso (tiempo de entrega y entrega a tiempo).

e) CONTROL: Cuando el proceso logre el nivel de calidad requerido, las herramientas de la Fase de control serán empleadas para acotar el beneficio. Algunas de estas herramientas de control, como la prueba y error (conocida como poka-yoke en japonés), crean un sistema de monitoreo, calibración y retroalimentación para detectar y corregir instantáneamente tendencias – y para detener el proceso si es necesario. Los dispositivos de prueba y error harán que sea imposible para el proceso el crear defectos.

6.3.3.2. Análisis del Sistema PyME con Enfoque de Seis Sigma.

Uno de los dilemas actuales en el mundo de los negocios es el cómo implementar Seis Sigma en la PyME. Este es un tema de gran importancia ya que los grandes clientes están comenzando a exigir Seis Sigma a sus principales proveedores como condición de hacer negocios futuros. Actualmente las organizaciones tipo PyME, en su búsqueda de nuevas estrategias que la hagan no sólo subsistir sino mantenerse competitivas, encuentran que se requieren millones de dólares en inversión, dedicación de recursos de tiempo completo, y entrenamiento personal. Concluyendo que la estructura actual de la estrategia Seis Sigma no sólo es inapropiada sino totalmente irrealista para la PyME.

Por este motivo se propone un modelo simplificado de implementación Seis Sigma que permita a la PyME implementar dicha estrategia a un ritmo que pueda digerir realmente así como lograr los beneficios, sin el compromiso significativo de los recursos.

El despliegue Seis Sigma y su proceso de ejecución han sido modificados para acomodarse a la realidad del ambiente y del estilo operacional de la PyME, ya que, a pesar de sus supuestos beneficios, la estrategia tradicional de implementación Seis Sigma constituye una barrera principal para la entrada de la PyME.

Una de las observaciones acerca del ciclo de vida de la implementación Seis Sigma es que la mayor parte de los beneficios no son derivados de los Black Belts, sino que son generados en el nivel de los Green Belts y Yellow Belts, cuyas funciones fueron descritas en el capítulo cuatro, especialmente cuando el proceso Seis Sigma es institucionalizado. Se ha desarrollado una estrategia de implementación de Seis Sigma adecuada a la PyME que consiste en lo siguiente: El Director de la empresa, Administrador de la PyME, sirve inicialmente como un recurso Black Belt y entrena al personal seleccionado para que ejecute dicho rol mas adelante en el ciclo de vida de la implementación.

La Figura 6.6. provee una vista rápida del despliegue y proceso de ejecución de la estrategia Seis Sigma en las organizaciones PyME.

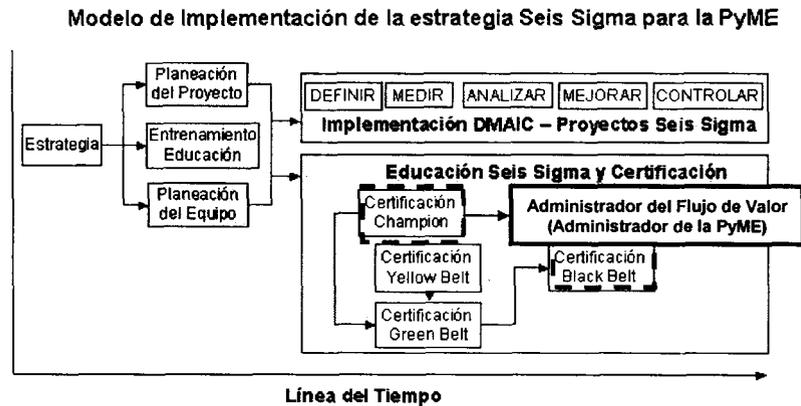


Figura 6.6. Modelo de Implementación de la estrategia Seis Sigma para la PyME.

Etapa Inicial. Definición de la estrategia Seis Sigma y la lista de proyectos.

El primer paso es definir la estrategia Seis Sigma y la lista de proyectos. La estrategia de implementación y la lista de proyectos están directamente alineados al plan estratégico de la organización y a los requerimientos del cliente. Este paso también incluye la comunicación y advertencia de la creación de las condiciones para la implementación de Seis Sigma. Esta estrategia puede estar basada en las siguientes preguntas:

- ✓ ¿Por qué es estratégicamente importante para el negocio la implementación de esta estrategia?
- ✓ ¿Cómo será implementada?
- ✓ ¿Cuáles son las consecuencias de “no hacer nada”?

Segunda Etapa. Desarrollo de los planes de implementación.

El segundo paso es desarrollar los planes de implementación. Este es un proceso muy detallado y estructurado que incluye:

- ✓ La definición de los objetivos.
- ✓ Metas y Alcance del proyecto.
- ✓ Planes de trabajo y entregables.
- ✓ Indicadores base de rendimiento.
- ✓ Mejoras esperadas del rendimiento financiero para cada proyecto.

Tercera Etapa. Formación de los equipos de trabajo

La formación de los equipos de trabajo y el plan de educación comienzan en forma concurrente. El análisis previo proporciona el enfoque para los equipos y previene el desperdicio de tiempo y recursos al debatir sobre qué se requiere hacer. Además, la educación de los equipos debe ser adecuada al tipo de negocio (de acuerdo a sus requerimientos específicos).

Cuarta Etapa. Entrenamiento.

Los ejecutivos deben ser entrenados en un programa de educación Champion de 2 a 3 días donde aprenderán el proceso Seis Sigma, metodología y herramientas. Los ejecutivos también se enfocarán en la dirección, estructuración y patrocinio de un esfuerzo exitoso Seis Sigma.

Algunos miembros del equipo deberán ser entrenados en un programa de certificación Green Belt de 5 días, en un período de 2 a 3 meses. Este entrenamiento se enfoca en Seis Sigma pero incluye e integra Kaizen y los principios de la Manufactura Esbelta (debido a que no todos los problemas requieren una compleja estrategia estadística).

Otros miembros del equipo deberán ser entrenados en un programa de certificación Yellow Belt en un periodo de 2 semanas. Esta educación se enfoca en una metodología estructurada de solución de problemas y herramientas básicas de Seis Sigma, así como Kaizen y los principios de Manufactura Esbelta.

Más adelante, en el ciclo de vida Seis Sigma, dichos miembros de la compañía serán llevados al siguiente nivel. Algunos Green Belt pueden ser entrenados para ser Black Belts. Nuevos miembros pueden ser entrenados para ser Green Belts y Yellow Belts respectivamente basándose principalmente en los requerimientos de la compañía. La meta inicial es el arrancar a un ritmo en donde los ahorros obtenidos sean el fondo para el programa Seis Sigma.

6.3.4. La creación de valor agregado para el cliente.

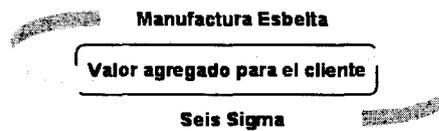


Figura 6.7. Valor agregado para el cliente.

Valor agregado, Figura 6.7., es el trabajo conjunto del distribuidor y su socio manufacturero para hacer a su cliente más lucrativo, se intenta que este trabajo sea enriquecido con la implementación de la Manufactura Esbelta y Seis Sigma. Hay varias formas en que los distribuidores pueden impactar en las ganancias del cliente. Por ejemplo, ellos pueden afectar los ingresos, activos, procesos y gastos del cliente, además proporcionar servicios adicionales que lo afecten directamente. El concepto de Valor ha sido discutido en forma más amplia en el capítulo dos.

6.4. Metodología de Implementación Lean Six Sigma para la PYME.

La metodología propuesta se apoya en las dos metodologías de aplicación en la PyME propuestas con anterioridad. Se presenta como punto de partida la realización de la evaluación de las Operaciones Esbeltas y de Seis Sigma. Finalmente se describen una serie de pasos, en donde el entrenamiento es factor clave, que ayudarán a la PyME en su transición hacia una administración de procesos Lean Six Sigma.

6.4.1. Evaluación de las Operaciones Esbeltas y Seis Sigma.

El proceso de implementación de operaciones esbeltas (Mapeo del flujo de valor, 5S's, Instrucciones de Trabajo Visual y Control Visual, Intercambio rápido de herramientas SMED, Administración de materiales Kanban y velocidad del flujo de manufactura y las que apliquen, etc.) y Seis Sigma (Proceso DMAIC, Infraestructura de ejecución, Institucionalización), en la PyME debe comenzar con la evaluación. La evaluación puede tomar de dos a tres días en la planta e involucrará el entendimiento de las operaciones, administración de materiales, procesamiento de órdenes y finanzas. El Administrador de la PyME o Consultor Externo, en su rol de Administrador de Flujo de Valor, investigará cada parte del negocio y cómo éstas se relacionan con la capacidad de implementar y lograr los resultados deseados del negocio a través de la aplicación de Lean Six Sigma.

La evaluación generalmente puede seguir la agenda propuesta como se detalla a continuación. Se presenta en forma gráfica en el Anexo C.

1. Visitar las instalaciones.
2. Conocer y entender al personal y sus roles.
3. Dirigir una evaluación de liderazgo y cambio.
4. Revisar los sistemas computacionales.
5. Entender las metas del negocio.
6. Discutir acerca de la tecnología para la implementación de Manufactura Esbelta y Seis Sigma.
7. Presentar mejoras específicas que puedan ser logradas utilizando Manufactura Esbelta y Seis Sigma.
8. Revisar los entregables financieros de la implementación de Manufactura Esbelta y Seis Sigma.

Siguiendo la evaluación, el Administrador de la PyME o consultor externo, que ha dirigido la evaluación, completará un reporte de operaciones esbeltas y Seis Sigma de acuerdo a los resultados para revisarlo con el " Staff" esbelto.

6.4.1.1. Reporte de la evaluación.

Se espera que el reporte de la evaluación contenga la siguiente información:

1. Alcance detallado de implementación de cada declaración de proyecto con orden de prioridad. El contenido de la declaración del proyecto ha sido descrito en el capítulo tres, en la Fase Definir.
2. Revisión de las herramientas de Manufactura Esbelta y Seis Sigma a ser utilizadas durante la implementación.
3. Entregables financieros garantizados y retorno de la inversión en las áreas de reducción de tiempo de entrega, incremento en la productividad, reducción de inventarios y mejora de la calidad.
4. Elaboración de un cronograma de implementación de las operaciones esbeltas y Seis Sigma.
5. Tabla de inversiones.
6. Equipo de implementación recomendado, recursos humanos.

6.4.1.2. Beneficios de la evaluación.

Los beneficios de la evaluación serán los siguientes:

- ✓ Entender la capacidad de la compañía y los retos de ésta para implementar Manufactura Esbelta y Seis Sigma.
- ✓ Detallar los obstáculos para la mejora y el cambio.
- ✓ Especificar y detallar la mejora que puede ser lograda mediante la implementación de Manufactura Esbelta y Seis Sigma.
- ✓ Un modelo financiero del retorno de la inversión que muestre el retorno de la inversión garantizada a partir de la implementación de Manufactura Esbelta y Seis Sigma.

6.4.2. Etapas de la Metodología de Implementación.

Las etapas de la Metodología de Implementación de Lean Six Sigma para las PyME son las siguientes, el modelo se muestra en la Figura 6.9:

1. Obtener el Compromiso de la Alta dirección. Administrador de la PyME.
2. Identificar los procesos estratégicos clave y de soporte.
3. Definir requerimientos del Cliente Final, Upstream y Downstream.
4. Evaluación de las Operaciones Esbeltas y de Seis Sigma.
5. Limpieza y organización del espacio de trabajo.
6. Mapeo del Flujo de Valor Actual y Futuro.
7. Elaborar la Lista de Proyectos de Mejora y selección.

8. Definición de la Estrategia de Implementación Lean Six Sigma.
9. Formación de Grupo Crítico y Capacitación.
10. Desarrollo de los Planes de Implementación.
11. Formación de los Equipos de Trabajo
12. Proceso de sensibilización. Cultura Organizacional. Liderazgo. Visión de la Compañía.
13. Entrenamiento.
14. Implementación del Proceso DMAIC.
15. Aplicación de las Técnicas de Manufactura Esbelta y Seis Sigma.
16. Institucionalización de la Mejora Continua.

6.4.3. Actividades Críticas de la Metodología de Implementación en la PyME.

La siguiente es una lista de las actividades a seguir para la implementación de la estrategia Lean Six Sigma. Se enfatiza en entrenamiento como uno de los factores clave ya que la gente es quien hará posible el éxito o fracaso de la iniciativa. El modelo de implementación se muestra en la Figura 6.9.

1. **Introducción al programa de implementación.** La introducción al programa de implementación es el punto de partida en donde se dará a conocer el propósito del cambio y de la implementación de la estrategia Lean Six Sigma.
2. **Introducción a ambas metodologías:** Manufactura Esbelta (Pensamiento Esbelto) y Seis Sigma. Globalmente se darán a conocer los fundamentos de ambas metodologías, así como sus herramientas. El esquema de los fundamentos y herramientas de cada estrategia puede ser entendido de acuerdo a la Figura 6.8.

Entrenamiento a Líderes, Supervisores y Administradores en los Principios del Pensamiento Esbelto, Manufactura Esbelta y Seis Sigma

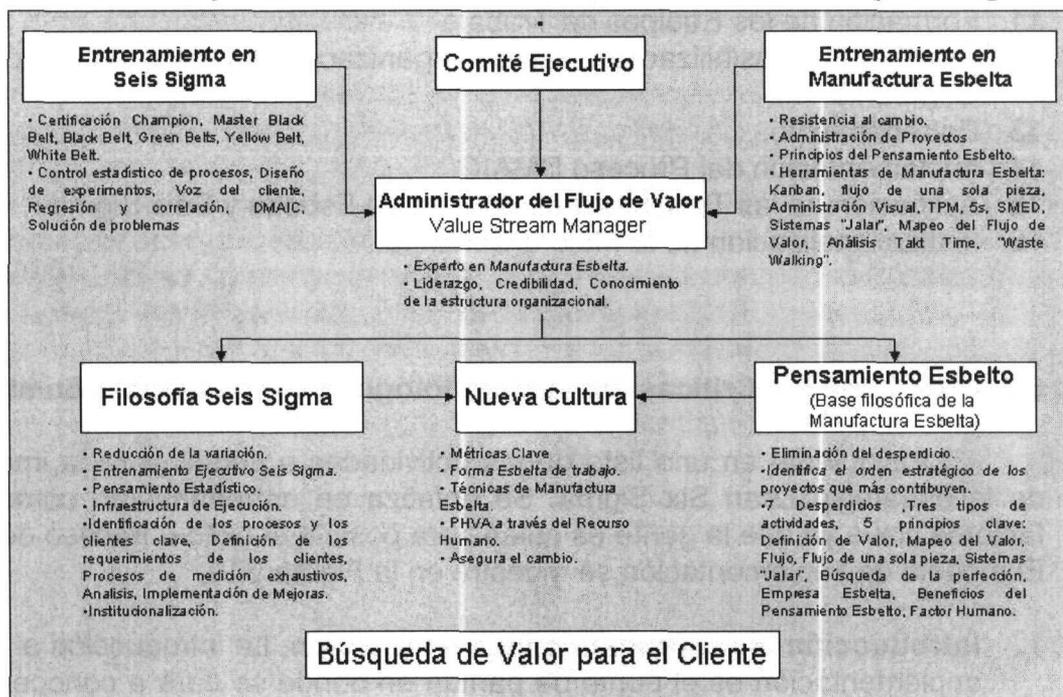


Figura 6.8. Entrenamiento a Líderes, Supervisores y Administradores en los Principios del Pensamiento Esbelto, Manufactura Esbelta y Seis Sigma

3. **Revisión de los retos organizacionales.** Se revisarán los retos específicos de la PyME, su misión y visión serán rediseñadas con el fin de encausar los esfuerzos hacia el cumplimiento de dichos retos.
4. **Selección de proyectos y su alcance.** De acuerdo a la revisión de dichos retos, se formularán de manera informal propuestas de posibles proyectos en dónde aplicar la metodología de mejora propuesta.

De la Manufactura Esbelta se realizarán las siguientes actividades de entrenamiento.

5. **Introducción al Pensamiento Esbelto.** Se darán a conocer teóricamente los fundamentos del pensamiento esbelto y los 10 desperdicios definidos en el capítulo 2.
6. **Introducción a la Manufactura Esbelta.** Se analizará el proceso de implementación de la Manufactura Esbelta, descrito en el capítulo dos y su aplicabilidad en los procesos de la PyME.
7. **Introducción al ciclo DMAIC.** Se analizará el proceso de implementación del ciclo DMAIC, descrito en el capítulo tres y su aplicabilidad en los procesos de la PyME.

8. **Aprendizaje de las herramientas de solución de problemas.** Se darán a conocer las herramientas de solución de problemas como:
 - a. Gráficos de Pareto, diagramas causa-efecto, diagramas de proceso.
9. **Introducción a las herramientas de creatividad.** Se darán a conocer herramientas para el apoyo de generación de ideas que conformen propuestas de solución a los problemas analizados, por ejemplo, lluvia de ideas.
10. **Introducción a la metodología de 5s.** En este paso se expondrá la metodología 5s y el equipo de mejora propondrá un plan para su inmediata implementación, ya que este es el primer paso para la transición a las operaciones esbeltas, la limpieza y orden del espacio de trabajo permiten identificar de manera más eficiente el desperdicio.
11. **Introducción a la Administración Visual.** Se dará a conocer la utilidad de esta herramienta y se elaborarán planes de la implementación de esta herramienta cuando aplique.
12. **Políticas de Despliegue.** Con una visión sistémica soportada en la infraestructura de ejecución, se desarrollará un plan que especifique cómo será el despliegue de la estrategia a lo largo de la organización, así como los responsables de hacer qué, cómo y cuando.
13. **Resistencia al cambio y administración de proyectos.** El Administrador del flujo de valor o consultor externo debe estar preparado ante la resistencia al cambio que surgirá de las primeras iniciativas de la implementación. Administrará a los equipos y a los proyectos de tal forma que la resistencia al cambio emergente no se convierta en un obstáculo.
14. **Soporte y revisión de proyectos.** El administrador del flujo de valor debe revisar y dar soporte a los proyectos resultantes de la evaluación de las operaciones que se realizó al inicio de la implementación.
15. **Habilidades de liderazgo, formación de equipos y comunicación.** Se debe preparar al equipo de mejora en las habilidades de liderazgo y comunicación que les permitan avanzar en la implementación y que les ayude a vencer la resistencia al cambio.
16. **Introducción a los conceptos de JIT y Mapeo del Flujo de Valor.** Se darán a conocer estas dos herramientas que sirven de guía para la identificación de las áreas de oportunidad para los proyectos de mejora.
17. **Manufactura celular y análisis de Takt Time, Técnicas de intercambio rápido de equipo (SMED), mantenimiento productivo total (TPM), Programación de la producción, Control de Materiales, Técnicas Kanban.**

Se darán a conocer las técnicas esbeltas y su forma de operación, como parte de las propuestas de mejora, cuando aplique.

18. **Desarrollo de proveedores y administración de la cadena de suministro.** Cuando la empresa ha logrado la implementación de las propuestas de mejora, y se hayan revisado y documentado los procesos, es preciso extender las mejores prácticas hacia los proveedores y la cadena entera de suministro.

De la estrategia Seis Sigma se realizarán las siguientes actividades, cuando aplique, para la definición, medición, análisis, propuestas de mejora y control de los proyectos identificados a través del Mapeo del Flujo de Valor, utilizando la infraestructura Seis Sigma.

19. **La etapa DEFINIR.**
- Identificación de los factores críticos de calidad.
 - Voz del cliente.
 - Introducción al diseño y proceso FMEA.
20. **La etapa MEDIR.**
- Análisis del sistema de medición.
 - Introducción a la capacidad del proceso.
21. **La etapa ANALIZAR.**
- Herramientas de análisis gráfico.
 - Prueba de Hipótesis.
 - Revisión de proyectos y soporte.
 - Análisis de regresión.
 - Estadística no paramétrica.
 - Herramientas adicionales de calidad y análisis de tolerancias.
 - Control estadístico de procesos, capacidad del proceso y gráficos de control.
22. **La Fase de MEJORA.**
- Técnicas de creatividad.
 - Introducción al diseño de experimentos.
 - Revisión de proyectos y Soporte.
23. **La Fase de CONTROL de Seis Sigma.**
- Planes de calidad y control.
 - Trabajo estandarizado.
 - Dispositivos de Prueba y Error. (Poka-Yoke).
24. **Final del proyecto, reporte, transferencia de beneficios.** Se dará seguimiento a los proyectos emprendidos, elaborando reportes así como publicando los resultados y beneficios alcanzados.

En la Figura 6.9 y Anexo D se muestra el modelo de implementación Lean Six Sigma global en la PyME.

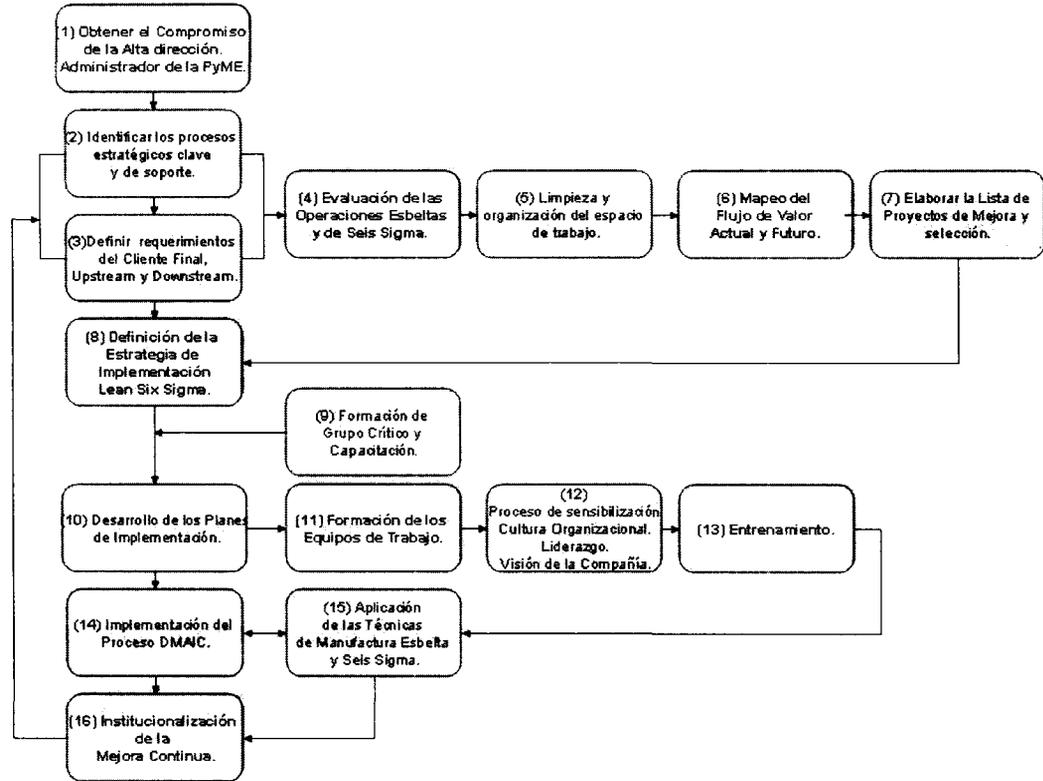


Figura 6.9. Modelo de Implementación Lean Six Sigma en la PyME.

6.5. Conclusión.

Se ha presentado el modelo conceptual propuesto Lean Six Sigma aplicable a la PyME, enfatizando la importancia del Factor Humano para su éxito o fracaso. Así mismo se ha analizado a la organización tipo PyME desde el punto de vista de la Manufactura esbelta, resaltando aquellos factores por los que se supone es posible aplicar esta metodología de mejora. Por otro lado se ha presentado el modelo simplificado de implementación de Seis Sigma en la PyME. Demostrando así que es posible que la PyME adopte dichas metodologías en sus procesos. Ambos modelos y sus etapas, permiten llegar a un modelo final de implementación Lean Six Sigma presentado en la Figura 6.9, que engloba los elementos y herramientas analizados en los capítulos anteriores de esta tesis.

Capítulo 7

7.1. Conclusiones

Lean Six Sigma no sólo se relaciona con operaciones de producción: los principios son igualmente aplicables para las operaciones de servicio. No sólo es aplicable a las grandes empresas, existen razones, expuestas a lo largo de esta investigación, que justifican su aplicabilidad en los procesos de la PyME.

El objetivo general de Lean Six Sigma es reducir desperdicio y mejorar los tiempos de entrega en productos y servicios. El predecible proceso de Six Sigma combinado con la velocidad y agilidad de la Manufactura Esbelta dan soluciones que ofrecen procesos de negocios mejores, mas rápidos y baratos acoplados con mejoras en la satisfacción del cliente.

El éxito de cada una de las estrategias de mejora revisadas no sería posible sin el fuerte compromiso del Factor Humano. Se debe establecer una relación ganar-ganar entre los líderes de la alta dirección y el personal que la integra, con el fin de motivar a cada empleado a formar parte de la mejora continua al adoptar los principios del pensamiento esbelto no sólo a la realización de sus actividades operativas, si no también a sus relaciones laborales e interpersonales.

7.2. Investigaciones Futuras.

1. La revisión y aplicación de la metodología propuesta en una PyME real, Así como la validación del modelo propuesto.
2. De acuerdo a la investigación exhaustiva sobre los temas expuestos en esta tesis, se encontró un nuevo concepto, FIT SIGMA, considerado la nueva ola de Sigma. Lean Sigma brinda agilidad y eficiencia a los procesos; FIT SIGMA es sustentable, su objetivo es sostener los resultados obtenidos después de la implementación de Lean Six Sigma. Este concepto considera lo que en realidad se requiere para una organización u operación específica e intenta demostrar que no es necesario alcanzar el nivel de 3.4 errores por millón en todas las operaciones – FIT SIGMA se adapta a la operación, apoyándose en el uso de la herramienta “Balance store Card”. Un estudio futuro implicaría el análisis de aplicabilidad de este nuevo concepto en las organizaciones grandes y tipo PyME, apoyado en el análisis ya revisado.
3. El uso de la herramienta “Balance Score Card” para garantizar el cumplimiento sólido de los objetivos que protegen la sustentabilidad de la PyME a largo plazo.

Anexo A

Guía para la transición de las operaciones de producción a la Manufactura Esbelta

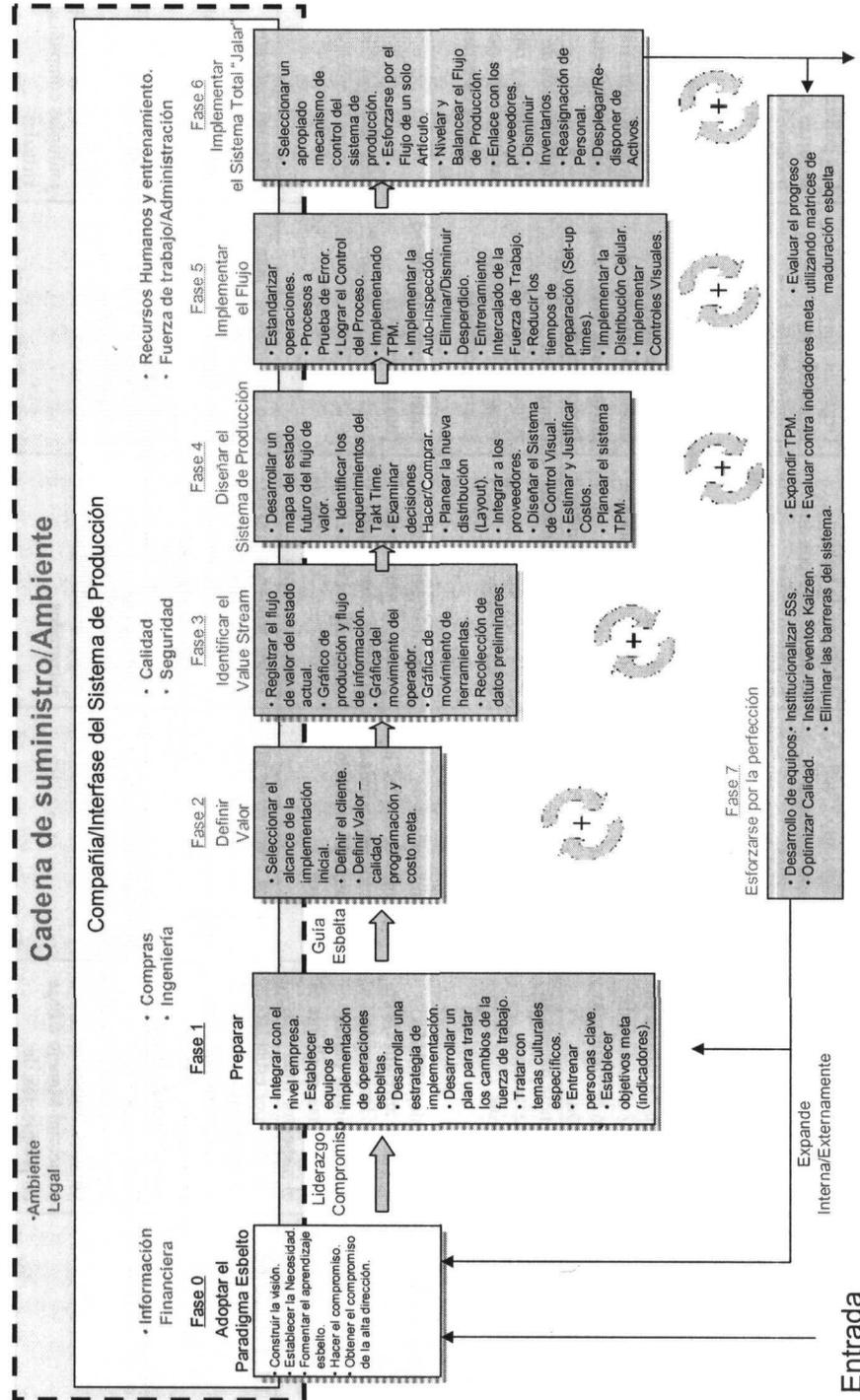
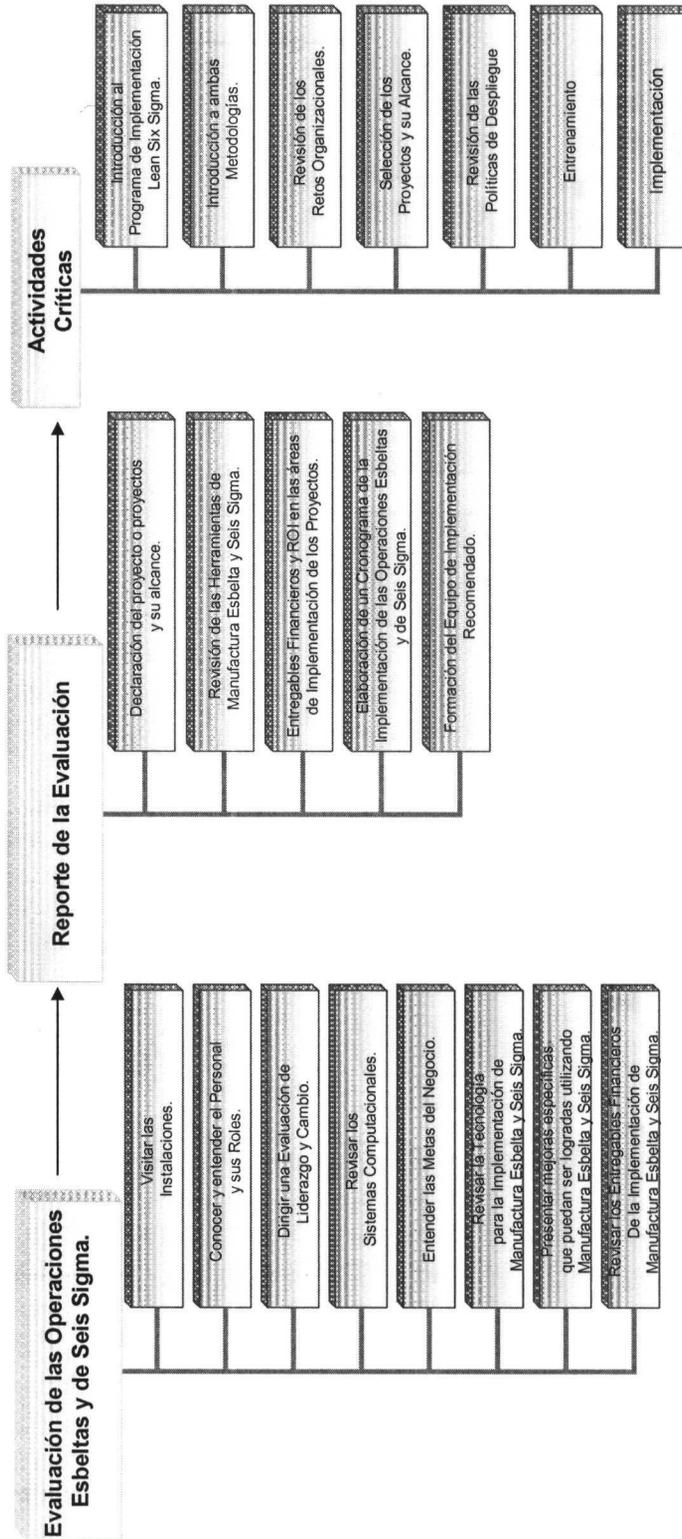


Figura 1. Guía para la transición de las operaciones de producción a la Manufactura Esbelta

Anexo B

Matriz de Madurez de Sistemas de Manufactura Esbelta.					
Practica/Proceso	Nivel 1 Funcional como Producción en masa	Nivel 2 Parcialmente Esbelta	Nivel 3 Generalmente Esbelta	Nivel 4 Internamente Esbelta, Parcialmente Ágil Externamente	Nivel 5 Empresa Virtual
Uso de Recursos Humanos	Alcances de trabajo cercanos	Entrenamiento efectivo con departamentos funcionales	Alcances de trabajo amplios. Equipos de producto cross funcionales. Las políticas de RH apoyan a los equipos.	Organizaciones fácilmente re-configurables.	Las políticas de RH soportan a gente "real" trabajando para múltiples "compañías virtuales"
Definición de Producto	Dibujos en papel, Encuentro de errores en pruebas y encuentro de errores en herramientas y producción	Algún uso de CAD. El diseño incluye análisis de factibilidad de producción	Diseño digital 3D hasta herramientas y producción. Simulación de variabilidad y prototipos electrónicos.	Comparten Datos CAD y responsabilidad de diseño con clientes y proveedores entre varias locaciones físicas.	Transporte de datos técnicos vía estándares de datos industriales – PDES, STEP, etc.
Uso de Proveedores	Competencia basada en precio. Relaciones Adversarias	Intercambio Técnico. Incentivos por ahorro de costos y reparto de ahorros	Entrega JIT al punto de uso sin recibir inspección.	Comparten actualizaciones de horarios electrónicamente.	Identificación de proveedores y rápidas contrataciones por medio de contratos estándares, etc.
Practicas de Calidad	Mejoras de calidad a través de aprendizaje en volumen. Inspección para encontrar partes defectuosas, el cliente es el inspector final	Implementación de funciones de calidad para dirigir los requerimientos del cliente al producto y procesos	Control efectivo de proceso y proceso de acciones correctivas. Auto inspección de producción. A prueba de equivocaciones.	Sistema único de calidad (basado en ISO)	
Control de Producción	Ordenes por estándar rompe espaldas lanzadas y expeditadas para lotes contratados. Grandes lotes de producción.	Sistema efectivo de MRP con capacidad finita de planeación.	Lotes pequeños, uso de sistemas "jalar" internos. Acceso a información requerida vía electrónica.	Uso de sistemas "jalar" entre clientes y proveedores	Sistemas de control y flujo ligados entre múltiples compañías
Procesos de Negocio	Procesos de negocio separados para diferentes clientes, militar vs comercial Manejo a base de producción de procesos en lugar de jalado por cliente.	Sistemas altamente interconectados	Procesos únicos para todos los clientes. Sistemas altamente integrados.	Sistemas y procesos integrados con clientes y proveedores	Contratación, financiamiento, etc. Soporta la operación de múltiples compañías virtuales
Facilidades y Equipos	Diagrama funcional de procesos. Monumentos inmuebles. Exceso de espacio y costos exagerados. Exceso	Mantenimiento preventivo efectivo. Uso efectivo de la tecnología de proceso.	Equipo pequeño y móvil arreglado de acuerdo al flujo. Bajo costo.	Flujo libre de productos entre compañías. Equipos y facilidades configurables.	Capacidad conocida y administrada para una empresa virtual a través de muchas compañías reales.

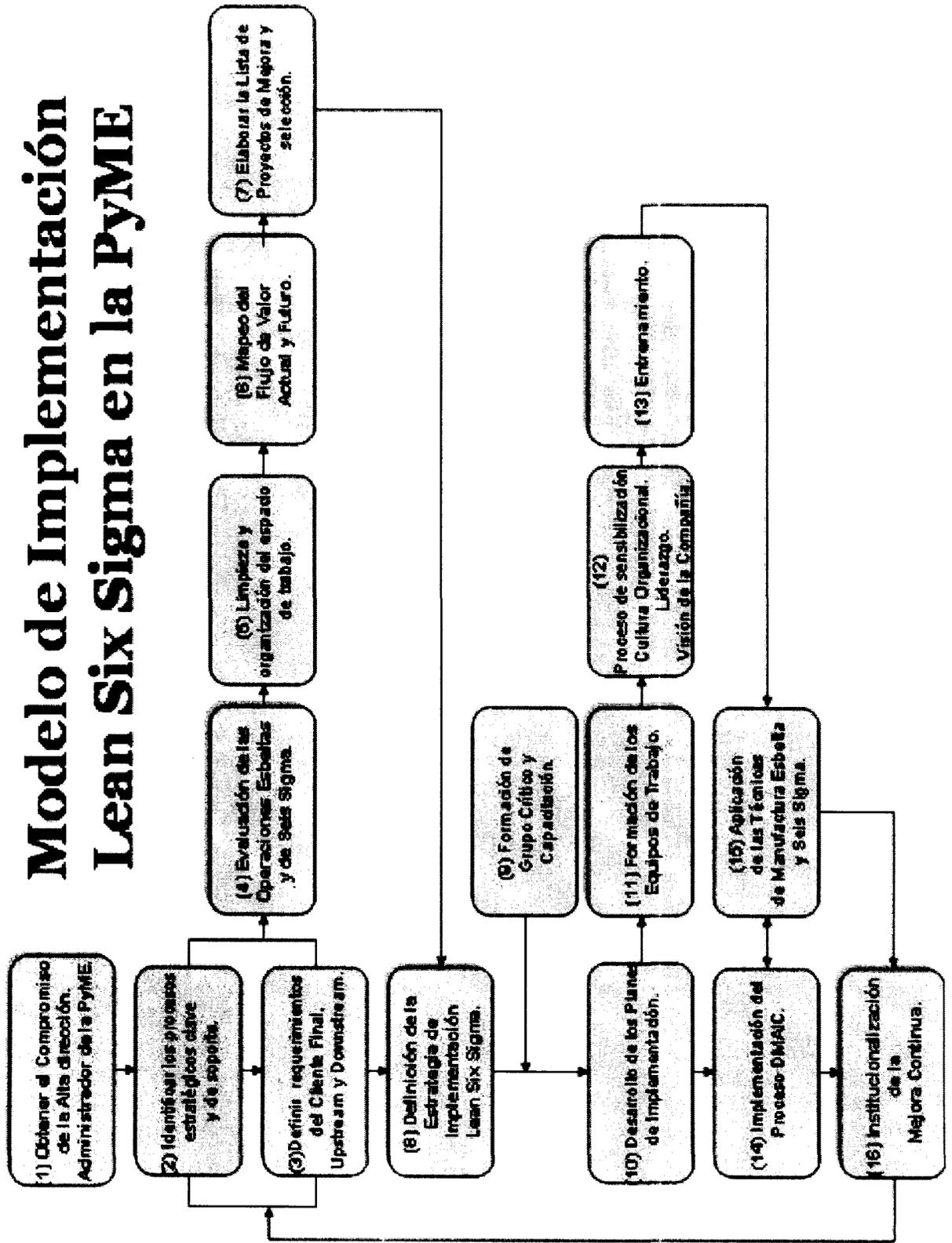
Evaluación de las Operaciones Esbeltas y de Seis Sigma



Anexo C

Anexo D

Modelo de Implementación Lean Six Sigma en la PYME



Glosario

Actividad que no agrega valor - cualquier actividad que suma costo sin sumar valor al producto o al proceso.

Administración visual - sistema que habilita cualquier persona a rápidamente notar anomalías en el local de trabajo, independiente de su conocimiento del proceso.

Agente de cambio - una persona cuya misión es causar el cambio del estado actual, o sea, de lote y fila, para el estado futuro ideal: la manufactura esbelta de acuerdo al mapeo del flujo de valor. Alguien que lidera el cambio cultural en una organización.

Análisis de valor - evaluación del plazo de entrega total y del tiempo que agrega valor para identificar el porcentual de actividades que agregan valor.

Andón - una señal visual. En general se trata de una luz ensamblada sobre una máquina o en la línea para alertar de un problema potencial o de la interrupción del trabajo.

Autonomatización - traducción de la palabra "jidoka". Significa conceder inteligencia humana a una máquina para que pueda automáticamente parar frente a un problema.

Autoridad para parar la línea - cuando ocurren anomalías, los operadores tienen el poder de interrumpir el proceso e impedir que el defecto o la variación sean pasados adelante.

Cadena de valor- cadena de valor o Value Stream es la secuencia del proceso tomando en cuenta aquellos pasos que le agregan valor al producto. Un mapeo de la cadena de valor o flujo de valor se elabora a base de observación y marcando un diagrama o plano de la planta.

Cambio de set up con un toque - reducción de las actividades de preparación de la matriz a un sólo paso.

SMED: cambio de matrices en un minuto - plazo entre la última pieza buena y la primera pieza buena siguiente en la nueva preparación obtenida en un tiempo abajo de 10 minutos. Aka "preparación en un sólo dígito."

Cinco s (5s) - disciplina primaria y condicionante para el kaizen; los cinco s's son definidos como siendo: seiri, segregación y desecho; seiton, ordenar e identificar; seiso, limpieza e inspección diaria; seiketsu, revisar siempre, y shitsuke, motivar para sostener.

Controles visuales - creación de estándares en el local de trabajo que dejen obvio si algo se encuentra desarreglado.

Cuello de botella - un área o estación de trabajo en un ambiente de manufactura que limita la capacidad de todo el proceso.

Despliegue de la función de calidad - metodología en la que un equipo multifuncional llega a un consenso con respecto a las especificaciones finales del producto, según los deseos del cliente.

Despliegue de políticas - alinear los objetivos estratégicos del negocio de una organización a sus recursos estratégicos. Comunicar esos objetivos a toda la organización, y conectarlos todos a los mismos objetivos.

Flujo de una pieza - una filosofía de manufactura que soporta el movimiento del producto de una

estación de trabajo a la siguiente - una pieza por vez - sin permitir que aumente el stock entre las estaciones.

Heinjunka - nivelación de la producción; creando y construyendo una secuencia determinada por un planeamiento por el promedio de la demanda del cliente.

Jidoka - consulte "autonomación". Es el término japonés que indica transferencia de inteligencia humana a la máquina.

Justo a tiempo (JIT) - fabricar lo que se necesita, cuando se necesita en la cantidad que se necesita.

Kaikaku - mejora radical; generalmente un proceso del negocio que afecta a la futura cadena de valor.

Kaizen - una combinación de dos palabras japonesas: "kai" (cambiar) y "zen" (bien). Generalmente definida significando "mejora continua".

Kaizen, gemba- actividad de mejora intensamente dirigida a una sola estación de trabajo, hecha rápidamente por dos o tres especialistas. Se sigue siempre a un evento kaizen plenamente desarrollado.

Kaizen, evento - una metodología sensible al tiempo y de desarrollo rápido que emplea un abordaje concentrado basado en el trabajo de equipo. Mejora continua.

Kanban - señalización visual. En general, consiste de una tarjeta de repetición de pedido o otro método de disparar el sistema de jalar la producción, basado en la utilización actual de materiales. Debiera estar disponible para uso en el punto de fabricación.

Lead time (tiempo de entrega) - el tiempo necesario para producir un sólo producto, desde el momento en que el cliente hace su pedido hasta el despacho.

Lean manufacturing (manufactura esbelta) - utilización de una cantidad mínima de recursos totales, personal, materiales, dinero, máquinas etc., para producir un producto y entregarlo puntualmente.

Manufactura celular - un alineamiento de máquinas en la secuencia correcta de proceso, donde los operadores permanecen dentro de las celdas y los materiales les son presentados desde afuera.

Mapeo del flujo de valor (mapeo de la cadena de valor) - un cuadro que permite visualizar como material e información fluyen de los proveedores a través de la manufactura y hasta el cliente. Incluye los cálculos del tiempo de ciclo total y del total de valor agregado. Es llenado para el estado actual y futuro de la cadena de valor, para indicar en que dirección el negocio está yendo.

Mejora continua - el compromiso de diariamente mejorar los productos, el ambiente de trabajo y los negocios.

Muda - cualquier actividad que suma costo sin sumar valor al producto.

Nivelación de la producción - método para programar la producción para que, por un cierto tiempo, se quite de la manufactura la flotación en la demanda del cliente, produciendo cada pieza en cada día, **heijunka**.

Operaciones estándar - la mejor combinación del operador y de la máquina, utilizando la menor cantidad de mano de obra, espacio, stock y equipo.

Poka yoke - palabra japonesa que significa, "a prueba de errores"; un dispositivo poka yoke impide que errores humanos afecten una máquina o un proceso; impide que los errores de un operador se conviertan en defectos.

Preparación externa - elementos de preparación de herramientas que pueden ser ejecutados con seguridad mientras la máquina esté funcionando.

Preparación interna - elementos de preparación de herramientas que deben ocurrir mientras la máquina está parada.

Producción - cantidad producida por la que el sistema genera dinero.

Reducción de la preparación - reducción del tiempo ocioso que va desde el cambio de la última pieza hasta la primera pieza buena de la siguiente operación.

Restricción - una estación de trabajo o un proceso que limita la capacidad de todo el sistema.

Sensei - maestro o profesor respetable.

Sistema de Producción Toyota - basado en algunos de los principios de Henry Ford, el sistema describe la filosofía de una de las más exitosas empresas del mundo. Las bases del SPT son: la nivelación de la producción y los soportes de justo a tiempo y de jidoka.

Stock - en general, se trata de la categoría de más alto costo; el stock consiste de todas las materias primas, piezas compradas, stock de proceso y productos terminados que aún no han sido vendidos a un cliente.

Stock de proceso (wip) - stock que espera entre los pasos de la operación.

Tiempo de ciclo - el tiempo que un operador lleva para completar un ciclo de trabajo. En general, es el tiempo que tarda antes que el ciclo se repita.

Tiempo de ciclo de la máquina - el tiempo que una máquina necesita para producir una unidad, incluyendo el tiempo de carga e descarga.

Tiempo de ciclo del operador - el tiempo que un operador gasta para completar una secuencia de operaciones predeterminada, incluyendo la carga y descarga, y excluyendo el tiempo de espera.

Tiempo Takt (Takt Time) - el tiempo neto total y diario de operación dividido por la demanda total diaria del cliente.

Referencias Bibliográficas

- [1] Shere, Kenneth D. Lean Six Sigma, How Does It Affect The Government, Cross Talk, The Journal Of Defense Software Engineering, Marzo 2003.
- [2] Lean Six Sigma. The Agility Group Manufacturing And Management Consulting. En línea. Internet 27 de abril de 2003. Disponible www.dur.ac.uk/agility
- [3] Kusters, David; Miller, David; Getting Results From Lean And Six Sigma; David And Miller Associates Inc. En línea. Internet 27 de abril de 2003, www.dwmiller.com.
- [4] Baudin, Michel; Six Sigma And Lean Manufacturing; Lean Directions: The E-Newsletter Of Lean Manufacturing; Society Of Manufacturing Engineers; Julio 2002.
- [5] A Blue Print For Implementing Lean And Six Sigma; Center For Applied Competitive Technologies, Abril 2002.
- [6] Illing, James; Seamless Integration Of Lean Enterprise And Six Sigma Lean Enterprise Rockwell Automation Power Systems; Society Of Automotive Engineers; Noviembre 2002.
- [7] Maleyeff, John, Arnheiter, Edward D., Creating a Lean Six Sigma Organization, DKF Kvalitetsnyt (Danish Society for Quality), Abril 2002.
- [8] Dean, Bob, Smith, Bonnie, From the business office to the shopfloor: Lean Sigma, Managing Times TBM, Cuarto trimestre, 2000.
- [9] Recker, Rod, Bolstorff, Peter, Integration of SCOR with Lean & Six Sigma, Advanced Integrated Technologies Group, 2003
- [10] George, Michael L., Lean Six Sigma: Combining Six Sigma Quality with Lean Speed, McGraw Hill 2002.
- [11] Bertels, Thomas, Integrating Lean and Six Sigma, Smarter Solutions. En línea. Disponible en <http://www.isixsigma.com/library/content/c030721a.asp?action=print>. Septiembre 2003.
- [12] Lean Sigma, Smallpeice Enterprises Ltd, SMART Group. En Línea Disponible en <http://www.smartgroup.org>

- [13] Integrating Lean & Six Sigma, Applying the best of both for operational excellence, Kaufman Consulting Group. En Línea. Disponible en <http://www.implementation.com>
- [14] Young, Aline, Six Sigma: Creating a Competitive Advantage, The virtual strategist, En línea <http://www.virtualstrategist.net>, 2001.
- [15] Gupta, Praveen, Six Sigma Implementation, Quality Technology Company, Octubre 2001.
- [16] Murugappan, Mala, Keeni, Gargi, Quality Improvement- The Six Sigma Way, IEEE 2000.
- [17] Breyfogle, Forrest W., Meadows, Becki, The Six Sigma Implementation Process, Smarter Solutions, Inc.
- [18] Burton, Terence, Six Sigma for Small and Mid-Sized Organizations, CEO Breakthrough. The Center for Excellence in Operations. En línea. Disponible en http://www.ceobreakthrough.com/pdf_files/Breakthrough-03Spring.pdf. Verano 2003.
- [19] Six Sigma, Value Innovation Partners, Ltd. En línea. Disponible en <http://www.websiterevamp.org>, 5 de marzo de 2003.
- [20] Erwing, Jane, Metrics for Six Sigma Initiatives, Journal for Quality and Participation. Marzo 2000. En línea. Disponible en <http://www.operationscouncil.com>
- [21] Basu, Ron, Wright, Nevan, Quality Beyond Six Sigma, Sutton Technical Books, 2003.
- [22] Antony, Jiju, Bhajji, Mukkarram, Key Ingredients for a Successful Six Sigma Program, Warwick Manufacturing Group, School of Engineering. 2000.
- [23] Burton, Terence T, Implementing Six Sigma, Appropriate Models for SME's, Tech Monitor Jul-Ago 2003.
- [24] Sitnikov, Catalina, The "Six Sigma Phenomena" old or new perception of quality?, Helsinki University of technology Lathi Center, Abril 2002.
- [25] Burton, Terence T, Six Sigma for Small and Mid-Sized Organizations, CEO Breakthrough, invierno 2003.
- [26] Six Sigma for Small and Medium Sized Enterprises (SME's), Process Quality Associates Inc. En Línea Disponible en, <http://www.pqa.net/sixsigma/w06002007.html>

- [27] Six Sigma Success Factors, Process Quality Associates Inc. En Línea Disponible en, <http://www.pqa.net/sixsigma/w06002005.html>
- [28] Keren, Nir, Comparison and Implementation of Six Sigma with OSHA PSM Regulation, and with ISO 14001, Julio 2001.
- [29] How six Sigma compares to other quality initiatives, En línea, Disponible en, http://media.wiley.com/product_data/excerpt/37/04713967/0471396737.pdf
- [30] What is Six Sigma?, En Línea, Disponible en, http://www.suttonbooks.net/assets/sample_chapters/b6sig_sample_chapter.pdf
- [31] Henderson, Kim M, Evans, James R, Successful implementation of Six Sigma: benchmarking General Electric Company, En Línea, Disponible en, <http://www.emerald-library.com>
- [32] Hamilton, Bruce, Lean: A Natural for Small Manufacturers, En línea. Disponible en <http://www.sme.org/downloads/press/20032046.doc>, 2002.
- [33] How to drive waste (Muda) out of your manufacturing system, En línea. Disponible en <http://www.ufexec.ufl.edu/manufacturing/default.asp?Course=1641>.
- [34] Burton, Terence T, The generations of Lean, CEO Breakthrough, invierno 2002.
- [35] Creese, Robert, Cost Management in Lean Manufacturing Enterprises and the effects upon small and medium enterprises, Manufacturing Information Systems, Proceedings of the Fourth SMESME International Conference 2001.
- [36] Phillips, Todd, Building the Lean Machine, Advanced Manufacturing, En línea. Disponible en <http://advancedmanufacturing.com>. Enero 2000.
- [37] Teed, Nelson, Placing Lean Manufacturing In Historical Perspective, Manufacturing News. Com 2001.
- [38] Crabill, John, Harmon, Ed, et al., Production Operations Level Transition To Lean Roadmap, Lean Aerospace Initiative, MIT, Junio 5 2000.
- [39] Womack, James, Lean Thinking for the Vacuum Industry, AVEM International Fall Seminar, Octubre 2000.
- [40] Goyal, Niraj, Applying Lean Manufacturing To Six Sigma – A Case Study, Smarter Solutions, En línea. Disponible en

<http://www.isuxsigma.com/library/content/c020225a.asp?action=print>, 26 de agosto de 2003.

- [41] Comparison Of Lean Enterprise, Six Sigma And Philip Crosby Quality Management Methodologies ,Philip Crosby Associates II; Agosto 2002
- [42] Nave, Dave, How to compare Six Sigma, Lean and the theory of constraints, Quality Progress, American Society for Quality, Marzo 2002
- [43] Spann, Mary, Adams, Mel, et al., Transferring Lean Manufacturing to Small Manufacturers: The Role of NIST-MEP, University of Alabama in Huntsville. En línea. Disponible en <http://www.usasbe.org/knowledge/proceedings/1999/spann.pdf> 2000.
- [44] McGivern, Michael H., Stiber, Alex, Lean Manufacturing Techniques, Development Dimensions International.
- [45] Crabill, John, Harmon, Ed, Production Operations Level Transition to Lean Roadmap, Massachusetts Institute of Technology, Junio 2000.
- [46] Rich, Nick, An Executive Guide to lean thinking, Lean Organization Research Center, Cardiff Business School, En Línea, Disponible en, <http://deloitte.co.uk>
- [47] Lean Enterprise goes beyond the shop floor, The Manufacturer's Edge, En Línea, Disponible en, <http://www.mamtc.com/newsletter/pdf/winter02newsletter.pdf>
- [48] Rizzardo, David, Brooks, Rochard, Understanding Lean Manufacturing, TES Tech Tips. En línea. Disponible en <http://tes.umd.edu/techtips/ttlean1.shtml>. 2002.
- [49] Valenti, Pablo, Nuevos enfoques en el desarrollo de las PYME. Tecnología e Instituciones. Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación, Número 3, Mayo-Agosto 2002.
- [50] Pande, Peter S., Neuman, Robert P., Cavanagh, Roland R., The Six Sigma Way, McGraw Hill 2000.
- [51] Womack, James P., Jones, Daniel T., Lean Thinking, Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation, Simon and Schuster 1996.
- [52] Imai, Masaki, Kaizen- The key to Japan's Competitive Success, McGraw Hill 1986.
- [53] Wheat, Barbara, Mills, Chuck, Cernel, Mike, Leaning into Six Sigma – The path to integration of Lean Enterprise and Six Sigma, Publishing Partners 2001.

- [54] Bianchi, Patrizio, Di Tommaso, Marco R., Política industrial para las PYME en la economía global, Universidad de Ferrara. Instituto de Política de Desarrollo Industrial. Comercio Exterior, volumen 48, número 8, México, agosto de 1998.
- [55] Goulart, Linda, Pequeña y Mediana Empresa en México- Una visión general del sector manufacturero, InfoPYME, Noticias sobre la Pequeña y Mediana Empresa en América Latina. Volumen 1, octubre de 1993.
- [56] Naciones Unidas, CEPAL, Elementos de Competitividad Sistémica de las Pequeñas y Medianas Empresas (PYME) del istmo Centroamericano. 8 de noviembre de 2001.
- [57] Bigras, Yvon, Désaulniers, Marc, Globalization and the Innovative SME, SME Research Institute, University of Quebec at Trois Rivieres. En línea. Disponible en www.uqtr.quebec.ca/inrpme/. Julio de 2000.
- [58] Prado, Fernando, Millar, Tomás, La Situación de las PyME en la Región, CAF, Corporación andina de Fomento, Dirección de instituciones financieras de desarrollo. 2003.
- [59] SIEM Sistema de Información Empresarial Mexicano, En línea. Disponible en www.siem.gob.mx.
- [60] Rangel, Héctor, Inauguración de la semana de las PyMES, Consejo Coordinador Empresarial, En Línea. Disponible en www.cce.org.mx/discursos/hrd_ago2602.htm, 26 de agosto de 2002.
- [61] Erdem, Selim, Lean Manufacturing as a Human-Centred Approach for Manufacturing System Design, En línea. Disponible en <http://fens.sabanciuniv.edu/msie/news/papersac2003.pdf>.
- [62] Mize, Joe, Hallam, Cory, LESAT Implementation Breakout Session. Massachusetts Institute of Technology.
- [63] Cabeza, Luis V., Manuales de Diplomado de Manufactura Esbelta, CSIM, ITESM, Campus Monterrey, 2003.

