

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

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



**TECNOLÓGICO  
DE MONTERREY.®**

**METODOLOGÍA DE DESPLIEGUE LEAN SIX SIGMA BASADA EN LA  
METODOLOGÍA DE SISTEMAS SUAVES**

**TESIS**

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

**MAESTRA EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN SISTEMAS DE CALIDAD Y  
PRODUCTIVIDAD**

**POR**

**ING. ANA LAURA MARTÍNEZ MARTÍNEZ**

**MONTERREY, N.L.**

**MAYO DE 2008**

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

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

Los miembros del comité de tesis recomendamos que el presente proyecto de tesis presentado por la **Ing. Ana Laura Martínez Martínez** sea aceptado como requisito parcial para obtener el grado académico de:

**MAESTRA EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN SISTEMAS DE CALIDAD Y  
PRODUCTIVIDAD**

Comité de Tesis:

---

**Alberto Abelardo Hernández Luna, Ph.D.**

Asesor

---

**Erika Guadalupe Acosta Silva , M.C.      José Jacinto Juárez García, M.C.**

Sinodal

Sinodal

**Aprobado**

---

**Joaquín Acevedo Mascarúa, Ph.D**

Director del Programa de Graduados en Ingeniería

**Mayo, 2008**

En memoria de mi muy querido abuelito, Dr. Celso Martínez Leal †, por su ejemplo de vida, amor y apoyo desinteresado que siempre me brindo. Gracias por ser como un papá para mí.

Descansa en paz



(7 septiembre de 1921 - 9 de mayo de 2008)

## *Dedicatoria*

---

---

### **A Dios**

Por sus infinitas bendiciones y por ser luz en buenos y malos momentos.

### **A mis padres (Juan José y María Elisa)**

Por su amor y apoyo incondicional y haber luchado a mi lado para que hoy sea lo que soy.

### **A mis hermanos (Juan José, Daniel, María Elisa, Myriam y Hugo)**

Por su apoyo, amistad y cariño.

### **A mis abuelos (Juan José, Ana María, Celso, María Elisa)**

Por su amor y gran apoyo en esta etapa tan importante de mi vida.

### **A mi novio (Arturo)**

Por su amistad, amor y apoyo durante esta etapa y en especial durante la realización de este trabajo.

## *Agradecimientos*

---

A mi asesor, **Dr. Alberto Hernández Luna**, por su valioso apoyo, orientación y enseñanzas durante estos dos años. Muchas gracias por darme la oportunidad de trabajar en el grupo, ha sido una experiencia llena de retos y enseñanzas.

A mi sinodal **M. C. Erika G. Acosta Silva**, por regalarme parte de su tiempo para analizar este trabajo y darme su retroalimentación, la cual ayudo a enriquecer la investigación. Gracias por tu amistad, cariño y apoyo.

A mi sinodal **M.C. José Jacinto Juárez García**, por tomarse el tiempo para analizar a detalle esta investigación, por su colaboración e ideas en el desarrollo de este trabajo.

A mis compañeros y amigos asistentes de todas las generaciones, de quienes obtuve un gran aprendizaje. Gracias por todo, su amistad ha sido un gran apoyo durante este periodo.

A mis amigos por ser un apoyo constante, por estar en los buenos y malos ratos y sobre todo por la paciencia y cariño que siempre me han tenido.

## ***Abstract***

---

Las compañías que desean estar en la cima de la manufactura de clase mundial saben que las que contar con iniciativas de calidad como Lean o Six Sigma por separado no es suficiente. La integración Lean Six Sigma es indispensable para cualquier organización que busque tener procesos esbeltos y con cero defectos; sin embargo, las empresas no saben cómo llevar a cabo la integración de ambas metodologías en sus iniciativas de calidad.

Las compañías mexicanas han tenido gran dificultad para alcanzar la integración Lean Six Sigma debido a la falta de conocimiento y de un plan a cerca de cómo desplegar las herramientas Lean mientras los proyectos Six Sigma son realizados.

En esta investigación la Metodología de Sistemas Suaves de Checkland es utilizada para dar estructura y un enfoque sistémico a la integración Lean Six Sigma. La Metodología de despliegue Lean Six Sigma basada en SSM usa el Value Stream Mapping como una herramienta con la cual tanto los proyectos Lean como Six Sigma pueden ser administrados durante el despliegue. Esta nueva Metodología también provee una estructura que especifica la secuencia en la cual las diferentes herramientas Lean deben implementarse con el propósito de lograr los mejores resultados.

## *Índice de Contenido*

---

---

<i>DEDICATORIA .....</i>	7
<i>AGRADECIMIENTOS.....</i>	9
<i>ABSTRACT.....</i>	11
<i>ÍNDICE DE CONTENIDO.....</i>	1
<i>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....</i>	7
<i>GLOSARIO .....</i>	9
<i>ACRÓNIMOS .....</i>	15
<i>CAPÍTULO 1</i>	
<i>INTRODUCCIÓN.....</i>	17
1.1 Introducción.....	17
1.2 Metodología de Investigación .....	21
1.3 Organización del Documento .....	22
<i>CAPÍTULO 2</i>	
<i>DEFINICIÓN.....</i>	25
2.1 Introducción.....	25
2.2 Justificación .....	28
2.3 Problemas de Investigación.....	29
2.3 Pregunta de de Investigación .....	30
2.4 Hipótesis de Investigación.....	30
2.4 Objetivos de Investigación.....	31
2.5 Rumbo de la investigación.....	31
2.6     Objetivos específicos de la investigación.....	31

2.5 Preguntas de Investigación .....	32
2.7 Conclusiones .....	33

## CAPÍTULO 3 MEDICIÓN ..... 35

3.1 Introducción.....	35
<b>3.2 Marco Teórico.....</b>	<b>38</b>
3.2.1 Filosofía Lean.....	38
3.2.1.1 ¿Qué es Lean?.....	38
3.2.1.2 Historia de Lean.....	40
3.2.1.3 Principios de Lean .....	47
3.2.1.3.1 Especificar el Valor.....	47
3.2.1.3.2 Identificar el flujo de Valor.....	48
3.2.1.3.3 Flujo.....	49
3.2.1.3.4 Pull (Atracción).....	49
3.2.1.3.5 Perfección .....	49
3.2.1.4 Modelos de Despliegue de herramientas Lean.....	50
3.2.1.4.1 Modelo de Despliegue de Womack y Jones .....	50
3.2.1.4.2 Modelo de Despliegue de Tapping .....	52
3.2.2 Lean Six Sigma.....	54
3.2.2.1 ¿Qué es Lean Six Sigma? .....	54
3.2.2.2 Modelos de despliegue de herramientas Lean Six Sigma.....	57
3.2.2.2.1 Modelo de Despliegue Snee y Hoerl.....	58
3.2.2.2.2 Modelo de Despliegue de George.....	60
3.2.2.2.3 Modelo de Despliegue de BMG .....	62
3.2.3 Metodología de Sistemas Suaves (SSM).....	65
3.2.3.1 ¿Qué es SSM? .....	65
3.2.3.2 Historia de la Metodología de Sistemas Suaves .....	72
3.2.3.3 Validez y Efectividad de SSM.....	73
3.2.4 Teoría de Restricciones (TOC) .....	74
3.2.4.1 ¿Qué es TOC?.....	74
3.2.4.2 Como comparar la Teoría de Restricciones con Lean.....	77

<b>3.3 Diseño de la Investigación de Campo.....</b>	<b>79</b>
3.3.1 Cuestionario.....	79
3.3.1.1 Sección I.....	80
3.3.1.2 Sección II.....	81
3.3.1.3 Sección III.....	81
3.3.2 Selección de Población y Muestra .....	83
3.3.2.1 Población.....	83
3.3.2.2 Muestra .....	83
<b>3.4 Conclusiones.....</b>	<b>85</b>

## CAPÍTULO 4 ANÁLISIS ..... 87

<b>4.1 Introducción.....</b>	<b>87</b>
<b>4.2 Resultados de la Investigación de Campo.....</b>	<b>88</b>
4.2.1 Sección I.....	89
4.2.1.1 Pregunta 1: Nombre de la empresa .....	89
4.2.1.2 Pregunta 2: Giro de la Compañía.....	90

4.2.1.3 Pregunta 3: Roles de Calidad con los que se cuenta.....	90	
4.2.1.4 Pregunta 4: Iniciativas de Calidad que utiliza la empresa.....	91	
4.2.1.5 Pregunta 5: Tiempo que han usado las herramientas Lean.....	92	
4.2.1.6 Pregunta 6: Grado de Madurez en que se encuentra la compañía con respecto a la aplicación de la Filosofía Lean.....	92	
4.2.1.7 Pregunta 7: Barreras para la implementación de Lean o Lean Six Sigma ..	93	
4.2.2 Sección II.....	94	
4.2.3 Sección III .....	96	
4.2.4 Validez de la Estructura Generada .....	100	
4.2.5 Conclusiones a cerca de la Investigación de Campo.....	113	
<b>4.3 5 ¿Por qués?: Análisis del por qué es posible utilizar SSM para desplegar Lean Six Sigma .....</b>	<b>115</b>	
4.3.1 ¿Por qué un enfoque Suave para el despliegue de Lean Six Sigma?.....	115	
4.3.2 ¿Por qué la necesidad de un enfoque Sistémico en la implementación de Lean Six Sigma? .....	117	
4.3.3 ¿Por qué SSM para dar el enfoque Sistémico a la implementación de Lean Six Sigma?.....	119	
4.3.4 ¿Por qué el VSM puede sustituir al Diagrama Enriquecido de SSM? .....	122	
4.3.5 ¿Por qué la necesidad de crear diálogo al diseñar el Estado Futuro?.....	125	
<b>4.4 Análisis del por qué es posible utilizar TOC para el diseño del Estado Futuro ...</b>	<b>126</b>	
4.4.1 ¿Qué cambiar?.....	127	
4.4.1.1 Restricciones de políticas (paradigmas) .....	128	
4.4.1.2 Restricciones de Recursos (Físicas).....	129	
4.4.1.3 Restricciones de Material.....	129	
4.4.1.4 Sobreproducción .....	129	
4.4.1.5 Espera .....	129	
4.4.1.6 Transporte Innecesario.....	130	
4.4.1.7 Sobreprocesamiento o procesamiento incorrecto.....	130	
4.4.1.8 Inventarios .....	130	
4.4.1.9 Movimiento innecesario.....	130	
4.4.1.10 Sobreproducción.....	131	
4.4.2 ¿A qué cambiar?.....	131	
4.4.3 ¿Cómo causar el cambio?.....	131	
<b>4.5 Conclusiones.....</b>	<b>132</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b>	<b>INNOVACIÓN.....</b>	<b>135</b>
<b>5.1 Introducción.....</b>	<b>135</b>	
<b>5.2 Metodología de Despliegue Lean Six Sigma basada en SSM.....</b>	<b>136</b>	
5.2.1 La Metodología en Bosquejo.....	137	
5.2.2 Fases 1 y 2: Expresión de la Realidad .....	140	
5.2.2.1 Fase 1: La cadena de Flujo de Valor.....	141	
5.2.2.1.1 Análisis producto cantidad .....	142	
5.2.2.1.2 Análisis Producto-Ruta.....	142	
5.2.2.2 Fase 2: VSM: Estado Actual .....	143	
5.2.2.2.1 Consejos para acelerar el Mapeo de Estado Actual.....	145	
5.2.2.2.2 Datos típicos para el Mapeo de Estado Actual.....	146	
5.2.3 Fases 3 y 4: Buscando el Modelo Ideal.....	149	
5.2.3.1 Fase 3: Modelos Conceptuales ¿Qué cambiar para lograr un Flujo Lean? .....	149	
5.2.3.1.1 Modelo conceptual del Flujo de Valor Lean .....	150	

5.2.3.1.1.1 Regla 1: Producir al ritmo del takt time .....	151
5.2.3.1.1.2 Regla 2: Desarrollar flujo continuo (cuando sea posible) .....	152
5.2.3.1.1.3 Regla 3: Usar supermercados para controlar la producción donde el flujo continuo no exista en el siguiente paso del flujo. ....	152
5.2.3.1.1.4 Regla 4: Tratar de mandar la programación solo a un proceso de producción.....	153
5.2.3.1.1.5 Regla 5: Distribuir la producción de diferentes productos.....	153
5.2.3.1.1.6 Regla 6: Nivelar el volumen de producción .....	154
5.2.3.1.1.7 Regla 7: Desarrollar la habilidad de hacer cada parte cada día. (Después cada parte cada cambio, después cada hora, cada pitch).....	154
5.2.3.2 <i>Fase 4: VSM: Estado Futuro</i> .....	155
5.2.3.2.1 Pasos para crear el Estado Futuro .....	155
5.2.3.3 <i>Fase 4a y 4b: Uso de TOC y Otras teorías y herramientas</i> .....	157
5.2.3.3.1 Para que usar TOC .....	158
5.2.3.3.2 Pensamiento estratégico de proceso con TOC.....	159
5.2.4 <i>Fases 5 y 6: Planeando el Cambio "Deseable y Viable"</i> .....	160
5.2.4.1 <i>Fase 5: Comparación de VSM: Estado Actual con VSM: Estado Futuro</i> .....	161
5.2.4.2 <i>Fase 6: Lean y Six Sigma: Definición de cambios deseables y viables por medio de proyectos de mejora Lean y Six Sigma.</i> .....	162
5.2.4.2.1 Traducción de gaps a proyectos.....	163
5.2.4.2.2 División de proyectos: Lean o Six Sigma .....	164
5.2.5 <i>Fase 7: Implementación de cambios</i> .....	167
5.2.5.1 <i>En que Segmento/Loop comenzar</i> .....	168
5.2.5.2 <i>Orden de implementación de proyectos</i> .....	169
5.2.5.3 <i>Orden de implementación de herramientas Lean</i> .....	171
5.2.5.4 <i>Sugerencia de aplicación de la estructura y herramientas</i> .....	174
5.2.5.5 <i>Consideraciones de la implementación</i> .....	176
<b>5.3 Conclusiones.....</b>	<b>176</b>
 <b>CAPÍTULO 6 ESTANDARIZACIÓN.....179</b>	
<b>6.1 Introducción.....</b>	<b>179</b>
<b>6.2 Lean Six Sigma como forma de trabajo en la organización .....</b>	<b>180</b>
6.2.1 <i>Organigrama Lean Six Sigma</i> .....	181
6.2.2 <i>Sistema de Contabilidad Lean Six Sigma</i> .....	182
6.2.3 <i>Función Lean Six Sigma</i> .....	183
6.2.3.1 <i>Ejecutivos</i> .....	184
6.2.3.2 <i>Champions</i> .....	185
6.2.3.3 <i>Administrador del VSM</i> .....	186
6.2.3.4 <i>Dueños de Proceso</i> .....	187
6.2.3.5 <i>Green Belt</i> .....	188
6.2.3.6 <i>Black Belt</i> .....	188
6.2.3.7 <i>Master Black Belt</i> .....	189
6.2.3.8 <i>Miembros de equipos de trabajo</i> .....	190
6.2.4 <i>Entrenamiento Estandarizado</i> .....	191
6.2.4.1 <i>Plan curricular de Entrenamiento Green y Black Belts.</i> .....	193
6.2.4.2 <i>Plan curricular de Entrenamiento Master Black Belts</i> .....	193
6.2.4.3 <i>Manual para difundir la Cultura Lean Six Sigma en la Compañía</i> .....	194
<b>6.3 Conclusiones.....</b>	<b>224</b>

<b>CAPÍTULO 7</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>227</b>
<b>7.1 Introducción.....</b>		<b>227</b>
<b>7.2 Conclusiones de la Investigación .....</b>		<b>227</b>
<b>7.3 Resultados de la Investigación.....</b>		<b>231</b>
<b>7.2 Conclusiones del Proceso .....</b>		<b>233</b>
7.2.1 <i>Definición .....</i>		233
7.2.2 <i>Medición.....</i>		233
7.2.3 <i>Análisis.....</i>		234
7.2.4 <i>Innovación.....</i>		235
7.2.5 <i>Estandarización .....</i>		236
<b>7.2 Conclusiones Personales.....</b>		<b>236</b>
<b>7.2 Futuras Líneas de Investigación .....</b>		<b>237</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>		<b>239</b>



## Índice de Ilustraciones

---

---

Ilustración 1. Lean Six Sigma: Modelo de Despliegue aplicando Diseño Axiomático (Moreno, 2007) .....	20
Ilustración 2. Metodología de la Investigación .....	21
Ilustración 3. Organización de la Investigación .....	22
Ilustración 4. Sinergia entre la Mejora Continua y la Mejora por "Breakthrough" (Harrington, 1995) .....	27
Ilustración 5. Modelo Lean Six Sigma aplicando Diseño Axiomático (Moreno, 2007) .....	28
Ilustración 6. Estructura del Marco Teórico .....	38
Ilustración 7. Orígenes de Lean (Villaseñor & Galindo, 2007).....	46
Ilustración 8. Modelo de Ejecución de Herramientas. (Adaptación basada en Womack & Jones, 2003) .....	51
Ilustración 9. Calendario de Transformación Lean (Womack & Jones, 2003).....	52
Ilustración 10. Los Tres Niveles de Lean (Tapping, 2003) .....	54
Ilustración 11. Lean Six Sigma (Decarlo & BMG, 2007) .....	55
Ilustración 12. Convergencia de Lean y Six Sigma (Snee & Hoerl, 2007) .....	56
Ilustración 13. Enfoque de Negocio (DeCarlo & BMG, 2007).....	56
Ilustración 14. Enfoque Estadístico (DeCarlo & BMG, 2007).....	57
Ilustración 15. La Evolución Lean Six Sigma (Snee & Hoerl, 2007). .....	58
Ilustración 16. Enfoque para selección de proyectos (Snee & Hoerl, 2007).....	59
Ilustración 17. Modelo de Institucionalización Lean Six Sigma (George, 2005) ..	61
Ilustración 18. Caja de herramientas Lean Six Sigma (George, 2005).....	62
Ilustración 19. DMAIC (BMG, 2007) .....	63
Ilustración 20. Ciclo Kaizen (Imai, 2003) .....	64
Ilustración 21. Comparación entre DMAIC y SCORE. (BMG, 2007) .....	65
Ilustración 22. Metodología de Sistemas Suaves (Checkland, 1999) .....	66
Ilustración 23. Sistema de Actividad Humana (Checkland, 1999) .....	70
Ilustración 24. Medidas fundamentales de TOC (Mcmullen, 1998) .....	76
Ilustración 25. Comparación Lean y TOC (The Lean Enterprise Institute, 2007) ..	78
Ilustración 26. Matriz para Estructuración.....	82
Ilustración 27. Ecuación para Obtener Tamaño de Muestra (Universidad Española de Psicología) .....	83
Ilustración 28. Cálculo del Tamaño de Muestra.....	84
Ilustración 29. Empresas participantes .....	89
Ilustración 30. Pregunta 2: Giro de la Compañía.....	90
Ilustración 31. Pregunta 3: Roles dentro del Despliegue de Calidad de la Organización.....	91
Ilustración 32. Pregunta 4: Iniciativas de Calidad que utilizan las Organizaciones .....	91
Ilustración 33. Pregunta 5: Tiempo que han usado herramientas Lean.....	92
Ilustración 34. Grado de Madurez respecto a Lean .....	93
Ilustración 35. Pregunta 7: Barreras para implementar Lean .....	94

---

Ilustración 36. Herramientas Lean más utilizadas .....	95
Ilustración 37. Resumen de Respuestas Sección III .....	97
Ilustración 38. Estructura para el orden de uso de herramientas.....	98
Ilustración 39. Relación de herramientas entre empresas de servicio y manufactura.....	112
Ilustración 40. Matriz Servicios vs Manufactura .....	113
Ilustración 41. Paradigma de lo Duro y Suave (Kotiadis & Mingers, 2006) .....	116
Ilustración 42. Excelencia Operacional (DeCarlo, 2007) .....	118
Ilustración 43. Complejidad Técnica y Social (Jones 2003) .....	121
Ilustración 44. 7 Desperdicios (Villaseñor & Galindo, 2007) .....	128
Ilustración 45. Metodología de Despliegue Lean Six Sigma basada en SSM ....	138
Ilustración 46. Impacto del uso de "Breakthrough" combinado con Mejora Continua. (Harrington, 1995) .....	140
Ilustración 47. En que parte del Flujo de Valor Comenzar .....	141
Ilustración 48. Familia de Productos.....	143
Ilustración 49. Niveles de Mapeo para una Familia de Productos (Rother y Sook, 2003) .....	144
Ilustración 50. Información & Material (Rother y Sook, 2003) .....	144
Ilustración 51. Tiempo de Ciclo.....	147
Ilustración 52. Tiempo de Valor Agregado .....	148
Ilustración 53. Lead Time.....	148
Ilustración 54. TOC en la Metodología .....	160
Ilustración 55. División del VSM: Estado Futuro en Segmentos (Rother & Shook, 2003) .....	163
Ilustración 56. Kaizen (Rother y Shook, 2003) .....	164
Ilustración 57. Proyectos Lean y Six Sigma.....	165
Ilustración 58. Niveles de aplicación de proyectos.....	166
Ilustración 59. Value Stream Plan.....	167
Ilustración 60. Orden de implementación de proyectos.....	170
Ilustración 61. Implementación de herramientas Lean.....	172
Ilustración 62. Guía de Herramientas.....	175
Ilustración 63. Organigrama Lean (Adaptado de Womack & Jones, 2003) ....	182
Ilustración 64. Infraestructura Humana de Lean Six Sigma.....	184
Ilustración 65. Proceso de desarrollo de equipos (Evans y Lindsay, 2005) .....	191
Ilustración 66. Plan a 3 años (Programa ITESM-BMG) .....	192
Ilustración 67. Plan Curricular Lean Six Sigma para Green y Black Belts (Programa ITESM-BMG) .....	193
Ilustración 68. Modelo desacoplado Lean Six Sigma .....	229

## ***Glosario***

---

---

**5S's:** Metodología que tiene como fin la eliminación de desperdicios por medio de la organización del lugar de trabajo. Derivado de las palabras japonesas Seiri, Seiton, Siso, Seiketsu y Shitsuke, en español Clasificación, Organización, Limpieza, Estandarización y Sostenimiento.

**5 Porque's:** Es un método simple pero efectivo para analizar y resolver problemas preguntándose ¿por qué? Cinco veces (o las veces que sea necesario para encontrar la causa raíz). La causa raíz se debe evidenciar al seguir preguntándose el por qué de una situación.

**7 tipos de desperdicio:** Existen 7 tipos de desperdicio que describen todas las actividades que no agregan valoren un clima de producción. La eliminación de los 7 tipos de desperdicio lleva a la mejora de las utilidades. Los 7 desperdicios son: sobreproducción, transportación, movimiento, espera, sobreprocesamiento, inventario y defectos.

**Administrador del VSM:** Persona encargada de dirigir la elaboración de los Mapas de Estado Actual y Futuro y de administrar los proyectos que se deriven de ellos.

**Actividades de valor agregado:** Acciones que agregan valor real al producto.

**Actividades de no valor agregado:** Acciones que no agregan valor real al producto o servicio. Estas acciones son en realidad desperdicio.

**Andón:** Es un sistema de control visual en el área de producción, típicamente un tablero con luces que indican el estado del proceso. El Andón es usado para dar a conocer el status de la producción y alertar a los miembros el equipo cuando hay emergencias o situaciones anormales.

**Autonomatización:** Autonomatización con un toque humano. Se refiere a procesos semi-automáticos donde el operador y la máquina trabajan juntos. También es referido como Jidoka.

**Black Belt:** Un experto en Six Sigma dedicado al 100% que ha sido entrenado formalmente en las bases del DMAIC y que puede ejecutar

proyectos relativamente de gran alcance en cualquier área de la organización. También puede asesorar a otros en la aplicación del DMAIC.

**Células de Manufactura:** Es una estructura que liga las operaciones manuales y de maquinaria en la forma más eficiente para maximizar el valor agregado mientras se minimizan los desperdicios.

**Champion:** Persona encargada de elegir los proyectos Six Sigma y controlar su rendimiento. Es el responsable de asegurar que los proyectos escogidos estén alineados con la estrategia ejecutiva de la empresa.

**Desacoplados:** Se dice de parámetros de un proceso que son independientes y tienen como fin cubrir los requerimientos funcionales.

**DMAIC:** Metodología de solución de problemas utilizada en Six Sigma, en donde se debe definir, medir, analizar, incrementar, y controlar.

**DMAIE:** Metodología de solución de problemas utilizada en Six Sigma Transaccional en donde se debe definir, medir, analizar, innovar y estandarizar.

**Ejecutivo:** Persona que lidera el cambio cultural. Está encargado de mantener la visión, dirección, integración y lograr los resultados.

**Fábrica Visual:** Se refiere a establecer todas las herramientas, actividades, indicaciones, indicadores de producción de forma visual y al alcance de todos los empleados de manera que todos puedan entender el status del sistema.

**Flujo:** Es una de los objetivos principales de la producción esbelta, se puede ver como una filosofía que está en contra de la producción en masa.

**Flujo de valor:** Actividades específicas requeridas para el diseño, orden y provisión del producto específico, lanzamiento del concepto, entrega de orden y materia prima hasta manos del consumidor.

**Green Belt:** Practicante de Six Sigma de tiempo parcial a nivel local, ha sido entrenado en las herramientas de DMAIC y puede participar en la ejecución de proyectos en su propia área de experiencia.

**Heijunka:** Es un método de nivelación de producción que hace posible producir justo a tiempo. Envuelve el promediar el volumen y secuencia de diferentes modelos en una línea de producción mixta.

**In Company:** Diplomado que imparte el Programa de Certificación Internacional en Six Sigma ITESM-BMG en una empresa, donde los participantes son miembros de dicha organización.

**Jidoka:** Autonomatización con un toque humano o la transferencia de inteligencia a la máquina. Permitir que la máquina detecte anomalías o defectos y que pare el proceso cuando éstas sean detectadas.

**Kaikaku:** Se refiere a la mejora radical de procesos

**Kaizen:** Cambio para mejorar. Mejora del tipo continua o incremental de la actividad para crear más valor con menos desperdicio.

**Kanban:** Un instrumento utilizado como señal para dar una instrucción para la producción o retiro de material en un sistema de producción pull.

**Lead Time:** El tiempo total que un cliente tiene que esperar para recibir su producto después de haber puesto su orden.

**Lean:** Metodología de Calidad que busca la reducción de los 7 tipos de desperdicio, con el objetivo de reducir el lead time.

**Mantenimiento Productivo Total:** Serie de métodos, originalmente diseñados para que toda maquinaria en el proceso de producción esté siempre disponible para hacer el trabajo que se requiera para que la producción nunca sea interrumpida.

**Mapa de Estado Actual:** Mapa de Flujo de Valor en el cual se visualiza la producción actual del proceso e identifica las fuentes de desperdicios y las oportunidades para llevar a cabo proyectos del tipo Lean o Six Sigma.

**Mapa de Estado Futuro:** Es el mapa de flujo de valor que muestra el estado al cual se quiere llegar por medio de la aplicación Lean Six Sigma.

**Metodología de Sistemas Suaves:** Metodología de 7 pasos creada por Checkland para dar consultoría en ambientes que involucran sistemas de actividad humana.

**Open Enrollment:** Diplomado impartido por el Programa de Certificación Internacional en Six Sigma ITESM-BMG en modalidad

abierta al público, donde se cuenta con la participación de personal de distintas empresas.

**Poka-Yoke:** Cualquier cambio a la operación que permita reducir o eliminar los errores.

**Process Owner:** Personas que identifican oportunidades de proyectos, implementan las soluciones y ayudan a liderar el cambio cultural.

**Pull:** Es un sistema de producción y entrega de instrucciones en cascada desde abajo hacia arriba en las actividades del flujo de valor, en donde el proveedor de el proceso de arriba espera las instrucciones del de abajo para poder producir.

**Push:** En contraste al sistema pull, en éste los productos son empujados a través del proceso, sin importar si la producción es requerida o no.

**Restricciones:** Cualquier recurso cuya capacidad es igual o menor de lo que la demanda establece. Es un proceso en cualquier parte del negocio (oficina, producción, ventas etc.) que limita la salida del proceso completo.

**SCORE:** Metodología creada por BMG para llevar a cabo proyecto Lean en donde se debe seleccionar, clarificar, organizar, correr y evaluar.

**Single Minute Exchange of Dies:** Técnicas usadas para que el cambio de máquina se haga en menos de 10 minutos.

**Sistema de Producción Toyota:** Filosofía de manufactura que acorta el tiempo entre la orden del consumidor y el embarque por medio de la eliminación de desperdicios.

**Six Sigma:** Metodología de Calidad basada en herramientas estadísticas que busca reducir la variación por medio de proyectos llevados a cabo bajo el DMAIC.

**Takt Time:** El tiempo disponible para la producción dividido entre la demanda del cliente. El tiempo Takt marca el ritmo al cual se debe producir.

**Teoría de Restricciones:** Filosofía de administración que apoya la eliminación de restricciones para incrementar las utilidades mientras se disminuyen los inventarios y los costos de producción.

**Trabajo Estandarizado:** Descripción precisa del trabajo de cada actividad en donde se especifica el tiempo de ciclo, taka time, la secuencia de trabajo y el mínimo inventario de las partes que es necesario para llevar a cabo la actividad.

**Valor:** Capacidad de dar al consumidor el precio apropiado en el tiempo apropiado, es definido por el mismo consumidor.

**Value Stream Mapping:** Técnica para resaltar las fuentes de desperdicio y eliminarlas por medio de la implementación de un estado futura que se pueda hacer realidad en corto tiempo.



## **Acrónimos**

---

---

**BB:** Black Belt

**BMG:** Breakthrough Management Group. Empresa líder en consultoría especializada en Six Sigma.

**DMAIC:** Definir/Medir/Analizar/Incrementar/Controlar

**DMAIE:** Definir/Medir/Analizar/Innovar/Estandarizar

**GB:** Green Belt

**ITESM:** Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey

**SCORE:** Seleccionar/Clarificar/Organizar/Correr/Evaluar

**SMED:** Single Minute Exchange of Dies

**SSM:** Metodología de Sistemas Suaves

**TOC:** Teoría de Restricciones

**TPM:** Mantenimiento Productivo Total

**MBB:** Master Black Belt

**VSM:** Value Stream Mapping



## ***Capítulo 1***

## ***Introducción***

---

---

### ***1.1 Introducción***

La búsqueda de la excelencia en los procesos es actualmente una de las mayores preocupaciones de las grandes y medianas empresas. La calidad de los procesos, productos y servicios ha dejado de ser una ventaja competitiva convirtiéndose en un elemento esencial de la estrategia de las empresas, hoy, quien no tiene procesos, productos y servicios de alta calidad no tiene posibilidades de mantenerse en el mercado.

Algunas empresas han adoptado metodologías que han sido utilizadas por empresas pioneras y las han llevado al éxito, un ejemplo de estas metodologías es Six Sigma el cual es empleado por Motorola desde la década de los 80's, otras compañías han volteado su vista hacia el oriente, adoptando filosofías de trabajo Japonesas como Lean Manufacturing y Kaizen. Estas tres iniciativas de trabajo buscan la Mejora Continua de los procesos mediante diferentes enfoques: Disminución de variabilidad en los procesos, disminución de Mudas y Mejora Continua de las actividades cotidianas respectivamente.

El Tecnológico de Monterrey preocupado por el bienestar de las empresas del país comenzó con el Programa Six Sigma ITESM-BMG. Acosta (2005) en el estudio "*Aplicación de la Metodología Six Sigma al Proceso de Certificación Six Sigma del Tecnológico de Monterrey-BMG*" ofrece una breve historia de Six Sigma hasta su llegada a México y al

Programa del Tecnológico de Monterrey, esta historia se presenta a continuación.

En sus inicios, la aplicación Six Sigma se llevó a cabo en compañías donde esta metodología empezó a destacar por elevar a niveles muy altos el desempeño de estas organizaciones, tales como Motorola, General Electric, Allied Signal, Texas Instrument, etc. Por lo anterior, el interés en la metodología Six Sigma concebida en los Estados Unidos, llega a México, en donde cada vez más empresas apuestan en el despliegue y aplicación de esta herramienta de calidad. A causa del creciente interés, las organizaciones encargadas de ofrecer el entrenamiento en Six Sigma iniciaron la modalidad de diplomados de certificación Open Enrollment (Abiertos al Público) con el fin de que los interesados tuvieran la opción de conocer de qué se trata la Metodología Six Sigma, certificarse como Black Belt o Green Belt y empezar a dar a conocer esta filosofía en sus lugares de trabajo.

Actualmente existe una alianza estratégica entre el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), Campus Monterrey y la empresa Breaktrough Managmen Group (BMG) (una de las firmas de consultoría internacionales mejor posicionadas para guiar a las compañías en el Despliegue Six Sigma, con sede en Estados Unidos) para impartir cursos de certificación Green Belt, Black Belt, Master Black Belt, Champion, Sponsor, etc., Tanto en Programas Open Enrollment como In Company, así como el Despliegue Total de Six Sigma en las empresas.

La alianza estratégica ITESM/BMG se origina en el año de 1998. Posteriormente, en el mes de mayo de 2002, da inició la modalidad de “híbrido”, es decir, el entrenamiento presencial combinado con la interacción con el sistema e-GB/BB. Desde que se inició esta modalidad se han capacitado más de mil personas en cursos Open Enrollment e In Company y se han realizado exitosos despliegues en varias compañías como Galvak, Castech, LG Philips, Vitro, CFE, entre otras. Además, se encuentra en proceso el desarrollo de la red Six Sigma, donde se involucra a diversos campus del Tecnológico de Monterrey para llevar esta metodología a empresas de todo el país.

El Programa de Certificación ITESM-BMG ha ido transformándose a través del tiempo, enfocando sus cambios a las necesidades de sus clientes y siempre buscando darles un mejor servicio. Como parte de su evolución el Programa ITESM-BMG, busca estar al día con las mejores prácticas de otras organizaciones Certificadoras y por supuesto a la par con las necesidades de las empresas.

El Programa de Certificación Internacional en Six Sigma ITESM-BMG ha detectado la necesidad de introducir las filosofías de Lean Manufacturing y Kaizen a sus cursos de Certificación en Six Sigma con el objetivo de brindar a sus clientes nuevas opciones en cuanto a herramientas de calidad se refiere. Es aquí donde nace la necesidad de crear una metodología que ayude a las empresas a incorporar en su Despliegue de calidad Six Sigma otras metodologías como Lean Manufacturing y Kaizen esto con el objetivo de aumentar los beneficios anuales que se obtienen de los proyectos de los Green y Black Belts

Como parte del esfuerzo del Programa ITESM-BMG por encontrar opciones que incluyan varias metodologías en la investigación “*Lean Six Sigma: Modelo de Despliegue aplicando Diseño Axiomático*” Moreno (2007) obtuvo un Modelo que incluye Six Sigma, Lean y Kaizen.

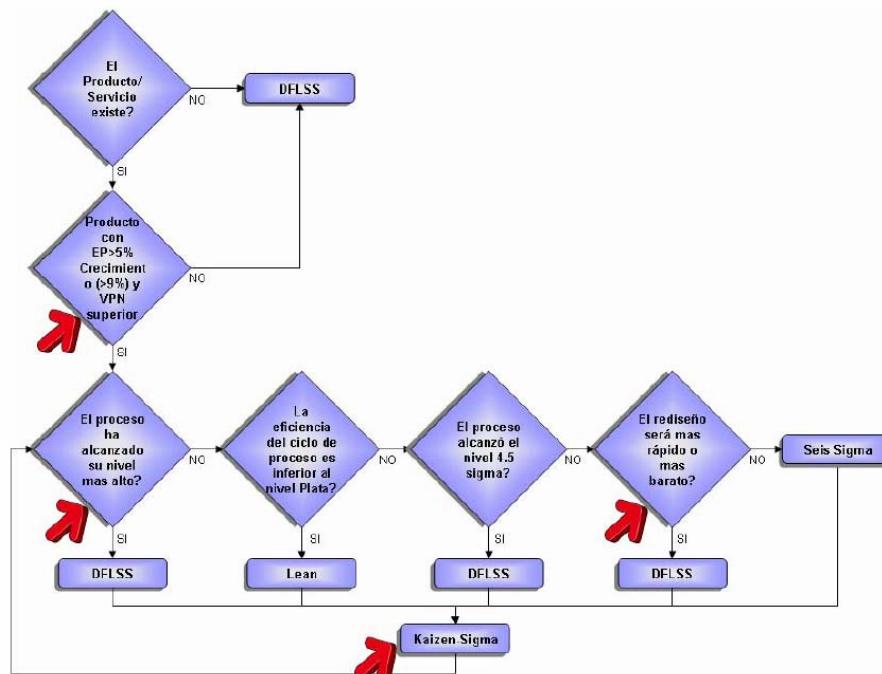


Ilustración 1. Lean Six Sigma: Modelo de Despliegue aplicando Diseño Axiomático (Moreno, 2007)

Moreno (2007) concluye en su investigación que el Modelo de Despliegue debe estar basado en el Axioma 1 del Diseño Axiomático, esto es en el desacoplamiento de funciones con el fin de obtener los mismos o mayores beneficios obtenidos con la aplicación de Lean y Six Sigma por separado.

La presente investigación continúa con el esfuerzo del Programa ITESM-BMG por encontrar nuevas opciones para las empresas que buscan mejorar continuamente. Toma como base el Modelo Desacoplado de Moreno, enfocándose así en la Filosofía Lean Six Sigma, buscando específicamente una Metodología para llevar a cabo el Despliegue de manera que permita transformar un proceso cualquiera en un proceso ágil y esbelto.

## 1.2 Metodología de Investigación

La investigación se llevó a cabo con la metodología DMAIE, esta no es más que una adaptación de la metodología DMAIC (Definición, Medición, Análisis, Incremento y Control) utilizada en Six Sigma para la resolución de problemas.

DMAIE es el proceso que se sigue para resolución de problemas en entornos Transaccionales y consiste en Definición, Medición, Análisis, Innovación y Estandarización (ITESM-BMG, 2007).

El diagrama muestra los entregables de cada una de las fases de la metodología para el caso particular de la investigación.

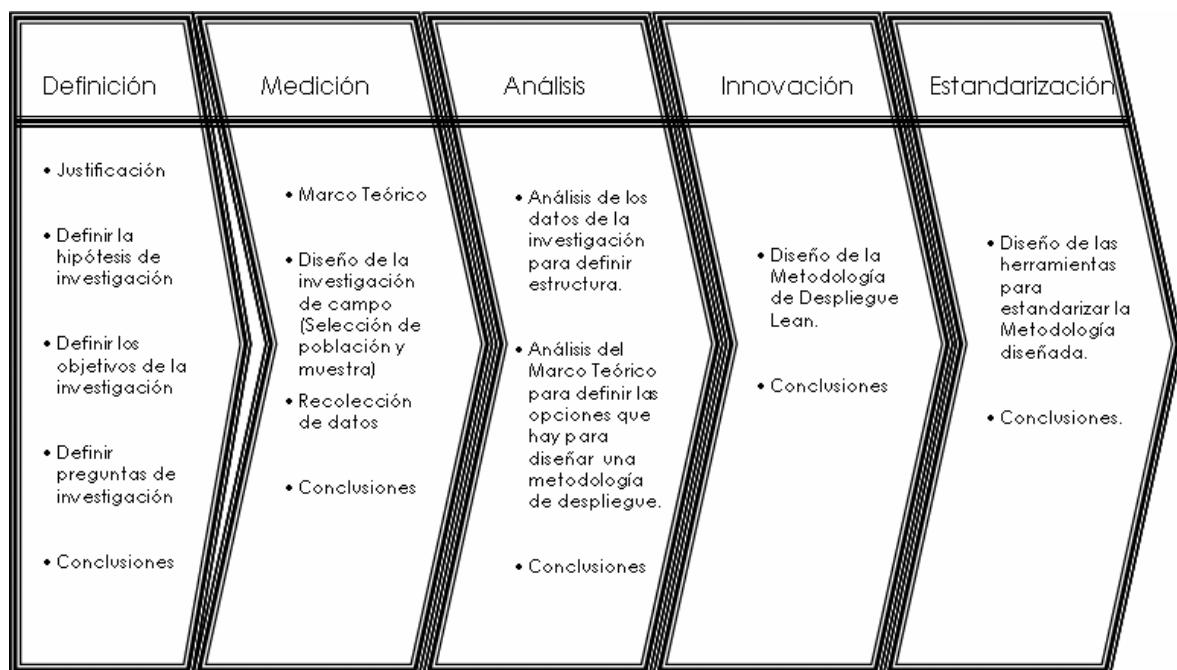


Ilustración 2. Metodología de la Investigación

### 1.3 Organización del Documento

La presente investigación comprende siete capítulos, los cuales de acuerdo a su función con respecto al objetivo de la investigación, fueron clasificados en dos tipos: capítulos de la metodología de investigación y capítulos de soporte. El siguiente diagrama muestra a que clasificación pertenece cada capítulo.

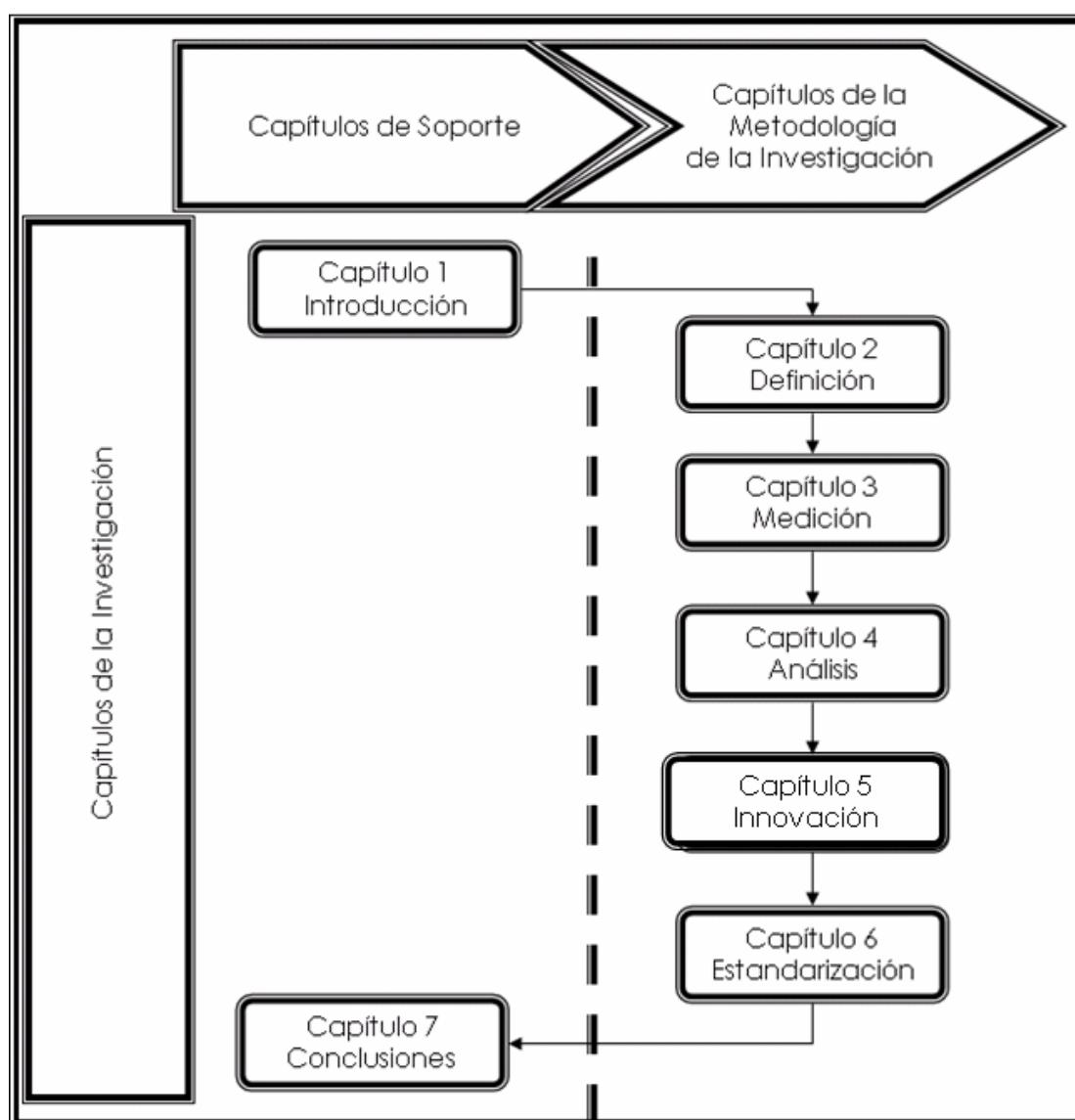


Ilustración 3. Organización de la Investigación

En el Capítulo 1, “Introducción” (capítulo actual), se presentan los antecedentes del problema, y lo que se ha hecho por solucionarlo. Además se presenta la Metodología de la Investigación, así como la organización del trabajo.

En Capítulo 2, “Definición”, se define la situación problemática, esto se hace estableciendo el problema de forma concreta además de objetivos generales y particulares de la investigación. También se establecen preguntas de investigación que sirven de guía para a lo largo de la solución del problema.

En el Capítulo 3, “Medición”, se establece el contexto de la situación problemática por medio del Marco Teórico, en él se describen iniciativas de Calidad, tales como Lean, Diferentes Modelos Lean Six Sigma, SSM y TOC, todas ellas utilizadas para el diseño de la Metodología de Despliegue Lean Six Sigma basada en SSM. Además del Marco Teórico el Capítulo 3 incluye el diseño de la investigación de campo, en él se establece la población, el tamaño de muestra y el cuestionario a aplicar.

En el Capítulo 4, “Análisis”, se presentan los resultados de la Investigación de campo, obteniendo como resultado destacable que la principal barrera para la implementación de Lean Six Sigma es la falta de conocimiento y de un plan de cómo desplegar las herramientas y acciones, por lo anterior se realizó una guía con el orden de implementación de las herramientas lean, la cual fue creada mediante la experiencia de los participantes. Además del análisis de la investigación de campo este capítulo incluye un análisis de por qué es posible utilizar la Metodología de Sistemas Suaves como base del diseño de la Metodología de Despliegue Mejorada, así como por qué la Teoría

de Restricciones se puede utilizar como herramienta en la misma Metodología.

En el Capítulo 5, “Innovación”, se presenta la Metodología diseñada: Metodología de Despliegue Lean Six Sigma basada en SSM. Además del modelo para la Metodología se incluye una explicación práctica de cómo aplicarla en planta, es decir cómo hacer la selección de proyectos, cómo decidir si son proyectos Lean o proyectos Six Sigma y cómo saber en qué parte del proceso aplicar cada iniciativa.

En el Capítulo 6, “Estandarización”, se presentan las acciones que la organización debe llevar a cabo para estandarizar el proceso de despliegue. Como parte de estas necesidades se explica qué hacer con respecto a: El organigrama Lean, la función Lean Six Sigma, el entrenamiento estandarizado, y el sistemas contable Lean Six Sigma. Como parte del entrenamiento estandarizado se incluye un manual para difundir la cultura de la nueva Metodología.

En el Capítulo 7, “Conclusiones”, se plasma el aprendizaje que se obtuvo a través de la investigación. El capítulo incluye conclusiones de la investigación, resultados de la investigación, conclusiones del proceso de investigación, conclusiones personales y futuras líneas de investigación.

## ***Capítulo 2***

## ***Definición***

---

Este capítulo tiene como objetivo definir la situación problemática de donde surgió la necesidad de esta investigación. En él se establece el problema concreto al cual se le da solución así como los objetivos que se buscaban alcanzar con la investigación.

En este capítulo también se le da rumbo a la investigación, esto se logra por medio de la definición de preguntas que sirvieron de guía a lo largo de la ejecución de este trabajo, el capítulo también busca justificar la necesidad de investigar y darle solución al problema establecido, planteando así la importancia de la presente investigación.

### ***2.1 Introducción***

“Hoy la Calidad y la Mejora Continua ocupan un lugar importante en la mente de la mayoría de los administradores y así debe ser si buscan que su organización compita a nivel mundial” (Capozzoli, 1994). El problema es que “Al parecer aún no existe una panacea que garantice el éxito inmediato y duradero en cuanto a mejora de Calidad se refiere, por lo que no es de extrañar que muchos administradores no tengan el tiempo ni la paciencia para lidiar con las Iniciativas de Calidad que se han promovido activamente en la última década” (Kaye, 1998).

Según Harrington (1995) para cualquier organización que busque mantenerse en equilibrio con el constante y ágil cambio del medio es necesario tomar ventaja de dos tipos de mejora, la Mejora Continua y la Mejora por “Breakthrough” es decir por cambio de pensamiento, el autor comenta que “Es necesario recordar que la Mejora Continua debe de ser la mayor fuerza detrás de un esfuerzo por mejorar y que el cambio de pensamiento debe servir para brincar obstáculos en los procesos críticos del negocio. No se puede ser el mejor o estar entre los mejores con tan solo usar el cambio de paradigma, así como el control estadístico por sí solo no puede ser la única herramienta de mejora en la organización” (Harrington, 1995).

Según BMG (2007) las iniciativas de calidad como Six Sigma y Lean se deben considerar como mejoras del tipo “Breakthrough” ya que el desplegarlas requiere de grandes cambios en la empresa, cambios que van desde la estructura del capital humano hasta la estructura del proceso directamente.

Para lograr el despliegue se podría utilizar la Metodología de Sistemas Suaves (SSM) creada por Peter Checkland, una de las metodologías más conocidas y utilizadas para lograr mejoras del tipo “Breakthrough”. “SSM es una metodología que busca la mejora de las áreas que involucran aspectos sociales, activando un ciclo de aprendizaje en el personal involucrado en la situación” (Checkland, 1999). Esta metodología podría ser de utilidad ya que a pesar de tener problemas duros por solucionar, el despliegue de las iniciativas de Calidad representa un problema suave.

Wheat, Mills y Carnell en su libro *Leaning into Six Sigma* (2003) comparten la visión de BMG acerca del cambio que implica el desplegar las metodologías y además afirman el hecho de que la

introducción de Iniciativas de Calidad es un problema suave al comentar que “No existen atajos hacia “la clase mundial” el iniciar con las herramientas Lean en una organización requiere compromiso y cambio cultural. No hay herramienta más poderosa en una organización que la emoción de sus empleados” (Wheat, Mills y Carnell, 2003)

Harrington (1995) en el estudio *Continuous versus breakthrough improvement* muestra mediante un gráfico las diferencias, similitudes y sobre todo la sinergia de utilizar la Mejora Continua y la Mejora “Breakthrough”.

En el gráfico es notable que la Mejora Continua requiere mayor tiempo para dar resultados, sin embargo, es constante. En el “Breakthrough” las mejoras se dan rápido pero se corre el riesgo de irlas perdiendo con el tiempo, lo que sí es claro es que la unión de los dos tipos de mejora da resultados rápidos y a la vez constantes por lo que es necesario considerar ambas mejoras en un Modelo de Despliegue de cualquier Iniciativa de Calidad.

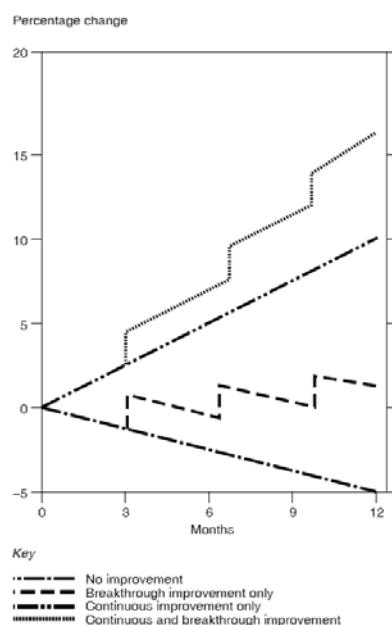


Ilustración 4. Sinergia entre la Mejora Continua y la Mejora por "Breakthrough" (Harrington, 1995)

## 2.2 Justificación

Cada vez son más las organizaciones que requieren tener procesos ágiles, esbeltos, sin desperdicios y con cero defectos con el objetivo de aumentar su productividad y disminuir sus costos, es por esto que se ven en la necesidad de incorporar iniciativas de calidad, como Lean y Six Sigma o la unión de ambas: Lean Six Sigma.

Como respuesta al problema anterior, fue que Moreno (2007) diseñó el Modelo de Despliegue basada en Diseño Axiomático.

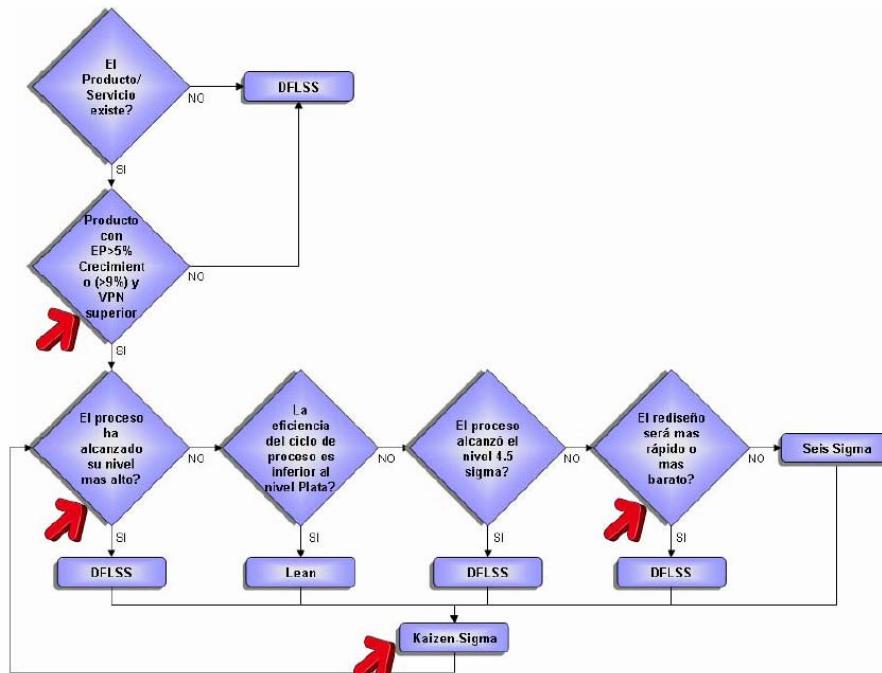


Ilustración 5. Modelo Lean Six Sigma aplicando Diseño Axiomático (Moreno, 2007)

El Modelo de Despliegue Lean Six Sigma basado en Diseño axiomático indica “qué hacer” pero no “cómo hacerlo” es por esto que requiere de estructura para lograr los beneficios emergentes (1+1=3) que resulten de la sinergia entre ambas Metodologías.

Este Modelo requiere de procedimientos para el Despliegue, la Definición de proyectos y su orden de ejecución así como una secuencia de aplicación de herramientas.

Esta investigación se enfocará a realizar las mejores necesarias para dar solución a los requerimientos anteriores por lo que será de utilidad ya que facilitará a las empresas la comprensión del Despliegue Lean Six Sigma.

Así mismo, la Metodología diseñada se pretende sea utilizada y evaluada en El Programa de Certificación Internacional en Six Sigma ITESM-BMG, para futuras organizaciones que busquen su apoyo para realizar su Despliegue de Lean Six Sigma.

### ***2.3 Problemas de Investigación***

Tomando el cuenta las necesidades las áreas de oportunidad del Modelo de Despliegue basado en Diseño Axiomático se tiene las siguientes necesidades:

- Necesidad de una estructura al Despliegue Lean Six Sigma, basado en Diseño Axiomático (Desacoplado)
- Necesidad de un procedimiento para definir proyectos Lean Six Sigma y su orden de ejecución
- Necesidad de estructurar la secuencia de aplicación de herramientas Lean Six Sigma.

## ***2.3 Pregunta de de Investigación***

¿Es posible desarrollar una Metodología Lean Six Sigma desacoplada, con una estructura particular de despliegue que responda a las necesidades de definición de proyectos, orden de ejecución de proyectos y secuenciación adecuada de herramientas?

## ***2.4 Hipótesis de Investigación***

Según el problema planteado las hipótesis que se manejaron a lo largo de la investigación son:

### ***Hipótesis 1:***

*Es posible dar estructura al Despliegue Lean Six Sigma basado en Diseño Axiomático.*

### ***Hipótesis 2:***

*Es posible que la Metodología de Despliegue Lean Six Sigma cuente con un procedimiento específico para definir proyectos Lean Six Sigma y su orden de ejecución.*

### ***Hipótesis 3:***

*Es posible estructurar la secuencia de aplicación de herramientas Lean Six Sigma de modo que se cumpla con las hipótesis anteriores.*

## ***2.4 Objetivos de Investigación***

Hacer una mejora a la Metodología de Despliegue Lean Six Sigma que de respuesta a las necesidades de:

- Definición de proyectos y su orden de ejecución
- Secuenciación adecuada de herramientas
- Respete el Modelo de Despliegue basado en Diseño Axiomático

## ***2.5 Rumbo de la investigación***

Dada la importancia de la combinación entre la Mejora Continua y la Mejora por “Breakthrough”, se encuentra la posibilidad de utilizar la Metodología de Sistemas Suaves de Checkland como base para obtener las mejoras que se requieren.

## ***2.6 Objetivos específicos de la investigación***

Tomando en cuenta el rumbo que se le dará a la investigación, es decir el uso de la Metodología de Sistemas Suaves de Checkland, los objetivos específicos que se deben cumplir son:

- Describir y conocer a fondo la Metodología de Sistemas Suaves de Checkland para poder utilizarla como base para la Metodología a proponer
- Describir y conocer a fondo la Filosofía Lean: Sus principios así como las herramientas que utiliza
- Hacer una comparación entre las herramientas que se utilizan en la Filosofía Lean y en la Metodología de Sistemas Suaves de Checkland, para demostrar su compatibilidad

- Investigar acerca de TOC, Teoría de Restricciones, para aplicar esta herramienta en la Metodología.
- Estudiar diversos modelos de despliegue de herramientas Lean en empresas para conocer sus fuerzas y debilidades y así proponer un modelo mejorado.
- Elaboración de un diagrama de Apoyo con la herramienta de ISM, que muestre el orden en que las herramientas Lean deben de ser utilizadas, tomando como base las respuestas de las personas contactadas
- Elaboración del Manual para la aplicación de la Metodología

## 2.5 Preguntas de Investigación

Para lograr cumplir tanto el objetivo principal como los objetivos específicos de esta investigación se tomaron como base las siguientes preguntas:

- ¿Qué es la Metodología de Sistemas Suaves de Checkland y como puede ser utilizada para desplegar iniciativas de calidad como Lean Six Sigma?
- ¿Qué es la Filosofía Lean; cuáles son sus principios y qué herramientas utiliza?
- ¿Es posible utilizar como base la Metodología a de Sistemas Suaves de Checkland para crear una Metodología que guíe a las

empresas en la creación de procesos esbeltos y libres de defectos mediante el Despliegue de Lean Six Sigma?

- ¿Es necesaria la investigación e incorporación de temas adicionales como TOC para el diseño de la metodología?
- Al aplicar Lean o Lean Six Sigma ¿que orden siguen las empresas en cuanto a la aplicación de herramientas?
- ¿Qué orden se debería de seguir? ¿Es posible estandarizar este orden?
- ¿Cómo sería un prototipo de Manual para la estandarización de la Metodología Diseñada?
- ¿Qué métodos de trabajo utilizaría la Metodología?

## ***2.7 Conclusiones***

Este capítulo marca la pauta para el inicio de la investigación, definiendo aspectos importantes que guiaron el rumbo de la misma, y la justificación de la importancia de lograr los objetivos planteados.

En el capítulo se concluye que si una empresa quiere ser la mejor o estar entre las mejores debe utilizar dos tipos de iniciativas de mejora , la Mejora Continúa y la Mejora por “Breakthrough” (Berger, 1997)

Debido a la necesidad que se plantea a cerca de llevar a cabo mejoras del tipo “Breakthrough”, se encontró que una de las metodologías más utilizadas es la Metodología de Sistemas Suaves de Checkland (SSM) (Checkland, 1999).

Se analiza la consideración de Breakthrough Management Group (BMG), el cual considera que los Despliegues de Six Sigma, Lean y Lean Six Sigma son es un inicio una mejora del tipo “Breakthrough”, ya que exigen un cambio de paradigma tanto cultural como de trabajo.

Se descubre que Wheat, Mills y Carnell en su libro *Leanining into Six Sigma* (2003) comparten la visión de BMG a cerca del cambio que implica el desplegar las metodologías y además afirman el hecho de que la introducción de Iniciativas de Calidad es un problema Suave, por lo que se enfatiza la posibilidad de utilizar el SSM como base para el diseño de una Metodología de Despliegue Mejorada.

De lo anterior surge la idea en la que se basó la investigación y con ella la definición de aspectos importantes como:

- Problema de investigación
- Hipótesis de investigación
- Objetivos de la investigación
- Preguntas de Investigación
- Justificación de la investigación

El siguiente Capítulo continúa con el Marco Teórico y el diseño de la investigación de campo, los cuales fueron de vital importancia para asegurar la viabilidad y confianza de la investigación así como la obtención de resultados exitosos.

## *Capítulo 3*

## *Medición*

---

---

Este Capítulo tiene como objetivo medir la viabilidad de la investigación y recopilar información mediante el diseño de la investigación de campo.

El Marco Teórico se estableció con el fin de describir las Iniciativas de Calidad para las cuales se diseñó la Metodología de Despliegue y los modelos que existen para ello, así como para conocer a fondo la metodología que se utilizó como base para el mismo diseño. A lo largo del diseño de la metodología surgió la necesidad de investigar otros temas, estos también se incluyen en esta parte del documento.

El diseño de la investigación de campo, se realizó con la finalidad de hacer contacto directo con personas involucradas en empresas a las cuales va dirigida la Metodología diseñada. La información que se recabó se utilizará en capítulos posteriores para crear una estructura que es parte de la Metodología de Despliegue.

### *3.1 Introducción*

“Por años las compañías han luchado con el dilema de qué programa de Mejora de Calidad usar: Lean o Six Sigma. Mientras algunas siguen debatiendo la cuestión, otras se han dado cuenta que las herramientas Lean y Six Sigma trabajan bien juntas, con ellas se logra alcanzar mejoras de los procesos más rápidamente y mayor consistencia en los productos” (Mullenhour y Flinchbaugh, 2007).

Según Ronald C. Snee y Roger W. Hoerl (2007) las empresas que han utilizado el enfoque integrado de las metodologías han fracasado ya que han fallado en tomar lo mejor de la unión de ambas metodologías. “Por lo general las compañías usan Six Sigma exclusivamente para mejorar la calidad y Lean exclusivamente para mejorar el flujo de proceso por medio de la reducción de mudas y tiempo de ciclo. Para estas compañías, la integración de Lean y Six Sigma significa correr paralelamente ambos programas de mejora y sólo aplicar herramientas de ambos en proyectos muy ocasionales”

Basándose en sus más de 60 años de experiencia con métodos de Mejora Continua la ASQ propone algunas acciones para que las compañías manejen el enfoque Lean Six Sigma (Snee & Hoerl, 2007), entre estas acciones están:

- Adoptar una vista holística del negocio y de la mejora del negocio.
- Adoptar un método de mejora holístico.
- Establecer e integrar a la metodología un sistema de administración de proyectos.

Snee y Hoerl (2007) señalan que mediante estos tres simples pero poderosos principios las organizaciones pueden comenzar a alcanzar el potencial completo de la integración de metodologías en especial de Lean con Six Sigma.

Michel George (2002) en su libro Lean Six Sigma explica la razón por la que Lean y Six Sigma trabajan bien juntas, él lo llama la sinergia de Lean Six Sigma:

Six Sigma no trata directamente con la velocidad del proceso, por lo que la falta de mejora en el tiempo de entrega en compañías que sólo aplica métodos de Six Sigma es comprensible. Además estas compañías generalmente sólo consiguen modestas mejoras en el WIP y el inventario de producto terminado.

Pero los métodos Lean aislados tampoco son la respuesta: Muchas de las firmas que han logrado pequeñas mejoras en los ciclos de inventarios, han intentado aplicar métodos Lean. Aparentemente, mientras más personas de la compañía entienden Lean, menos son capaces de implementarlas a través de toda la corporación de una manera rápida. Las compañías obtienen éxitos destacables... pero sólo en pequeñas áreas. Los datos muestran que las mejoras a través de la corporación, como un todo, se mantienen lentas sin la infraestructura cultural de Six Sigma.

Un ejecutivo cuya compañía está logrando progreso de forma rápida, ahora cuenta que, ellos empezaron con Six Sigma, se tomaron varios meses tratando de reducir el tiempo de entrega,... sólo para darse cuenta que estaban reinventando Lean. En otras palabras, no importa por donde se empiece – Sí con Lean o con Six Sigma- se tendrá que inventar o aprender la otra mitad de la ecuación si se busca obtener alta calidad, gran rapidez y bajo costo. “Cuando una compañía usa ambas – Lean y Six Sigma- de manera simultánea, se obtienen cambios dramáticos mucho más rápido” (George, 2002).

### 3.2 Marco Teórico

El Marco Teórico de esta investigación sigue la estructura que se muestra en el diagrama.

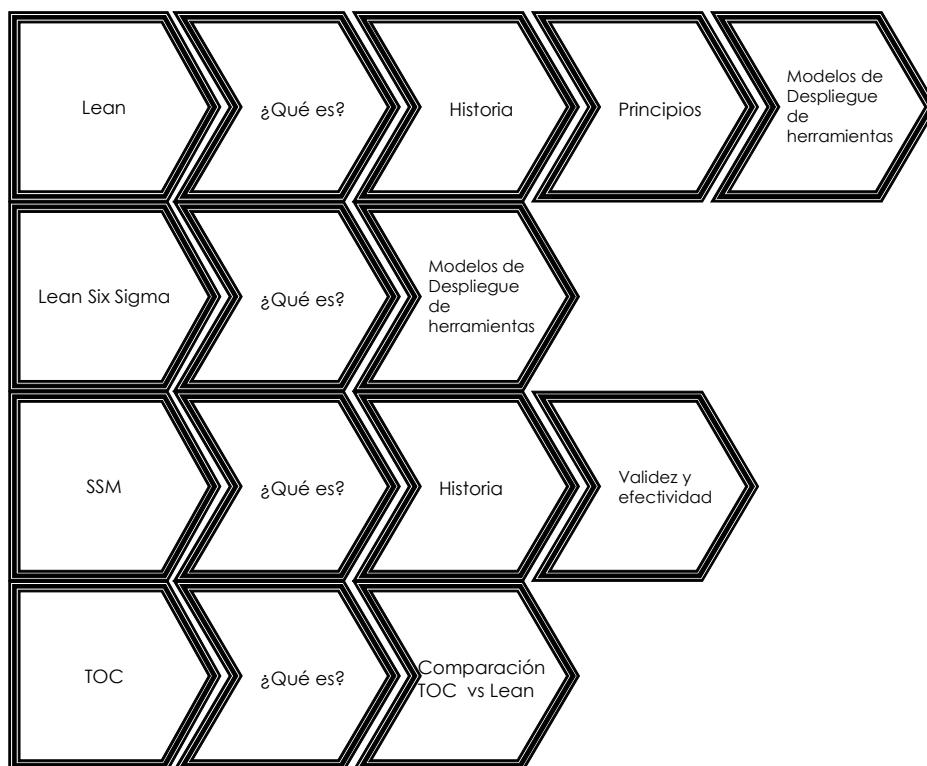


Ilustración 6. Estructura del Marco Teórico

#### 3.2.1 Filosofía Lean

##### 3.2.1.1 ¿Qué es Lean?

“Lean es uno de los paradigmas con mayor influencia en la manufactura, este paradigma se ha expandido más allá de su aplicación original en la línea de producción de manufactura de automóviles y proveedores de componentes de dicha industria, hasta la industria de metales pesados y la aeroespacial” (Hines, Holwe & Rich, 2004).

“Para algunos, Lean es juego de métodos y herramientas para mejorar los procesos. Para otros, Lean es un Sistema de Mejora que rige la forma de trabajo de toda la empresa. Así como Lean es una herramienta usada para la mejora de procesos, también es una filosofía y un sistema con el cual se opera en una compañía u organización” (DeCarlo & BMG, 2007).

“Lean es un enfoque de negocio basado en la meta fundamental de eliminar el desperdicio (muda) y maximizar el flujo” (BMG, 2007). DeCarlo (2007) comparte esta idea al definir a Lean como un conjunto de conocimientos y herramientas que las organizaciones utilizan para remover todo tiempo y actividad que no agrega valor, es decir, remover todos los desperdicios de sus procesos.

Womak (2003) -autor que popularizó el concepto Lean- en su libro Lean Thinking define a Lean como “el camino para especificar valor, crear valor en la línea de producción a través de acciones ejecutadas en la mejor secuencia, conducir estas acciones sin interrupción cuando alguien las pida y desarrollar las actividades más y más eficientemente. En corto Lean Thinking es Len porque provee el camino para hacer más y más con menos y menos –menos esfuerzo humano, menos equipamiento humano, menos tiempo y menos espacio- mientras se acerca cada vez más al hecho de proveer al consumidor lo que realmente quiere”. (Womak & Jones, 2003).

“Lean implica poner la mirada explícitamente en la perfección: reducción continua de costes, cero defectos, existencias cero e infinita variedad de productos” (Womack & Jones, 1992)

### 3.2.1.2 Historia de Lean

El término “Lean” nace gracias a James Womak quien en co-autoría con Daniel Jones escribe los libros en donde se menciona por primera vez el término. Estos libros son “The Machine That Changed The World” de 1991 y su continuación “Lean Thinking” de 1996. (De-Carlo, 2007).

A pesar de que el término comienza a popularizarse como tal hasta los noventas, sus orígenes como filosofía se remontan años atrás. “Lean surgió de la compañía Toyota como una forma de producir, con la cual se buscaba tener una menor cantidad de desperdicio y una competitividad igual a la de las compañías automotrices americanas. Con el paso del tiempo, este sistema logra superar la productividad de dichas compañías, convirtiéndose ahora en el modelo a seguir” (Villaseñor & Galindo, 2007).

Villaseñor y Galindo en su libro Manual de Lean Manufacturing. Ofrecen una reseña histórica de cómo surge esta filosofía:

La historia inicia con Sakichi Toyoda, visionario e inventor, parecido a Henry Ford. En 1894, Toyoda inició la fabricación de telares manuales, los cuales eran baratos pero requerían de mucho trabajo. Su deseo era crear una máquina que pudiera tejer la tela, y esto lo llevó a hacer muchos experimentos con los que, intentando una y otra vez, logró conseguir lo que quería. Realizando este trabajo, de prueba y error, generó la base del Toyota Way , el genchi genbutsu (Ir/Observar/Entender). Más tarde, fundó la compañía Toyoda Automatic Loom Works, empresa que aún forma parte del corporativo de Toyota hoy en día.

Uno de los inventos fue un mecanismo especial que detenía de manera automática el telar cuando un hilo se trozaba, invento que se convertiría en uno de los pilares del Sistema de Producción Toyota, llamado jidoka (autonomatización con toque humano).

Después de vender la patente de la máquina a una compañía inglesa, en 1930 Sakichi y su hijo iniciaron la construcción de Toyota Motor Compañía. Sakichi, más que hacer dinero con la compañía, deseaba que su hijo, Kiichiro, dejara una huella en la industria mundial. Tal como él lo había hecho con sus máquinas de hilar. Kiichiro, después de estudiar en la prestigiosa Universidad Imperial de Tokio la carrera de ingeniería mecánica, siguió los pasos de su padre: aprender haciéndolo por sí mismo en el piso de producción.

Kiichiro construyó Toyota con la filosofía de su padre, pero agregó sus propias innovaciones. Por ejemplo, la técnica justo a tiempo (JIT), que fue su contribución. Sus ideas fueron influidas por sus visitas a la planta de Ford en Michigan, así como el sistema de supermercados americanos para surtir los productos en los estantes justo a tiempo, conforme los utilizaban los operadores en la línea de producción. Como se sabe, éstas fueron las bases del Kanban.

Después de la segunda Guerra Mundial. En la que Japón perdió y Estados Unidos ocupó ese país, Kiichiro pensó que cerrarían su planta, pero los americanos necesitaban camiones para reconstruir el país. La economía se mejoró durante la ocupación, pero la inflación impedía que los

clientes compraran un carro. Esto provocó que se les recortara el sueldo a los empleados en un 10 por ciento, lo cual fue parte de la negociación con el sindicato, con el fin de mantener la política de Kiichiro en contra de despido de empleados.

Pero debido a la bancarrota y a las peticiones de retiros voluntarios hechas a los empleados, Kiichiro aceptó su responsabilidad por haber fallado en la compañía automotriz y se reasignó como presidente, aunque los problemas estuvieran fuera de su alcance. Su sacrificio personal ayudó a calmar el descontento de los trabajadores, además de que tuvo un profundo impacto en la historia de Toyota; todos en la compañía saben lo que hizo y por qué. La filosofía de Toyota hasta estos días es pensar más allá de los beneficios individuales; es pensar a largo plazo por el bien de la compañía, así como tomar la responsabilidad de los problemas. Kiichiro predicó con el ejemplo.

Pero fue Eiji Toyoda, sobrino de Sakichi y primo de Kiichiro, quien terminó de construir la compañía. También estudió en la Universidad Imperial de Tokio. Eiji creció creyendo que la única manera de hacer las cosas es haciéndolas por sí mismo. Con el tiempo, se volvió el presidente de la compañía. Eiji jugó un papel clave en la selección y el empoderamiento de los líderes que conformarían al sector de las ventas, manufactura, desarrollo de productos y, lo más importante, del sistema de producción Toyota.

En Toyota siempre se ha pensado en cómo enseñar y reforzar el sistema que llevó a los fundadores de la compañía a trabajar, para verdaderamente innovar y pensar profundamente acerca de los factores actuales que constituyen los problemas.

Cuando Eiji Toyoda regresó de un viaje por los Estados Unidos, en donde, en lugar de regresar impresionado con los sistemas de producción, veía áreas de oportunidad dentro de los procesos, y, entonces, llamó a su oficina a Taiichi Ohno: Calmadamente, le asignó a Taichi una nueva actividad: mejorar el proceso de manufactura de Toyota hasta igualarlo con la productividad de Ford. Según los paradigmas de la producción en masa de esos días, eso era casi imposible para la pequeña Toyota.

Toyota requería adaptar el proceso de manufactura de Ford a sus propios procesos para llegar a obtener una alta calidad, bajos costos, tiempos de entrega cortos y flexibilidad.

Afortunadamente para Ohno, la tarea que Eiji le había asignada no significaba competir con Ford. Él sólo le pidió que se enfocara en el mejoramiento de los procesos de Toyota dentro del mercado Japonés.

Entonces, Ohno hizo Benchmarking de las plantas de Estados Unidos y también estudio el libro "Today and Tomorrow" de Henry Ford. Después de todo, uno de los puntos que Ohno creía que Toyota necesitaba era un flujo

continuo, y el mejor ejemplo que había en ese entonces era la línea de ensamble de Ford.

Toyota no contaba con la capacidad para ensamblar esa cantidad de autos ni un mercado igual al de Estados Unidos como para tener una línea de ensamble como la de Ford en Highland Park, pero sin lugar a dudas, estaban decididos a usar la idea original de Ford sobre el flujo continuo de los materiales entre los procesos y desarrollar un sistema con el flujo de una pieza entre estaciones, que les permitiera ser lo suficientemente flexibles como para cambiar conforme a la demanda del consumidor y, además ser eficientes.

Junto con las lecciones de Henry Ford, el Sistema de Producción Toyota tomó prestadas muchas ideas de Estados Unidos. Una muy importante fue el concepto del “sistema jalar”, el cual fue retomado de los supermercados en Norteamérica. En cualquier supermercado, los artículos individuales se surten conforme estos disminuyen su número dentro del estante, según como la gente los va consumiendo. Aplicar esto en el piso de producción significa que, dentro del proceso no se debe hacer nada (abastecerlo) hasta que el próximo proceso use lo que originalmente había surtido (hasta bajar a una pequeña cantidad “inventario de seguridad”). En el sistema de producción Toyota, cuando el inventario de seguridad está en su nivel mínimo, entonces se manda una señal para resurtir las partes esto es mejor conocido como Kanban). Lo anterior crea un “jalón”, el cual continúa en cascada hacia atrás para iniciar con el ciclo de manufactura. Sin el sistema

jalar, el justo a tiempo (JIT), uno de los dos pilares del Sistema de Producción Toyota, no sería posible (el otro es el jidoka, hacerlo con calidad).

Toyota también tomó las enseñanzas del pionero americano de calidad, W. Edwards Deming, quien consideraba que sólo había dos tipos de clientes; los externos y los internos. Cada persona dentro de la línea de producción, o en los negocios, debería ser tratada como "Cliente" y eso implicaba darle lo que exactamente necesitaba, en el tiempo que lo requería. Esto fue el origen del principio de Deming, "el siguiente proceso es el cliente". Esto se volvió una expresión importante en JIT.

Deming alentó a los japoneses a que adoptaran el sistema para resolución de problemas, que más tarde se convertiría en el ciclo de Deming o el ciclo de Planear-Hacer-Revisar-Actuar (PDCA, por sus siglas en inglés), como piedra angular del mejoramiento continuo. El término japonés para el mejoramiento continuo con base en la generación e implementación de ideas es kaizen, el cual ayuda a alcanzar la meta de "Lean", que es eliminar todos los desperdicios en el proceso. Kaizen es una filosofía completa que lucha por la perfección y mantener el sistema de producción Toyota.

Para los años sesenta, el Sistema de Producción Toyota era una filosofía muy poderosa que todo negocio debería aprender. Toyota dio los primeros pasos para esparrcir sus principios a sus proveedores clave. Cuando en 1973, se tuvo la primera crisis petrolera, Toyota sobresalía de

las demás compañías, y, viendo esto el gobierno japonés trató de copiar el sistema Toyota para pasarlo a las demás empresas. Con este fin, inició la impartición de seminarios a todas las empresas, aunque éstas sólo entendían una fracción de los que Toyota estaba haciendo.

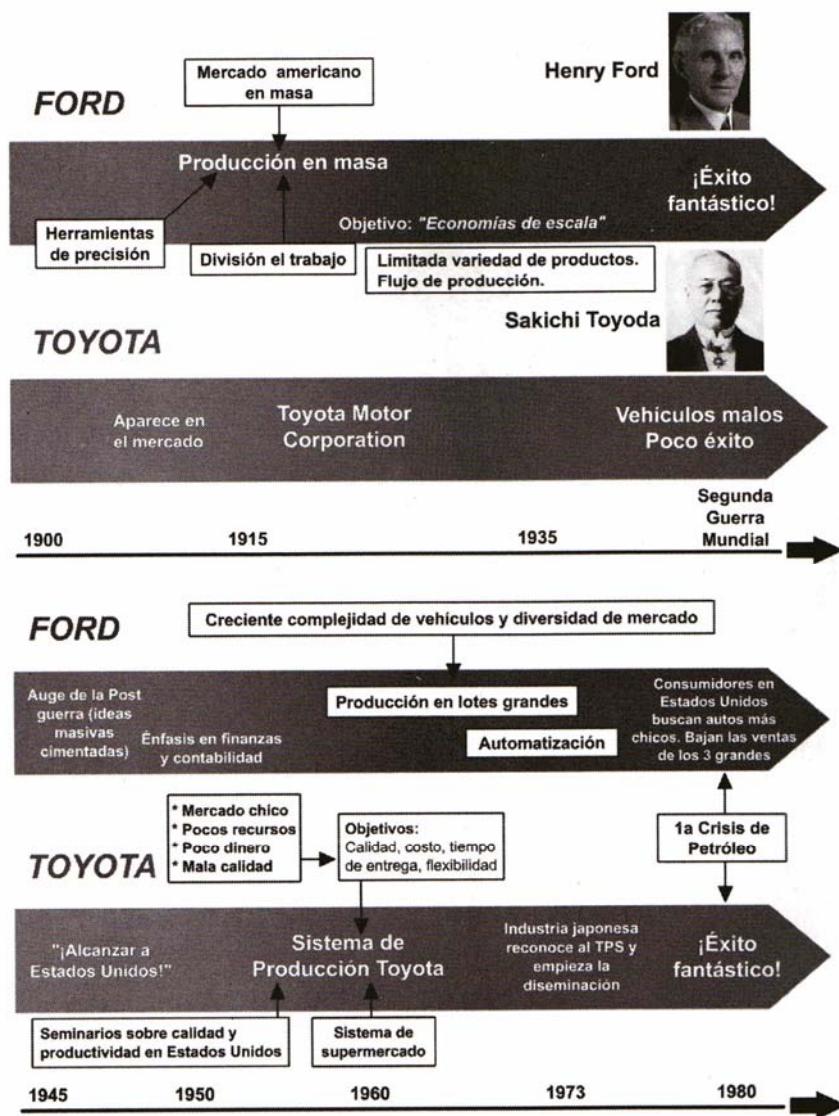


Ilustración 7. Orígenes de Lean (Villaseñor & Galindo, 2007)

Lo anterior es sólo una pequeña reseña de lo que Toyota ha realizado para lograr ser lo que es hoy en día y cómo la evolución de esta empresa ha creado las bases para lo que hoy conocemos como “Lean Manufacturing”.

### ***3.2.1.3 Principios de Lean***

“James Womack y Daniel Jones son con certeza las personas con más clara visión a cerca de Lean, en sus libros revelan 5 principios básicos: Uno, Especificar el valor e identificar el flujo de valor de cada uno de los productos. Dos, eliminar todos los pasos innecesarios (desperdicio o muda) en cada flujo de valor. Tres, hacer que el valor fluya (lo cual requiere un replanteamiento del trabajo de toda la organización). Cuatro, toda actividad debe ser atraída por el cliente. Y cinco, buscar la perfección (Bergstrom, 1995).

En el libro *Lean Thinking* (Womack & Jones, 2003) los autores detallan con claridad cada uno de estos 5 principios:

#### ***3.2.1.3.1 Especificar el Valor***

“El punto de partida básico para Lean es el Valor. El valor sólo puede definirlo el consumidor final. Y solamente es significativo cuando se expresa en términos de un producto específico (un bien o servicio, y a menudo, ambos a la vez.) que satisface las necesidades del consumidor a un precio concreto, en un momento determinado. El valor lo crea el productor. No obstante es muy difícil definir el valor de modo preciso por parte de los productores” (Womak & Jones, 2003).

Según los autores lo anterior es la razón por la cual “el pensamiento Lean debe iniciarse con un intento consciente de definir el valor de

forma precisa en términos de productos específicos con capacidades específicas ofrecidos a precios específicos a través de un dialogo con consumidores específicos" (Womak & Jones, 2003).

### 3.2.1.3.2 Identificar el flujo de Valor

"El flujo de valor es el conjunto de todas las acciones específicas requeridas para pasar un producto específico (un bien o servicio, o una combinación de ambos) por las tres tareas de gestión críticas de cualquier empresa: la *tarea de solución de problemas* que se inicia en la concepción, sigue en el diseño detallado e ingeniería, hasta su lanzamiento a la producción; la tarea de *gestión de la información* que va desde la recepción del pedido a la entrega, a través de un programación detallada, y la *tarea de transformación física*, con los procesos existentes desde la materia prima hasta el producto acabado en manos del consumidor. La identificación de la totalidad del flujo de valor para cada producto (o en algunos, casos para cada familia de productos) es el segundo paso en el campo del pensamiento Lean, un paso que las empresas han intentado en raras ocasiones pero que casi siempre revela la existencia de enormes cantidades, verdaderamente asombrosas, de muda" (Womak & Jones, 2003).

Según Womak (2003) el análisis del flujo de valor permite:

1. Descubrir pasos del proceso cuya creación del valor es inequívoca.
2. Descubrir pasos del proceso que no crean valor, pero que son inevitables de acuerdo a la tecnología actual y los activos de producción disponibles (Muda tipo 1).
3. Descubrir pasos del proceso que no crean valor alguno y que pueden evitarse de modo inmediato (Muda tipo 2).

### *3.2.1.3.3 Flujo*

“El hacer que fluyan las etapas creadoras de valor es un paso auténticamente impresionante, sin embargo hay que ser consciente de que este paso exige una reorganización completa de la arquitectura mental. La alternativa Lean es redefinir la operativa de funciones, departamentos y empresas, de modo que puedan hacer una contribución positiva a la creación de valor y dirigirse a las necesidades reales de los empleados en cada punto del flujo, de forma que sea realmente de su interés hacer que el valor fluya” (Womak & Jones, 2003).

### *3.2.1.3.4 Pull (Atracción)*

Si se crea el flujo de valor correcto, es posible es posible diseñar, programar y hacer exactamente lo que el consumidor desea precisamente en el momento en que lo deseé. Lo anterior significa que “podemos olvidarnos de las previsiones de venta y fabricar simplemente lo que los consumidores realmente dicen que necesitan. Es decir, podemos dejar que sea el cliente quien atraiga (pull) el producto de acuerdo con sus necesidades, en lugar de empujar (push) productos, a menudo no deseados, hacia el consumidor” (Womak & Jones, 2003).

### *3.2.1.3.5 Perfección*

“A medida que las organizaciones empiezan a especificar el valor de modo preciso, identificar la totalidad del flujo de valor, a hacer que las etapas creadoras de valor para los productos específicos fluyan constantemente, y dejan que sean los consumidores quienes atraigan hacia sí (pull) valor desde la empresa, algo muy extraño comienza a

suceder: el quinto y último principio de Lean, la perfección, no parece inalcanzable" (Womak & Jones, 2003).

"Soñar con la perfección es divertido. También es útil, porque muestra lo que es posible y nos ayuda a conseguir más de lo que lograríamos de otra forma" (Womak & Jones, 2003).

### **3.2.1.4 Modelos de Despliegue de herramientas Lean**

La forma en que se ejecuta Lean a nivel de piso, es decir la forma en que se despliegan las herramientas de la filosofía, está basada en Modelos de aplicación de herramientas; el primero que se definirá tiene sus bases en los 5 principios de Lean, expuestos en el libro *Lean Thinking* de Womack & Jones (2003), el segundo se basa en tres etapas de implementación de Lean y fue propuesto inicialmente por Tapping (2003) en el libro *Lean Pocket Guide*.

#### **3.2.1.4.1 Modelo de Despliegue de Womack y Jones**

Womack y Jones (2003) propusieron 5 principios de Lean, los cuales son básicos en cualquier despliegue –sin importar el modelo que se siga-. Estos principios también constituyen un modelo de ejecución de las herramientas. Anteriormente se describieron los 5 principios los cuales son:

- Especificar el valor e identificar el flujo de valor de cada uno de los productos.
- Identificar el Valor de Valor .
- Hacer que el valor fluya.
- Toda actividad debe ser atraída por el cliente.
- Buscar la perfección.

Este modelo se basa en que la perfección sucede porque los primeros 4 principios forman un circulo virtuoso, "al hacer que el valor fluya rápidamente se deja al descubierto muda, que estaba oculta: Y cuanto más pull se haga, más se pondrían de manifiesto los obstáculos al flujo que de esta forma podrán ser eliminados" (Womak & Jones, 2003).

La forma de ir ejecutando las herramientas no se detalla como un modelo explícito por los autores, sin embargo en su relato mencionan las herramientas que se deben utilizar en cada uno de los 5 principios, - haciendo una recapitulación de todo el libro *Lean Thinking*-, el modelo sería el siguiente:

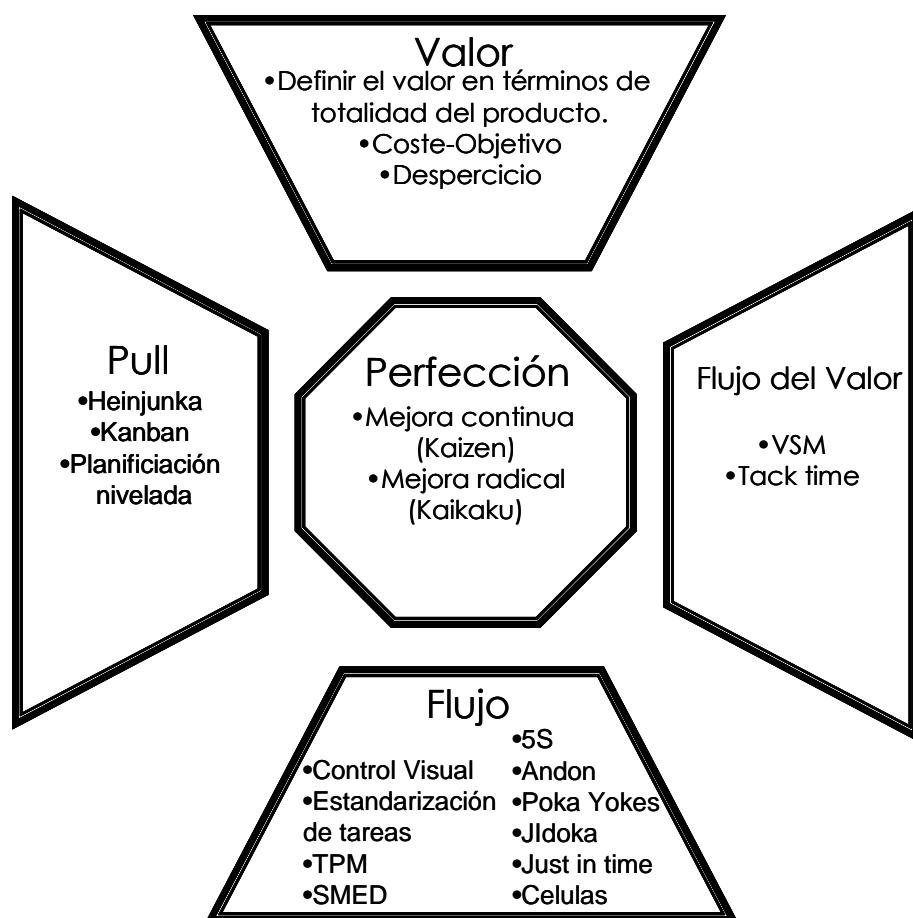


Ilustración 8. Modelo de Ejecución de Herramientas. (Adaptación basada en Womack & Jones, 2003)

A pesar de que Womack & Jones (2003) no postulan un plan para la ejecución de las herramientas, que ayude a la gente de piso a llevar los procesos hacia Lean, sí proveen de una guía de acción para llegar a ser una Organización Lean, en dicha guía, el modelo anterior entraría en la parte de *Crear una nueva organización*, el modelo para la transición Producción en masa-Lean que proveen los autores es el siguiente:

Fase	Medidas Específicas	Duración
Arrancar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encontrar un agente de cambio</li> <li>• Aprender el conocimiento Lean</li> <li>• Encontrar una palanca</li> <li>• Cartografiar el flujo de valor</li> <li>• Empezar los ejercicios Kaikaku</li> <li>• Ampliar el campo de acción</li> </ul>	Seis primeros meses
Crear una nueva organización	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reorganizar por familias de productos.</li> <li>• Crear un función Lean</li> <li>• Definir una política para los empleados sobrantes</li> <li>• Eliminar a los que se oponen al cambio</li> <li>• Inculcar una mentalidad de busca de la "perfección" (Ejercicio Kaizen)</li> </ul>	Seis meses a lo largo del año dos
Poner en práctica sistemas de explotación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducir la contabilidad Lean</li> <li>• Vincular la remuneración a los resultados</li> <li>• Implementar la transparencia</li> <li>• Iniciar el despliegue o puesta en marcha de una política</li> <li>• Introducir la formación Lean</li> <li>• Dar a la maquinaria el tamaño apropiado</li> </ul>	Tercer y cuarto año
Concluir la transformación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar estas medidas a proveedores y clientes</li> <li>• Desarrollar una estrategia global</li> <li>• Transición de la mejora de arriba hacia abajo a la mejora de abajo hacia arriba.</li> </ul>	Quinto año

Ilustración 9. Calendario de Transformación Lean (Womack & Jones, 2003)

### 3.2.1.4.2 *Modelo de Despliegue de Tapping*

Tapping (2003) propone que las herramientas de Lean se pueden agrupar dentro de tres niveles, los cuales son:

- Demanda del cliente: Entender las necesidades que tiene el cliente de productos y servicios, incluyendo características de calidad como lead time y precio.

- Flujo Continuo: Implementar el flujo continuo en toda la compañía para que los clientes internos y externos reciban los productos y materiales indicados, en el tiempo que los necesitan y en la cantidad correcta.
- Nivelación: Distribuir uniformemente el trabajo, por volumen y variedad, para reducir el inventario en proceso e inventario final, lo que permitirá a los clientes pedir órdenes en pequeñas cantidades.

Se recomienda implementar estos niveles en el orden en que son expuestos, ya que muchas personas toman herramientas existentes y quieren implementarlas en cualquier momento, sin importar la condición del proceso.

“Una de las principales razones por las que las transformaciones hacia Lean fracasan, es porque la gente sólo agarra “la cereza del pastel”, lo más fácil; esto incluye Kaizen y Kaizen Blitz y talleres sobre los mapas de valor”. (Villaseñor & Galindo, 2007).

Según Tapping (2003) “Al entender los niveles de la demanda, el flujo y la nivelación para su aplicación, junto con la implementación de los mapas de valor, se tendría un enfoque sólido, no sólo para la implementación, sino para mantener las mejoras Lean” (Tapping, 2003).

Si se analiza a detalles cada uno de los tres niveles, es claro que están basados en los 5 principios de Womack & Jones (2003), estos autores dan una visión sistémica de largo plazo, pensando en el despliegue de la filosofía a lo largo de toda la organización, mientras que Tapping (2003) se enfoca en la ejecución de Lean en un proceso determinado, por lo que la estructura de este autor clarifica el orden que hay que seguir para lograr la transformación de un proceso, a

continuación se muestran las herramientas que el autor recomienda utilizar en cada uno de los niveles.



Ilustración 10. Los Tres Niveles de Lean (Tapping, 2003)

### 3.2.2 *Lean Six Sigma*

#### 3.2.2.1 ¿Qué es *Lean Six Sigma*?

“Lean Six Sigma es una metodología que maximiza el valor de los grupos de interés, alcanzando el mayor rango de mejora en la satisfacción del cliente, costos, calidad, velocidad del proceso e inversión de capital” (George, 2005)

“La idea base detrás de Lean Six Sigma es mezclar las dos metodologías en una iniciativa que ayude a optimizar, la calidad, velocidad y costos del negocio” (DeCarlo & BMG, 2007)

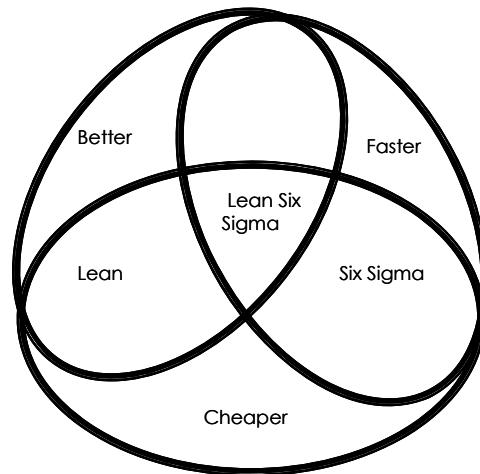


Ilustración 11. Lean Six Sigma (Decarlo & BMG, 2007)

Según George (2005) la fusión de Lean y Six Sigma se requiere debido a que:

- Lean no puede hacer que un proceso este en control estadístico
- Six Sigma solo no puede mejorar dramáticamente la velocidad del proceso o reducir la inversión de capital.

En este nuevo enfoque “Los principios y herramientas Lean se utilizan para lidiar con problemas de desperdicios, tiempos de ciclo, flujo de procesos y pasos que no agregan valor. Las herramientas Six Sigma se utilizan para cambiar la media del proceso, reducir la variación alrededor de un promedio, encontrar el mejor modo de operación, conseguir procesos y productos robustos” (Snee & Hoerl, 2007).

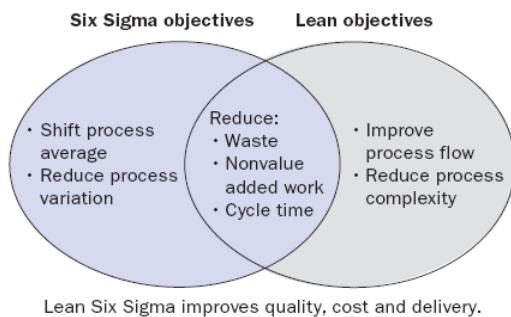


Ilustración 12. Convergencia de Lean y Six Sigma (Snee &amp; Hoerl, 2007)

Decarlo & BMG (2007) manejan 2 enfoques para explicar la metodología; el enfoque de negocio y el enfoque estadístico. El enfoque de negocio supone “No ver a Lean y a Six Sigma como metodologías separadas en busca de diferentes objetivos,- a pesar de que generalmente se habla de que Lean es un acelerador de tiempo y Six Sigma de Calidad. Se debe ver como una rueda que gira tan rápido que los dos métodos se vuelven uno”. Desde el enfoque estadístico se dice que “Lean Six Sigma combina los medios para lograr cambios de medias de desempeño con la necesidad de reducir la variación alrededor de dicha media”.

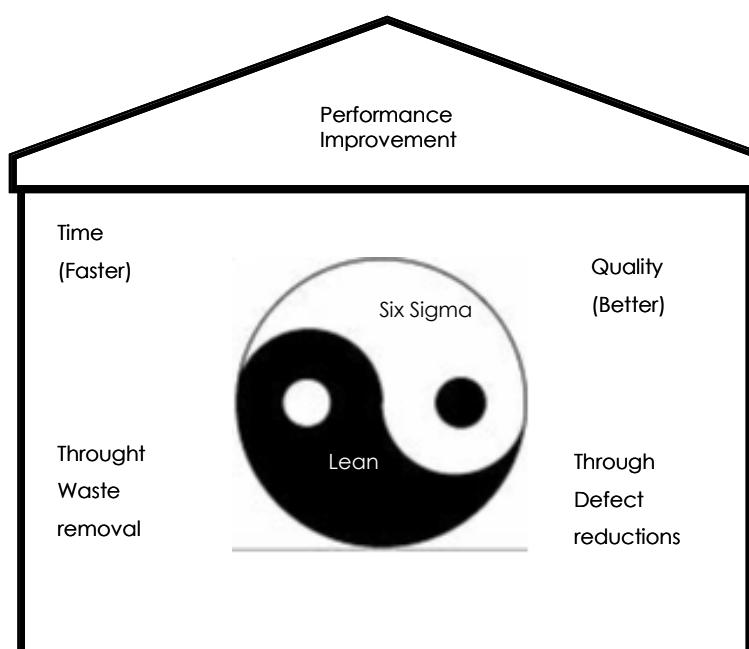


Ilustración 13. Enfoque de Negocio (DeCarlo &amp; BMG, 2007)

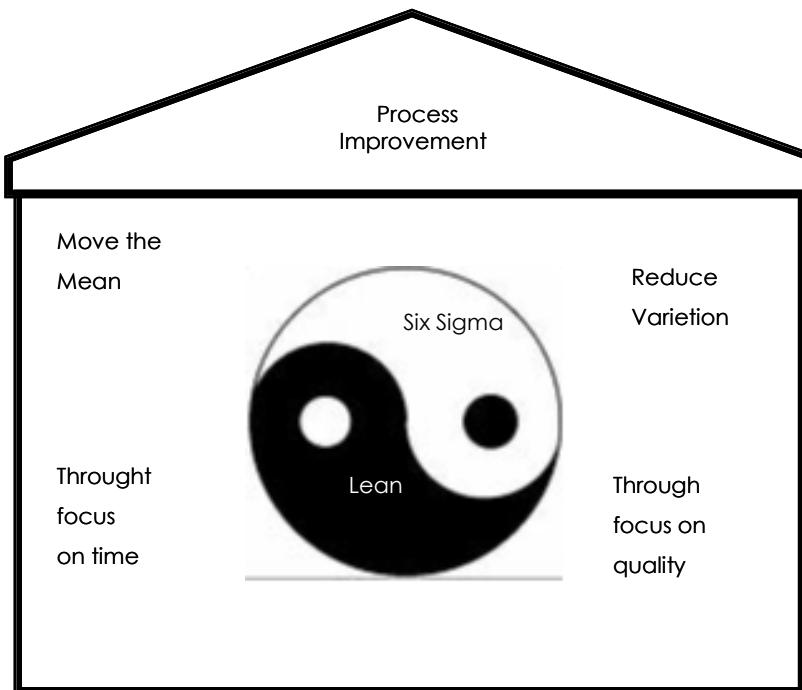


Ilustración 14. Enfoque Estadístico (DeCarlo & BMG, 2007)

"Si algo nos puede enseñar Lean Six Sigma, es que estamos en busca de oportunidades para mejorar los procesos clave de negocio, debemos determinar cuales son los proceso clave y luego hacer que fluyan con rapidez" (Poppendieck, 2004).

### *3.2.2.2 Modelos de despliegue de herramientas Lean Six Sigma*

Existen dos enfoques principales a cerca de cómo se debe usar la metodología Lean Six Sigma; algunos autores opinan que se deben usar en forma separada, mientras que otros que se debe integrar de manera holística. Dentro del enfoque holístico se encuentran la metodologías propuesta por Michel George (2005) y Ronald D. Snee (2007), por otra parte grupos de consultoría como Breakthrough Management Group (BMG) prefieren un enfoque en donde la independencia en las herramientas de las metodologías se respete.

### 3.2.2.2.1     Modelo de Despliegue Snee y Hoerl

Los autores del libro *Leading Six Sigma*, Ronald D. Snee y Roger W. Hoerl (2003) publicaron recientemente un artículo llamado *Integrating Lean and Six Sigma-a Holistic Approach* (2007) en donde expusieron que “Para alcanzar máximos resultados, Lean y Six Sigma y otros enfoques deben comprarse juntos, como parte de una método de mejora holístico” (Snee & Hoerl, 2007)

“En una mejora con un método holístico la estratégica no es correr los programas en paralelo, si no crear un sistema en el cual Lean y Six Sigma se refuerzen mutuamente” (Snee & Hoerl, 2007)

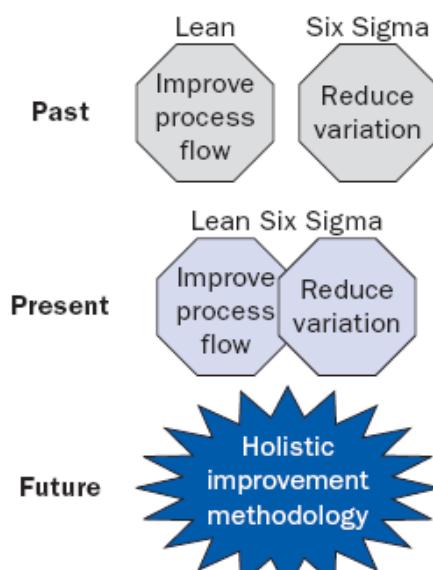


Ilustración 15. La Evolución Lean Six Sigma (Snee & Hoerl, 2007).

“La ejecución de un proyecto en un método de mejora holístico puede ser guiada por el enfoque familiar de Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar (DMAIC). A pesar de que la metodología de solución de problemas DMAIC se originó en Six Sigma, puede ser

perfectamente distinguida de las herramientas Six Sigma con las cuales este está asociado en un nivel más general y como una forma de trabajo para la mejora continua. Entonces las herramientas que resulten apropiadas para un problema –Sean herramientas Six Sigma o herramientas Lean- pueden ser aplicadas en la etapa apropiada de estructura y secuencia de la metodología DMAIC” (Snee & Hoerl, 2007).

Según Snee & Hoerl (2007) para crear un enfoque holístico es necesario crear un método para la administración de proyecto, el cual tiene la siguiente estructura.

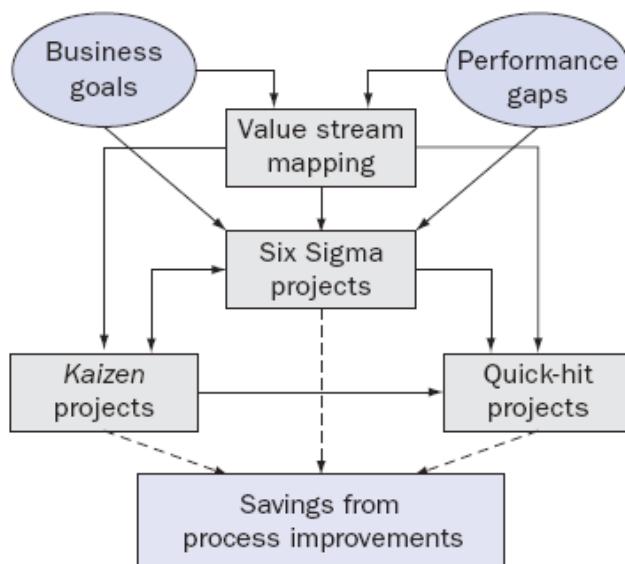


Ilustración 16. Enfoque para selección de proyectos (Snee & Hoerl, 2007).

“En este enfoque holístico las metas y las brechas son entradas para el Value Stream Mapping (VSM) una técnica usada en Lean, que también puede ser usada para generar proyectos Six Sigma. Un proyecto Six Sigma puede contener proyectos rápidos o generar proyectos Kaizen en el curso de su ejecución. Si el VSM contiene actividades que no agregan valor los proyectos Kaizen y rápidos se pueden generar directamente de él” (Snee & Hoerl, 2007)

"Los proyectos Lean Six Sigma no aparecen como una categoría. Esto es debido a que en el método de mejora holístico, lo que importa es mejorar, no importa como, por lo que todos los proyectos son Lean Six Sigma. Se tiene una caja de herramientas que contienen todas las que antes se veían por separado y dependiendo de la naturaleza del problema son las las herramientas que dominaran ya sean las herramientas que tradicionalmente se conocían como Six Sigma o las que se conocían como Lean" (Snee y Hoerl, 2007).

### 3.2.2.2.2 *Modelo de Despliegue de George*

Michel George (2005), en su libro *Lean Six Sigma* establece una guía para la institucionalización de Lean Six Sigma.

Su modelo de aplicación de herramientas es similar al de Snee y Hoerl (2007) ya que también utiliza el DMAIC como metodología para el despliegue de las mismas.

Para George (2005) es claro que "La institucionalización tomará tiempo y en ese tiempo habrá barreras contra las cuales luchar". Para minimizar esas barreras o al menos poder derribarlas, George recomienda una guía para la implantación de la metodología Lean Six Sigma.

Para George (2005) la institucionalización de Lean Six Sigma se da en 3 etapas:

1. Comenzar el proceso con el pie derecho
2. Construir la confianza de que Lean Six Sigma se quedará para siempre
3. Extender e institucionalizar la Iniciativa Lean Six Sigma.

Comenzar el proceso con el pie derecho.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los puestos de Champion y Black Belt deben dedicarse al 100%</li> <li>Seleccionar al mejor personal para esos puestos</li> <li>Seleccionar los proyectos más importantes para el negocio</li> </ul>
Construir la confianza de que Lean Six Sigma llegó para quedarse	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alcanzar y publicar resultados</li> <li>Los líderes deben comunicar la necesidad de cambio de manera clara y frecuente</li> <li>Involucrar al personal en todos los cambios</li> <li>Reconocer y incentivar en todos los aspectos del cambio</li> <li>Integrar el entrenamiento de Liderazgo</li> <li>Lanzar Lean Six Sigma apoyándose de las iniciativas anteriores</li> <li>Planificar y reforzar el enfoque en procesos transaccionales</li> <li>Reforzar los valores de la organización durante la implementación</li> <li>Integrar Lean Six Sigma en los negocios existentes, sesiones de planeación, revisiones de operación y todas las reuniones administrativas</li> <li>Crear una contabilidad visible</li> <li>Planear y comunicar los eventos Lean Six Sigma</li> <li>Resaltar las mejores prácticas y lecciones aprendidas.</li> </ul>
Extender e institucionalizar Lean Six Sigma	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reforzar el uso de un lenguaje común (DMAIC)</li> <li>Integrar los planes de Lean Six Sigma con los planes del negocio</li> <li>Extender el uso de Lean Six Sigma en toda la cadena de abastecimiento</li> <li>Replantear la necesidad de Lean Six Sigma en el proceso de diseño.</li> </ul>

Ilustración 17. Modelo de Institucionalización Lean Six Sigma (George, 2005)

“Cuando un Black Belt completa su entrenamiento y ha usado las Herramientas de Lean Six Sigma bajo la guía de un experto, desarrollan confianza y esto se considera un éxito dentro del despliegue de Lean Six Sigma, ya que Lean Six Sigma comienza a formar parte de la manera de pensar, parte de la forma en que realizan su trabajo diario” (George, 2005). La estructura que recomienda George (2005) para el uso de las herramientas Lean Six Sigma es la siguiente.

Proceso	Actividad	Herramientas
Definición	1. Establecer el equipo 2. Identificar al champion y asignar recursos al equipo 3. Administrar el pre-trabajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramientas de identificación de procesos.</li> <li>• Forma de definición de proyectos</li> <li>• Análisis NPV/IRR/DCF</li> <li>• Proceso de administración del plan de mejora</li> <li>• Herramientas para la mejora del desempeño Six Sigma.</li> </ul>
Medición	4. Confirmar la meta del equipo 5. Definir el estado actual 6. Recolectar y organizar los datos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramientas para la mejora del desempeño Six Sigma.</li> <li>• Mapeo de proceso</li> <li>• Análisis de valor</li> <li>• Tormenta de ideas</li> <li>• Técnicas de voto</li> <li>• Diagrama de pareto</li> <li>• Diagrama de Afinidad</li> <li>• Diagrama Causa/Efecto</li> <li>• FMEA</li> <li>• Hojas de Chequeo</li> <li>• Gage R&amp;R</li> <li>• Graficos de control</li> </ul>
Análisis	7. Determinar la capacidad y velocidad del proceso 8. Determinar las fuentes de variación y cuellos de botella	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cp y Cpk</li> <li>• Análisis de las trampas de tiempo</li> <li>• Mufti-Chart</li> <li>• Box Plots</li> <li>• Gráficos Marginales</li> <li>• Gráficos de Interacción</li> <li>• Regresión</li> <li>• Anova</li> <li>• Matriz Causa-Efecto</li> <li>• FMEA</li> <li>• Formato de definición de problemas</li> <li>• Mapas de oportunidad</li> </ul>
Incremento	9. Generar ideas 10. Conducir experimentos 11. Crear modelos 12. Desarrollar B's y C's 13. Desarrollar planes de acción 14. Implementar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tormenta de ideas</li> <li>• Sistemas pull</li> <li>• Reducción de preparación</li> <li>• TPM</li> <li>• Flujo de procesos</li> <li>• Benchmarking</li> <li>• Diagrama de Afinidad</li> <li>• DOE</li> <li>• Pruebas de hipótesis</li> <li>• Campos de Fuerza</li> <li>• Diagrama de árbol</li> <li>• Pert/CPM</li> <li>• FMEA/PDPC</li> <li>• Diagrama de Gantt</li> </ul>
Control	15. Desarrollar plan de control 16. Monitorear desempeño 17. Crear procesos a prueba de errores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hojas de chequeo</li> <li>• Gráficos de corrida</li> <li>• Histogramas</li> <li>• Diagramas de dispersión</li> <li>• Gráficos de control</li> <li>• Paretos</li> <li>• Revisiones interactivas</li> <li>• Poka Yokes</li> </ul>

Ilustración 18. Caja de herramientas Lean Six Sigma (George, 2005).

### 3.2.2.2.3     *Modelo de Despliegue de BMG*

“Breakthrough Management Group propone un Modelo de Lean Six Sigma en donde se mantiene la independencia de las metodologías” (Moreno, 2007), es decir se corren paralelamente proyectos Six Sigma y proyectos Lean, por esta razón la fase de

definición reprojyectos se vuelve primordial, ya que de ella depende el que se le enfoque a la metodología correcta.

Los proyectos de Six Sigma se ejecutan como tradicionalmente se hace, mediante la metodología DMAIC.

<b>Define</b>	<b>Measure</b>	<b>Analyze</b>	<b>Improve</b>	<b>Control</b>
Adult Learning Model	Process Mapping	Multi Vari	Variable DOE	EVOP
Project Management	Cause & Effect Matrix	Correlation	Fractional DOE	Response Surface DOE
Computer Tools	Fishbone Diagram	Regression	Full and 2 <sup>k</sup> Factorial DOE	Multiple Regression
Descriptive Statistics	Statistical Analysis	Hypothesis Testing	Advanced DOE	Transition Plans
	Lean Tools	ANOVA	Logistic Regression	Control Plans
	MSA	FMEA		SPC
	Capability			Control Methods

Ilustración 19. DMAIC (BMG, 2007)

En el caso de Lean BMG recomienda manejar los proyectos, como proyectos Kaizen. “Kaizen es la herramienta en las transformaciones Lean para cambiar la mentalidad para realizar proyectos, consiguiendo resultados a través de la acción; por lo tanto, un evento Kaizen es un evento planeado y estructurado que permite a un grupo mejorar algún aspecto del negocio de una manera rápida y enfocada” (Jones & Waldo, 2006)

Jones y Waldos (2006), en su libro *A team leader's Guide to Lean Kaizen Events Powered by SCORE Methodology* explican que existen varios tipos de Kaizen, entre los cuales se encuentran:

- Kaizen de Flujo: Este busca mejorar el flujo de valor a lo largo de un proceso completo.
- Gemba Kaizen: Este busca mejorar un punto específico en el flujo de valor.
- Kaizen asociado a un tipo de herramienta Lean: Kaizen SMED, Kaizen 5s's, Kaizen Heijunka, estos buscan implantar la herramienta para lograr cambios radicales, del tipo Kaikaku.

La forma tradicional de llevar a cabo un evento Kaizen está basada en el ciclo de Deming y fue descrita por Masaaki Imai (2003), en su libro *KAIZEN*.

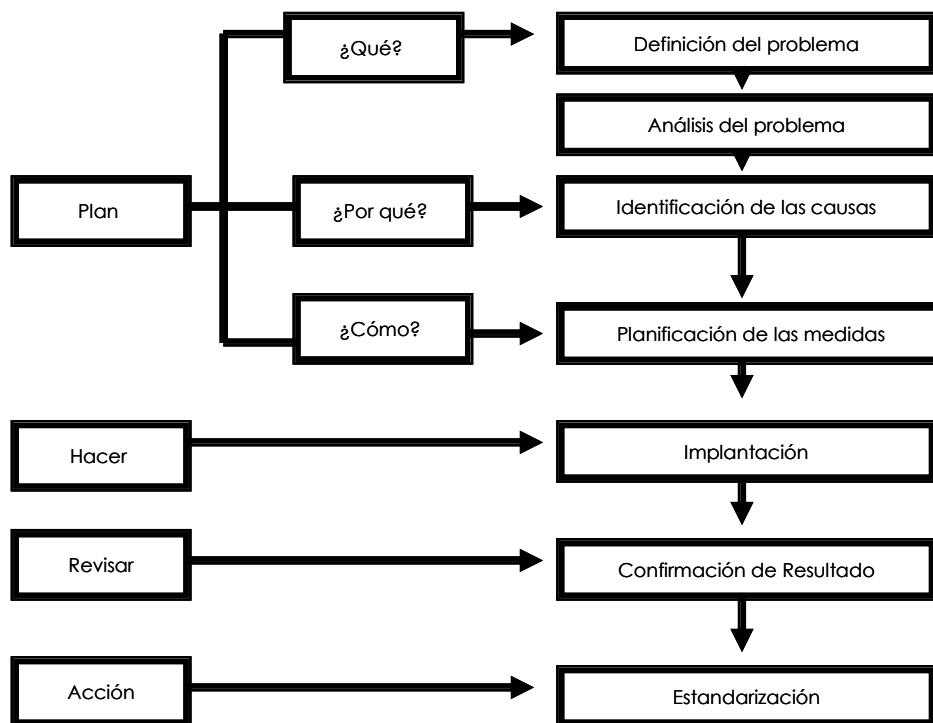


Ilustración 20. Ciclo Kaizen (Imai, 2003)

Para el despliegue de su modelo BMG no se conformó con seguir el ciclo Kaizen propuesto por Imai, sino que, desarrolló una metodología para el desarrollo de estos eventos, a la cual llamó SCORE, el acrónimo de Seleccionar, Clarificar, Organizar, Realizar y Evaluar, esta

metodología es comparable con el DMAIC, acrónimo de Definir, Medir, Analizar, Incrementar y Controlar.

- Seleccionar: Identificar el proceso que requiere de intervención.
- Clarificar: Definir el problema, clarificando los hechos y necesidades, definir el objetivo del evento. Medir datos históricos para cuantificar la capacidad actual del proceso.
- Organizar: Organizar un equipo conformado por miembros del proceso y personal especializado en Lean para entrenarlos en los métodos necesarios para el éxito del evento.
- Realizar: Correr el evento, observar, realizar lluvia de ideas de mejora, seleccionar las mejoras, probar e implementarlas.
- Evaluar: Evaluar los resultado, estandarizar el nuevo procedimiento y definir el trabajo para dar continuidad.

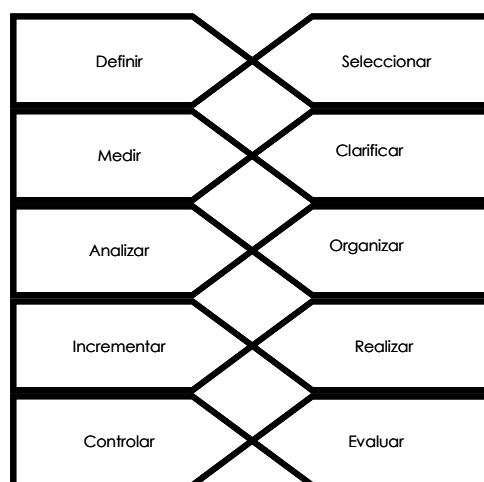


Ilustración 21. Comparación entre DMAIC y SCORE. (BMG, 2007)

### 3.2.3 Metodología de Sistemas Suaves (SSM)

#### 3.2.3.1 ¿Qué es SSM?

Checkland definió su metodología como “Un enfoque interpretativo para la solución de problemas organizacionales que

puede ser usado para la estructura para la acción en donde el cambio deseable y el aprendizaje de la organización son los objetivos". (Checkland, 1999).

"La Metodología de Sistemas Suaves o Metodología de Checkland es una metodología que busca mejoras en las áreas sociales, activando en las personas involucradas en la situación un ciclo de aprendizaje que idealmente no debería terminar. El aprendizaje se da mediante el uso iterativo de: la reflexión a cerca de los conceptos del sistema, debate de percepciones del mundo real, toma de acciones en el mundo real y de nuevo la reflexión a cerca de los conceptos del sistema. La reflexión y el debate están estructurados mediante modelos sistémicos. (Checkland, 1999).

La metodología de Checkland se representa normalmente mediante el siguiente diagrama.

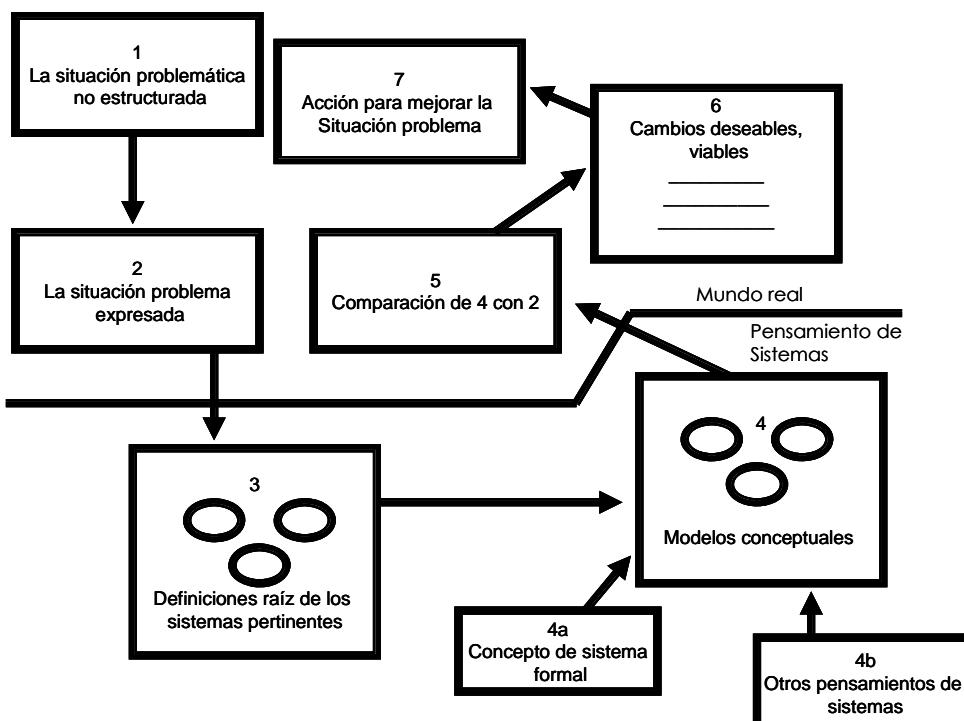


Ilustración 22. Metodología de Sistemas Suaves (Checkland, 1999)

“La metodología incluye dos tipos de actividades. Los estadios 1, 2, 5, 6 y 7 son actividades “del mundo real” que necesariamente involucran gente en la situación problema; los estadios 3, 4, 4a Y 4b son actividades del “pensamiento de sistemas” que quizá pueda o no involucrar a aquellos en la situación problema, dependiendo de las circunstancias individuales del estudio” (Checkland, 1999).

“En general el lenguaje de los primeros estadios será el mismo que el lenguaje normal de la situación problema, el de los 3, 4 4<sup>a</sup> y 4b será el lenguaje de sistemas, porque es en esos estadios donde la complejidad del mundo real se desenmaraña y entiende como resultado de la traducción a un lenguaje a nivel superior (metalenguaje) de los sistemas. (Checkland, 1999)

“Los estadios 1 y 2 son una fase de “expresión” durante la cual se hace un intento por construir la imagen más rica posible, no del “problema” sino de la situación en la cual se percibe que hay un problema” (Checkland, 1999).

“La situación problema puede ser expresada como un “Diagrama Enriquecido”. La idea es representar mediante dibujos toda la información relevante relacionada a la situación. Esto es solamente para que el consultor o modelador pueda ganar entendimiento de la situación. El diagrama enriquecido no debe ser utilizado como herramienta de comunicación con el cliente. Cuando hay un equipo de consultores, el diagrama enriquecido es una manera de consolidar el entendimiento del problema. Esto reduce las posibilidades de que existen percepciones opuestas del mundo real facilitando la modelación del proceso en un paso futuro” (Patt & Warwick, 1995).

"El estadio 3 involucra el nombrar algunos sistemas que parecen pudieran ser pertinentes al problema y el preparar definiciones concisas de lo que estos sistemas son –en contraposición a lo que ellos hacen. El objetivo es obtener una formulación explícita cuidadosamente fraseada de la naturaleza de algunos sistemas que subsecuentemente se van a considerar pertinentes para mejorar la situación problema. Estas definiciones en el estadio 3 se denominan "definiciones esenciales", con lo que se desea indicar que ellas encapsulan la naturaleza fundamental de los sistemas elegidos". (Checkland, 1999).

"Las definiciones esenciales son construidas para los sistemas humanos relevantes identificados en los estadios uno y dos. Las definiciones esenciales pueden contener las propiedades emergentes de los sistemas en cuestión. Para poder definir las propiedades emergentes es necesario considerar el uso del acrónimo CATWOE" (Platt y Warwick, 1995):

- C: Cliente (personas afectadas con el sistema, ya sean víctimas o beneficiarios)
- A: Actores (personas que participan en el sistema)
- T: Transformación (el núcleo de la definición esencial –la transformación que se lleva a cabo por el sistema)
- W: Weltanschauung ("la visión del mundo", es el punto de vista desde el cual se está haciendo la definición)
- O: Dueño (Ownership) (la persona o personas con la autoridad para decidir el futuro del sistema)
- E: Ambiente (Environment) (El exterior del sistema, sus restricciones ambientales).

"El CATWOE puede ser usado como una lista de verificación para asegurarse que la definición esencial esté completa. Alternativamente

la definición esencial puede ser formulada con los componentes del CATWOE. De cualquier manera la definición esencial debe ser un párrafo corto que contenga toda la información necesaria para describir al sistema" (Platt y Warwick, 1995).

"Se deben hacer varias definiciones esenciales para cada sistema humano identificado. Cada una debe tener debe contener un diferente Weltanschauung. Weltanschauung es una palabra alemana que se traduce como "visión del mundo". Diferentes individuos pueden percibir el mismo evento de diferente forma dependiendo de la visión que tengan, su experiencia personal o situación. Estas diferencias resultan en inferencias que no son explícitas y que deben ser incorporadas a la visión de la situación problema" (Platt y Warwick, 1995).

"El estadio 4 consiste en la creación de modelos conceptuales de los sistemas de actividad humana nombrados y definidos en las definiciones esenciales. Se ensambla un número estructurado de verbos, que describe a las actividades mínimas necesarias requeridas en un sistema de actividad humana que corresponde con la que se describió en la definición esencial. La construcción del modelo se alimenta de los estadios 4a y 4b: 4a consiste en el uso de un modelo general de sistema de actividad humana que se puede usar para verificar que los modelos construidos no sean fundamentalmente deficientes; 4b consisten en la modificación o transformación del modelo, si se desea, adquiriendo cualquier otra forma que quizás se pueda considerar como adecuada en un problema particular.

"El modelo conceptual debe ser derivado solamente de la definición esencial. Es un modelo intelectual y no debe ser contaminado con información del mundo real. Todos los elementos del

CATWOE deben estar incluidos en alguna parte del modelo, de otra forma el modelo estaría incompleto, ya que no es posible que se omitan partes de la definición esencial sin que el modelo se vea afectado. (Platt y Warkick, 1995).

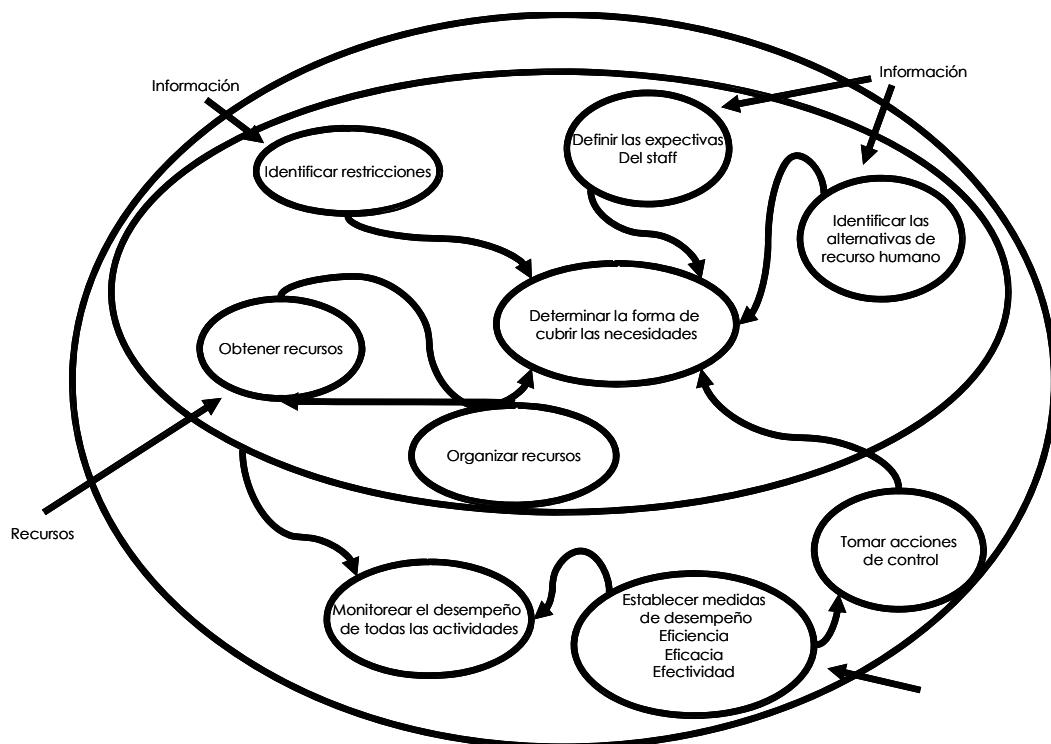


Ilustración 23. Sistema de Actividad Humana (Checkland, 1999)

“Cuando los modelos conceptuales estén terminados, sean o no transformados, se introducen al estadio 5, “en el mundo real” y se confrontan con las percepciones de lo que existe ahí. El propósito de esta comparación es el generar un debate con gente interesada en la situación problema” (Checkland, 1999).

“El modelo conceptual será comparado con el diagrama enriquecido, para destacar posibles cambios en el mundo real. Se puede dar el caso de que algunas actividades del modelo conceptual no existan en el mundo real. Estas entonces se convertirán en recomendaciones para el cambio. Las diferencias que surjan en la

comparación jamás deben llevar al cambio del modelo conceptual, ya que este fue construido correctamente e incluye todas las actividades necesarias para que se den las propiedades emergentes del sistema. Si se cambiará el modelo conceptual se perderían dichas propiedades" (Platt y Warwick, 1995).

"En el estadio 6, se definirán posibles cambios que simultáneamente satisfagan dos criterios: que sean cambios argumentablemente deseables y al mismo tiempo viables, dadas las actitudes y las estructuras del poder prevaleciente en la situación problema" (Checkland, 1999).

"El estadio 7 involucra llevar a cabo las acciones que se generaron en el estadio 6 para mejorar la situación problema. Esto de hecho define un "nuevo problema" y a este quizás también se le enfrente con la metodología" (Checkland, 1999).

"Es importante apreciar que cuando los cambios se hayan realizado, la situación problema cambiará. En otras palabras, el proceso es cíclico. Es importante reconocer que nada se mantiene estático y cada intervención de consultoría afecta a la organización" (Platt y Warwick, 1995).

La Metodología de Checkland (SSM) está enfocada a problemas con las siguientes características (Ho & Sculli, 1994)

- Existen varias percepciones legítimas de la realidad del problema
- Cada punto de vista de la realidad está restringido o incompleto y puede ser cambiado por un punto de vista alternativo.

- El debate y discusión entre las partes involucradas puede llevar a una mayor comprensión de la situación problemática.
- La discusión y debate podría llevar a los involucrados a encontrar soluciones convenientes para todos.

“Por medio de la Metodología de Sistemas Suaves Checkland enfatizo los sistemas sociales como procesos en los que el aprendizaje nunca termina. Su metodología trata problemas reales e incidentalmente explora la realidad social en un proceso en donde el cambio nunca termina ya que el ambiente social es re-creado continuamente por los miembros de la problemática” (Gao, Li & Nakamori, 2002).

### ***3.2.3.2 Historia de la Metodología de Sistemas Suaves***

“La Metodología de Sistemas Suaves (SSM) se desarrolló en la Universidad de Lancaster, hace aproximadamente 30 años, mediante investigaciones y experiencias. El profesor Peter Checkland es el miembro más destacado del Departamento de Sistemas y Administración de Información involucrado en este desarrollo” (Warwick, 1995)

“La metodología surgió principalmente como resultado del trabajo de consultoría realizado por el equipo de investigadores. Mientras iban ganando experiencia en la resolución de diferentes tipos de situaciones problemáticas, el conocimiento iba siendo analizado e incorporado a la metodología. Lo que se obtuvo como resultado fue una metodología genérica que puede ser adaptada a cualquier situación” (Warwick, 1995)

"La Metodología de Sistemas representó un desarrollo de gran magnitud para el Departamento de Sistemas de la Universidad de Lancaster, ya que representa un cambio de paradigma. Las metodologías de ingeniería de sistemas están basadas en el paradigma de optimización, mientras que la metodología de Checkland considera como paradigma al aprendizaje. Este cambio fue necesario dada la creciente preocupación por investigar problemas mal estructurados (problemas suaves) en los cuales no existe tal como respuestas óptimas o correctas" (Wilson, 1990)

### ***3.2.3.3 Validez y Efectividad de SSM***

"La validez de la Metodología de Sistemas Suaves parece ser un área bloqueada. La única referencia que se tiene a cerca de discusiones sobre validación es de Checkland, cuando declaró que la validez no era un punto en SSM" (Vennix & Mullekom 2003).

Al parecer no hay investigaciones a cerca de la efectividad de la Metodología esto se puede resultar de que Checkland opinaba que "No se puede probar la efectividad de ninguna metodología que sea usada para fines de sistemas humanos" (Checkland, 1999).

Lo anterior es debido a que a pesar de que los consultores consigan buenos resultados con la metodología, existe la incógnita de qué hubiera pasado si la solución hubiera surgido de otra metodología, es decir no se puede probar si el uso de otra metodología hubiera dado mejores resultados.

### 3.2.4 Teoría de Restricciones (TOC)

#### 3.2.4.1 ¿Qué es TOC?

“El Dr. Eliyahu M. Goldratt es ampliamente reconocido como el inventor de la Teoría de Restricciones. La teoría apareció por primera vez en su libro, *The Goal*, los conceptos fueron articulados a finales de los 1970s. Esta técnica ha sido llamada Principios de sincronización de manufactura (OPT), Manufactura por sentido común, Manufactura de flujo continuo entre otros términos” (Woepel, 2001).

“La Teoría de Restricciones (TOC) es una ciencia administrativa. Esta aplica el métodos científicos – especialmente métodos físicos- al problema diario de gestionar la vida” (McMullen, 1998).

“TOC es una filosofía de gestión única que se esfuerza por racionalizar y dar un toque científico a la administración. Esta provee una manera de simplificar la complejidad de los sistemas humanos y mantener los impactos y aspectos importantes bajo control” (Schragenheim, 1999).

Según Schragenheim (1999) como parte de un enfoque científico, TOC se basa en ciertas suposiciones y en el desarrollo lógico de ciertas reglas derivadas de dichas suposiciones:

- La organización tiene una meta por alcanzar
- La organización es más que la suma de sus partes
- El desempeño de la organización está restringido por varias variables.

"De estas tres suposiciones se desprenden las reglas para la correcta gestión de las organizaciones, estas son conocidas como los 5 pasos de TOC. Estos pasos ayudan a definir las restricciones de una organización, cómo manejárla mejor con estas barreras y cómo romper con una o más de ellas" (Schragenheim, 1999).

"El concepto esencial de TOC es que cada sistema real, por ejemplo las organizaciones de lucro, tiene al menos una restricción. Si esto no fuera verdad, el sistema produciría un número infinito de los que sea que el sistema busque, en el caso de restricciones de manufactura, utilidades. Como una restricción es cualquier factor que limita a la organización a obtener lo que utilidades, los administradores que quieran aumentarlas tienen que gestionar las restricciones (Smith, 2000).

Los cinco pasos originales para la gestión de restricciones son: (Schragenheim, 1999).

1. Identificar las restricciones del sistema
2. Decidir cómo explotar la restricción del sistema: Si alguna restricción puede ser removida sin hacer una inversión fuerte, hay que removerla y volver al paso 1. Si no, encontrar una manera de explotar la restricción del sistema
3. Subordinar todo a las decisiones tomadas anteriormente
4. Elevar las restricciones del sistema: Evaluar alternativas para eliminar una o más restricciones. Predecir nuevas restricciones y su impacto en el desempeño global del negocio por medio de la aplicación de los tres primeros pasos. Ejecutar la acción para eliminar la restricción.
5. Si en los pasos anteriores una restricción fue eliminada, regresar al paso 1. No dejar que la inercia se convierta en una restricción, hay que actuar cíclicamente.

“Además de los 5 pasos Goldrat (1992), describió las bases para alcanzar el cambio por medio de TOC, definiendo un set de 3 medidas que ayudan a dirigir el proceso de cambio. Él estaba convencido de que el sistema de costeo tradicional no soporta los esfuerzos de TOC ni de Lean” (The Lean Enterprise Institute, 2007).

“En su libro *The Goal* Dr. Goldratt enfatiza la necesidad de mirar lo que la organización está buscando y asegurarse de que se midan los procesos y todas las actividades relacionadas con la meta”. (Scheinkopf, 2000). Goldratt propuso remplazar el paradigma de las medidas tradicionales derivadas del costo del producto. Las siguientes medidas son la única forma de incrementar las utilidades con TOC (Goldrat, 1993):

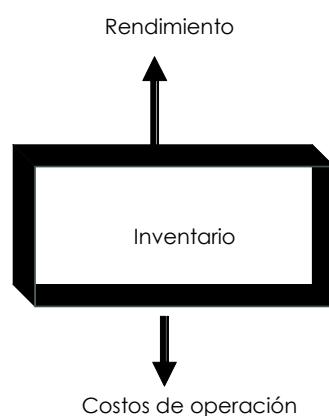


Ilustración 24. Medidas fundamentales de TOC (Mcmullen, 1998)

- Rendimiento

La tasa a la cual toda la organización genera dinero por medio de ventas de un producto o servicio. El rendimiento representa todo el dinero que ingresa a una organización.

- **Inventario**

Todo el dinero que la organización invierte en cosas que pretende vender. El inventario representa todo el dinero guardado dentro de la organización. (La definición de Goldratt incluye las plantas, edificios, equipo, artículos obsoletos, así como materia prima, trabajo en proceso y producto terminado).

- **Costo de operación**

El Costo de operación es todo el dinero que la organización gasta transformando el inventario en rendimiento. Representa el dinero que va hacia fuera de la organización.

“Las tres medidas son interdependientes. Esto significa que un cambio en una resulta en un cambio en una o más de las otras dos. Entonces, para mejorar por medio de TOC, se tiene que usar la siguiente formula” (The Lean Enterprise Institute, 2007):

*“Maximizar el rendimiento mientras se minimiza el inventario y el costo de producción”.*

#### **3.2.4.2 *Como comparar la Teoría de Restricciones con Lean***

“Tanto el objetivo de Lean como el de TOC es incrementar las utilidades. Esto se logra por medio de la reducción de costos, mediante la sencilla fórmula: Utilidad= Precio de venta – Costo” (The Lean Enterprise Institute, 2007). Como el precio de venta está dado por el mercado y no puede ser incrementado, la única manera de incrementar las utilidades es por medio de la reducción de costos.

Mientras Goldratt con su Teoría de Restricciones intenta reducir los costos enfocándose la mejora del rendimiento, Lean alcanza el objetivo de reducción de costos por medio de una visión del sistema centrada en la noción de la definición del valor según el cliente. La iniciativa Lean se dirige a eliminar los pasos en el proceso de un producto o servicio que no añade valor al consumidor final.

“Mientras TOC inicia mediante la identificación de restricciones. El pensamiento Lean induce a que al agente de inicie el cambio con el re-planteamiento de la noción de valor. Por medio del estudio del proceso, comenzando por el producto terminado hasta la materia prima y el preguntarse ¿Los clientes pagarán por esto?, el agente de cambio lean identifica las oportunidades para eliminar desperdicio del sistema” (The Lean Enterprise Institute, 2007).

Ambas, Lean y TOC, comparten el hecho de que la organización debe identificar el cambio y luego ver la forma de lograrlo, la siguiente tabla muestra una comparación completa de las dos iniciativas:

	Teoría de Restricciones	Lean
Meta	Incrementa las utilidades por medio del incremento de producción	Incrementa las utilidades por medio de añadir valor desde la perspectiva del consumidor
Medidas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Producción</li> <li>• Inventario</li> <li>• Costo de operación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costo</li> <li>• Tiempo de entrega</li> <li>• Porcentaje de valor añadido</li> </ul>
¿Qué cambios exige?	Restricciones: Las uniones débiles en el sistema	Eliminar desperdicios y añadir valor considerando el sistema completo.
¿Cómo implementar los cambios?	Cinco pasos, proceso continuo enfatizando la actuación local	Cinco pasos, proceso continuo enfatizando el pensamiento global.
Tiempo	Ambas pueden alcanzar resultados inmediatos, pero requieren un período de esfuerzo largo para sostener los resultados.	

Ilustración 25. Comparación Lean y TOC (The Lean Enterprise Institute, 2007)

### ***3.3 Diseño de la Investigación de Campo***

Como parte del diseño de la Metodología de despliegue de Lean Six Sigma, objetivo principal de esta investigación, fue necesario realizar una investigación de campo en la cual, personas de diferentes empresas que utilizan la metodología Lean o Lean Six Sigma, participaron para crear una estructura que forma parte de la metodología diseñada.

El diseño de la investigación es del tipo no experimental, debido a que “no se manipularon las variables para registrar los resultados, sólo se limitó a la observación y relación” (Hernández, 2003). Debido a que “esta investigación se llevó a cabo en un solo momento, en un tiempo único, esta investigación se considera de naturaleza transeccional” (Hernández, 2003).

#### ***3.3.1 Cuestionario***

La investigación se realizó mediante un cuestionario, el cual tiene tres secciones:

- Sección I: Tiene la finalidad de conocer aspectos generales de la organización y de su experiencia con Lean o Lean Six Sigma
- Sección II: Tiene la finalidad de conocer las herramientas Lean que utiliza la empresa del participante
- Sección III: Es la sección con la cual se generó la estructura

### 3.3.1.1 Sección I

La sección I del cuestionario, es simplemente para conocer aspectos generales del participante, pero sobretodo de su organización, así como de la experiencia que esta ha tenido con las iniciativas de Lean o Lean Six Sigma; las preguntas que se plantearon fueron:

1. Nombre de la empresa
2. Giro de la compañía (Manufactura, Servicios, Ambas)
3. Roles de Calidad con los que cuenta la empresa (Champion, Master Black Belt, Black Belt, Green Belt, Dueño del proceso, otro)
4. Iniciativas de calidas que utiliza la empresa (Six Sigma, Lean, Lean Six Sigma, TQM, Estandarización (ISO))

Para quienes utilizan Lean o Lean Six Sigma, la encuesta continúa

5. Tiempo que la organización tiene utilizando las herramientas Lean (Menos de 1 año, entre 1 y 2.5 años, entre 2.5 y 5 años, más de 5 años, no aplica)
6. Grado de madurez en que se encuentra la compañía con respecto a la aplicación de la filosofía Lean (Iniciando (El entrenamiento está comenzando, Intermedio (Se aplican algunas herramientas en un poco más de la mitad de los procesos, Avanzado (Se aplican la mayoría de las herramientas a la mayoría de los procesos), Totalmente Maduro (Los procesos de la compañía son esbeltos y se traba en llevar la filosofía Lean a los proveedores), No aplica)
7. Barreras para la implementación Lean o Lean Six Sigma (libre)

### ***3.3.1.2 Sección II***

La sección II consta solamente de una pregunta, sin embargo es una sección importante ya que en ella el participante menciona las herramientas Lean que se emplean en su organización, las opciones de respuesta son:

- VSM
- 5S's
- SMED
- TPM
- Poka Yokes
- Trabajo Estandarizado
- Heinjunka
- Sistemas de Kanbans
- Celdas de Manufactura
- Jidoka
- Kaizen
- Andon
- Flujo Continuo
- Fábrica Visual
- Kaikaku
- Gestión de inventarios
- Otros

### ***3.3.1.3 Sección III***

Esta sección tiene como objetivo estructurar el orden para el uso de las herramientas Lean, esta sección fue utilizada para lograr un diagrama de apoyo con la metodología de Modelación Estructural Interpretativa (ISM).

Al igual que la sección anterior, esta también cuenta con tan solo una pregunta, ésta se compone de una matriz en donde el participante indica si una herramienta apoya significativamente la implantación de otra.

El participante debió marcar con una X la celda en la cual el Elemento A apoya significativamente a la implementación del elemento B. Es decir, si el implantar la herramienta del grupo A, ayuda considerablemente a implantar la herramienta del grupo B. Por ejemplo: Si llevar a cabo un VSM apoya significativamente el implantar 5S's el participante debió de marcar con un X la segunda celda del primer renglón.

Elemento A	Elemento B															
	a. VSM	b. 5's	c. SMED	d. TPM	e. Poka Yokes	f. Trabajo Estandarizado	g. Heinjunka	h. Sistema de Kanbans	i. Celdas de Manufactura	k. Jidoka	l. Kaizen	m. Andon	n. Flujo Continuo	o. Fábrica Visual	p. Kaikaku	q. Gestión de Inventarios
a. VSM																
b. 5's																
c. SMED																
d. TPM																
e. Poka Yokes																
f. Trabajo Estandarizado																
g. Heinjunka																
h. Sistema de Kanbans																
i. Celdas de Manufactura																
k. Jidoka																
l. Kaizen																
m. Andon																
n. Flujo Continuo																
o. Fábrica Visual																
p. Kaikaku																
q. Gestión de Inventarios																

Ilustración 26. Matriz para Estructuración

### ***3.3.2 Selección de Población y Muestra***

Una vez que se elaboró el cuestionario, se tuvo que determinar qué grupo de personas sería el adecuado para participar en la investigación y qué cantidad de personas de ese grupo deberían resolver el cuestionario, es decir, se determinó la población y la muestra para la investigación.

#### ***3.3.2.1 Población***

La población de esta investigación fueron las personas que han obtenido su Certificación Internacional en Six Sigma (ya sea GB, BB o MBB) a través del Programa de Certificación Internacional en Six Sigma ITESM-BMG.

Para diciembre del 2007, mes en que se inició la investigación, el número de personas en la población seleccionada era de 380 personas.

#### ***3.3.2.2 Muestra***

Ya que el cuestionario está diseñado para conocer la parte de la población que utiliza las herramientas Lean o Lean Six Sigma, lo que busca conocer son proporciones.

Cuando el objetivo de una investigación es conocer proporciones la fórmula que se utiliza para el cálculo de la muestra es (Universidad Española de Psicología, 2007):

$$n = \frac{Nz_{\alpha/2}^2 P(1-P)}{(N-1)e^2 + z_{\alpha/2}^2 P(1-P)}$$

Ilustración 27. Ecuación para Obtener Tamaño de Muestra (Universidad Española de Psicología)

Donde:

$Z_{\alpha/2}$  = z correspondiente al nivel de confianza elegido.

P= Proporción de una categoría de la variable

e= Error máximo

N=Tamaño de la población

Por estudios anteriores (Moreno, 2007), se conoce que aproximadamente el 5% de las personas que se han certificado en el Programa ITESM-BMG trabajan en empresas en donde también tienen la iniciativa Lean o Lean Six Sigma, por lo que la proporción a utilizar fue del 5%.

Por lo anterior tenemos que:

$Z_{\alpha/2} = 1.96$  (tomando un nivel de confianza del 95%)

P= .05

e= .1

N= 380

$$n = \frac{380(1.96^2)(.05(1-.05))}{(380-1).1^2 + 1.96^2(.05(1-.05))} = 17.5$$

Ilustración 28. Cálculo del Tamaño de Muestra

El tamaño de muestra resultante fue de 17.5 personas, por lo que el cuestionario se debió de mandar a más de 17.5 personas para que al menos 18 de estas personas contestaran, las personas a las que se envió el cuestionario fueron seleccionadas de la lista de Certificados de manera aleatoria para que la investigación tuviera validez.

### 3.4 *Conclusiones*

En este capítulo se presentó el Marco Teórico, en el cual se basa la Metodología que se diseñó, y se planteó el diseño de la investigación de campo.

Los elementos de este capítulo son de vital importancia para centrar al lector en la problemática planteada.

Por una parte el Marco Teórico da al lector los antecedentes de esta investigación, describiendo las iniciativas y metodologías en las cuales se basó el autor:

- Lean
- Lean Six Sigma
- Metodología de Sistemas Suaves
- Teoría de Restricciones

La parte del Diseño de la Investigación de Campo, sitúa al lector en el medio de la población bajo estudio, la población para este estudio fueron las personas que se han certificado en el Programa Six Sigma ITESM-BMG, por lo que el lector se puede dar una idea de la confianza que puede tener sobre esta investigación.

El siguiente capítulo continúa con el análisis de la investigación de campo así como con un análisis del por qué es factible utilizar la Metodología de Sistemas Suaves de Checkland como base para el diseño de una Metodología de Despliegue de Herramientas Lean Six Sigma.



## *Capítulo 4*

## *Análisis*

---

---

Este capítulo tiene como objetivo presentar el análisis de los datos recolectados en el capítulo de Medición.

Se presentan los resultados del análisis de la investigación de campo, las dos primeras secciones del cuestionario sirven para dar una estadística descriptiva de la situación de Lean y Lean Six Sigma entre las empresas, proporción de empresas en donde se usa, grado de madurez de la metodología en las empresas, roles de calidad que se tienen y sobre todo qué herramientas son las más utilizadas. La tercera parte se utiliza para crear una estructura para dar un orden a las herramientas, la estructura se presenta en este capítulo y posteriormente se usa como parte de la metodología diseñada.

Se presenta un análisis del por qué es posible utilizar la Metodología de Sistemas Suaves de Checkland como base para el diseño de una Metodología de Despliegue Mejorada, así como por qué la Teoría de Restricciones se puede utilizar como parte de la misma.

### *4.1 Introducción*

“El camino más directo para incrementar la productividad es hacer lo mismo pero en un período de tiempo más corto –hacer las cosas más rápido-. La productividad, es la clave para todo, a mayor productividad, mayor crecimiento económico” (George, 2002).

"Es difícil dejar pasar las oportunidades que representan los procesos lentos para casi todas las organizaciones. El problema que tienen la mayoría de esas organizaciones es implementar soluciones. Ellas dan capacitación y conducen algunos esfuerzos de mejora, pero al final el impacto medida en el tiempos y costo es mínimo" (George, 2002).

"Eliminar las causas del desperdicio de tiempo permite al proceso mejorar su costo, calidad y confiabilidad, características que son críticas para los clientes e inversionistas. En muchas organizaciones esto puede contribuir a aumentar en un 5% el margen de operación. La velocidad y confiabilidad de Lean permite a las compañías incrementar sus utilidades más allá de la de sus competidores" (George, 2007).

Es necesario luchar contra las barreras que impiden la implementación de soluciones a problemas de tiempos, esta investigación culmina con una metodología de despliegue que facilitará a cualquier empresa el logró de procesos esbeltos con la implementación de Lean Six Sigma.

#### ***4.2 Resultados de la Investigación de Campo***

La investigación de campo fue muy importante para el desarrollo de este estudio, ya que con ella, se indagaron características importantes a cerca de la aplicación de Lean y Lean Six Sigma en las empresas.

La encuesta se distribuyó a 30 personas en forma aleatoria, esperando que al menos 2/3 de las personas que lo recibieron lo

contestaran, ya que el tamaño de muestra que fue necesario para tener una confiabilidad del 95% en las respuestas fue de 17.5 encuestadas.

Se obtuvo el 73% de respuesta, es decir de las 30 encuestadas enviadas se recibieron 22, todas ellas fueron contadas para este análisis.

### **4.2.1 Sección I**

Con la sección I del cuestionario se conocieron aspectos generales de la organización en donde labora el participante de la investigación.

#### **4.2.1.1 Pregunta 1: Nombre de la empresa**

Debido a la naturaleza aleatoria del muestreo es posible que las personas que participaron contestando el cuestionario sean empleados de las mismas empresas; se tuvo la participación de empresas como:

Empresas en México	Empresas fuera de México
Empresas de Manufactura	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Autopartes Excel de México S.A. de C.V.</li> <li>• Gonher de México</li> <li>• Continental Temic S.A de C.V.</li> <li>• Vitro Envases S.A. de C.V.</li> <li>• Vitro Flex S.A. de C.V.</li> <li>• Siemens VDO S.A de C.V.</li> <li>• Industria del Alcalí S.A de C.V.</li> <li>• Vitro Automotriz S.A. C.V.</li> <li>• AutoTemplex S.A. de C.V.</li> <li>• Manufactura de Cigueñales Mexicanos, S.A. de C.V.</li> <li>• Vidrio Plano S.A. de C.V.</li> <li>• Praxair S.A. de C.V.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ENTEL S.A. (Bolivia)</li> <li>• Prebel S.A. (Colombia)</li> </ul>
Empresas de Servicios	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey</li> <li>• EARTH TECH México S. A. DE C. V.</li> <li>• Audatex S.A de C.V.</li> </ul>	
Empresas de Servicios y Manufactura	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• PPG Industries de México S. A. de C. V.</li> </ul>	

Ilustración 29. Empresas participantes

#### 4.2.1.2 Pregunta 2: Giro de la Compañía

Los resultados muestran que la gran mayoría de las personas que tienen Certificación Internacional en Six Sigma con el programa ITESM-BMG, trabajan en empresas de Manufactura; por lo que se puede deducir que a pesar de que las metodologías son para cualquier tipo de empresa, las empresas de Servicios apenas comienzan a incorporar este tipo de iniciativas de calidad a sus organizaciones.

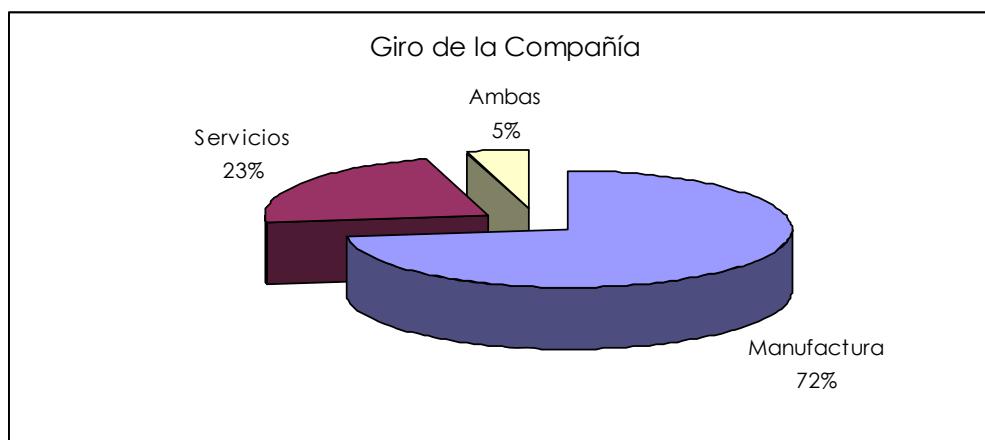


Ilustración 30. Pregunta 2: Giro de la Compañía

#### 4.2.1.3 Pregunta 3: Roles de Calidad con los que se cuenta

Esta pregunta tenía como objetivo conocer qué roles de calidad integran las empresas a sus despliegues de calidad, los resultados muestran que no se le da la debida atención a los despliegues, ya que la gran mayoría no cuenta con roles adecuados. Sólo el 68% de las empresas maneja el rol de Black Belt, 41% el de Champion, 27% el de Master Black Belt, el 36% el de Green Belt, 41% el de Dueño de proceso y 18% otros roles; este 18% maneja a los Yellow belt e ingenieros de proceso dentro del despliegue de calidad.

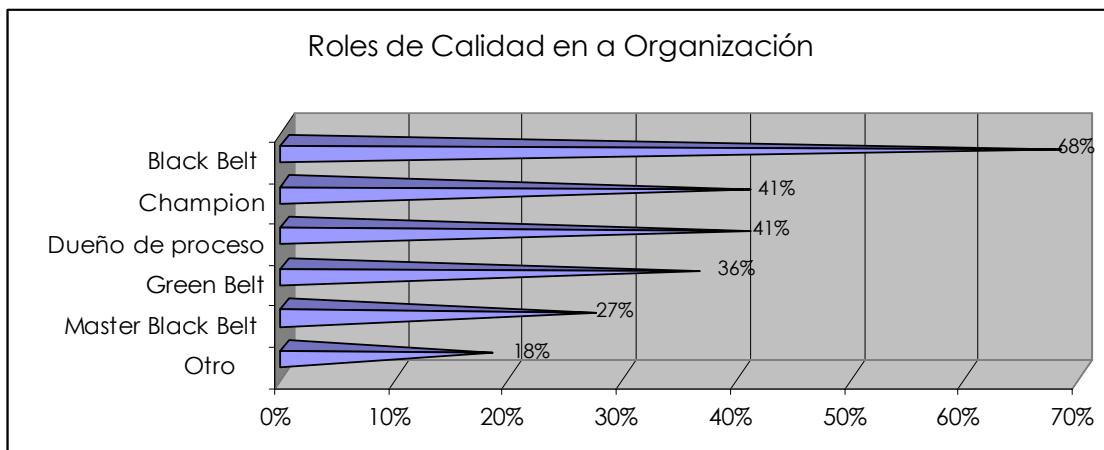


Ilustración 31. Pregunta 3: Roles dentro del Despliegue de Calidad de la Organización.

#### **4.2.1.4 Pregunta 4: Iniciativas de Calidad que utiliza la empresa**

Los resultados muestra que la mayoría de las empresas utilizan las como iniciativas de calidad Six Sigma, Estandarización (Certificación ISO) y Lean.

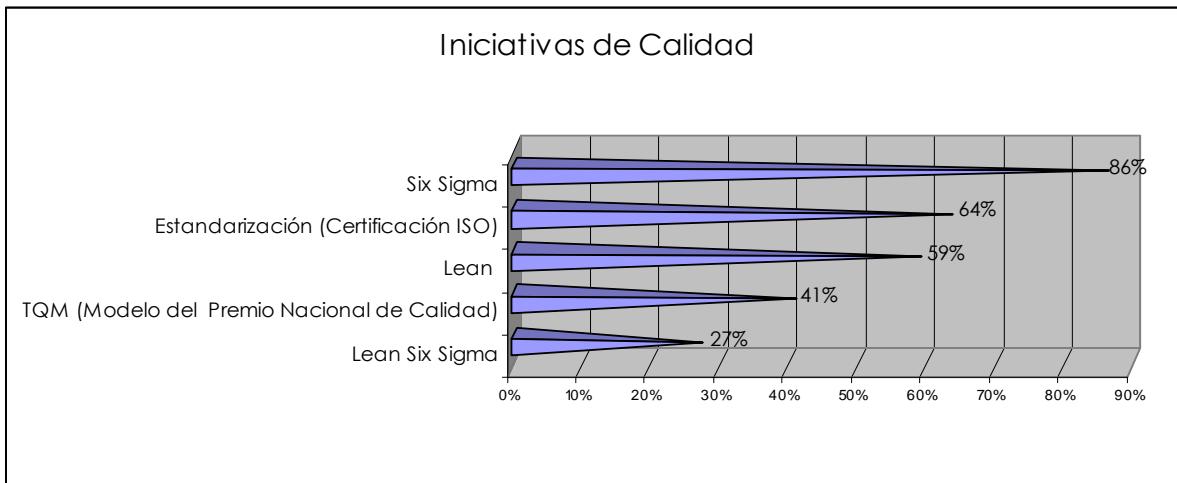


Ilustración 32. Pregunta 4: Iniciativas de Calidad que utilizan las Organizaciones

Para quienes no utilizan Lean o Lean Six Sigma, la encuesta termina con la pregunta anterior, el porcentaje de personas que dejaron de contestar la encuesta en ese punto fue el 22.7%.

#### 4.2.1.5 Pregunta 5: Tiempo que han usado las herramientas Lean

La mayor parte de las empresas, 87%, han usado Lean menos de 2.5 años; esto quiere decir que la iniciativa Lean es reciente para empresas mexicanas. El 13%, quienes se pueden considerar los pioneros en la metodología tienen usándola entre 2.5 y 5 años.

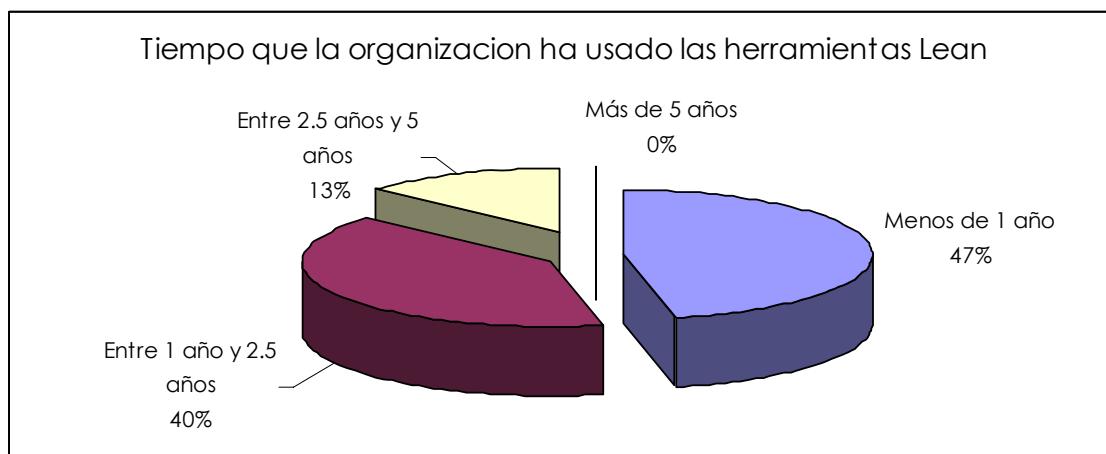


Ilustración 33. Pregunta 5: Tiempo que han usado herramientas Lean

#### 4.2.1.6 Pregunta 6: Grado de Madurez en que se encuentra la compañía con respecto a la aplicación de la Filosofía Lean

La mayor parte de las empresas se encuentran Iniciando, esto significa que el entrenamiento de los empleados apenas está iniciando, el 60% de las empresas se encuentran en esta situación. El 27% de las empresas se encuentran en un nivel Intermedio, esto es, que aplican la mayoría de las herramientas en un poco más de la mitad de sus procesos. Finalmente, el 13% de las empresas se encuentran con un grado de madurez Avanzado, esto es que, aplican la mayoría de las herramientas a la mayoría de sus procesos. Ninguna empresa reportó estar en un nivel Totalmente Maduro.

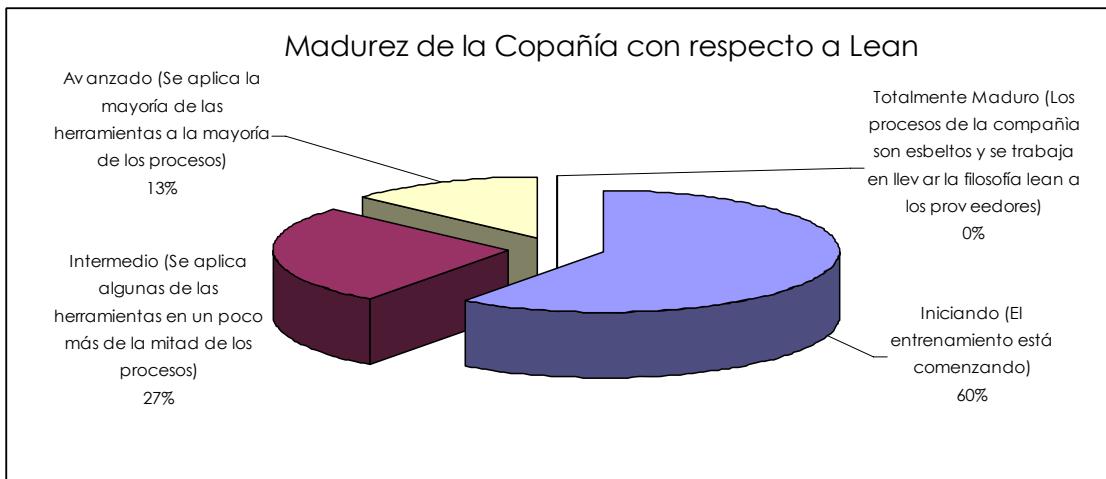


Ilustración 34. Grado de Madurez respecto a Lean

#### **4.2.1.7 Pregunta 7: Barreras para la implementación de Lean o Lean Six Sigma**

Se mencionaron alrededor de 16 barreras diferentes para la implementación de Lean, entre las más mencionadas están:

- Falta de compromiso de la dirección
- Resistencia al cambio cultural
- Desconocimiento del proceso de cambio por parte de los implementadores
- Falta de conocimiento y de un plan de cómo desplegar las herramientas
- Falta de seguimiento de la aplicación de herramientas y acciones

La más mencionada fue la falta de conocimiento y de un plan de cómo desplegar las herramientas, lo que confirma la necesidad de establecer una estructura para la aplicación de las herramientas, si a esta barrera adherimos el desconocimiento del proceso de cambio por parte de los implementadores y la falta de seguimiento de la aplicación de herramientas y acciones tenemos la perfecta justificación para el

desarrollo de esta investigación y el diseño de la Metodología de Despliegue para Lean Six Sigma.

Barrera	Personas que la mencionaron
<b>Falta de conocimiento y de un plan de cómo desplegar las herramientas</b>	<b>8</b>
<b>Resistencia al cambio de Cultura</b>	<b>6</b>
<b>Desconocimiento del proceso de cambio por parte de los implementadores</b>	<b>6</b>
<b>Falta de compromiso de la dirección</b>	<b>5</b>
<b>Falta de seguimiento de la aplicación de herramientas y acciones</b>	<b>5</b>
Liderazgo en todos los niveles	4
Alta rotación del personal	3
Paradigmas	3
Falta de Capacitación	2
Compromiso de los mandos medios y dueños de los procesos	2
Falta de presupuesto	2
Necesidad de resultados a corto plazo	2
Carga de trabajo	1
Enfoque de cambio no dirigido al ser Humano	1
Falta de promoción con el personal de piso	1
Políticas de la empresa	1

Ilustración 35. Pregunta 7: Barreras para implementar Lean

#### 4.2.2 Sección II

En la sección II los participantes reportaron las herramientas Lean que utilizan en su organización. Los resultados muestran que las herramientas más utilizadas son:

- 5S's
- Kaizen
- Trabajo Estandarizado
- SMED
- TPM

Esto demuestra que las empresas no toman a Lean como un todo, sino como herramientas sueltas, de las cuales utilizan sólo las que más le convienen, olvidando el enfoque integral que se le debe dar a la metodología.

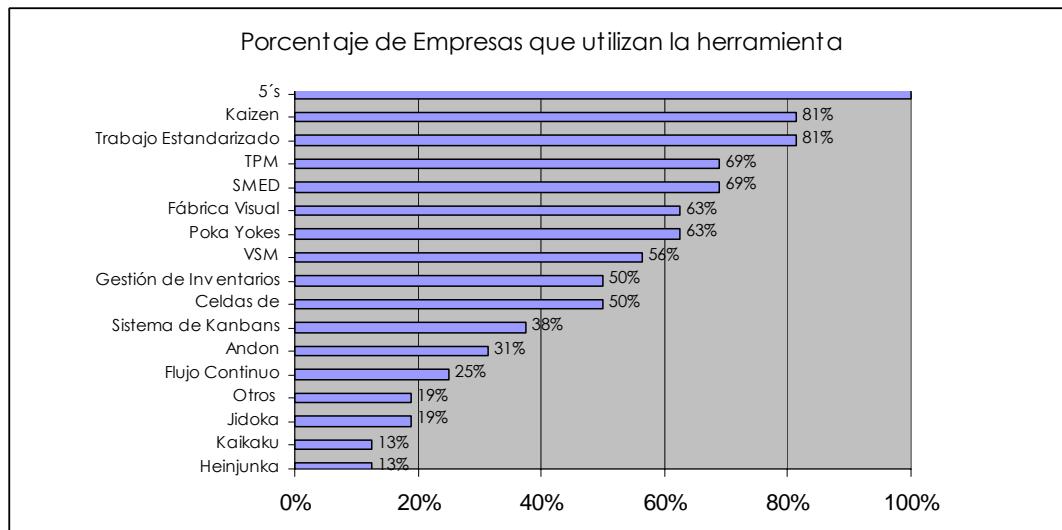


Ilustración 36. Herramientas Lean más utilizadas

Como datos a resaltar de la tabla anterior, se encuentran:

- Todas las empresas participantes utilizan 5's
- El trabajo estandarizado y el kaizen son utilizadas en la misma medida y ocupan el segundo lugar en uso
- SMED y TPM utilizan el tercer lugar en uso, teniendo el mismo porcentaje de uso
- El 19% de las empresas reportó el uso de otras herramientas, estas son:
  - Lean Logistics
  - Lean Warehousing
  - Lean Transactional
  - Equipos de alto desempeño

#### 4.2.3 Sección III

En esta sección del cuestionario se obtuvo la opinión de los participantes con respecto a las herramientas Lean, esto con el objetivo de crear una estructura con el software de Modelación Estructural Interpretativa (ISM).

"El ISM provee los medios para estructurar con ayuda computacional, la información obtenida de un proceso de generación de ideas. Permite formular un patrón o estructura de los elementos asociados al tema que se está tratando (objetivos, problemas, necesidades, etc.)"" (Temblador, Bourguet & Reyes, 2007).

En este caso se trató el tema de las herramientas Lean, y las ideas no se tuvieron que generar, simplemente se estructuraron las herramientas que se mencionaron en la sección II del mismo cuestionario.

La estructura se creó con el objetivo de dar un orden para la aplicación de las herramientas, esta estructura formará parte de la metodología de despliegue, la cual se muestra en el siguiente capítulo de este documento.

Se pidió a los participantes que dieron su opinión, basados en su experiencia y conocimiento. La pregunta que se les hizo fue:

*¿La herramienta A ayuda significativamente a la implementación de la herramienta B?*

Las respuestas que dieron los participantes se resumen en la siguiente matriz:

		Elemento B															
		a. VSM	b. 5's	c. SMED	d. TPM	e. Poka Yokes	f. Trabajo Estandarizado	g. Heinjunka	h. Sistema de Kanbans	i. Celdas de Manufactura	j. Jidoka	k. Kaizen	l. Andon	m. Flujo Continuo	n. Fábrica Visual	o. Kaikaku	p. Gestión de Inventarios
Elemento A	a. VSM	7	9	5	6	7	3	9	9	3	8	5	7	4	1	9	
	b. 5's	2	8	12	3	14	3	5	9	1	10	3	9	12	1	9	
	c. SMED	2	3	9	6	8	5	6	10	4	7	2	7	5	0	3	
	d. TPM	1	7	5	8	9	1	1	4	5	7	2	9	6	0	1	
	e. Poka Yokes	1	5	6	9	7	0	2	4	3	8	2	4	4	0	0	
	f. Trabajo Estandarizado	3	11	9	9	3	1	5	7	1	7	3	9	8	0	5	
	g. Heinjunka	0	0	0	0	0	1	3	1	0	2	1	2	1	0	2	
	h. Sistema de Kanbans	2	3	2	2	1	3	9	5	0	4	0	9	6	0	5	
	i. Celdas de Manufactura	5	3	3	2	2	6	0	0	1	7	3	9	5	0	6	
	j. Jidoka	0	0	0	1	3	0	0	0	1	3	1	1	1	1	0	
	k. Kaizen	5	11	10	10	9	10	6	6	11	6	8	9	12	6	10	
	l. Andon	1	4	4	5	3	3	0	2	3	2	1	2	4	0	1	
	m. Flujo Continuo	2	3	3	3	1	6	4	7	6	0	3	2	4	0	6	
	n. Fábrica Visual	3	10	9	9	6	10	4	3	4	6	2	8	3	0	4	
	o. Kaikaku	2	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	2	3	2	
	p. Gestión de Inventarios	4	3	1	2	0	5	1	6	5	0	5	0	9	2	1	

Ilustración 37. Resumen de Respuestas Sección III

Para la generación de la estructura el Software se hace la misma pregunta que se les hizo a los participantes:

*¿La herramienta A ayuda significativamente a la implementación de la herramienta B?*

En este caso si más de la mitad de los participantes contestaron que sí, la pregunta se contestaba afirmativamente. La sección III del cuestionario fue contestada por 16 personas, ya que una parte de los encuestados no utilizaban Lean. Si la celda correspondiente a la pregunta indica 9 o más respuestas, significa que la herramienta A si apoya significativamente a la implementación de la herramientas B, si tiene 8 o menos se considera que la herramienta A no apoya la

implementación de la herramienta B. La estructura que se generó se muestra a continuación:

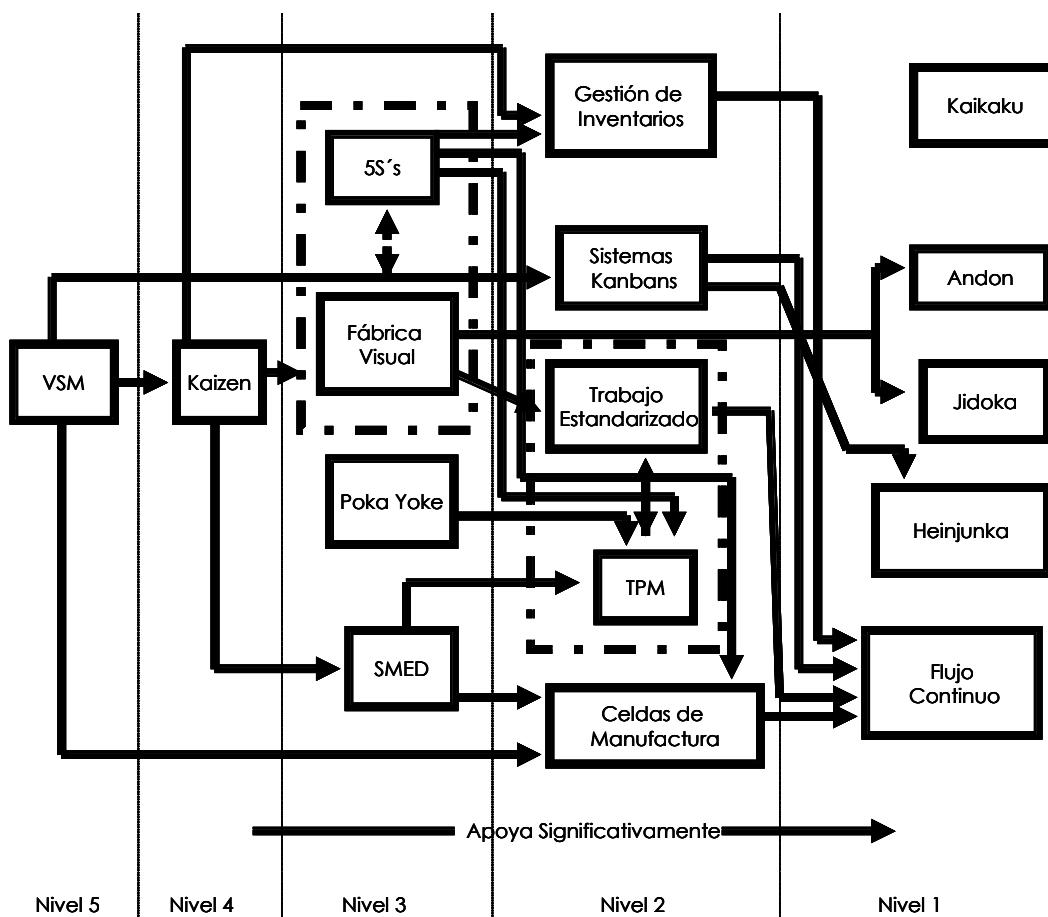


Ilustración 38. Estructura para el orden de uso de herramientas

Se describirá superficialmente la estructura, ya que el análisis de las herramientas se dará en capítulos posteriores, cuando esta sea incorporada a la Metodología diseñada.

- La estructura generada cuenta con 5 Niveles; los niveles inferiores incluyen a las herramientas que se ven apoyadas por mayor número de herramientas
- La estructura cuenta con dos ciclos; un ciclo es cuando ambas herramientas se ayudan entre sí
- El primer ciclo forma parte del Nivel 3 y está formado por 5S's y Fábrica Visual

- El segundo ciclo es parte del Nivel 2 y está formado por Trabajo Estandarizado y TPM
- El Value Stream Mapping (VSM) es la herramienta fundamental, ya que es la única en el Nivel 5
- El Kaizen es un elemento importante para el despliegue de Lean ya que forma parte del Nivel 4
- El nivel 3 está conformado por SMED, Poka Yoke, Fábrica Visual y 5S's
- Gestión de Inventarios, Sistemas de Kanbans, Trabajo Estandarizado, TPM y Celdas de Manufactura forman el Nivel 2
- El Nivel 1 está conformado por Kaikaku, Andon, Jidoka, Heinjunka y Flujo Continuo
- El kaikaku aparece como herramienta independiente; es decir, no se ve apoyada por ninguna otra, y tampoco apoya la implementación de alguna herramienta
- La herramienta que más se ve apoyada por otras es Flujo Continuo, ya que tiene el apoyo de Celdas de Manufactura, Trabajo Estandarizado, Sistemas de Kanbans y Gestión de Inventarios, los cuales en su mayoría dependen de que se haya implementado Kaizen anteriormente
- El Andon y Jidoka se ven apoyados por el ciclo entre Fábrica Visual y 5S's, el cual se ve apoyado por Kaizen y por VSM ya que este último apoya a Kaizen
- El Heinjunka se ve apoyado por Sistemas de Kanbans el cual sólo es apoyado por la herramienta de VSM.
- El TPM se ve apoyado por SMED, Poka Yoke y 5S's, los cuales requieren de Kaizen
- Celdas de Manufactura se ven apoyadas por SMED, 5S's, Trabajo Estandarizado y VSM

- Trabajo Estandarizado se ve apoyado por Fábrica Visual y TPM
- Sistemas Kanbans se ve apoyado por VSM
- Gestión de Inventarios se ve apoyado por Kaizen y 5S's
- 5S's y Fábrica Visual se ven apoyados por Kaizen
- Poka Yoke se implementa de manera independiente, sin embargo, si ayuda a la implementación de la herramienta TPM
- SMED se ve apoyado por Kaizen
- Kaizen se ve apoyado por VSM y apoya a todas las demás herramientas.
- VSM se implementa de manera independiente y ayuda al despliegue de las demás herramientas Lean.

#### ***4.2.4 Validez de la Estructura Generada***

Para verificar que la estructura generada tenga validez tanto para las empresas de Manufactura como para las Empresas de Servicio, se hará un análisis entre las respuestas de ambas tipos de empresas.

La estructura se generó con 16 encuestas, 14 eran del área de Manufactura y 3 tenían que ver con el área de Servicio. El tener tan sólo 3 encuestas de empresas de servicios genera conflicto para hacer un análisis con los datos originales, es decir con el número de votos, ya que para hacer un análisis con datos nominales se tendrían que usar Tablas de Contingencia y para ello se requiere que al menos haya 5 datos en cada celda, lo cual no se cumple. Por lo anterior se decidió transformar los datos a datos continuos y usar análisis de correlación entre las respuestas de las empresas de manufactura y las de servicio.

Para poder hacer el análisis de correlación los datos fueron transformados; se dividieron las votaciones de las empresas de manufactura y servicio, con ellas se obtuvo el % de personas del área de manufactura y el % de personas del área de servicios que votaron por esa relación. Con los nuevos datos se hicieron pruebas de correlación por renglones, ya que la pregunta: *¿La herramienta A ayuda significativamente a la implementación de la herramienta B?* está hecha en ese sentido.

Las pruebas de correlación por renglones de la matriz tienen el objetivo de identificar si ambos tipos de empresas tienen la misma opinión a cerca de la herramienta. Las pruebas se realizaron con un nivel de confianza del 90%. Los resultados son los siguientes:

Value Stream Mapping:

		Elemento B															
Elemento A		a. VSM	b. 5's	c. SMED	d. TPM	e. Poka Yokes	f. Trabajo Estandarizado	g. Heijunka	h. Sistema de Kanbans	i. Celdas de Manufactura	j. Jidoka	k. Kaizen	l. Andon	m. Flujo Continuo	n. Fábrica Visual	o. Kaikaku	q. Gestión de Inventarios
	Manufactura	43%	50%	36%	36%	50%	21%	50%	50%	21%	43%	36%	43%	29%	7%	57%	
	Servicios	33%	67%	0%	33%	0%	0%	67%	67%	0%	67%	0%	33%	0%	0%	67%	
		a. VSM															

Ho:  $\rho=0$  (No existe relación lineal)

Ho:  $\rho\neq0$  (Existe relación lineal)

$\alpha=.1$

Correlations: a. VSM, a. VSM S

Pearson correlation of a. VSM and a. VSM S = 0.707

P-Value = 0.002

Con un nivel de confianza del 90%, se rechaza  $H_0$ ; por lo tanto sí existe relación entre lo que opinan las empresas de manufactura y de servicio a cerca del VSM.

5'S:

		Elemento B															
Elemento A	Manufactura	a. VSM	b. 5's	c. SMED	d. TPM	e. Poka Yokes	f. Trabajo Estandarizado	g. Heinjunka	h. Sistema de Kanbans	i. Celdas de Manufactura	k. Jidoka	l. Kaizen	m. Andon	n. Flujo Continuo	o. Fábrica Visual	p. Kaikaku	q. Gestión de Inventarios
		14%	50%	79%	7%	79%	14%	36%	64%	7%	64%	21%	50%	64%	7%	50%	
	Servicios	b. 5's	0%	33%	33%	67%	100%	33%	0%	0%	33%	0%	67%	100%	0%	67%	

$H_0: \rho=0$  (No existe relación lineal)

$H_1: \rho \neq 0$  (Existe relación lineal)

$\alpha=.1$

Correlations: b. 5's, b. 5's S

Pearson correlation of b. 5's and b. 5's S = 0.534

P-Value = 0.033

Con un nivel de confianza del 90%, se rechaza  $H_0$ ; por lo tanto sí existe relación entre lo que opinan las empresas de manufactura y de servicio a cerca de 5's.

Single Minute Exchange of Dies:

		Elemento B															
Elemento A	Manufactura	a. VSM	b. 5's	c. SMED	d. TPM	e. Poka Yokes	f. Trabajo Estandarizado	g. Heinjunka	h. Sistema de Kanbans	i. Celdas de Manufactura	k. Jidoka	l. Kaizen	m. Andon	n. Flujo Continuo	o. Fábrica Visual	p. Kaikaku	q. Gestión de Inventarios
		14%	21%	57%	43%	57%	36%	43%	57%	29%	50%	14%	50%	36%	0%	21%	
	Servicios	c. SMED	0%	0%	33%	0%	0%	0%	0%	67%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	

$H_0: \rho=0$  (No existe relación lineal)

$H_1: \rho\neq0$  (Existe relación lineal)

$\alpha=.1$

Correlations: c. SMED, c. SMED S

Pearson correlation of c. SMED and c. SMED S = 0.455

P-Value = 0.077

Con un nivel de confianza del 90%, se rechaza  $H_0$ ; por lo tanto sí existe relación entre lo que opinan las empresas de manufactura y de servicio a cerca de SMED.

Mantenimiento Productivo Total:

		Elemento B															
Elemento A	Manufactura	a. VSM	b. 5's	c. SMED	d. TPM	e. Polka Yokes	f. Trabajo Estandarizado	g. Heinjunka	h. Sistema de Kanbans	i. Celdas de Manufactura	j. Jidoka	k. Kaizen	l. Andon	m. Flujo Continuo	n. Fábrica Visual	o. Kaikaku	p. Gestión de Inventarios
		7%	50%	36%	57%	64%	7%	7%	29%	36%	50%	14%	57%	43%	0%	7%	
	Servicios	d. TPM	0%	0%	0%	0%	67%	0%	0%	0%	0%	0%	33%	0%	0%	0%	

$H_0: \rho=0$  (No existe relación lineal)

$H_1: \rho\neq0$  (Existe relación lineal)

$\alpha=.1$

Correlations: d. TPM, d. TPM S

Pearson correlation of d. TPM and d. TPM S = 0.530

P-Value = 0.035

Con un nivel de confianza del 90%, se rechaza  $H_0$ ; por lo tanto sí existe relación entre lo que opinan las empresas de manufactura y de servicio a cerca de TPM.

## Poka Yoke:

		Elemento B															g. Heinjunka				h. Sistema de Kanbans		i. Celdas de Manufactura		k. Jidoka		l. Kaizen		m. Andon		n. Flujo Continuo		o. Fábrica Visual		p. Kaikaku		q. Gestión de Inventarios	
Elemento A	Manufactura	d. VSM							f. Trabajo Estandarizado							43%	0%	7%	21%	21%	57%	14%	29%	29%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%						
		7%	29%	43%	64%				43%	0%	7%	21%	21%	57%	14%	29%	29%	0%	33%	33%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%								
	Servicios	0%	33%	0%	0%				33%	0%	33%	33%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	33%	67%	0%	33%	0%	67%	67%	0%	33%	0%	0%									
	e. Poka Yokes																																					

Ho:  $\rho=0$  (No existe relación lineal)Ho:  $\rho\neq0$  (Existe relación lineal) $\alpha=.1$ 

Correlations: e. Poka Yokes, e. Poka Yokes S

Pearson correlation of e. Poka Yokes and e. Poka Yokes S = 0.064

P-Value = 0.813

Con un nivel de confianza del 90%, no se rechaza Ho; por lo tanto no existe relación entre lo que opinan las empresas de manufactura y de servicio a cerca de Poka Yoke.

## Trabajo Estandarizado:

		Elemento B															g. Heinjunka				h. Sistema de Kanbans		i. Celdas de Manufactura		k. Jidoka		l. Kaizen		m. Andon		n. Flujo Continuo		o. Fábrica Visual		p. Kaikaku		q. Gestión de Inventarios	
Elemento A	Manufactura	a. VSM							f. Trabajo Estandarizado							7%	29%	36%	7%	43%	21%	50%	43%	0%	29%	0%	33%	67%	0%	33%	0%	0%	29%	0%	33%			
		21%	71%	57%	57%	14%			7%	29%	36%	7%	43%	21%	50%	43%	0%	29%	0%	33%	67%	0%	33%	0%	67%	67%	0%	33%	0%	0%	29%	0%	33%					
	Servicios	0%	33%	67%	67%	33%		0%	33%	67%	0%	33%	0%	67%	67%	0%	0%	67%	67%	0%	33%	0%	67%	67%	0%	33%	0%	0%	29%	0%	33%							
	f. Trabajo Estandarizado																																					

$H_0: \rho=0$  (No existe relación lineal)

$H_1: \rho\neq0$  (Existe relación lineal)

$\alpha=.1$

Correlations: f. Trabajo Estandarizado, f. Trabajo Estandarizado S

Pearson correlation of f. Trabajo Estandarizado and f. Trabajo Estandarizado S = 0.770

P-Value = 0.000

Con un nivel de confianza del 90%, se rechaza  $H_0$ ; por lo tanto si existe relación entre lo que opinan las empresas de manufactura y de servicio a cerca de Trabajo Estandarizado.

Heinjunka:

		Elemento B															
		a. VSM	b. 5's	c. SMED	d. TPM	e. Poka Yokes	f. Trabajo Estandarizado	g. Heinjunka	h. Sistema de Kanbans	i. Celdas de Manufactura	k. Iidoka	l. Kaizen	m. Andon	n. Flujo Continuo	o. Fábrica Visual	p. Kaitaku	q. Gestión de Inventarios
Elemento A	Manufactura	0%	0%	0%	0%	0%	7%	21%	7%	0%	14%	7%	14%	7%	0%	14%	
	Servicios	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
		g. Heinjunka															

$H_0: \rho=0$  (No existe relación lineal)

$H_1: \rho\neq0$  (Existe relación lineal)

$\alpha=.1$

Correlations: g. Heinjunka, g. Heinjunka S

Pearson correlation of g. Heinjunka and g. Heinjunka S = \*

P-Value = \* \* NOTE \* All values in column are identical

La prueba no se puede realizar debido a que sólo existen ceros en el renglón correspondiente a Servicios; por lo que no existe relación.

## Sistemas de Kanbans:

			Elemento B															
Elemento A			a. VSM	b. 5's	c. SMED	d. TPM	e. Poka Yokes	f. Trabajo Estandarizado	g. Heinjunka	h. Sistema de Kanbans	i. Celdas de Manufactura	j. Jidoka	k. Kaizen	l. Andon	m. Flujo Continuo	n. Fábrica Visual	o. Kaikaku	p. Gestión de Inventarios
	Manufactura		14%	21%	14%	14%	7%	21%	50%		29%	0%	21%	0%	50%	43%	0%	29%
	Servicios		0%	0%	0%	0%	0%	0%	67%		33%	0%	33%	0%	67%	0%	0%	33%
		h. Sistema de Kanbans																

Ho:  $\rho=0$  (No existe relación lineal)Ho:  $\rho \neq 0$  (Existe relación lineal) $\alpha=.1$ 

Correlations: h. Sistema de Kanbans, h. Sistema de Kanbans S

Pearson correlation of h. Sistema de Kanbans and h. Sistema de Kanbans S = 0.760

P-Value = 0.001

Con un nivel de confianza del 90%, se rechaza Ho; por lo tanto si existe relación entre lo que opinan las empresas de manufactura y de servicio a cerca de los Sistemas de Kanbans.

## Celdas de Manufactura:

			Elemento B															
Elemento A			a. VSM	b. 5's	c. SMED	d. TPM	e. Poka Yokes	f. Trabajo Estandarizado	g. Heinjunka	h. Sistema de Kanbans	i. Celdas de Manufactura	j. Jidoka	k. Kaizen	l. Andon	m. Flujo Continuo	n. Fábrica Visual	o. Kaikaku	p. Gestión de Inventarios
	Manufactura		36%	21%	21%	14%	14%	43%	0%	0%		7%	50%	21%	50%	36%	0%	43%
	Servicios		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		0%	0%	0%	67%	0%	0%	0%
		i. Celdas de Manufactura																

$H_0: \rho=0$  (No existe relación lineal)

$H_1: \rho\neq0$  (Existe relación lineal)

$\alpha=.1$

Correlations: i. Celdas de Manufactura, i. Celdas de Manufactura S

Pearson correlation of i. Celdas de Manufactura and i. Celdas de Manufactura S = 0.401

P-Value = 0.124

Con un nivel de confianza del 90%, no se rechaza  $H_0$ ; por lo tanto no existe relación entre lo que opinan las empresas de manufactura y de servicio a cerca de Sistemas de las Celdas de Manufactura.

Jidoka:

		Elemento B															
		d. VSM	b. 5's	c. SMED	d. TPM	e. Poka Yokes	f. Trabajo Estandarizado	g. Heijunka	h. Sistema de Kanbans	i. Celdas de Manufactura	k. Jidoka	l. Kaizen	m. Andon	n. Flujo Continuo	o. Fábrica Visual	p. Kaikaku	q. Gestión de Inventarios
Elemento A	Manufactura	0%	0%	0%	7%	21%	0%	0%	0%	7%	21%	7%	7%	7%	7%	7%	0%
	Servicios	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
		k. Jidoka															

$H_0: \rho=0$  (No existe relación lineal)

$H_1: \rho\neq0$  (Existe relación lineal)

$\alpha=.1$

Correlations: k. Jidoka, k. Jidoka S

Pearson correlation of k. Jidoka and k. Jidoka S = \*

P-Value = \* \* NOTE \* All values in column are identical.

La prueba no se puede realizar debido a que sólo existen ceros en el renglón correspondiente a Servicios; por lo que no existe relación.

Kaizen:

		Elemento B															
Elemento A	Manufactura	a. VSM	b. 5's	c. SMED	d. TPM	e. Poka Yokes	f. Trabajo Estandarizado	g. Heinjunka	h. Sistema de Kanbans	i. Celdas de Manufactura	j. Jidoka	k. Kaizen	l. Andon	m. Flujo Continuo	n. Fábrica Visual	o. Kaitaku	p. Gestión de Inventarios
		36%	71%	64%	64%	50%	57%	36%	36%	71%	36%	50%	50%	50%	71%	43%	57%
	Servicios	l. Kaizen	0%	67%	67%	67%	67%	67%	33%	33%	67%	33%	33%	67%	0%	67%	

$H_0: \rho=0$  (No existe relación lineal)

$H_a: \rho\neq0$  (Existe relación lineal)

$\alpha=.1$

Correlations: l. Kaizen, l. Kaizen S

Pearson correlation of l. Kaizen and l. Kaizen S = 0.801

P-Value = 0.000

Con un nivel de confianza del 90%, se rechaza  $H_0$ ; por lo tanto sí existe relación entre lo que opinan las empresas de manufactura y de servicio a cerca de Sistemas de Kaizen.

Andón:

		Elemento B															
Elemento A	Manufactura	a. VSM	b. 5's	c. SMED	d. TPM	e. Poka Yokes	f. Trabajo Estandarizado	g. Heinjunka	h. Sistema de Kanbans	i. Celdas de Manufactura	j. Jidoka	k. Kaizen	l. Andon	m. Flujo Continuo	n. Fábrica Visual	o. Kaitaku	p. Gestión de Inventarios
		7%	29%	29%	36%	21%	21%	0%	14%	21%	14%	7%	7%	14%	14%	29%	0%
	Servicios	m. Andon	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	

$H_0: \rho=0$  (No existe relación lineal)

$H_1: \rho\neq0$  (Existe relación lineal)

$\alpha=.1$

Correlations: m. Andon, m. Andon S

Pearson correlation of m. Andon and m. Andon S = \*

P-Value = \* \* NOTE \* All values in column are identical.

La prueba no se puede realizar debido a que sólo existen ceros en el renglón correspondiente a Servicios; por lo que no existe relación.

Flujo Continuo:

		Elemento B																
		a. VSM	b. 5's	c. SMED	d. TPM	e. Poka Yokes	f. Trabajo Estandarizado	g. Heijunka	h. Sistema de Kanbans	i. Celdas de Manufactura	j. Jidoka	k. Kaizen	l. Andon	m. Flujo Continuo	n. Flujo Continuo	o. Fábrica Visual	p. Kaikaku	q. Gestión de Inventarios
Elemento A	Manufactura	14%	21%	21%	21%	7%	43%	29%	50%	43%	0%	21%	14%	29%	0%	43%		
	Servicios	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		
		n. Flujo Continuo																

$H_0: \rho=0$  (No existe relación lineal)

$H_1: \rho\neq0$  (Existe relación lineal)

$\alpha=.1$

Correlations: n. Flujo Continuo, n. Flujo Continuo S

Pearson correlation of n. Flujo Continuo and n. Flujo Continuo S = \*

P-Value = \* \* NOTE \* All values in column are identical.

La prueba no se puede realizar debido a que sólo existen ceros en el renglón correspondiente a Servicios; por lo que no existe relación.

Fábrica visual:

		Elemento B															
		a. VSM	b. 5's	c. SMED	d. TPM	e. Poka Yokes	f. Trabajo Estandarizado	g. Heinjunka	h. Sistema de Kanbans	i. Celdas de Manufactura	j. Jidoka	k. Kaizen	l. Andon	m. Flujo Continuo	n. Fábrica Visual	o. Kaikaku	p. Gestión de Inventarios
Elemento A	Manufactura	21%	64%	57%	64%	36%	64%	29%	21%	29%	43%	14%	57%	21%	0%	29%	
	Servicios	0%	33%	67%	33%	67%	67%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
		o. Fábrica Visual															

Ho:  $\rho=0$  (No existe relación lineal)

Ho:  $\rho \neq 0$  (Existe relación lineal)

$\alpha=.1$

Correlations: o. Fábrica Visual, o. Fábrica Visual S

Pearson correlation of o. Fábrica Visual and o. Fábrica Visual S = 0.626

P-Value = 0.009

Con un nivel de confianza del 90%, se rechaza Ho; por lo tanto sí existe relación entre lo que opinan las empresas de manufactura y de servicio a cerca de Fábrica visual.

Kaikaku:

		Elemento B															
		a. VSM	b. 5's	c. SMED	d. TPM	e. Poka Yokes	f. Trabajo Estandarizado	g. Heinjunka	h. Sistema de Kanbans	i. Celdas de Manufactura	j. Jidoka	k. Kaizen	l. Andon	m. Flujo Continuo	n. Fábrica Visual	o. Kaikaku	p. Gestión de Inventarios
Elemento A	Manufactura	14%	21%	21%	21%	21%	21%	14%	14%	14%	21%	21%	21%	14%	21%	7%	
	Servicios	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
		p. Kaikaku															

$H_0: \rho=0$  (No existe relación lineal)

$H_1: \rho\neq0$  (Existe relación lineal)

$\alpha=1$

Correlations: p. Kaikaku, p. Kaikaku S

Pearson correlation of p. Kaikaku and p. Kaikaku S = \*

P-Value = \* \* NOTE \* All values in column are identical.

La prueba no se puede realizar debido a que sólo existen ceros en el renglón correspondiente a Servicios; por lo que no existe relación.

Gestión de Inventarios:

		Elemento B																
		a. VSM	b. 5's	c. SMED	d. TPM	e. Poka Yokes	f. Trabajo Estandarizado	g. Heinjunka	h. Sistema de Kanbans	i. Celdas de Manufactura	j. Jidoka	k. Kaizen	l. Andon	m. Flujo Continuo	n. Fábrica Visual	o. Fábrica Visual	p. Kaikaku	q. Gestión de Inventarios
Elemento A	Manufactura	29%	21%	7%	14%	0%	36%	7%	43%	29%	0%	29%	0%	50%	14%	7%		
	Servicios	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	33%	0%	33%	0%	67%	0%	0%	0%	

$H_0: \rho=0$  (No existe relación lineal)

$H_1: \rho\neq0$  (Existe relación lineal)

$\alpha=1$

Correlations: o. Fábrica Visual, o. Fábrica Visual S

Pearson correlation of o. Fábrica Visual and o. Fábrica Visual S = 0.626

P-Value = 0.009

Con un nivel de confianza del 90%, se rechaza  $H_0$ ; por lo tanto sí existe relación entre lo que opinan las empresas de manufactura y de servicio a cerca de Gestión de Inventarios.

Del análisis de correlación se puede concluir que las empresas de servicio y manufactura coinciden en la mayoría de las herramientas. Las herramientas en las que no coinciden son herramientas más técnicas, las cuales se dificulta utilizar en empresas de servicio.

Herramientas en las que si hay relación	Herramientas en las que no hay relación
<ul style="list-style-type: none"> <li>• VSM</li> <li>• 5 S's</li> <li>• SMED</li> <li>• TPM</li> <li>• Trabajo Estandarizado</li> <li>• Sistemas de Kanban</li> <li>• Celdas de Manufactura</li> <li>• Jidoka</li> <li>• Kaizen</li> <li>• Fábrica Visual</li> <li>• Gestión de Inventarios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poka Yokes</li> <li>• Heinjunka</li> <li>• Andón</li> <li>• Flujo Continuo</li> <li>• Kaikaku</li> </ul>

Ilustración 39. Relación de herramientas entre empresas de servicio y manufactura

La validez de la estructura para las empresas de servicio pudiera verse afectada por los resultados de las pruebas anteriores, ya que no hay relación en cómo se piensa a cerca de herramientas como Poka Yokes, Heinjunka, Andón , Flujo Continuo y Kaikaku, sin embargo las relaciones entre herramientas en la estructura se establecieron tomando en cuenta que la mayoría hubiera votado por dicha relación, por lo que si analizamos la matriz de porcentajes de las empresas de manufactura con la de las empresas de servicios las relaciones que se establecerían serían las mismas(datos que en la matriz aparecen más oscuros). Por lo tanto la matriz tiene validez para ambos tipos de empresas.

		Elemento B															
		a. VSM	b. 5's	c. SMED	d. TPM	e. Poka Yokes	f. Trabajo Estandarizado	g. Heinjunka	h. Sistema de Kanbans	i. Celdas de Manufactura	j. Jidoka	k. Kaizen	m. Andon	n. Flujo Continuo	o. Fábrica Visual	p. Kaikaku	q. Gestión de Inventarios
Manufactura		43%	<b>50%</b>	36%	36%	50%	21%	<b>50%</b>	<b>50%</b>	21%	43%	36%	43%	29%	7%	<b>57%</b>	
Servicios	a. VSM	33%	<b>67%</b>	0%	33%	0%	0%	<b>67%</b>	<b>67%</b>	0%	67%	0%	33%	0%	0%	<b>67%</b>	
Manufactura		14%	50%	79%	7%	<b>79%</b>	14%	36%	<b>64%</b>	7%	<b>44%</b>	21%	50%	<b>64%</b>	7%	50%	
Servicios	b. 5's	0%	33%	<b>33%</b>	67%	<b>100%</b>	33%	0%	<b>0%</b>	0%	<b>33%</b>	0%	67%	<b>100%</b>	0%	67%	
Manufactura		14%	21%	<b>57%</b>	43%	57%	36%	43%	<b>57%</b>	29%	50%	14%	50%	36%	0%	21%	
Servicios	c. SMED	0%	0%	<b>33%</b>	0%	0%	0%	0%	<b>67%</b>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
Manufactura		7%	50%	36%		57%	<b>64%</b>	7%	7%	29%	36%	50%	14%	<b>57%</b>	43%	0%	7%
Servicios	d. TPM	0%	0%	0%		0%	<b>67%</b>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	<b>33%</b>	0%	0%	0%
Manufactura		7%	29%	43%	<b>64%</b>		43%	0%	7%	21%	21%	57%	14%	29%	0%	0%	
Servicios	e. Poka Yokes	0%	33%	0%	<b>0%</b>		33%	0%	33%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Manufactura		21%	<b>71%</b>	<b>57%</b>	<b>57%</b>	14%		7%	29%	36%	7%	43%	21%	<b>50%</b>	43%	0%	29%
Servicios	f. Trabajo Estandarizado	0%	<b>33%</b>	<b>67%</b>	<b>67%</b>	33%		0%	33%	67%	0%	33%	0%	<b>67%</b>	67%	0%	33%
Manufactura		0%	0%	0%	0%	0%	7%		21%	7%	0%	14%	7%	14%	7%	0%	14%
Servicios	g. Heinjunka	0%	0%	0%	0%	0%	0%		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Manufactura		14%	21%	14%	14%	7%	21%	<b>50%</b>		29%	0%	21%	0%	<b>50%</b>	43%	0%	29%
Servicios	h. Sistema de Kanbans	0%	0%	0%	0%	0%	0%	<b>67%</b>		33%	0%	33%	0%	<b>67%</b>	0%	0%	33%
Manufactura		36%	21%	21%	14%	14%	43%	0%	0%		7%	50%	21%	<b>50%</b>	36%	0%	43%
Servicios	i. Celdas de Manufactura	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		0%	0%	0%	<b>67%</b>	0%	0%	0%
Manufactura		0%	0%	0%	7%	21%	0%	0%	0%	7%		21%	7%	7%	7%	7%	0%
Servicios	j. Jidoka	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		0%	0%	0%	0%	0%	0%
Manufactura		36%	<b>71%</b>	<b>64%</b>	<b>64%</b>	<b>50%</b>	<b>57%</b>	36%	36%	<b>71%</b>	36%		50%	<b>50%</b>	<b>71%</b>	43%	<b>57%</b>
Servicios	k. Kaizen	0%	<b>67%</b>	<b>67%</b>	<b>67%</b>	<b>67%</b>	<b>67%</b>	33%	33%	<b>67%</b>	33%		33%	<b>67%</b>	<b>67%</b>	0%	<b>67%</b>
Manufactura		7%	29%	29%	36%	21%	21%	0%	14%	21%	14%	7%		14%	29%	0%	7%
Servicios	l. Andon	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		0%	0%	0%	0%
Manufactura		14%	21%	21%	21%	7%	43%	29%	50%	43%	0%	21%	14%		29%	0%	43%
Servicios	m. Andon	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Manufactura		21%	<b>64%</b>	<b>57%</b>	<b>64%</b>	36%	<b>64%</b>	29%	21%	29%	43%	14%	57%	21%		0%	29%
Servicios	n. Flujo Continuo	0%	<b>33%</b>	<b>67%</b>	<b>33%</b>	67%	<b>67%</b>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		0%	0%
Manufactura		14%	21%	21%	21%	21%	21%	14%	14%	14%	14%	21%	21%	14%	21%		7%
Servicios	o. Fábrica Visual	0%	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>
Manufactura		14%	21%	21%	21%	21%	21%	14%	14%	14%	14%	21%	21%	14%	21%		7%
Servicios	p. Kaikaku	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Manufactura		29%	21%	7%	14%	0%	36%	7%	43%	29%	0%	29%	0%	50%	14%	7%	
Servicios	q. Gestión de Inventarios	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	33%	0%	33%	0%	67%	0%	0%	0%

Ilustración 40. Matriz Servicios vs Manufactura

#### 4.2.5 Conclusiones a cerca de la Investigación de Campo

De la investigación de campo se obtuvieron conclusiones importantes que validan la importancia de esta investigación.

La mayor parte de empresas que incluyen metodologías de calidad en sus iniciativas de mejora son del giro de manufactura, las empresas de servicios apenas comienzan a interesarse por las metodologías.

Las empresas tienen un área de oportunidad muy importante en cuanto a los roles de calidad, ya que la gran mayoría sólo cuenta con el rol de Black Belt dentro de sus iniciativas. Si las empresas incluyeran roles como: Champion, Dueño del proceso, Green Belts, Master Black Belts, entre otros, dentro de sus roles de calidad tendrían más recursos para lograr buenos resultados.

La integración Lean Six Sigma es relativamente nueva para las organizaciones, tan sólo el 27% ha comenzado a utilizar dicha metodología. También la metodología Lean es nueva ya que el 87% de las empresas tiene menos de 2.5 años de utilizarla, por lo que el grado de madurez que se tiene a cerca de ella es muy bajo, la mayoría de las empresas se encuentran iniciando el entrenamiento y no en una fase en donde se aplique a todos los procesos.

La barrera más importante que tienen las organizaciones para implementar Lean Six Sigma es la falta de conocimiento y de un plan de cómo desplegar las herramientas, esto valida la necesidad de esta investigación.

Las herramientas que más se utilizan de Lean son 5S's, Kaizen, Trabajo Estandarizado, SMED y TPM. El Value Stream Mapping queda en octavo lugar, esto no concuerda con los resultados de la Estructura en donde el Value Stream Mapping ocupa la primera posición. Lo anterior indica que a pesar de que las organizaciones saben que el uso del VSM es fundamental para hacer el despliegue de las demás herramientas, no lo hacen y prefieren tomar el camino fácil, es decir implementan herramientas aisladas en lugar de integrar el uso de las mismas por medio del VSM.

#### **4.3 5 ¿Por qués?: Análisis del por qué es posible utilizar SSM para desplegar Lean Six Sigma**

Se realizó un análisis del porqué es posible utilizar la Metodología de Sistemas Suaves para el despliegue de Lean Six Sigma; esto con el objetivo de verificar qué tan viable será el modelo que se diseño.

Las 5 Por qué's que surgieron en el análisis son:

- ¿Por qué un enfoque Suave para el despliegue de Lean Six Sigma?
- ¿Por qué la necesidad de un enfoque Sistémico en la implementación de Lean Six Sigma?
- ¿Por qué SSM para dar el enfoque Sistémico a la implementación de Lean Six Sigma?
- ¿Por qué el VSM puede sustituir al Diagrama Enriquecido para desplegar Lean Six Sigma?
- ¿Por qué la necesidad de crear diálogo al diseñar el Estado Futuro?

##### **4.3.1 ¿Por qué un enfoque Suave para el despliegue de Lean Six Sigma?**

“Recientemente han surgido ideas en donde el paradigmas de lo Duro y Suave se mezclan, de esta manera se administra al capital humano para que trabaje exitosamente en ambos enfoques” (Kotiadis & Mingers, 2006)

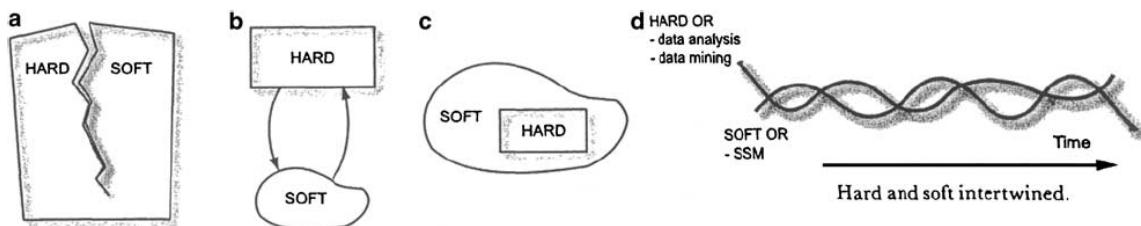


Ilustración 41. Paradigma de lo Duro y Suave (Kotiadis &amp; Mingers, 2006)

A través de la historia el paradigma de los Duro y Suave se ha tratado de diversas formas “Descritos de derecha a izquierda: (a) representa la incompatibilidad, (b) describe lo Duro y lo Suave retroalimentándose el uno del otro de una manera pragmática, en (c) los métodos Suaves parecen contener a los métodos duros, lo que quiere decir que al entender lo hecho por las metodologías Suaves se alcanzan las herramientas duras y (d) ilustra las metodologías Suaves y Duras entrelazadas, este último punto de vista es similar al que utiliza Checkland en SSM” (Kotiadis & Mingers, 2006)

Dado lo anterior no es tan descabellado pensar mezclar metodologías, ya que de hecho “tanto Six Sigma como Lean conllevan un sistema de administración. En cada caso su efectiva implementación envuelve un cambio cultural en la organización, nuevos enfoques de producción, servicio al cliente y un nivel más alto de entrenamiento y educación de los empleados, desde la alta administración hasta el línea de producción” (Arnheiter & Maleyeff, 2005)

Todos estos cambios en los cuales la intervención del capital humano es indispensable para lograr la implementación hacen referencia a una situación problemática Suave, por lo que surge la necesidad de buscar soluciones desde la perspectiva de Sistemas, en donde lo Duro y lo Suave se mezclan y no sólo quedarse con soluciones ingenieriles del tipo duro.

#### *4.3.2 ¿Por qué la necesidad de un enfoque Sistémico en la implementación de Lean Six Sigma?*

“En la primera fase de la implementación de Lean Manufacturing durante la década de 1980, la herramienta Kaizen Blitz era vista como la forma en que las pequeñas áreas de trabajo eran transformadas en celdas con flujo de una sola pieza. Este enfoque fue seriamente promovido, por asociaciones notables, como la Asociación para la Excelencia en la Manufactura, quien además tiene registrado el término de Kaizen Blitz, pero desde el desarrollo de la segunda ola de la implementación de Lean en la década de 1990, por estudios hechos por James Womack y Daniel Jones, el Value Stream Mapping es considerado como la primera herramienta en la implementación” (Jones, 2003).

“El hecho es que con Kaizen Blitz el enfoque no es sistémico; hacer esto es simplemente tomar un área particular y crear flujo en ella. En mucha ocasiones esto significa cambiar el inventario y el problema hacía cualquier otro lugar. Esto puede ser bueno si después se sigue el inventario por todo el sistema y se va creando flujo a través del mismo, este enfoque no siempre da resultados tangibles por un tiempo considerable. A comparación un enfoque con Value Stream Mapping es Sistémico, da una visión del TODO” (Jones, 2003).

DeCarlo (2007) también da importancia al enfoque Sistémico; en su libro *Lean Six Sigma* plantea un modelo para alcanzar la Excelencia en el Desempeño Total, en donde una de las bases es la implementación de enfoques Sistémicos.

“El modelo es el “Big Picture” de la Excelencia en el Desempeño. Este provee el telón para el despliegue de Lean Six Sigma, y muestra las fases y actividades que se tienen que manejar y administrar para tener éxito” (DeCarlo, 2007).

Según DeCarlo (2007) “este es el modelo a seguir para alcanzar la excelencia en cualquier aspecto del ciclo de vida del desempeño; innovación de procesos, diseño de procesos y mejora de procesos”.

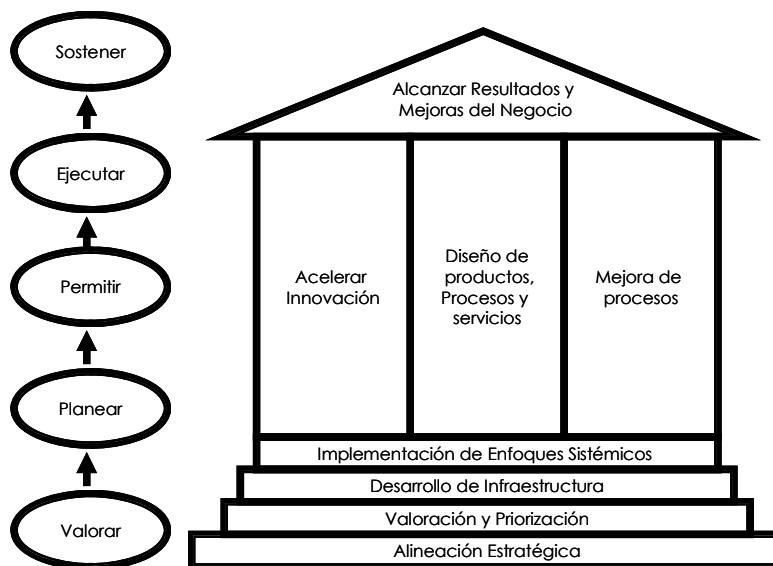


Ilustración 42. Excelencia Operacional (DeCarlo, 2007)

En el modelo de DeCarlo (2007) las actividades del ciclo de vida del desempeño, están soportadas por varios facilitadores de la excelencia en el desempeño:

- Alineación Estratégica: Idealmente, todo en la organización debe ir alineado con la estrategia.
- Valoración y Priorización: Si se busca que la organización se desempeñe mejor, hay que saber en donde enfocar los esfuerzos y recursos.

- Desarrollo de Infraestructura: La infraestructura, es un sistema interconectado de facilitadores de actividades para el cambio.
- Enfoque Sistémico: Cuando el cambio se requiere a través de toda la organización y se debe hacer rápido en un ambiente competitivo, es necesario hacerlo con el enfoque de sistemas.

Según Hebel (2007) las ventajas de utilizar el enfoque de sistemas en las nuevas iniciativas de negocio son las siguientes:

- Enfoque holístico que conecta todos los aspectos del negocio
- Manejo de la complejidad del negocio
- Busca de la comprensión de las soluciones
- Uso de técnicas creativas como mapeos, generación de ideas, creatividad.
- Los modelos muestran interconexiones y brindan retroalimentación.
- Las metodologías enfrentan convergencias y divergencias.

#### ***4.3.3 ¿Por qué SSM para dar el enfoque Sistémico a la implementación de Lean Six Sigma?***

De acuerdo a Peter Senge (2005), el enfoque de Sistemas debe de tener tres consideraciones:

- Buscar crear aspiraciones
- Facilitar el dialogo
- Luchar contra la complejidad.

"La aspiración es el reconocimiento de una brecha entre el sitio en donde se encuentran y el sitio donde se quieren encontrar en un futuro" (Jones, 2003). La metodología de Sistemas Suaves de Checkland crea aspiración, ya que maneja la brecha, al utilizar la situación del mundo real y la situación del mundo ideal.

"El diálogo trata de establecer conversaciones basadas en hechos" (Jones, 2003). La metodología de Sistemas Suaves de Checkland establece mediante el diagrama Enriquecido la situación actual basada en hechos.

"La complejidad es observada cuando se mira al todo, no a las partes. Existen dos tipos de complejidad: la técnica, (basada en el número de elementos de un sistema y sus interacciones) y la social (basada en el número de personas y culturas separadas y motivaciones en el sistema)" (Jones, 2003). La metodología de Sistemas Suaves de Checkland se basa en la vista del todo y manejo de la complejidad, ya que se vale del Diagrama Enriquecido y de diferentes Weltanschauung para crear definiciones esenciales del sistema en cuestión.

"La interacción de los dos tipos de complejidad da lugar a 4 tipos de situaciones: los problemas, los problemas complejos, los desordenes y los desordenes complejos. Las situaciones que se dan en organizaciones particularmente en manufactura y servicio son desordenes complejos" (Jones 2003).

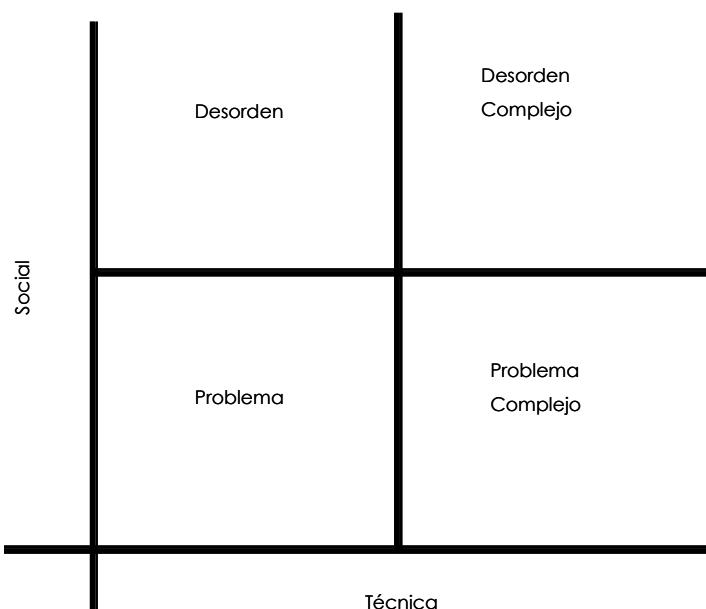


Ilustración 43. Complejidad Técnica y Social (Jones 2003)

Según Malcom Jones (2007) la Metodología de Sistemas Suaves fue creada cuando Checkland reconoció la importancia de la complejidad social y quiso examinarla. Este autor define a la Metodología de Sistemas Suaves como “Un enfoque para intervenir a las organizaciones basado en la construcción de un Diagrama Enriquecido de un desorden complejo visto desde diferentes perspectivas, se extrae un sistema de interés del desorden para luego crear una visión idealizada de cómo debería de funcionar dicho sistema en el mundo ideal, este luego es comparado con el mundo real, por lo que surgen cambios deseables y factibles que pueden ser valorados e implementados” (Jones 2003).

“El punto clave de SSM es hacer una comparación entre el mundo real y un modelo conceptual del proceso para generar dialogo y compromiso para hacer cambios que no son sólo deseables, sino, también factibles” (Jones 2003).

"SSM lucha contra la formulaciones problemáticas a nivel estratégico. Busca estructurar las situaciones que no están bien estructuradas antes de buscar soluciones. Pelea contra situaciones complejas- situaciones en donde la gente no es vista como objetos pasivo, si no como sujetos activos, situaciones donde los objetivos no son claros o donde existen múltiples objetivos" (Patt & Warwick, 1995).

"Dentro del paradigma del SSM, los controles y objetivos internos siguen el estilo y personalidad del diseñador, implementador, operador y evaluador del sistema, así como la cultura de la organización e la cual los objetivos son asignados" (Adams, 1993).

"La completa participación de la gente en el diseño de los controles para lograr los objetivos es esencial para el éxito de la operación" (Adams, 1993).

"El énfasis de SSM en trabajar con la gente es compartido por otras metodologías e iniciativas" (Adams, 1993).

Por la anterior es posible utilizar el SSM como medio para el despliegue de Lean Six Sigma; además hay autores que opinan que "la única limitación del SSM es la capacidad y adaptabilidad a nuevas situaciones del consultor que la utilice" (Platt & Warwick, 1995)

#### ***4.3.4 ¿Por qué el VSM puede sustituir al Diagrama Enriquecido de SSM?***

En los proyectos en que se utiliza la Metodología de Sistemas Suaves "la construcción de un diagrama enriquecido para cada caso de estudio, facilita una vista macro y holística de la historia, que facilita

su análisis" (Sutrisna & Barret, 1997) esto es precisamente lo que busca el Value Stream Mapping en una implementación de Lean.

"El Value Stream Mapping forma la base de un plan de implementación. Ayuda a diseñar cómo operara el flujo del todo, de puerta a puerta –una pieza perdida en muchos de los esfuerzos Lean- El VSM se convierte en el plano de cualquier implementación Lean. No usarlo sería como tratar de construir una casa sin el plano de la misma" (Rother & Shook, 2003).

Malcom Jones (2003) en su artículo *Softly, Softly* discute cómo es que "el utilizar un enfoque de sistemas con la Metodología de Sistemas Suaves puede incrementar el éxito prospectado en los proyectos en los que utilizan el Value Stream Mapping" (Jones, 2003).

Jones (2003) opina que el Value Stream Mapping puede llevarse a cabo en la forma de la Metodología de Sistemas Suaves, de este modo se obtiene el mayor beneficio de él.

"Para enfocar el Value Stream Mapping en el modo de la Metodología de Sistemas Suaves; se deben obtener datos de ambos tipos: cualitativos y cuantitativos, para así crear lo que sería el diagrama enriquecido de la situación" (Jones 2003)

Jones (2007) cree que el Value Stream Mapping cumple con las tres consideraciones que Senge (2005) propone para un enfoque Sistémico:

Aspiración: "El Value Stream Mapping crea aspiración al juxtaposicionar el mapa del estado actual con el mapa ideal

del estado futuro, creando un ambiente de tensión en el cual se busca el cambio" (Jones 2003).

Dialogo: "El Value Stream Mapping logra el dialogo, produciendo una visión de la situación actual basada en la obtención de datos, por lo que la conversación se puede enfocaren lo que está pasando en la actualmente en la planta desde la perspectiva del flujo de un proceso y usando los métricos del proceso específico como el lead time y el valor agregado" (Jones 2003).

Complejidad: "El Value Stream Mapping se enfoca en la complejidad, ya que se base en la visión del todo" (Jones 2003).

Cuando se tiene una buena representación de cómo el proceso es llevado a cabo en el mapa actual, se procede a construir el modelo conceptual ideal del proceso –un mapa futuro, que después puede ser comparado con el mapa actual y con ello encontrar cambios deseables y factibles, este proceso es muy parecido al que se lleva a cabo en la Metodología de Sistemas Suaves con el Diagrama Enriquecido.

La diferencia encontrada entre ambas herramientas es que "en la Metodología de Sistemas Suaves, es esencial que la comparación se haga a manera de una discusión con facilitadores en donde opinen todas las partes involucradas y se le da más importancia a la información cualitativa que a la cuantitativa." (Jones, 2003).

En ambos "cuando la comparación ha sido completamente discutida, la salida es un estado objetivo, (se puede hacer

comparación entre el estado ideal y el estado objetivo, ya que no todas los conceptos del estado ideal pueden ser fácilmente alcanzados) y un plan de implementación" (Jones, 2003).

Jones (2003) que ha sido facilitador de grupos aplicando SSM y además ha estado envuelto en la implementación de Lean en piso, opina que el éxito de los proyectos que se obtienen en el plan de implementación dependen de la riqueza del mapeo o diagrama enriquecido original y de la riqueza del dialogo con el cual se desarrolla el estado futuro. "Pensando esto el proceso con SSM produce resultados, ya que compromete a las personas ya que ellas mismos definieron el estado futuro, lo que quieren que pase" (Jones, 2003).

#### *4.3.5 ¿Por qué la necesidad de crear diálogo al diseñar el Estado Futuro?*

La necesidad de crear dialogo es esencial para el enfoque de Sistemas (Senge, 2005) y es una parte primordial para la elaboración del plan de implementación con la Metodología de Sistemas Suaves (Checkland, 1999), sin embargo este concepto no es muy utilizado al momento de crear mapas de estado futuro en una implementación de Lean o Lean Six Sigma; las siguientes son razones por las que se debería tomar la opinión de más involucrados al hacer el diseño del Mapa de Estado Futuro:

- Según Michel George "Una tendencia humana general es defender los pensamientos propios, y por lo general los administradores tienen pensamientos fuertes a cerca del tipo de proyectos que desean realizar. Para evitar centrarse sólo en los deseos de un administrador es necesario un proceso en donde se permita la discusión entre los diferentes

administradores, del flujo de valor, para crear la nueva dirección" (George, 2002).

- Según Masaaki Imai "La estrategia de la compañía no debe ser monopolizada por un puñado de altos ejecutivos administrativos. Debe ser señalada de una manera que pueda ser entendida, interpretada y ejecutada por todos los de la compañía. La estrategia debe ser una base de comunicación entre todos los individuos de una organización comercial. La estrategia debe relacionarse con sus necesidades y motivar su desempeño" (Imai, 2003)
- Según Womak & Jones "es fundamental consultar con los grupos de proyectos respecto a la cantidad de recursos y plazo disponible para garantizar cambios realistas. Los equipos son los responsables colectivamente de la ejecución del cambio por lo que se les debe tomar en cuenta desde el principio y darles autoridad y recursos" (Womak & Jones, 2003).

#### ***4.4 Análisis del por qué es posible utilizar TOC para el diseño del Estado Futuro***

Lisa J. Scheinkopf, investigadora de la Teoría de Restricciones, en su libro *Thinking for a Change* opina que "Cada mejora es un cambio. Pero no todos los cambios son mejora. El proceso de pensamiento intenta dar un enfoque sistemático para facilitar a la gente implementar el tipo de cambios que puedan ser considerados mejoras" (Scheinkopf, 2000). Para ello fueron diseñadas las siguientes preguntas:

- ¿Qué cambiar?
- ¿Cómo saber qué cambiar?
- ¿A qué cambiar?

#### **4.4.1 ¿Qué cambiar?**

“Como se sabe del mundo físico, y de la probada efectividad de la Teoría de Restricciones (TOC), como se ilustra en el libro *La meta*, las mejoras dramáticas en el sistema ocurren cuando se enfoca la atención en las actividades de las restricciones físicas del sistema” (Scheinkopf, 2000). Los mismo pasa en el mundo no físico de las políticas y paradigmas.

Una vez que se tiene el Mapa del Estado Futuro y ha sido comparado con el Mapa de Estado Actual; se deben buscar las restricciones que existen para el cambio.

Las restricciones que se consideran más importantes en el pensamiento de la Teoría de Restricciones son (Woepel, 2001):

- Restricciones de políticas (paradigmas)
- Restricciones de recurso (físicas)
- Restricciones de material

Las que para TOC son restricciones, para Lean pudieran ser desperdicios. En Lean existen 7 tipos de desperdicios, los cuales equivalen al 95% de los recursos utilizados.

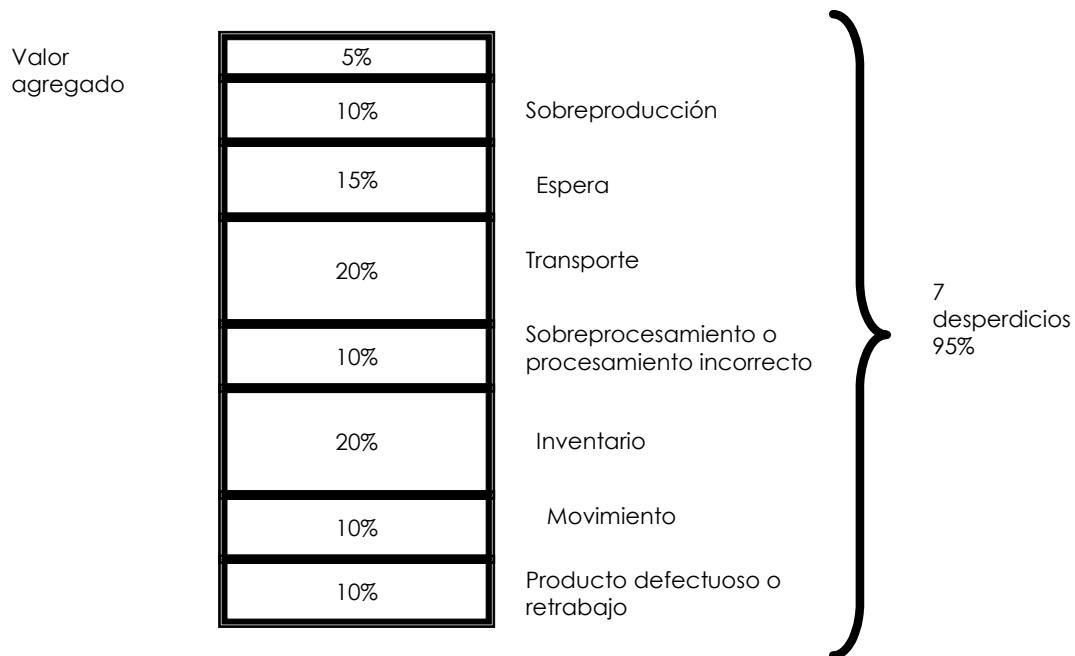


Ilustración 44. 7 Desperdicios (Villaseñor &amp; Galindo, 2007)

El objetivo primordial de Lean es minimizar el desperdicio, así como el de TOC es minimizar las restricciones, si se toma como objetivo el llegar a tener procesos Esbeltos, TOC puede utilizarse como el medio de análisis para llegar al estado futuro, así mediante los cinco pasos: 1. Identificar el sistema de restricciones; Decidir cual restricción explotar; 3. Subordinar todo a lo decidido en el paso 2; 4. Elevar el sistema de Restricciones; 5 Comenzar de nuevo, se podría llegar al mapa de Estado Futuro del cual surgirían los proyectos para el cambio.

#### 4.4.1.1 *Restricciones de políticas (paradigmas)*

“Una política es una regla, una medida o una condición que dicta el comportamiento organizacional. Las restricciones políticas son las más prevalentes de todas las restricciones (90%) y son las menos costosas por arreglar” (Woepel, 2001).

Según Woepel (2001) las reglas para el tamaño de lote, los lineamientos para el uso de recursos, las reglas para hacer los cambios

de máquina, pueden considerarse restricciones de este tipo cuando impiden a la organización alcanzar su mayor desempeño.

#### ***4.4.1.2 Restricciones de Recursos (Físicas)***

“Las restricciones de recursos no son tan comunes (8%) como las de políticas. Muchas de las organizaciones tienen más capacidad de la que ellas imaginan. Ellas no lo ven porque esta es consumida e inventariada” (Woepel, 2001).

Ejemplos de estas restricciones son la maquinaria, gente, habilidades y mercado.

#### ***4.4.1.3 Restricciones de Material***

“Las restricciones de material son las menos comunes. Usualmente son cosas como, escasez de material, pero puede ser también material que si este disponible, pero que no esta siendo obtenido a tiempo por problemas en la cadena de suministro.

#### ***4.4.1.4 Sobreproducción***

“Producir artículos para los que no existen órdenes de producción; esto es producir producto antes de que el consumidor lo requiera, lo cual provoca que las partes sean almacenadas y se incremente el inventario, así como el costo de mantenerlo” (Villaseñor & Galindo, 2007).

#### ***4.4.1.5 Espera***

Todo tiempo en que la máquina espera. “Los operadores esperan observando las máquinas trabajar o esperan por herramientas, partes, etcétera. Es aceptable que el operador espere a la máquina, pero es

inaceptable que la máquina espere al operador o al materia prima" (Villaseñor & Galindo, 2007).

#### ***4.4.1.6 Transporte Innecesario***

"El movimiento innecesario de algunas partes durante la producción es un desperdicio. Esto puede causar daños al producto o a la pare, lo cual crea un retrabado" (Villaseñor & Galindo, 2007).

#### ***4.4.1.7 Sobreprocesamiento o procesamiento incorrecto***

"No tener claros los requerimientos de los clientes causa que en la producción se hagan procesos innecesarios, los cuales agregan costos en lugar de valor al producto" (Villaseñor & Galindo, 2007).

#### ***4.4.1.8 Inventarios***

"El exceso de materia prima, inventario en proceso o productos terminados causan largos tiempos de entrega, obsolescencia de productos, productos dañados, costos por transportación, almacenamiento y retrasos. También el inventario oculta problemas tales como producción desnivelada, entregas retrasadas de los proveedores, defectos, tiempos caídos de los equipos y largos tiempos de set-up. Al mismo tiempo se necesita personal para cuidarlo, controlarlo y entregarlo cuando sea necesario" (Villaseñor & Galindo, 2007).

#### ***4.4.1.9 Movimiento innecesario***

"Cualquier movimiento innecesario hecho por el personal durante sus actividades, tales como mirar, buscar, acumular partes, herramientas, etcétera. Caminar también puede ser considerado un desperdicio" (Villaseñor & Galindo, 2007).

#### **4.4.1.10 Sobreproducción**

“Producción de partes defectuosas. Reparaciones o retrabajo, scrap, reemplazos en la producción e inspección significan manejo, tiempo y esfuerzo desperdiciado” (Villaseñor & Galindo, 2007).

#### **4.4.2 ¿A qué cambiar?**

“Asumiendo que utilizando TOC se encuentra una política que realmente representa una restricción para hacer que la organización sea mejor de lo que es hoy, lo que se tendría que hacer es eliminarla” (Scheinkopf, 2002).

“Goldratt, autor de la *Meta*, buscó un proceso que permitiera mostrar de una forma clara cómo seleccionar la solución a un problema central, que permita su completa eliminación. Con ello encontró un proceso que es lo suficientemente robusto para facilitar la identificación potencial de los problemas que el cambio pueda causar. El proceso de pensamiento TOC fue desarrollado de forma sistemática para representar el estado futuro deseado, de modo que se pueda determinar lo que se desea, por qué se desea y eliminar las posibles consecuencias de lo que se haga” (Scheinkopf, 2000).

En el caso del despliegue de Lean existen muchas restricciones de políticas, de paradigmas, que hay que cambiar para poder implementar de forma correcta las herramientas. Es necesario cambiar estas restricciones para comenzar el despliegue.

#### **4.4.3 ¿Cómo causar el cambio?**

“Para poder contestar, qué cambiar se requiere entender el estado actual del sistema. Contestar cómo causar el cambio requiere

decidir qué se pretende con el sistema, es decir cuál será el estado futuro" (Scheinkopf, 2000).

Esto mismo es lo que se hace para la implementación de Lean con el Value Stream Mapping y lo que se hace con la Metodología de Sistemas Suaves al comparar la realidad con el estado ideal. TOC sigue los mismos principios; se compara la realidad con el estado deseado y se traza un plan de implementación. Sólo que en TOC el plan de implementación comienza por las restricciones que traerán mayor beneficio económico.

#### ***4.5 Conclusiones***

En este capítulo se analizaron los resultados de la investigación de campo y se realizó el análisis del por qué SSM puede ser usado como base para un despliegue Lean, además se analizó por qué TOC puede ser usado para crear el estado futuro deseado.

Del análisis de resultados de la investigación de campo se obtuvieron conclusiones importantes:

- Tanto la iniciativa Lean como Lean Six Sigma se han restringido a las empresas de manufactura en su mayoría; son pocas las empresas de servicios que las utilizan.
- Las empresas con despliegues de calidad no toman en serio el crear una infraestructura humana para los despliegues, ya que no cuentan con los roles necesarios para facilitar la implantación de las metodologías.
- Las iniciativas de calidad con enfoque Lean son relativamente nuevas, ya que no tienen más de 2,5 años de

implantadas; eso conlleva a que las iniciativas Lean estén en un grado de madurez inicial.

- La barrera más importantes para la implementación de Lean es la falta de conocimiento y de un plan de cómo desplegar las herramientas.
- Las herramientas más utilizadas en Lean son: 5S's, Kaizen y Trabajo estandarizado.
- La experiencia de los participantes mostró que la implantación de las herramientas Lean debe ser dividida en 5 niveles.
- VSM es la herramienta base para cualquier implantación Lean.
- El Kaizen debe ser instituido para facilitar la implantación de cualquier otra herramienta.

El análisis de los Cinco por qué's muestra que es posible usar la Metodología de Sistemas Suaves de Checkland como base para llevar a cabo un despliegue de Lean debido a:

- La implantación Lean o Lean Six Sigma conlleva cambios administrativos y culturales, los cuales hacen referencia a un problema del tipo, suave.
- SSM es una de las pocas metodologías que combina el paradigma de los problemas Suaves con el de las soluciones Duras.
- Es necesario dar un enfoque sistémico al despliegue de Lean para conectar todos los aspectos del negocio dentro de la iniciativa.
- SSM es capaz de darle a Lean el enfoque de Sistemas debido a que maneja la búsqueda de aspiraciones, el manejo del dialogo y complejidad.

- El VSM se acopla perfectamente al SSM; esta herramienta puede sustituir al Diagrama Enriquecido del SSM, ya que ambos manejan la imagen del todo.
- El diálogo es necesario al crear el estado futuro o deseado, de esta manera se toman en cuenta los puntos de vista de los administradores involucrados en toda la cadena de valor.

El análisis de la Teoría de Restricciones mostró que ésta puede ser usada para diseñar el estado futuro; ya que esta hace que el administrador se centre en los problemas que traerán mayor beneficio a la organización.

El siguiente Capítulo continúa mostrando la Metodología diseñada, la cual toma como base la Metodología de Sistemas de Checkland, se apoya en la Teoría de Restricciones y en consideraciones de este capítulo en el cual se logró mostrar que es necesario el diseño de una Metodología que muestre paso a paso como llevar a cabo el despliegue de Lean Six Sigma.

## *Capítulo 5*

## *Innovación*

---

Este capítulo tiene como objetivo presentar la innovación realizada a la Metodología Lean Six Sigma; es el núcleo de los resultados de la investigación ya que se presenta la Metodología de Despliegue basada en SSM.

Después de presentar algo de historia sobre las iniciativas de calidad que integran la metodología y de verificar la viabilidad en el uso de las mismas para el diseño de esta metodología, al fin se presenta el modelo para la Metodología propuesta por el autor de esta investigación. Además del modelo, se incluye una explicación práctica de lo que es la Metodología de despliegue basada en SSM y cómo aplicarla en planta.

### *5.1 Introducción*

“Lean y Six Sigma son para cualquier tipo de organización, no sólo para manufactura. Para ser una empresa Lean Six Sigma es necesario que los administradores tengan una visión de todos los procesos, desde el las líneas de producción hasta el servicio al cliente” (Wheat, Mills & Carnell, 2003).

“El cambio hacia Lean Six Sigma no ocurre por accidente. Los líderes deben encontrar la manera de hacer que el status quo actual no sea confortable para los integrantes de la organización, de esta

manera el personal tendrá un gusto y necesidad de cambio" (Wheat, Mills & Carnell, 2003).

Según George (2005), para lograr el cambio con Lean Six Sigma se deben de llevar a cabo las siguientes acciones:

- Lograr que la gerencia tenga compromiso hacia el cambio
- Lograr el compromiso del 1% al 3% del personal. Estos deberán de dedicarse de tiempo completo a la ejecución de proyectos de mejora.
- Enfocarse en los beneficios de Lean Six Sigma y no en el costo del programa.
- Crear una infraestructura capaz de priorizar, aprobar y de alinear los proyectos con los planes.

Para crear una infraestructura que sea capaz de priorizar, aprobar y de alinear los proyectos de mejora con los planes de la organización como lo aconseja George (2005) es necesario que las empresas cuenten con metodologías estructuradas que enfoquen el esfuerzo de la iniciativa hacia el logro del máximo beneficio.

## ***5.2 Metodología de Despliegue Lean Six Sigma basada en SSM***

Según Checkland (1999) una metodología tiene un estatus intermedio entre una filosofía y una técnica o método. Mientras una filosofía es "una pauta no específica (amplia) para la acción" (Checkland, 1999) una técnica o método es "un programa de acción específico y preciso que generará un resultado estándar" (Checkland, 1999). "Una metodología carece de la precisión que tiene un método,

pero es una guía más firme para la acción si la comparamos con una filosofía" (Checkland, 1999).

"Mientras una técnica indica el "cómo", una filosofía indica el "qué", una metodología contiene elemento tanto de "qué" como de "cómo"" (Checkland, 1999).

Esto es precisamente lo que buscaba esta investigación; desarrollar los "qué" y "cómo" para un despliegue de Lean Six Sigma. La Metodología diseñada muestra a la perfección qué es lo que se debe hacer para desplegar Lean Six Sigma además de cómo hacerlo. La investigación se inclinó un poco más a la parte Lean debido a que la parte de Six Sigma ya está bastante desarrollada.

### *5.2.1 La Metodología en Bosquejo*

La Metodología se expresa en forma de diagrama, debido a que es la manera más sencilla en que la información puede ser presentada y procesada.

Esta sección proporciona una descripción sencilla de la metodología, esta se expandirá posteriormente.

La Metodología representa una secuencia cronológica; sin embargo para lograr la Mejora Continua y la Mejora por "Breakthrough" es necesario que la Metodología sea cíclica; es decir que cuando se logren los resultados propuestos inicialmente, se comience de nuevo proponiendo resultados más altos.

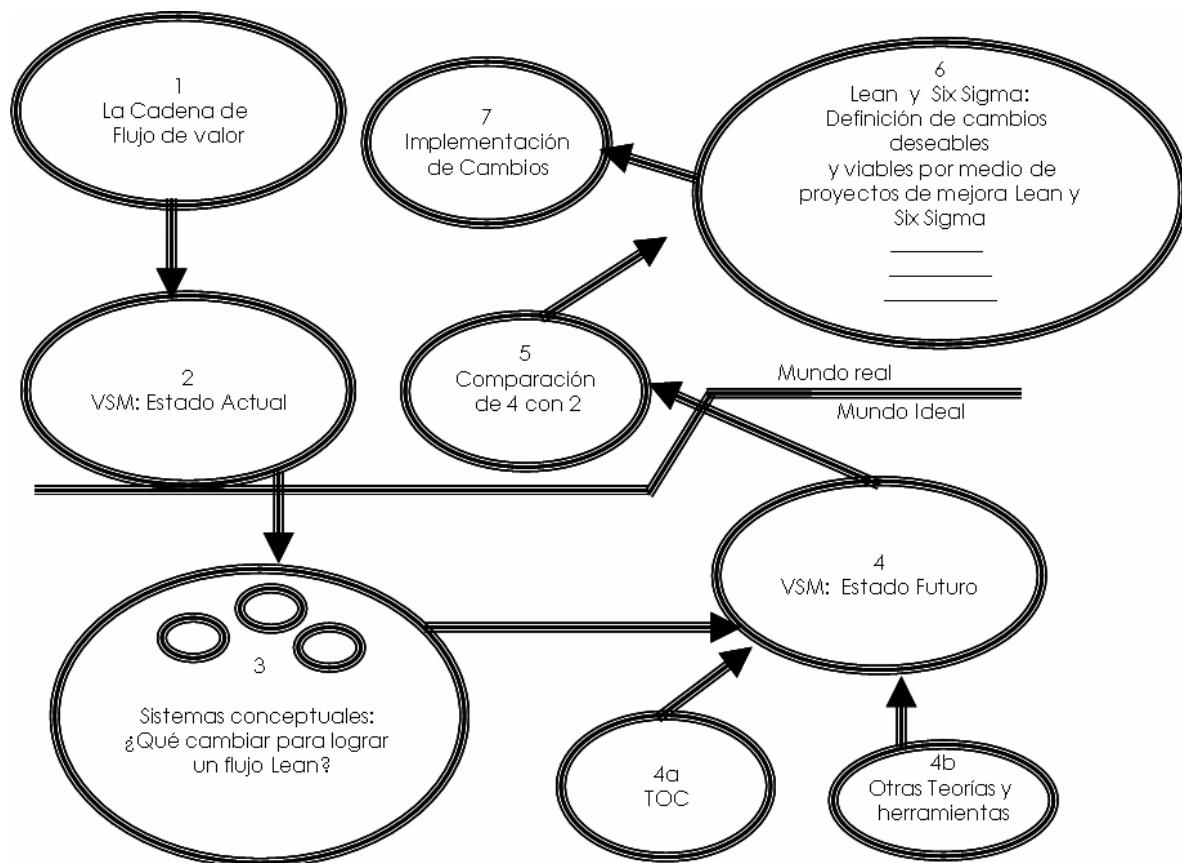


Ilustración 45. Metodología de Despliegue Lean Six Sigma basada en SSM

La Metodología incluye dos tipos de actividades, las fases 1, 2, 5, 6 y 7 son actividades del “mundo real” que necesariamente involucran la participación de equipos de trabajo en la situación. Las fases 3, 4, 4a y 4b son actividades del “mundo ideal” es decir son fases en donde hay que diseñar, lo que se busca para el futuro.

Las fases 1 y 2 son las fases de expresión de la realidad, durante estas fases se debe construir la imagen más completa de lo que pasa en la organización de puerta a puerta, el resultado o entregable de estas fases debe ser un VSM del Estado Actual.

La fase 3 involucra definir los sistemas conceptuales en los cuales se debe trabajar para provocar el cambio, se deben buscar los sistemas que pudieran estar provocando que la organización no logre sus

objetivos, y que al cambiarlos pueden permitir un flujo de producción Lean; en esta fase se busca acercarse al estado deseado, saber qué es lo que quieras cambiar.

La fase 4 consiste en definir explícitamente el Estado Futuro, esto mediante un VSM de estado Futuro, para lograr llegar a él. La fase 4a se refiere a que los involucrados pueden valerse de la Teoría de Restricciones, sus principios más lo hecho en la fase 3 llevarán al diseño de un Estado Futuro viable. La Metodología no obliga a los diseñadores a usar solamente TOC, si no que permite mediante la fase 4b el uso de cualquier otra herramienta que pueda llevar al diseño de un Estado Futuro factible.

En la fase 5, el VSM que se obtuvo en la fase 4 se compara con el VSM de Estado Actual, obtenido en la fase 2, en esta fase perteneciente al mundo real es en donde hay que crear dialogo entre las personas responsables de la implantación del nuevo estado esto con el objetivo de confrontar percepciones y pasar así al paso 6.

Al pasar a la fase 6 se definirán posibles cambios que simultáneamente satisfagan los criterios de deseabilidad y viabilidad, estos cambios deben ser transformados a proyectos de mejora ya sean de Lean o de Six Sigma y asignados a equipos de trabajo quienes serán los responsables de la implantación.

La fase 7 es la referente a la implantación, los proyectos deben comenzar con los que involucren herramientas Lean, para así lograr mejoras radicales del tipo “Breakthrough”, el orden para llevar a cabo estos proyectos de implantación de herramientas está dado por esta metodología y se mostrará posteriormente. Posterior a estos proyectos

se deben llevar a cabo los proyectos Lean de flujo y los proyectos Six Sigma, los cuales permitirían la Mejora Continua.

Si la Metodología se usa de forma cíclica, se logrará lo propuesto por Harrington (1995) “combinar la Mejora Continua con “Breakthrough” en el plan de mejora, para lograr ser la mejor organización”.

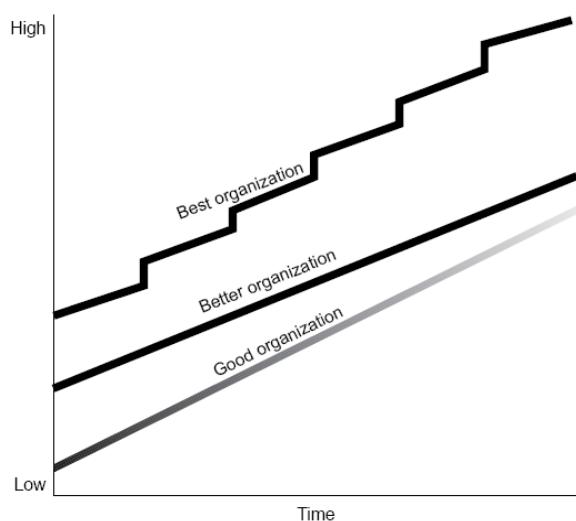


Ilustración 46. Impacto del uso de "Breakthrough" combinado con Mejora Continua. (Harrington, 1995)

Esta Metodología además de integrar ambos tipos de mejora, logra mantener la independencia de funciones entre Lean y Six Sigma, es decir cumple con el axioma 1 del Diseño Axiomático tal cual lo propone Moreno (2007) en su investigación *Lean Six Sigma: Modelo de Despliegue Aplicando Diseño Axiomático*, la cual fue tomada como base para esta investigación.

### 5.2.2 Fases 1 y 2: Expresión de la Realidad

“La cadena de flujo de valor son todas las acciones (tanto de valor agregado como de no valor agregado) que se requieren actualmente para la elaboración de productos” (Rother & Shook, 2003)

"Tomar una perspectiva de Administración del flujo de valor significa trabajar en el "Big Picture" de la organización y no sólo en procesos individuales" (Rother & Shook, 2003). Esto es significa mejorar el todo como sistema y no sólo optimizar sus partes.

Si se quisiera tomar en cuenta todo el sistema sería necesario seguir el flujo de un producto en muchas organizaciones, desde proveedores, maquiladoras, armadoras hasta la venta al cliente, esto sería muy pesado, por lo que es necesario enfocarse en una sección del flujo de valor; en el de su organización, esto para empezar la implantación, posteriormente esta forma de administrar el cambio se podrá extender hacia sus proveedores.

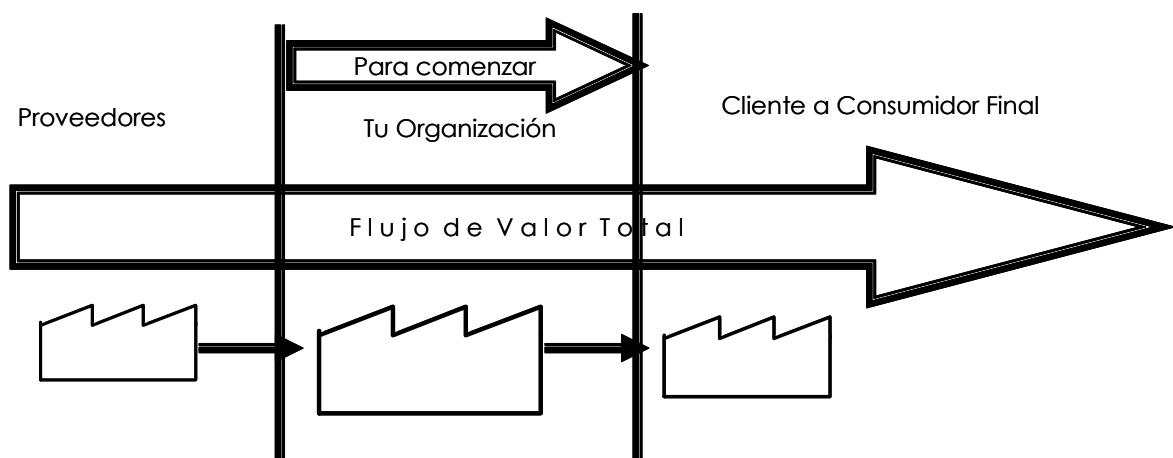


Ilustración 47. En qué parte del Flujo de Valor Comenzar

Además de definir en qué trozo del flujo de valor comenzar hay que separar los productos ya que no todos siguen el mismo flujo. De esto se trata la Fase 1 de la Metodología.

#### **5.2.2.1 Fase 1: La cadena de Flujo de Valor**

La necesidad de enfocarse en una sola familia de productos es un punto importante que se tiene que considerar antes de comenzar ya

que “a los clientes les preocupa un producto en específico, no todos los productos. No se tendrá que mapear todo lo que se produzca en piso. A menos de que sea una organización pequeña, con un solo producto o una sola familia de productos. Mapear todos los productos en un solo mapa es muy complicado” (Rother & Shook, 2003)

“Una familia es un grupo de productos que pasan por pasos similares en su proceso de fabricación y para los cuales se utilizan las mismas máquinas” (Rother & Shook, 2003).

Para identificar las familias de productos no basta con mirar los pasos del proceso, ya que en algunas ocasiones el proceso no se presta para que se definan claramente las familias de forma sencilla, cuando esto ocurre se deberá usar alguna de las técnicas para detectar familias de productos.

#### *5.2.2.1.1 Análisis producto cantidad*

Se puede iniciar con este análisis para ver los números de partes que más corren que más se corren dentro de la empresa y hacer una elección de los que son más obvios. Básicamente se toma la producción de los últimos seis meses y, con un diagrama de Pareto, se ve cuál es el 80:20, para elegir el o los productos con los cuales trabajar.

#### *5.2.2.1.2 Análisis Producto-Ruta*

Cuando en el análisis PC se tiene una relación no concluyente, es decir un 40-60, se recomienda que se use el análisis de producto-ruta. En él se hace una matriz con los procesos por donde pasan los productos para conocer las coincidencias de máquinas y procesos entre éstos, y poder crear familias con el fin de elegir el o los productos con los cuales trabajar.

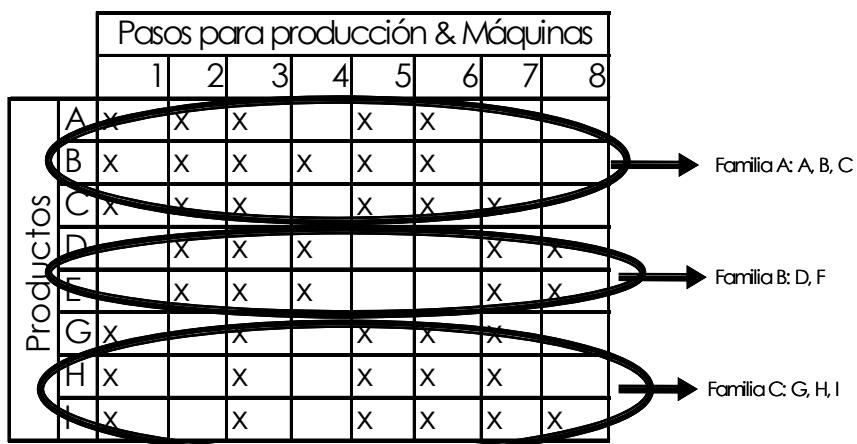


Ilustración 48. Familia de Productos

El número de familia de productos que haya en la planta es el número de VSM de Estado Actual que se tendrán que elaborar, claro que se puede comenzar con un proceso que se considere piloto para luego expandir la metodología a todas las familias de productos.

#### **5.2.2.2 Fase 2: VSM: Estado Actual**

En esta fase se debe trabajar directamente en el piso de producción para así obtener los datos necesarios para la elaboración del mapa directamente de la fuente y con ello comenzar la elaboración del mapa que representará la situación actual de la familia de productos seleccionada.

“Existen diferentes niveles de magnificación o “zoom” en los mapas de una familia de productos, se puede cambiar el nivel, para hacer mapas individuales de cada paso en el mapa estándar” (Rother y Shook, 2003). Esto se hace cuando el nivel de madurez en Lean Six Sigma de la Organización es alto; sin embargo, para una organización que comienza un nivel de planta es óptimo.

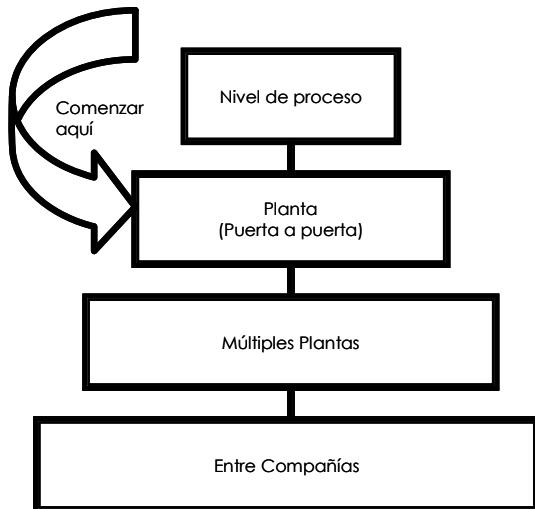


Ilustración 49. Niveles de Mapeo para una Familia de Productos (Rother y Sook, 2003)

"Dentro del flujo de producción, el movimiento de material a través de la fábrica es el flujo que usualmente viene a la mente. Pero existe otro flujo -de información- que dice a cada proceso qué maquilar o hacer después. El flujo de material y de información son caras de la misma moneda. Se deben mapear ambos" (Rother y Shook, 2003).

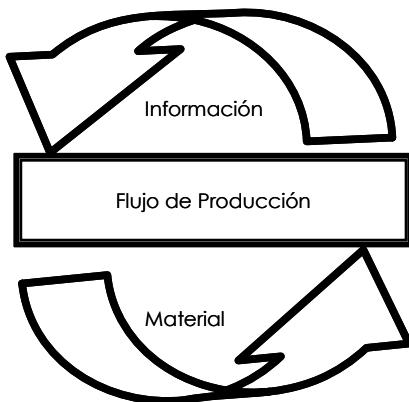


Ilustración 50. Información &amp; Material (Rother y Sook, 2003)

Hacer un VSM para una familia de productos no debe llevar mucho tiempo, ya que tan sólo es la representación de la realidad y uno de los primeros pasos en el camino hacia Lean Six Sigma, entre más rápido se tenga, más rápido se podrá proponer el cambio. Además "el

mapa de flujo de valor sirve para planear y unir iniciativas de cambio a través de un proceso que provee la estructura entre la alta gerencia, gerentes, supervisores, líderes de equipo y operadores" (Villaseñor & Galindo, 2007).

#### *5.2.2.2.1 Consejos para acelerar el Mapeo de Estado Actual*

Algunos consejos para acelerar el mapeo de estado actual de Rother & Shook (2003) son:

- Siempre recolecte información para el estado actual mientras camina a lo largo del proceso que recorre el flujo de materiales e información.
- Inicie con una caminata rápida de puerta a puerta en el flujo de valor de la familia de productos seleccionada, esto para tener un sentido de la secuencia del flujo de los procesos. Después de la caminata rápida regrese y ratifique la información de cada uno de los pasos del proceso.
- Comience en el embarque final y vaya retrocediendo en los procesos en lugar de comenzar en el recibo de materiales y caminar en dirección al flujo. De esta manera se comenzará con los procesos más cercanos al cliente final, los cuales deben marcar el paso del flujo de los demás procesos.
- Lleve su cronómetro y no confíe en los tiempos estándar o información que no haya obtenido personalmente. Los números en un archivo, raramente reflejan la realidad.
- El mapeo del proceso lo debe hacer usted solo, aún cuando cuente con un equipo para la iniciativa de calidad. El mapeo de flujo de valor trata de que se entienda el todo, si diferentes personas mapean diferentes segmentos y luego se une, nadie habrá entendido el todo.

- Siempre dibuje a lápiz, comience a dibujar en su caminata por el proceso.
- Trabajar en un cuarto de conferencia con el equipo para trasladar su mapeo mano y perfeccionar su borrador.

#### *5.2.2.2 Datos típicos para el Mapeo de Estado Actual*

Los datos mínimos requeridos que se deben recolectar para poder hacer un VSM de Estado actual son:

- Tiempo de ciclo: Es el tiempo entre el procesamiento de una pieza y la siguiente
- Rendimiento: (First time yield) Rendimiento a la primera o % de scrap o retrabajo
- Número de operadores: Cuantos operadores requiere cada paso del proceso
- % de Tiempo efectivo (uptime): Es el porcentaje de tiempo que el equipo está disponible para operar, cuando se requiere operar
- Tamaño del lote: Tamaño de lote típico o mínimo
- Tiempo de cambio (preparación) (C/O): El tiempo desde la salida de la última pieza buena de una corrida hasta la primera pieza buena de la siguiente corrida.
- EPE (Every part every): Es la frecuencia de cambio (preparación) para producir el producto otra vez.
- Inventario: De producto terminado, WIP o materia prima
- Demanda: Es la venta que se pretende tener.

Hay algunos datos que se deben obtener con los datos recolectados anteriormente:

- Tack time: Ritmo de fabricación del producto según la venta.  $(\text{tiempo disponible}) / (\text{demanda})$
- Inventario medido en días:  $(\text{Número de unidades} / \text{Demanda por día})$
- Flujo Global: Es el tiempo de entrega global. El tiempo para que una unidad pase desde el proceso inicial hasta el final.  $(\text{Suma de días de inventarios}) + (\text{Suma de tiempos de ciclo})$
- Tiempo de procesamiento: Es el tiempo real de ejecución.  $(\text{Suma de tiempos de ciclo})$

Los tiempos que se obtendrán mediante el VSM de Estado Actual son (Rother & Shook, 2003):

- C/T: Tiempo de ciclo: Que tan seguido una parte o producto sale de un proceso, medido con cronómetro. También es el tiempo que le toma a un operador hacer toda su operación antes de repetirla. Es también el tiempo de duración de un proceso: Exportación, contratación, entrenamiento, etc.

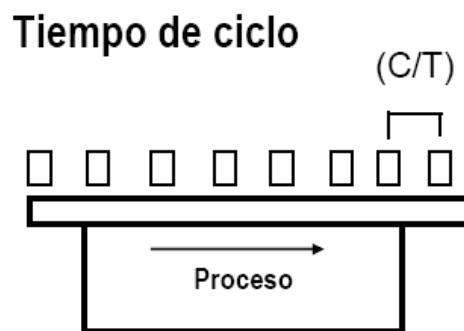


Ilustración 51. Tiempo de Ciclo

- V/A: Tiempo de valor agregado: Es el tiempo de los elementos que realmente transforman el producto hacia algo en lo que el cliente está dispuesto a pagar. Es la suma de los elementos que agregan valor.

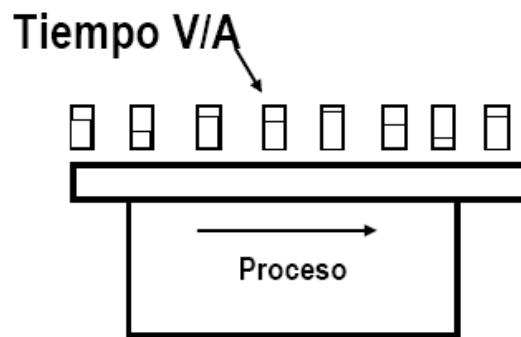


Ilustración 52. Tiempo de Valor Agregado

- L/T: Lead Time: El tiempo que toma una pieza para moverse a lo largo de todo un proceso de flujo de valor, desde el inicio hasta el final.

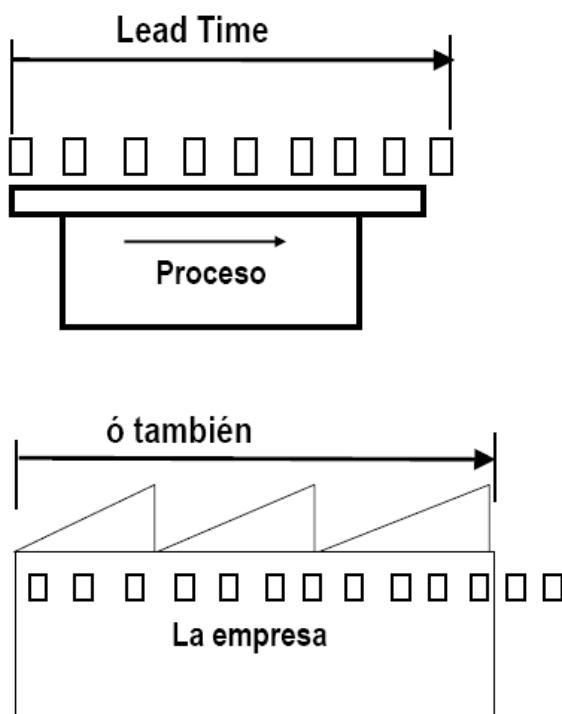


Ilustración 53. Lead Time

Usualmente:

$$V/A < C/T < L/T$$

$$V/A = 5\% < L/T = 95\%$$

### 5.2.3 Fases 3 y 4: Buscando el Modelo Ideal

“El VSM es una herramienta efectiva y poderosa para construir mejoras y eficientizar cualquier organización” (Manos, 2006). Esto se vuelve real cuando por medio del VSM se busca rediseñar el desempeño del proceso por medio de cambios factibles y deseables.

Cuando el VSM del Estado Actual se ha completado, es necesario analizarlo para después concentrarse en diseñar el Estado Futuro del Sistema, que será el Modelo Ideal, el cual la empresa tiene que alcanzar por medio de una fase de implementación de proyectos tanto Lean como Six Sigma.

#### 5.2.3.1 Fase 3: Modelos Conceptuales ¿Qué cambiar para lograr un Flujo Lean?

“Examinar la operación completa permitirá encontrar los problemas del sistema. Mirar el proceso permite encontrar desperdicios. No se puede encontrar problemas desde una computadora u oficina. Se deben buscar las actividades que no se requieren para agregar valor al trabajo realizado” (Wheat, Mills & Carnell, 2003)

Lo anterior se hizo mediante la Fase 2, sin embargo ahora es necesario saber que es lo que hay que cambiar para lograr un Flujo Lean en los procesos.

Para lograr esto existen modelos conceptuales de cómo debe ser un proceso Lean. Rother y Shook (2003) creadores del libro *Learning to See*, desarrollan un capítulo completo a cerca del concepto de Flujo de Valor Lean, al seguir sencillas reglas conceptuales, de lo que debería

ser Lean el equipo podrá identificar los procesos en los que habrá que trabajar.

#### *5.2.3.1.1 Modelo conceptual del Flujo de Valor Lean*

Todo lo que se trata de hacer en Lean Six Sigma es disminuir el lead time desde la materia prima hasta el producto terminado eliminando los siete tipos de desperdicio, para lograr esta disminución es necesario eliminar más que el desperdicio que se ve a simple vista, por lo que “en el estado futuro se deben eliminar las fuentes del desperdicio o las causas raíz del desperdicio en el flujo de valor” (Rother & Shook, 2003).

“La fuente de desperdicio más significativa es la sobreproducción, lo cual significa producir más, más rápido o antes del tiempo en que el siguiente proceso lo exige. La sobreproducción causa muchos tipos de desperdicio, no sólo exceso de inventario y dinero congelado en él. Los lotes deben ser almacenados, ocupan lugar al ser almacenados, requieren de manejo del material, gente, equipo, clasificación y retrabado. La sobreproducción resulta en bajas, porque el proceso está ocupado haciendo las cosas incorrectas. Esto significa que es necesario contar con operadores y capacidad extra, ya que se está usando equipo y operadores para producir partes que no son necesarias. Además la sobreproducción alarga el lead time, lo que impide tener flexibilidad de respuesta ante los requerimientos de los clientes” (Rother y Shook, 2003).

La falta de sobreproducción es lo que distingue a un flujo de valor Lean de un flujo de producción en masa. “Lo que realmente intenta Lean es que un proceso sólo produzca lo que el siguiente proceso requiere” (Rother & Shook, 2003). Se trata de ligar todos los procesos

desde las órdenes del consumidor final hasta la recepción de materia prima. Afortunadamente Toyota creó las reglas para lograr esto. Estas reglas son presentadas por Rother & Shook (2003):

#### 5.2.3.1.1.1 Regla 1: Producir al ritmo del takt time

Takt time es el tiempo en que se debería producir cada parte o producto, basado en la tasa de ventas, para cumplir con los requerimientos de los clientes. Se calcula dividiendo la tasa de demanda por día (en unidades), entre el tiempo disponible de trabajo al día (en segundos).

El takt time es usado para sincronizar el ritmo de producción con el ritmo de las ventas, particularmente el “proceso de marca paso”. Es una referencia numérica que da un sentido de la tasa a la cual un proceso debe estar produciendo. Ayuda a ver lo que se está haciendo y qué se necesita mejorar.

Producir a un takt time suena fácil, pero requiere un esfuerzo centrado hacia:

- Proveer una respuesta rápida a los problemas
- Eliminar causas de los paros no planeados
- Eliminar el tiempo de preparación, en todo el flujo de valor.

Rother y Shook (2003) tienen una propuesta factible para algunas industrias como la de distribución, atención al cliente y de procesos en las cuales no se pueda definir las unidades de demanda del cliente con facilidad. La propuesta es definir la unidad como el trabajo que se debe realizar en el cuello de botella en un determinado takt. Después se crean órdenes de unidades de este intervalo de takt.

### 5.2.3.1.1.2 Regla 2: Desarrollar flujo continuo (cuando sea posible)

Flujo continuo se refiere a producir una pieza a la vez, pasando cada unidad de un paso del proceso a otro sin estancamientos (y muchos otros desperdicios) entre los pasos. El flujo continuo es la forma más eficiente de producir, y se debe de utilizar mucha creatividad para lograrlo.

En algunas ocasiones se busca limitar el uso del flujo continuo puro, ya que mezcla procesos y eso hace que los lead times y down times se unan también. Un buen enfoque es comenzar con una combinación de flujo continuo con algo del sistema pull llevado a cabo mediante FIFO. El uso de flujo continuo puro se tendrá que ir expandiendo conforme la confiabilidad sea mejorada y los tiempos de preparación sean cercanos a cero.

### 5.2.3.1.1.3 Regla 3: Usar supermercados para controlar la producción donde el flujo continuo no exista en el siguiente paso del flujo.

Cuando el proceso no permita el flujo continuo y sea necesaria la producción en lote, se tendrá que usar un sistema pull de supermercado. Usualmente hay que usar un supermercado donde el flujo continuo es interrumpido y flujo arriba se opera con lotes. No se busca llenar de supermercados de inventarios todo el flujo de valor por lo que hay que ser cuidadoso al usarlos. Generalmente son necesarios en:

- Procesos que están diseñados para operar a un tiempo de ciclo muy lento o muy rápido

- Procesos como los de los proveedores, están alejados de la planta y traer de pieza en pieza es imposible por el costo.
- Procesos que tienen un lead time muy alto o que no es posible fusionar con otros procesos para formar flujo continuo.

#### 5.2.3.1.1.4 Regla 4: Tratar de mandar la programación solo a un proceso de producción.

El uso de supermercados de sistema pull permite que la programación sea enviada sólo a un proceso en el flujo de valor de puerta a puerta. El punto al cuan se manda la programación es llamado proceso marcapaso, ya que este marcará el paso de producción de los procesos que lo anteceden. Se debe buscar que el proceso marcapaso esté lo más cercano al cliente, así la mayor parte del proceso puede seguir un flujo pull, en lugar de push.

#### 5.2.3.1.1.5 Regla 5: Distribuir la producción de diferentes productos

La producción de los diferentes elementos de la familia de productos debe estar nivelada. Los departamentos de producción usualmente encuentran más sencillo programar corridas largas de un solo producto, ya que evitan tiempos de preparación, pero esto no se debe hacer ya que crea problemas en el flujo de valor.

Producir el mismo producto por largo tiempo, produce una dificultad para atender al cliente que busque al diferente a lo que se está produciendo en ese momento. Hace que sea necesario tener inventarios de producto terminado para poder cumplir cualquier el requerimiento de cualquier cliente.

La nivelación de producción significa distribuir la producción de diferentes productos durante un período de tiempo. Entre mayor sea la nivelación y mezcla de producción en el proceso marcapaso, mayor será la capacidad e se tenga para cumplir con los requerimientos del cliente; sin la necesidad de guardar grandes inventarios.

#### 5.2.3.1.1.6 Regla 6: Nivelar el volumen de producción

Establecer una producción consistente o un ritmo de producción crea una producción predecible, que por naturaleza advierte de problemas y permite tomar acciones correctivas de inmediato.

Una buena forma de comenzar la nivelación es retirando del proceso de marcapaso pequeñas cantidades de producto terminado, a esto se le llama ritmo de retiro.

Al incremento de trabajo consistente se le llama pitch, y el incremento de pitch se calcula basándose en la cantidad de productos que lleva un empaque. Se multiplica el taka time por el número de unidades que lleva el empaque. Esto da el tiempo pitch, este determinara el tiempo de producción. Cada tiempo pitch se dará instrucciones de producción y se tomara la cantidad de producto terminado del proceso marcapaso. El pitch es la unidad básica del programa de producción en Lean.

#### 5.2.3.1.1.7 Regla 7: Desarrollar la habilidad de hacer cada parte cada día. (Después cada parte cada cambio, después cada hora, cada pitch).

Por medio de acortar los tiempos de preparación y correr lotes más pequeños, los procesos serán capaces de responder a cambios en

el flujo más rápido y será necesario menos inventario para mantener los supermercados.

Una forma de determinar el tamaño inicial de los lotes de fabricación es basándose en el tiempo disponible al día para usarse como tiempo preparación. Al tiempo disponible del día se le resta el tiempo requerido para la producción del día, el tiempo restante se puede usar para hacer cambios, con ello se pueden obtener las corridas que se pueden hacer al día. Si este número no alcanza para hacer las corridas necesarias para la nivelación en la mezcla de producción se tendrá que trabajar en la disminución de los tiempos de preparación.

#### **5.2.3.2 Fase 4: VSM: Estado Futuro**

En esta fase se debe trabajar con el equipo que estará a cargo de la iniciativa, es decir con los responsables de que la implementación se lleve a cabo.

Un VSM de Estado Futuro debe mostrar como deben quedar el proceso, el flujo de información y el flujo de materiales, así como los proyectos de mejora que se deben realizar para conseguir el nuevo Estado.

##### *5.2.3.2.1 Pasos para crear el Estado Futuro*

Para crear el estado futuro es necesario tener presente el Modelo conceptual de Lean y saber si se aplicaran cada una de las 7 reglas que en él se mencionan. Esto se pude hacer transformando las reglas a preguntas por lo que al comenzar el mapeo tienen que haber dado respuesta a lo siguiente:

1. ¿Cuál es el takt time de la familia de productos?
2. ¿Es posible utilizar flujo continuo, de ser así en que partes del proceso se puede utilizar?
3. ¿En cuales pasos será necesario establecer supermercados y en cuales se embarcarán directamente los productos?
4. ¿En qué punto del proceso se debe programar la producción?
5. ¿Es posible nivelar la mezcla de producción?
6. ¿Es posible nivelar el volumen de producción?
7. ¿Qué tan seguido es posible hacer cambios de corridas de producción?

Además de la guía que proponen Rother & Shook (2003), es necesario seguir los siguientes pasos al momento de diseñar el Mapa de Estado Futuro.

1. Determinar la frontera del mapeo, es decir dibujar los iconos del cliente, proveedores y control de producción.
2. Colocar la información de entrega de materia prima y embarque de producto terminado.
3. Enfocarse en la demanda: para ello se requiere determinar el takt time y el pitch time; con ello se determinará si es posible alcanzar la demanda con los métodos actuales, si se requieren inventarios buffers o de seguridad; si se necesitan supermercados de producto terminados; y cual método de mejora usarse en caso de que los métodos actuales se tengan que mejorar.
4. Enfocarse en el flujo: Para esto se requiere balancear la línea de producción, planear si es necesaria una producción celular ,

determinar como controlar la producción y qué método de mejora utilizar para alcanzar los fines buscados.

5. Enfocarse en la nivelación de la producción: decidir el mejor método para monitorear la producción contra las ventas (esto mediante el uso de retiros constantes o una caja Heijunka y un sistema Kankan si así se requiere), determinar la ruta de quien maneja el material, así como mapear el flujo de información y materiales y determinar el mejor método que se habrá de implementar.

Conforme se le vaya dando respuesta a cada una de las preguntas, y siguiendo los pasos para la elaboración del mapa, se irá planteando el camino para el diseño del Mapa de Estado Futuro.

#### ***5.2.3.3 Fase 4a y 4b: Uso de TOC y Otras teorías y herramientas***

“El enfoque de TOC para la mejora continua es un perfecto complemento para la Gestión de Calidad, ya que TOC da a la administración la habilidad de enfocar el esfuerzo en los puntos que serán más efectivos” (Smith, 2000).

“El pensamiento de procesos con TOC es un excelente herramienta para el análisis de datos. Es una de las mejores herramientas para aprender el análisis de causa-efecto. De cualquier modo, si este tipo de pensamiento no está desarrollado, TOC ayuda a identificar los problemas centrales en donde se puede comenzar el cambio” (Woepel, 2001).

“TOC ofrece una forma de luchar contra los problemas, creando una visión de la organización que sea suficientemente buena, más que

precisa, una visión en la cual se simplifique lo complejo" (Schragenheim, 1999)

#### *5.2.3.3.1 Para que usar TOC*

El principal objetivo de utilizar TOC es para determinar en dónde se deben hacer cambios es que "el administrar con el sistema TOC crea las circunstancias culturales, de proceso y de ambiente en las cuáles los individuos y organizaciones son empoderados para hacer del sentido común una práctica común" (McMullen, 1998).

Otras razones por las que el uso de TOC es de gran ayuda al plantear el modelo ideal es porque:

- TOC incrementa la Rentabilidad de las iniciativas de calidad, ya que enfoca los cambios hacia las restricciones que traerán a la empresa mayores beneficios. (McMullen, 2003)
- TOC pone a la vista, la capacidad escondida de la organización (McMullen, 2003)
- TOC mejora la rentabilidad de la mezcla de productos, al enfocarse en explotar la restricción del producto que forma el cuello de botella(McMullen, 2003)
- TOC reduce los inventarios de la cadena de suministro al utilizar inventarios de seguridad sólo en donde pudiera formarse una restricción debido a la naturaleza del proceso. (McMullen, 2003)
- TOC mejora el desempeño de las entregas a clientes, al eliminar restricciones del proceso que alargaban el lead time. (McMullen, 2003)

#### 5.2.3.3.2 Pensamiento estratégico de proceso con TOC

“Para alcanzar el éxito a largo plazo, en un ambiente en que la competencia se va incrementando, una organización no puede darse el lujo de confiar en que comenzará en el lugar y momento correcto. Las organizaciones debe asegurar y suplementar su habilidad para desarrollar soluciones robustas y de largo plazo que ayuden con los retos de hoy y del futuro” (Smith, 2000).

“El Pensamiento estratégico de proceso con TOC está diseñado para ayudar a combatir un gran problema que sufren todas las organizaciones –la tendencia de la organización y su administración de estudiar, construir e implementar soluciones a problemas aislados y de forma aislada. Se sabe que las organizaciones y hasta las áreas de funcionales son sistemas dependientes, entonces, cuando en ellas se toman mediciones, se operan o se resuelven problemas, continuamente se dividen y segmentan. Por medio de la segmentación se pierde la habilidad de ver el Big Picture de la situación, entender el problema y sincronizar esfuerzos. Adicionalmente, la mayor parte del tiempo se implementan soluciones incompletas e insuficientes que, a lo mucho proveen de soluciones temporales, cuando no es que sólo mueven el problema hacia otra parte haciéndolo más grande” (Smith, 2000).

Existen 3 niveles en la aplicación del pensamiento estratégico de proceso en la Teoría de Restricciones:

- Restricciones de procesos individuales
- De rompimiento del proceso restricción en la organización
- Procesos externos con restricciones

Para el caso de esta metodología el TOC se usará a nivel de proceso individual, dentro de este nivel se deben llevar a cabo los siguientes pasos para así determinar los posibles cambios, que se verán reflejados en el VSM de Estado Futuro:

Paso	¿Cómo proceder?
1. Identificar la (s) restricción (es)	1. Identificar de entre todos los recursos, el recurso que causa que la meta no pueda ser alcanzada.
2. Decidir cómo explotar la restricción	2. Decidir por medio del mapa de Estado Futuro, qué cambiar para evitar esta restricción en el sistema.
3. Subordinar todo a la decisión tomada en el paso 2.	3. Alterar el manejo, políticas, recursos y otros procesos del sistema para soportar la decisión tomada anteriormente.
4. Elevar (disminuir, remover, eliminar) la restricción.	4. Hacer el diseño para aumentar la capacidad del recurso que contiene la restricción y plasmarlo en el mapa de Estado Futuro
5. Regresar al paso 1, no dejarse que la inercia se convierta en restricción.	5. Buscar otra restricción y dejar que las decisiones anteriores se transformen en restricciones.

Hacer los pasos cíclicamente hasta obtener el Mapa deseado, en el cual sea factible lograr los resultados.

Ilustración 54. TOC en la Metodología

#### 5.2.4 *Fases 5 y 6: Planeando el Cambio “Deseable y Viable”*

“El propósito de Value Stream Mapping es resaltar las fuentes de desperdicio y después eliminarlas por medio de la implementación del Mapa de Estado Futuro, que se tendrá que volver realidad en un período de tiempo determinado” (Rother & Shook, 2003).

Ya que se tiene el VSM de estado Futuro, el siguiente paso es compararlo con el Mapa Actual para enlistar los cambios que son necesarios.

“Sería maravilloso si como agente de cambio se pudiera simplemente decretar: <<esta mañana, nos haremos cargo de todas las actividades generadoras de valor y las organizaremos en forma de flujo continuo. A partir de mañana introduciremos el sistema pull>>” (Womack & Jones, 2003).

Desgraciadamente lo anterior no es posible, por lo que hay que hacer una planeación de los cambios, la mejor forma es transformando cada cambio a un proyecto, de esta manera el administrador de la implementación se asegurara, que hay un equipo encargado de llevar a cabo cada uno de los cambios enlistados durante la comparación de mapas.

#### ***5.2.4.1 Fase 5: Comparación de VSM: Estado Actual con VSM: Estado Futuro***

Cuando el VSM de Estado Futuro está terminado es adecuado compararlo con el de Estado Actual buscando los cambios deseables y viables que se deben llevar a cabo, para hacer la transición de un estado a otro.

“Algunas veces se dice que la gente se resiste al cambio. Sería más adecuado decir, que se resisten a ser cambiados. Si el personal está involucrado en la definición de los cambios, es más seguro que el cambio se dé” (Jones, 2003), es por esto que es importante involucrar a las personas que estarán a cargo de efectuar los cambios al momento de hacer la comparación y en ella desarrollar un debate en donde se cuestionen los aspectos cualitativos y cuantitativos que los cambios a efectuar.

“Cuando la comparación se haya llevado a cabo y haya sido discutida plenamente, la salida debe ser un estado deseado (algunos practicantes de Lean distinguen el Estado Futuro Ideal del Estado Objetivo) y un plan de implementación” (Jones, 2003)

#### *5.2.4.2 Fase 6: Lean y Six Sigma: Definición de cambios deseables y viables por medio de proyectos de mejora Lean y Six Sigma.*

“El Value Stream Mapping es sólo una herramienta. A menos que que se alcance el estado futuro que se diseñó –y se logre alcanzar al menos parte de él en un corto período de tiempo- los value stream mapping casi no tienen valor” (Rother & Shook, 2003). Es por esto que hay que asegurar el logro del Estado Futuro y la mejor forma de traduciendo los cambios a proyectos, con metas claras y tiempos definidos.

Esta Metodología es compatible con una forma conocida de definir proyectos, llamada Evaluación de Procesos de Final a Final. “El objetivo en este tipo de evaluación es identificar proyectos que están asociados con los diferentes flujos de valor” (DeCarlo, 2007).

Los principales pasos para este proceso de definición de proyectos son: 1. Identificar el Flujo de Valor a Mejorar; 2. Caracterizar el estado del flujo de valor seleccionado; 3. Desarrollar la visión del Estado Futuro; 4. Hacer un análisis de las diferencias entre los dos estados; 5. Completar un análisis de los desperdicios y luego convertir los gaps en proyectos para su futura priorización. Este último paso es en el que nos tenemos que concentrar en esta fase de la metodología, ya que los demás se han llevado a cabo al momento de llevar a cabo las fases anteriores de la Metodología.

#### 5.2.4.2.1 Traducción de gaps a proyectos

Para llevar a cabo la traducción de los gaps a proyectos cuando la cadena de Flujo de Valor es muy larga y por lo tanto el Value Stream Mapping cuenta con muchos procesos es necesario dividir la planeación e implementación de cambios en segmentos, para que el personal de cada área se haga cargo de la implementación de cambios en el segmento que le corresponda.

En Lean estos ciclos se llaman Loops y para la planeación e implementación el VSM de Estado Futuro al menos se debe dividir en dos tipos de Loops (Rother & Shook, 2003):

- El loop del proceso marcapaso: Este segmento busca alinear el flujo de material e información entre el consumidor y el ciclo que marcapaso del proceso.
- Loops adicionales: Además del ciclo del proceso marcapaso existen flujos de material e información en los demás procesos, por lo general los supermercados son las fronteras de los segmentos.

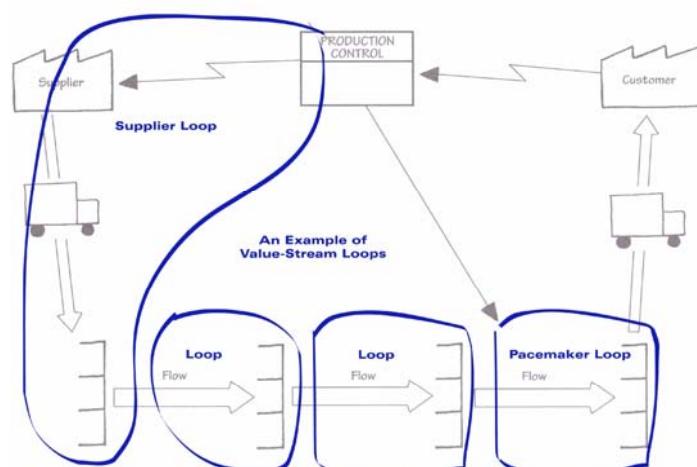


Ilustración 55. División del VSM: Estado Futuro en Segmentos (Rother & Shook, 2003)

La segmentación del Mapa de Estado Futuro facilitará tanto la planeación como la implementación ya que estos loops facilitan el manejo de los cambios en la cadena de valor transformando la cadena en piezas manejables.

Para cada uno de los segmentos se deben definir los proyectos a realizar, tanto de Lean como de Six Sigma. Para Lean deben existir dos tipos de proyectos los que se deben llevar a cabo para mejorar el flujo y los que se relacionan directamente con problemas detectados a cerca de desperdicios, estos proyectos se deberán llevar a cabo por medio de equipos Kaizen y se desarrollarán con la ayuda de la Metodología SCORE de BMG.

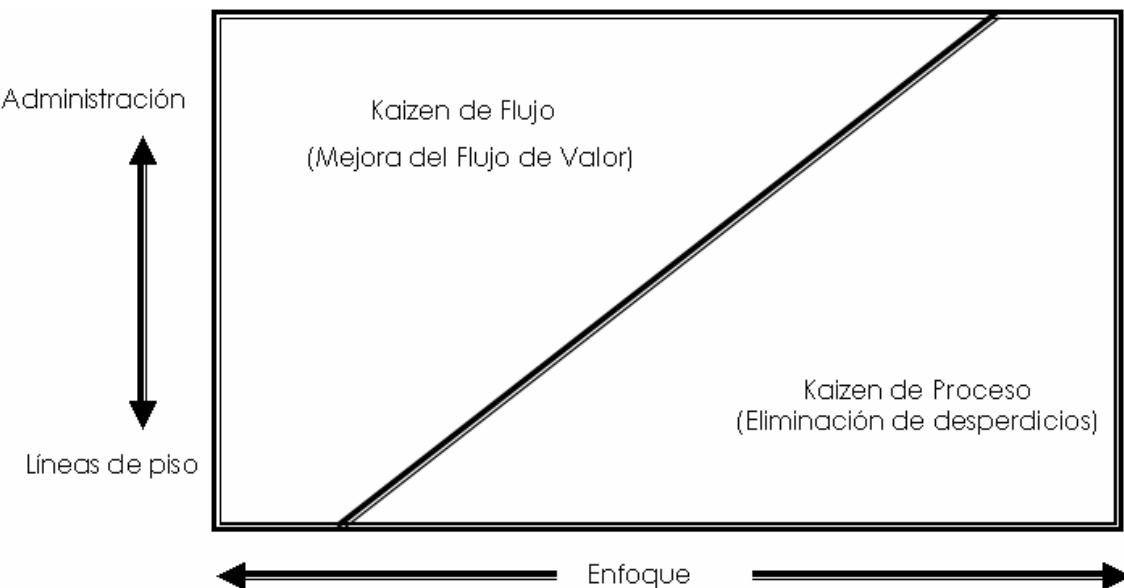


Ilustración 56. Kaizen (Rother y Shook, 2003)

#### 5.2.4.2.2 División de proyectos: Lean o Six Sigma

De entrada se tienen que definir los proyectos Lean para implantar cada una de las herramientas que la filosofía Lean utiliza -las que se hayan detectado como necesarias para mejorar el flujo de valor

en el proceso y se hayan plasmado en el VSM de Estado Futuro- cada una de estos proyectos corresponderá a un SCORE KAIZEN de Flujo.

Los Proyectos Lean que correspondan a Kaizen de Proceso y los proyectos Six Sigma tendrán que ser definidos y se llevarán a cabo por medio de la Metodología SCORE y DMAIC respectivamente.

El siguiente esquema puede ayudar a distinguir qué proyectos asignar a Six Sigma y qué proyectos asignar a Lean como Kaizen de Proceso.

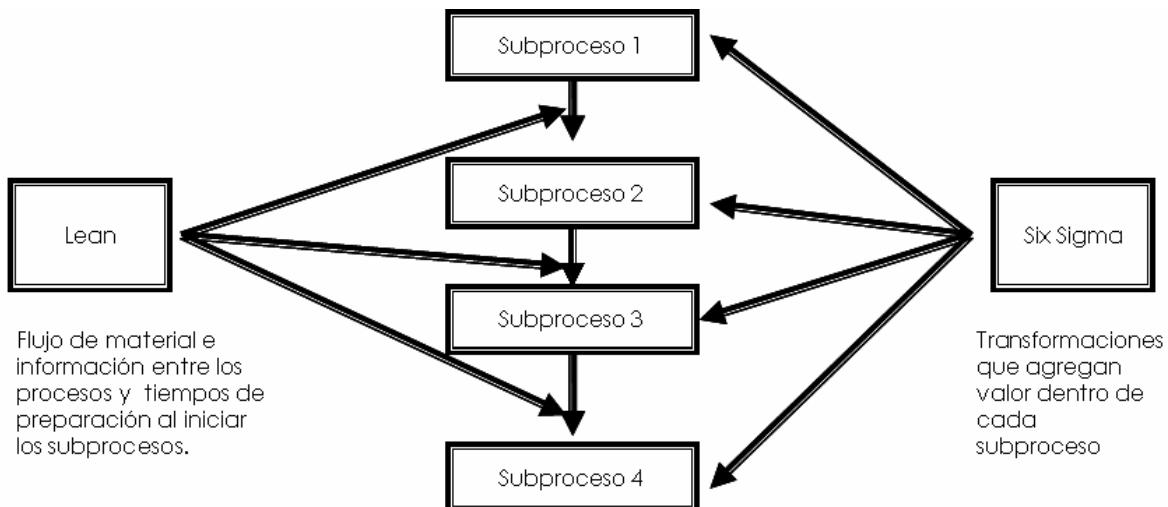


Ilustración 57. Proyectos Lean y Six Sigma

Según Snee (2007) los principios de Lean son más efectivos cuando se usan para lidiar con el flujo de información y material, mientras que el enfoque de Six Sigma es más efectivo cuando se usa para mejorar el pobre desempeño de las transformaciones que agregan valor en los diferentes subprocesos. “En las transformaciones para agregar valor, el reto es manejar la complejidad del paso del proceso y optimizarlo disminuyendo su variación” (Snee, 2007).

Los procesos más complejos tendrán más proyectos dentro de los subprocesos, es decir más proyectos Six Sigma, mientras que los

procesos menos complejos tendrán más proyectos entre los subprocesos, es decir más proyectos Lean. Al mejorar el desempeño y calidad de los subprocesos por medio de Six Sigma y eliminar desperdicios por medio de Lean el tiempo de respuesta hacia el cliente y el desempeño global del proceso se verán ampliamente beneficiados.

Cuando se ha comenzado con los proyectos a nivel de proceso; es decir aplicado lean entre los subprocesos y Six Sigma dentro de ellos es necesario pasar al siguiente nivel, es decir determinar si dentro de los subprocesos es necesario aplicar proyectos ya sea del tipo Lean o del Tipo Six Sigma, cuando se hayan aplicado a los subprocesos se puede llegar a nivel de operaciones aplicando eventos Kaizen sencillos para mejorar el tiempo de la operación.

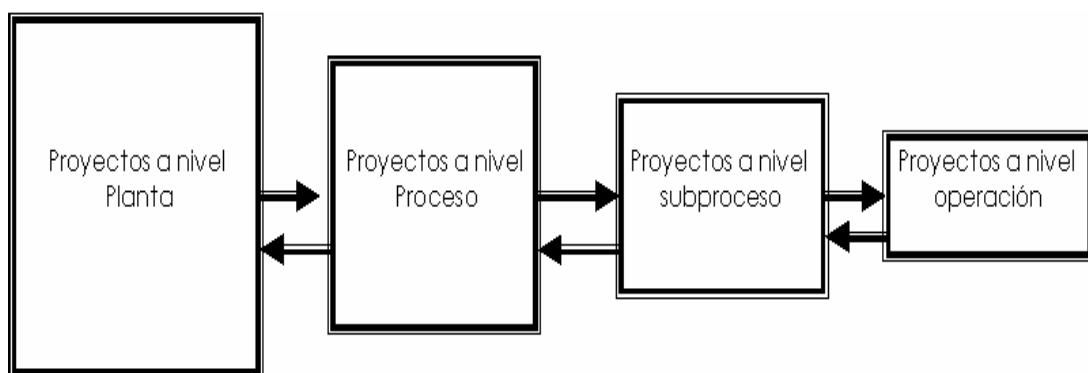


Ilustración 58. Niveles de aplicación de proyectos

El gran beneficio de Lean Six Sigma radica en que esta metodología se enfoca tanto en la variación del proceso como en el flujo. La variación del proceso que resulta en productos defectivos, scrap y retrabajo, también impide el flujo del proceso causando la necesidad de tener grandes inventarios, sobreproducir y tener un gran manejo de materiales, por lo que enfocar la atención en ambos

problemas desde el principio ayuda a eliminar tanto la causa raíz como los síntomas del problema.

## **5.2.5 Fase 7: Implementación de cambios**

Cuando ya se tiene definida la lista de proyectos que hay que desarrollar surge una pregunta importante ¿Por dónde comenzar?, esto es en qué orden se deben de llevar a cabo los proyectos para ir implementando los cambios necesarios para alcanzar el Estado Ideal.

Este orden debe quedar plasmado antes de comenzar la implementación en un plan que sea tan grande o pequeño como el plazo que se haya determinado como tiempo meta para alcanzar los cambios.

A este plan comúnmente se le llama Value Stream Plan y es responsabilidad del administrador del Value Stream Mapping. El formato del Value-Stream Plan es libre, sin embargo debería contener al menos algo parecido al Diagrama de Gantt para que con él se determinen los tiempos de realización de los proyectos.

Ilustración 59. Value Stream Plan

El Value Stream Plan es el resultado del trabajo de análisis que se ha dado, sin embargo hay algunas sugerencia para determinar el orden en que se deben desarrollar los proyectos.

#### *5.2.5.1 En que Segmento/Loop comenzar*

Cuando la organización tiene suficiente presupuesto para capacitación y cuenta con suficiente personal para formar equipos de trabajo para cada uno de los segmentos o loops definidos en el Mapa de Estado Futuro, los cambios necesarios en cada segmento pueden ser simultáneos, y el problema sólo sería en que orden implementar las herramientas Lean y los demás proyectos definidos para dicho segmento, sin embargo no siempre se cuenta con tal capacidad por lo que es necesario definir el segmento en donde se iniciarán los cambios.

Rother & Shook (2003) sugieren que el punto de arranque sea determinado por los segmentos –loops- que se desarrollaron al planear los proyectos, se debe buscar un segmento en donde:

- El proceso sea bien entendido por la gente
- La probabilidad de éxito sea elevada (para crear un momentum)
- Se pueda predecir que habrá un gran impacto

“Una estrategia efectiva es comenzar con el loop del proceso Marcapaso ya que mientras el flujo del Marcapaso se vuelve Lean y además consistente, irá revelando los segmentos que requieren de atención” (Rother & Shool, 2003).

### 5.2.5.2 *Orden de implementación de proyectos*

Cuando que se ha determinado en que segmento del Mapa de Estado Futuro comenzar, aún se sigue teniendo la misma pregunta ¿Por dónde comenzar? Se han establecido una serie de cambios deseables y viables que involucran herramientas nuevas para la organización, además de proyectos que mejoran el desempeño de los subprocesos.

“Lean elimina el ruido y establece un estándar. Six Sigma y sus herramientas son usadas para resolver cualquier desviación de estos estándares” (Wheat, Mills & Carnell, 2003).

“El núcleo de Six Sigma es la estadística” (Wheat, Mills & Carnell, 2003). Por lo tanto la clave de un proyecto exitoso de Six Sigma es tener datos confiables, para esto es necesario trabajar en un proceso estandarizado.

Por lo anterior, los proyectos Lean, en especial los Kaizen de Flujo se deben llevar acabo antes que ningún otro proyecto, ya que no tendría caso trabajar sobre algo que va a cambiar y no se cuenta con certeza a cerca de cómo se va a comportar.

Además; “Uno de los rasgos fundamentales de las técnicas lean es su feedback inmediato. El equipo de mejora y todos los operarios pueden ver con sus propios ojos cómo cambia la situación. Esto es básico para crear la situación psicológica de flujo entre los empleados y el impulso necesario para el cambio en el seno de la organización” (Womack & Jones 2003)

El proceso a seguir es:

1. Hacer cambios radicales en la estructura del flujo del proceso, ya sea material o información, implantando las herramientas Lean.	Proyecto Lean del tipo Kaizen de Flujo.
2. Eliminar desperdicios entre subprocesos, mejorando el flujo de materiales e información.	Proyectos Lean del tipo Kaizen de proceso.
3. Optimizar el desempeño de los subprocesos disminuyendo la variación	Proyectos Six Sigma

Notas:

- Los pasos 1 y 2 podrían ser simultáneos, si la administración de la organización así lo decide.
- La organización debe implantar las herramientas Lean más le convengan.

Ilustración 60. Orden de implementación de proyectos

Existe mucha información a cerca de cómo llevar a cabo los proyectos Six Sigma mediante la metodología DMAIC. Sin embargo la forma de llevar a cabo un proyecto Lean es algo confusa, ya que Lean no cuenta con una metodología para llevar a cabo proyectos. Lean cuenta con la herramienta de Kaizen en la cual se llevan a cabo los Kaizen de proceso y los Kaizen de Flujo, recientemente surgió la metodología SCORE, patentada por Breakthrough Management Group, para llevarlos a cabo.

A pesar de que ya existe una metodología para llevar a cabo proyectos Lean, aún hay dudas sobre cómo implantar las herramientas, ya que no existe un orden concreto para ello, de hecho la investigación de campo de este trabajo arrojó como resultado que una de las principales barreras en la implementación de Lean es la *Falta de conocimiento y de un plan de cómo desplegar las herramientas*.

Para dar solución a esta barrera, se creó una estructura que da orden a las herramientas. La estructura se creó con el software ISM,

tomando en cuenta la experiencia de las persona que participaron en el estudio, quienes ya han vivido la experiencia de llevar a cabo un despliegue Lean o Lean Six Sigma.

#### ***5.2.5.3 Orden de implementación de herramientas Lean***

No existe una forma fija o un modelo o secuencia que guíe en la implementación de las herramientas Lean. Algunas organizaciones de consultoría como The Lean Enterprise Institute (2007) afirman que la secuencia si existe; “Los cinco pasos para la implementación de Lean son los siguientes: Especificar el valor, Mapear el flujo de valor, Hacer que los pasos fluyan, hacer que el cliente atraiga (pull) y perseguir la perfección” (The Lean Enterprise Institute, 2007).

Es fácil distinguir que los pasos que proponen son los 5 principios de Lean Thinking y que es el modelo de implementación de Womack y Jones, sin embargo esta secuencia no dice nada concreto a cerca del orden en que se deben desplegar cada una de las herramientas, por lo que es necesario determinar una estructura que de una secuencia de implementación para poder realizar los proyectos para cada una de las herramientas que se necesitan implementar.

La siguiente estructura fue resultado de la información obtenida en la investigación de campo, la estructura fue expuesta en el Capítulo de Análisis, sin embargo a continuación se detalla la función que tiene dentro de esta Metodología de Despliegue.

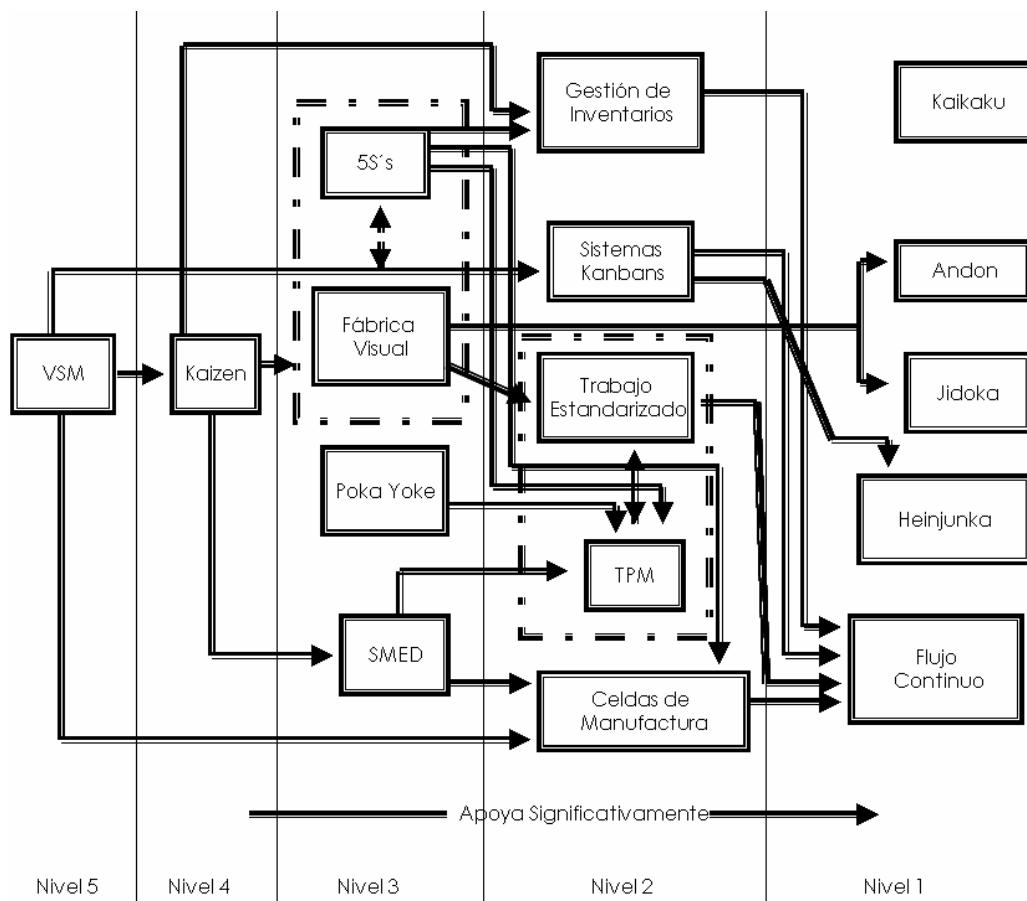


Ilustración 61. Implementación de herramientas Lean

Esta Metodología propone llevar a cabo el despliegue de las herramientas en cinco grandes Niveles –donde los niveles superiores apoyan la implementación de niveles inferiores. Las herramientas en un mismo nivel se pueden implantar de manera simultánea si es que se cuenta con los recursos, de no ser así el administrador del VSM debe decidir por cual empezar.

El nivel 5 es el que se podría considerar más importante, ya que este es el que apoya significativamente el establecimiento de todas las demás herramientas. Si se sigue la Metodología que sido planteada a través de este Capítulo, al llegar a este punto –el de la implementación– el nivel 5, que consiste en el Value Stream Mapping, ya ha sido implementado, por lo que hay que enfocarse en el nivel 4.

El nivel 4 es de suma importancia ya que contiene la herramienta Kaizen, la cual apoya significativamente la implementación de las demás herramientas, ya sea de manera directa o indirecta. Es necesario implementar la herramienta Kaizen ya que de ella depende la implementación de la demás herramientas, ya que esta implementación se llevará a cabo por medio de Kaizen de Flujo, llevados a cabo mediante la metodología SCORE de BMG.

Cuando el Kaizen ya ha sido implantado y los equipos de mejora han sido entrenados en la metodología SCORE, se debe pasar al siguiente nivel.

"La mejor forma de aprender los métodos de Lean es aplicar las técnicas por sí mismo, poner manos a la obra con un poco de coaching" (Rother & Shook). Por lo anterior esta Metodología sugiere preparar al equipo en los conocimientos de la herramienta –como parte del SCORE- y llevarlo a piso a poner en práctica los conocimientos que adquirieron.

El Nivel 3 consta de 4 herramientas: SMED, Poka Yoke, Fábrica Visual y 5S's. La estructura propone que la herramienta 5S's se implante de manera simultanea a la Fábrica Visual, ya que estas forman un ciclo y se complementan, es decir el 5S's facilita la implantación de la Fábrica Visual y viceversa, después de eso, o la par se debe trabajar en la disminución de errores y tiempos de preparación, por medio de la implementación de Poka Yoke y SMED.

El Nivel 2 consta de 5 herramientas: Gestión de Inventarios, Sistemas Kanban, Trabajo Estandarizado, TPM y Celdas de Manufactura. La estructura propone manejar el Trabajo Estandarizado y el TPM como un ciclo e implantarlas de forma simultánea, ya que ambas se apoyan

significativamente. Se deben implantar además la Gestión de Inventarios, Sistemas de Kanban y Celdas de Manufactura, todas estas herramientas facilitarán finalmente lograr tener al Flujo Continuo como herramienta de trabajo.

El Nivel 1, consta de 5 herramientas: Kaikaku, Andon, Jidoka, Heinjunka y Flujo Continuo. Este nivel es el que se ve más apoyado por las herramientas que se desplegaron con anterioridad, por lo que el implantar estas últimas herramientas no debe ser un gran esfuerzo.

El Kaikaku es un caso particular, ya que este no se ve apoyado por otras herramientas, un proyecto Kaikaku deberá llevarse a cabo cuando el administrador del VSM considera necesario hacer un rediseño de cualquier parte de la infraestructura del proceso.

#### ***5.2.5.4 Sugerencia de aplicación de la estructura y herramientas***

A pesar de que la estructura muestra la relación de apoyo entre todas las herramientas no es necesario seguir toda la estructura, pues hacerlo implicaría aplicar todas las herramientas Lean en la planta. Lo anterior sería muy difícil para cualquier organización.

La estructura que se presenta es una guía de apoyo y no un procedimiento a seguir en donde no puede faltar ningún elemento. Por lo que cada empresa debe analizar su situación, así como se debe analizar la situación del proceso en donde se aplicaran las herramientas y metodologías.

El análisis se debe basar principalmente en las fuentes y tipos de desperdicio que se quieran eliminar. La siguiente es una guía de

aplicación de herramientas específicas dependiendo del desperdicio que se quiera atacar.

		Desperdicios						
		Sobreproducción	Inventario	Transporte	Movimiento	Espera	Retrabajo	Sobreprocesamiento
Herramientas	VSM							
	5's							
	SMED							
	TPM							
	Poka Yokes							
	Trabajo Estandarizado							
	Heijunka							
	Sistema de Kanbans							
	Celdas de Manufactura							
	Jidoka							
	Kaizen							
	Andon							
	Flujo Continuo							
	Fábrica Visual							
	Kaikaku							
	Gestión de Inventarios							

Ilustración 62. Guía de Herramientas

Las herramientas que no se pueden hacer a un lado al implementar Lean o Lean Six Sigma son: VSM, Kaizen, Trabajo Estandarizado ya que estas son la base para la aplicación de otras herramientas, con ellas se ataca cualquier tipo de desperdicio.

El Kaikaku también ayuda a eliminar cualquier tipo de desperdicio, sin embargo no es base para la aplicación de otras herramientas, el Kaikaku es de gran utilidad en proyectos a nivel de subproceso y de operación, ya que se trata de cambios en la estructura del proceso que se pueden hacer de manera rápida.

#### ***5.2.5.5 Consideraciones de la implementación***

“Hacer los cambios técnicos también hará más fuerte la necesidad de cambiar la cultura de la organización” (Rother y Shook, 2003) por lo que para tomar control sobre un Despliegue de Lean Six Sigma requiere un cambio organizacional y capacitación desde la alta administración.

“Una consideración importante en la implementación de Lean es evitar el impulso de implementar herramientas individualmente, sin buscar explicación y entender el sistema en el cual se usarán. Esto es difícil de evitar ya que muchas herramientas como 5S, dan resultados inmediatos. Todos los trabajadores deben entender el por qué detrás de la herramienta, o su valor se perderá”. (The Lean Enterprise Institute, 2007).

“Los consultores no pueden resolver los proyectos Lean Six Sigma para la organización. Los miembros de la organización deben resolver los problemas con ayuda de los consultores. Esta es la única forma de que el cambio ocurra” (Wheat, Mills & Carnell, 2003)

“Los novatos en el uso de Lean deben limitar el alcance de sus proyectos iniciales para así asegurar el éxito de los mismos, la gerencia cabo un despliegue se debe tener en mente que el comienzo será difícil” (The Lean Enterprise Institute, 2007).

### ***5.3 Conclusiones***

En este Capítulo se expuso la Metodología de Despliegue para Lean Six Sigma. El Capítulo comienza explicando qué es una metodología y con ello se establece la necesidad de desarrollar los

“qué” y “cómo” para un despliegue de Lean Six Sigma, los cuales se desarrollan a lo largo del capítulo, mediante la Metodología en sí.

Como conclusión importante a cerca del desarrollo de la Metodología de despliegue se obtuvo que:

- El Value Stream Mapping es una herramienta indispensable para el despliegue Lean, pero también puede ser usada como medio para detectar los proyectos Six Sigma, si ambos proyectos se declaran mediante esta herramienta, el VSM se vuelve un medio para la administración del despliegue
- Observar la realidad del proceso es la única manera de determinar la necesidad de cambio, ya que es la única forma de romper con el status quo y con ello desarrollar un compromiso y gusto por el cambio
- Si lo que se busca son procesos esbeltos el desarrollo del Estado Futuro o Ideal se debe hacer basado en los modelos conceptuales que existen de la filosofía Lean
- El TOC puede ser usado para estudiar las posibles restricciones del sistema y eliminarlas por medio de proyectos
- Todo cambio deseable y viable que se haya establecido por medio de la comparación de los VSM Actual y Futuro se debe traducir a un proyecto de mejora, la sea proyecto Lean o proyecto Six Sigma
- Los Proyectos Lean se utilizan para mejorar el flujo de materiales e información entre los subprocessos
- Los proyectos Lean se pueden dividir en dos tipos de proyectos los Kaizen de Flujo y los Kaizen de proceso
- Los Kaizen de Flujo se deben llevar a cabo antes que cualquier otro proceso, ya que estos establecerán nuevos estándares.

- Los proyectos Six Sigma se utilizan para disminuir la variación de los subprocesos y de esta manera mejorar el desempeño de los mismos
- El disminuir la variación implica también mejorar el flujo, pues la falta de consistencia entre los procesos produce exceso de inventario, retrabajo y desperdicios en general
- No existe un orden fijo para la implementación de las herramientas Lean, sin embargo esta Metodología establece una estructura que pretende derribar esta barrera, que según el Estudio de Campo de esta misma investigación es una de las principales que impiden la implementación de Lean.

El siguiente Capítulo continúa estableciendo los estándares que hay que seguir para dar soporte a la Metodología de Despliegue.

## ***Capítulo 6***

## ***Estandarización***

---

---

Este capítulo tuvo como objetivo presentar las acciones necesarias para estandarizar el proceso de despliegue en cualquier organización.

Después de presentar la Metodología de Despliegue, es necesario dar a conocer las acciones que una empresa debe llevar a cabo para que la Metodología funcione, ya que el llevarla a cabo la primera vez es relativamente sencillo, sin embargo hacer de la Metodología un ciclo continuo es complicado pero es lo que hará que la organización tenga éxito y logre obtener procesos esbeltos.

Como parte de las necesidades para hacer de Lean Six Sigma una forma de trabajo se encuentran:

- Organigrama Lean
- Función Lean Six Sigma
- Entrenamiento Estandarizado
- Sistema contable Lean Six Sigma

### ***6.1 Introducción***

Para consolidar el despliegue de Lean Six Sigma es necesario crear plataformas de lanzamiento. “Es necesario una plataforma de cambio para enrolar a la organización en la forma y significado de Lean Six Sigma. Es necesario enrolar a gente comprometida y convencida ya que Lean Six Sigma envuelve mucha disciplina y

esfuerzo extra de parte del personal. Básicamente se está pidiendo a cada uno en la organización que defina y refine, el modo de pensar y hacer su trabajo" (DeCarlo & BMG, 2007).

Por lo anterior será necesario disponer de un "método de enseñanza del pensamiento Lean Six Sigma para los empleados (incluyendo también a los empleados de clientes y proveedores implicados en los flujos de valor" (Womack & Jones, 2003).

"La clave a recordar es que se necesita de agentes de cambio para dirigir una iniciativa de Lean Six Sigma, y para implementar los proyectos asociados a la misma" (DeCarlo & BMG, 2007).

## ***6.2 Lean Six Sigma como forma de trabajo en la organización***

Muchos líderes de empresas que tratan de hacer un despliegue Lean Six Sigma, al tener éxito con la primera ronda de proyectos llegan a conclusiones equivocadas al pensar que lo que han hecho para una actividad es lo que hará que otra actividad tenga éxito, es decir, pretenden copiar los modelos entre las diferentes familias de productos. Al hacer esto están destinando el despliegue al fracaso ya que "la realidad es que están al principio. La siguiente barrera a franquear es la puesta en marcha de una organización capaz de canalizar el flujo de valor y evitar que el flujo se interrumpa de nuevo" (Womack & Jones, 2003).

Lo anterior supone la reorganización del negocio. James Womack y Daniel Jones (2003) sugieren la reorganización por familias de productos, nombrando un responsable para cada producto.

Además de la división por familias sugieren crear una función de promoción, en este caso una función de promoción Lean Six Sigma. En

esta función se deberá depositar la responsabilidad de la administración del despliegue así como las competencias acumuladas, que tanto ha costado adquirir.

“Por último, implica la creación de una mentalidad donde el fracaso puntual en busca del objetivo correcto sea admisible y donde toda mejora del rendimiento nunca sea suficiente” (Womack & Jones, 2003).

### *6.2.1 Organigrama Lean Six Sigma*

De acuerdo James Womack & Daniel Jones, en su libro *Lean Thinking*, el verdadero objetivo de una organización es identificar y canalizar el flujo de valor de cada una de las familias de productos con las que cuenta, para que el valor fluya suavemente hacia el cliente.

“A medida que se vayan eliminando las fallas en la producción física, en la gestión de pedidos y en el desarrollo de productos, se hará patente que la organización por familia de productos y que el flujo de valor es el mejor medio de lograr los objetivos. Cuando se adapte la infraestructura al tamaño adecuado, se pondrá de manifiesto que una gran parte de su personal y de su equipo puede trabajar dedicado a una familia de productos específica” (Womack & Jones, 2003).

La sugerencia de los pioneros del pensamiento Lean implica la identificación de las familias de productos y el replanteamiento de funciones para realinear las actividades de marketing, ventas, desarrollo de productos, planificación, producción y compras en unidades coherentes. El organigrama que se presenta es sólo un prototipo, sin embargo, la idea básica puede aplicarse a la mayor parte de las organizaciones.

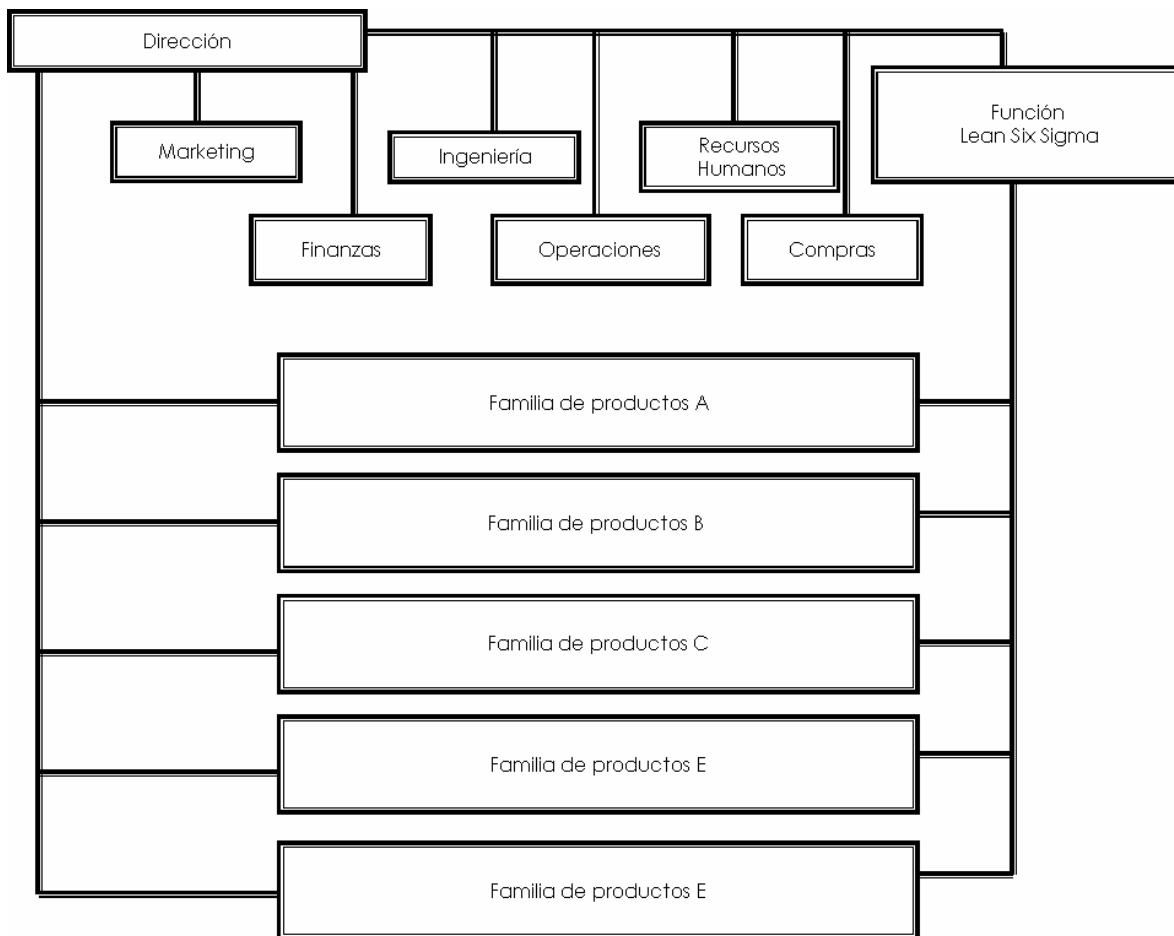


Ilustración 63. Organigrama Lean (Adaptado de Womack &amp; Jones, 2003)

En el organigrama propuesto por Womack & Jones, los equipos de familias de productos son los que absorben la mayor parte del esfuerzo humano del negocio. En cambio, la importancia de las funciones tradicionales se ve reducida.

### 6.2.2 Sistema de Contabilidad Lean Six Sigma

La mayoría de las empresas trabajan con sistemas de contabilidad clásicos basados en el Costeo Estándar, últimamente algunas organizaciones se orientan al Costero Basado en la Actividad (ABC). Según Womack & Jones (2003) esto último es un gran avance pero no es suficiente, lo que ellos sugieren es un "sistema de

determinación de costos por flujo de valor basado en el producto y que cobra los costos del desarrollo del producto, de venta, de producción, y de los proveedores, a fin de que todos los participantes de una cadena de valor puedan ver claramente donde sus esfuerzos colectivos están añadiendo más coste que valor o a la inversa" (Womack & Jones, 2003).

Se han realizado diversas investigaciones a cerca de cómo debe ser el sistema contable para que los beneficios de los proyectos tanto Lean como Six Sigma sean reconocidos. Una de estas investigaciones fue la realizada por Adolfo Villareal Urbina ( 2006) llamada "Integración del Balanced Scorecard y el ABC /M para garantizar los beneficios financieros de los proyectos Seis Sigma", en ella se puede encontrar más información con respecto al Sistema Contable.

### *6.2.3 Función Lean Six Sigma*

Todo el personal de la organización deberá tener una noción de lo que es Lean Six Sigma y de lo que esto significa para la organización, sin embargo deberá haber una fracción del personal que sea entrenada fuertemente en la Metodología, esta fracción del personal es la o que se denominará Función Lean Six Sigma.

James & Womack recomiendan combinar la función de Control de Calidad con la función de promoción Lean para que la mejora de calidad, el aumento de productividad, la disminución del plazo de entrega, los ahorros de espacio y todas las demás dimensiones del rendimiento del negocio , sean evaluadas de manera simultánea.

Esta Metodología se apoya de la infraestructura humana que provee la metodología Six Sigma, ya que ésta se encuentra muy

estandarizada, pero propone incluir algunos cambios como la integración de funciones necesarias para la administración de Lean.

La infraestructura humana para la Función Lean Six Sigma que propone la Metodología diseñada en esta investigación es la siguiente:

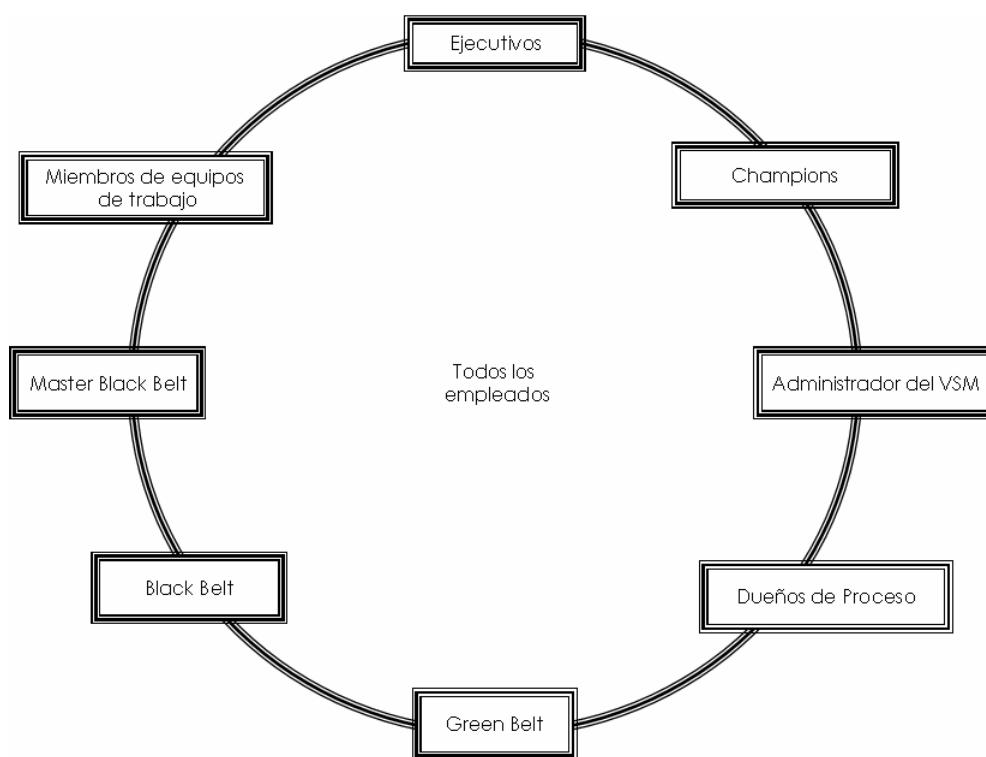


Ilustración 64. Infraestructura Humana de Lean Six Sigma

#### *6.2.3.1 Ejecutivos*

Según Breyfogle (2001) los Ejecutivos son los encargados de establecer el compromiso, en este caso el compromiso con la Metodología de Despliegue para Lean Six Sigma, y promoverla por toda la organización.

El papel fundamental de los líderes ejecutivos es decidir implantar Lean Six Sigma, para promocionarla públicamente a través de toda la organización. Los líderes de la organización deberán lanzar y reforzar la

visión global de Lean Six Sigma para conseguir el apoyo y la participación de todos.

Es importante que Lean Six Sigma se trate de una iniciativa a nivel de toda la organización. A medida que empiece esta iniciativa de cambios, el liderazgo visible es crucial.

El Ejecutivo de Lean Six Sigma cohesiona a los empleados, otorga legitimidad a sus proyectos y manda la señal más clara de que Lean Six Sigma y sus resultados son la prioridad en la organización.

#### ***6.2.3.2 Champions***

Según Breyfogle (2001) los Champions son esenciales en el éxito o fracaso de cualquier iniciativa de Lean Six Sigma.

En esta Metodología un Champion es un defensor que lucha por la causa de los Black Belts y para remover obstáculos (funcionales, financieros, personales o similares) para que los Black Belts puedan realizar su trabajo.

Los Champions están más próximos a los procesos y no es una exageración decir que son sus propietarios. Los Champions tienen la responsabilidad diaria de supervisar y dirigir cada uno de los elementos críticos. Deben informar a la alta dirección acerca del progreso de los proyectos y deben apoyar a sus equipos.

Los Champions son los encargados de asegurar que los proyectos escogidos se alinean con la estrategia ejecutiva y de que ésta puede ser fácilmente entendida y aceptada por los equipos de los proyectos.

Los Champions son los encargados de seleccionar a los candidatos a Black Belts, identificar las áreas de proyectos y de establecer metas claras y medibles para los proyectos. Deben hacer lo imprescindible para mantener los proyectos al día.

Los Champions deben hacer las funciones de abogados y defensores, de mentores y entrenadores. El Champion es en última instancia el responsable del proyecto Lean Sigma.

Los Champions deben comprender a fondo la estrategia y la disciplina de Lean Six Sigma y ser capaces de enseñar a otros acerca de sus herramientas e implementación.

#### ***6.2.3.3 Administrador del VSM***

“Seguir el flujo de valor de una familia de productos requiere cruzar fronteras entre los departamentos de una organización” (Rother & Shook, 2003). Por lo general las compañías están organizadas por departamentos, por lo que no hay alguien que se responsabilice de toda la cadena de flujo de valor de una familia de productos, es por eso que para esta Metodología es necesaria establecer la función del Administrador del VSM.

Esta persona es necesaria para que se responsabilice y entienda el flujo completo de una familia de productos y así la pueda mejorar, esto evitara que los subprocesos se vean como islas funcionales aisladas.

El Administrador del Value Stream Mapping debe reportar el progreso a los Champions y también debe tener el poder necesario para ayudar a que se de el cambio.

Las funciones específicas del Administrador del VSM según Rother & Shook (2203) deben ser:

- Reportar el progreso de la implementación de Lean Six Sigma a los Champions y Ejecutivos
- Ser una persona dentro de la organización –no consultor– con la capacidad de hacer que el cambio suceda debe tener poder a nivel inter-departamental
- Dirigir la creación del VSM de Estado Actual y del diseño del VSM de Estado Futuro, así como el facilitador de la comparación entre ambos, en donde deben participar los Champions
- Es responsable junto con el Master Black Belt de la creación del plan de implementación.
- Monitorear todos los aspectos de la implementación.
- Caminar y checar el flujo de valor de la familia de productos periódicamente.
- Hacer de la implementación la prioridad
- Mantener al día el plan de implementación.

#### **6.2.3.4 Dueños de Proceso**

"Los Dueños de Proceso son las personas con la mayor responsabilidad en la operación y salidas de un proceso dado" (DeCarlo & BMG, 2007)

En algunos casos los Dueños de Proceso pueden ser también Green o Black Belts que dirigen la ejecución de un proyecto Lean Six Sigma. En otros casos este rol trabaja con los Green y Black Belts para alcanzar mejoras sustentables.

Los Dueños de Proceso pueden ayudar en la selección de proyectos ya que tienen idea de la viabilidad de los cambios que se proponen al comparar el VSM de Estado Actual con el de Estado Futuro.

El rol de Dueño de Proceso es indispensable ya que es quien se queda a cargo de implementar las mejoras cuando el Black Belt entrega le entrega los resultados del proyecto que se realizó en el proceso que está a su cargo.

#### ***6.2.3.5 Green Belt***

Según Breyfogle (2001) los Green Belts ayudan a los Black Belts en su área funcional. Trabajan en los proyectos a tiempo parcial, normalmente en áreas específicas y delimitadas. Aplican las herramientas específicas de Lean Six Sigma para examinar y solucionar los problemas crónicos en proyectos dentro de sus trabajos normales. En este sentido, el conocimiento se transfiere y se utiliza en aplicaciones aún más específicas.

Los Green Belts también ayudan a los Black Belts a conseguir más, en menos tiempo. Pueden ayudar a recoger o analizar los datos, realizar experimentos o conducir otras tareas importantes en un proyecto. Son miembros de un equipo con suficiente comprensión de Six Sigma como para compartir las herramientas y transformar la cultura de la compañía desde sus cimientos.

#### ***6.2.3.6 Black Belt***

Según Breyfogle (2001) la función de los Black Belts es trabajar de tiempo completo en los proyectos seleccionados. Como líderes del

equipo y jefes del proyecto, los Black Belts son esenciales para el éxito de Lean Six Sigma. Las personas en este rol deben estar entrenadas para indagar en los problemas crónicos y de alto impacto, y arreglarlos con las técnicas y prácticas de Lean Six Sigma.

Aunque los Champions son los responsables de lograr los resultados económicos, puesto que seleccionan los proyectos y monitorizan el progreso, los Black Belts son los responsables de realizar el trabajo. Ellos persiguen los objetivos del proyecto, se esfuerzan por comprender las causas y efectos de los defectos, y desarrollan los pasos necesarios para eliminarlos de forma permanente.

Los Black Belts son los elegidos para solucionar los problemas dentro del marco de Lean Six Sigma, y deben estar entrenados para ser líderes técnicos en el uso de las herramientas y métodos de Lean Six Sigma.

#### ***6.2.3.7 Master Black Belt***

Según Breyfogle (2001) el Master Black Belt tiene la función de entrenador, mentor y guía. Ayuda a seleccionar al personal adecuado y asiste en la revisión y selección de proyectos que le permitirán obtener aquellos dólares escondidos que pretende conseguir.

Una vez que tenga encaminada su iniciativa Lean Six Sigma, se hayan establecido todos los elementos necesarios, haya designado y entrenado al personal en sus funciones, empezado los proyectos y cosechado algunos resultados, podrá graduar a miembros de su equipo al nivel de Master BB. Esto asegurará no solo la supervivencia de su iniciativa, sino también el éxito sostenido.

Las iniciativas Lean Six Sigma deben ser auto perdurables, a medida que los miembros de su equipo ganan en experiencia y algunos se convierten en Master BB, estará en el camino correcto hacia el sostenimiento de los resultados en Lean Six Sigma.

El Master BB es un experto en las herramientas y tácticas de Lean Six Sigma, así como una fuente valiosa en términos de experiencia técnica e histórica.

Maestro, mentor y agente principal del cambio, el Master Black Belt asegura que la infraestructura necesaria está disponible y que los Black Belts están formados. Este rol debe enfocar el 100% de sus esfuerzos en la mejora de los procesos.

Un aspecto clave del rol de un Master BB es su capacidad para facilitar, de forma hábil, la resolución de problemas sin tener que hacerse cargo de un proyecto.

Un Master BB es un activo de gran valor cuando se pretende iniciar una iniciativa Lean Six Sigma, ya que coordina y colabora con la alta dirección, aconseja y entrena a los Black Belts y mantiene al Champion y Administradores del VSM centrados en lo que es realmente importante en la selección de los proyectos e implementación de Lean Six Sigma.

#### ***6.2.3.8 Miembros de equipos de trabajo***

Cualquier persona que forme parte de la organización o de empresas que sean proveedoras puede en algún momento llegar a ser miembro de un equipo de trabajo Lean Six Sigma.

Evans y Lindsay (2005) en su libro *Administración y Control de Calidad* proponen un proceso para el desarrollo de equipos de trabajo, este proceso puede ser útil para la formación de equipos Lean Six Sigma.

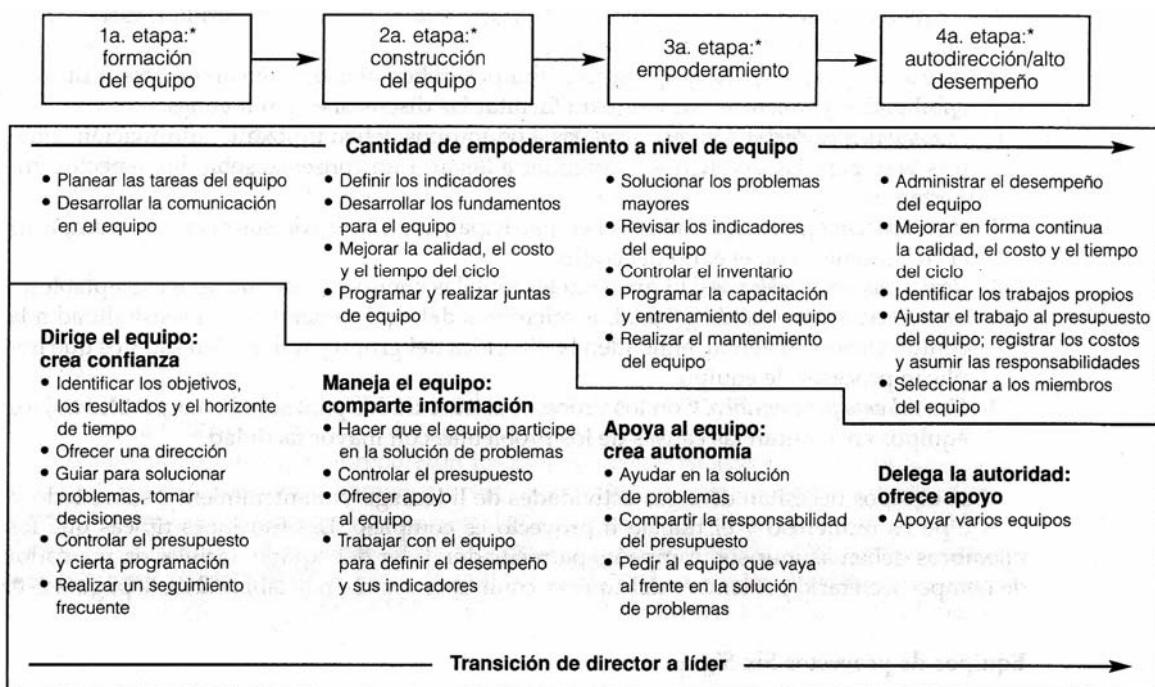


Ilustración 65. Proceso de desarrollo de equipos (Evans y Lindsay, 2005)

#### 6.2.4 Entrenamiento Estandarizado

Para que Lean Six Sigma llegue para quedarse a una organización es indispensable que esta invierta en capacitación.

“Cualquier organización que pretenda practicar Lean Six Sigma primero necesita entrenar y educar a los líderes y personal -y esta debe ser una actividad continua no de una sola ocasión” (DeCarlo & BMG, 2007).

En un principio será necesario el servicio de alguna compañía consultora, pero siempre con la idea de independizarse. El Programa ITESM-BMG en Six Sigma utiliza un plan de consultoría a 3 años, en donde se busca que al tercer año la empresa sea totalmente capaz de mantener Lean Six Sigma por sí misma.

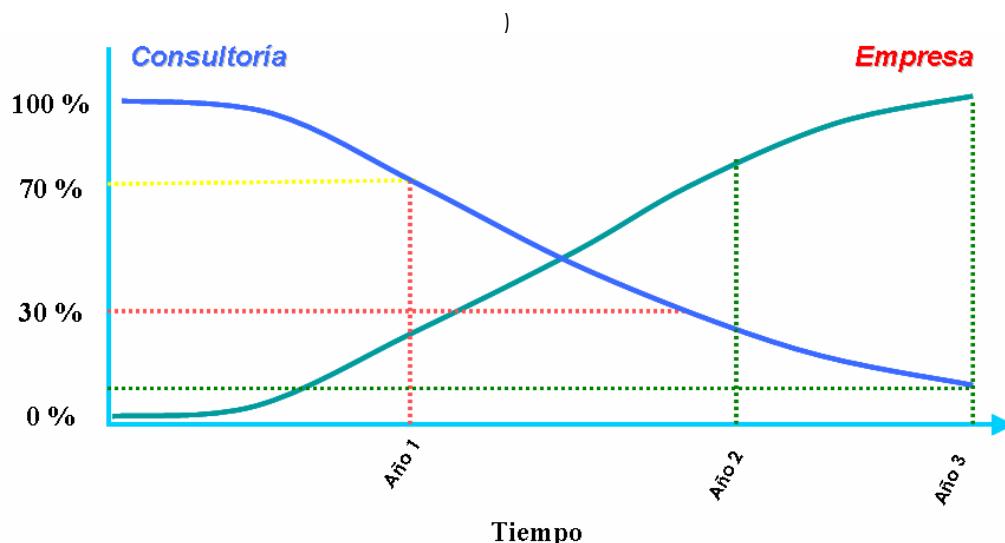


Ilustración 66. Plan a 3 años (Programa ITESM-BMG)

La infraestructura de entrenamiento se debe enfocar en un principio al entrenamiento de Champions, Administrador del VSM y Belts, a la par del entrenamiento se irá ejecutando el primer ciclo de la Metodología, los consultores fungirán como Master Black Belt y ayudaran al Administrador del VSM a desarrollar el Mapa de Estado Futuro. Después cuando el primer ciclo haya terminado, se debe comenzar a entrenar algunos Belts como Master Black Belts.

Según DeCarlo & BMG (2007) otros aspectos que hay que cuidar dentro de la infraestructura de entrenamiento para contar con un entrenamiento estandarizado son el plan curricular de entrenamiento de los roles principales Black Belt, Green Belt y Master Black Belt, así como el implantar una noción general de que es Lean Six Sigma al personal de toda la organización.

#### **6.2.4.1 Plan curricular de Entrenamiento Green y Black Belts**

El plan curricular de entrenamiento para Green y Black Belts debe de incluir todos las herramientas utilizadas en Lean ya que la eliminación de desperdicios es una de las prioridades en Lean Six Sigma, en la parte estadística si hay diferencia en los entrenamientos, ya que un Black Belt tiene que ser capaz de resolver problemas más complejos.

Compendio del Programa		
Tema	Green Belt	Black Belt
<b>Introducción a Manufactura Esbelta</b>		
Antecedentes		
Objetivos Manufactura Esbelta		
Pensamiento Esbelto		
<b>2. Metodología Manufactura Esbelta</b>		
1.- Especificar valor		
2.- Identificar flujo de valores		
3.- Mejorar flujo		
4.- Jalar procesos		
5.- Perfeccionar procesos		
<b>Control Visual (5 S's)</b>		
Trabajo Estandarizado		
Just in Time (JIT)		
Jidoka		
Kaizen		
Mapeo de Flujo de Valor (VSM)		
TPM		
SMED		
Takt Time		
Kanban		
Andon		
Células de Manufactura		
Flujo de una Pieza		
Heijunka		
Poka yoke		
Mapeo de Flujo de Valor Futuro (VSM)		
Sinergia entre Lean Manufacturing y Seis Sigma		
Planeación de la implantación de Lean		
Metodología SCORE		
<b>INTRODUCCIÓN A SEIS SIGMA</b>		
Introducción a la Metodología Seis Sigma		
Despliegue Organizacional Seis Sigma		
Identificación de Proyectos		
<b>DEFINICIÓN</b>		
1.1 Definición de Proyectos		
1.2 Introducción al Minitab		
1.3 Estadística Básica		
1.4 Introducción a ANOVA		
<b>MEDICIÓN</b>		
2.1 Mapeo del Proceso		
2.2 Matriz Causa-Efecto (C&E)		
2.3 Análisis de la Capacidad del Proceso (Cp, Cpk)		
2.4 Análisis del Modo y Efecto de Falla (AMEF)		
2.5 Análisis del Sistema de Medición (MSA y Gage R&R)		
2.6 Rolled Throughput Yield		
2.7 Lean Manufacturing		
2.8 Sinergia entre Lean Manufacturing y Seis Sigma		
2.9 Minitab 2		
2.10 Estadística Avanzada		
<b>ANÁLISIS</b>		
3.1 Métodos Gráficos		
3.2 Intervalos de Confianza		
3.3 Pruebas de Hipótesis		
3.4 Pruebas para Medias		
3.5 Pruebas de Varianza		
3.6 Pruebas de Proporciones		
3.7 Tablas de contingencia		
3.8 Correlación y Regresión		
3.9 Selección del Tamaño de Muestra		
3.10 ANOVA		
<b>INCREMENTO</b>		
4.1 Introducción al Diseño de Experimentos		
4.2 Diseño Factorial Completo		
4.3 Diseño Factorial 2 <sup>k</sup>		
4.4 Bloques Aleatorios		
4.5 Factorial Fraccionado		
4.6 EVOP		
<b>CONTROL</b>		
5.1 Fundamentos de Calidad		
5.2 Gráficas de Control X-R		
5.3 Gráficas de Control Rango Móvil		
5.4 Gráficas de Control por Atributos		
5.5 Capacidad y Habilidad de Procesos		
5.6 Conceptos Avanzados de CEP		
5.7 Diseño de Superficies de Respuesta		
5.8 Regresión Múltiple		

Ilustración 67. Plan Curricular Lean Six Sigma para Green y Black Belts (Programa ITESM-BMG)

#### **6.2.4.2 Plan curricular de Entrenamiento Master Black Belts**

El Master Black Belt es la piedra angular para un despliegue exitoso de Lean Six Sigma, por lo que hay que asegurar el entrenamiento del mismo para poder dejar ir a los Consultores y ser independientes en cuanto a la Metodología Lean Six Sigma. El plan

curricular de entrenamiento de un Master Black Belt, debe brindar, al Black Belt que lo tome, las habilidades para que sea un buen entrenador y asesor además de incrementar sus conocimientos en materia de estadística y otras herramientas, en especial herramientas para el diseño y rediseño de procesos.

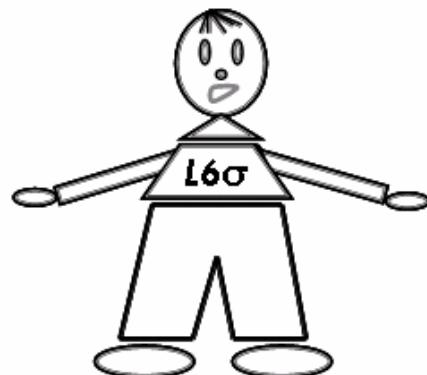
Las habilidades de entrenador se adquieren por medio del “Train the Trainer Workshop”, en donde se tratan temas de Liderazgo, Esteras del conocimiento y Técnicas de manejo de grupo. Este taller es indispensable para los Master Black Belt. Además del taller anterior, el Master Black Belt debe ser entrenado en Diseño para Six Sigma (DFSS), otros cursos que podría tomar son TRIZ, Lean Six Sigma Transaccional, Herramientas Estadísticas no paramétricas y Lean Design.

#### *6.2.4.3 Manual para difundir la Cultura Lean Six Sigma en la Compañía*

En un principio, el entrenamiento de los Green y Black Belts debe ser por medio de consultores o compañías certificadoras, sin embargo, hay que difundir la Metodología en todos los niveles de la organización para que el personal tenga una noción general de lo que pasará, ya que ellos son quienes vivirán los cambios que se lleven a cabo. A continuación se presenta un prototipo del Manual para esta Metodología.

# CÓMO LOGRAR PROCESOS ESBELTOS CON LEAN SIX SIGMA

## METODOLOGÍA DE DESPLIEGUE BASADA EN SSM



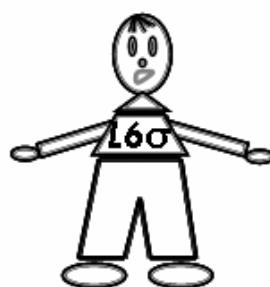
### Manual de Información Básica

# ¿Qué es Lean Six Sigma?

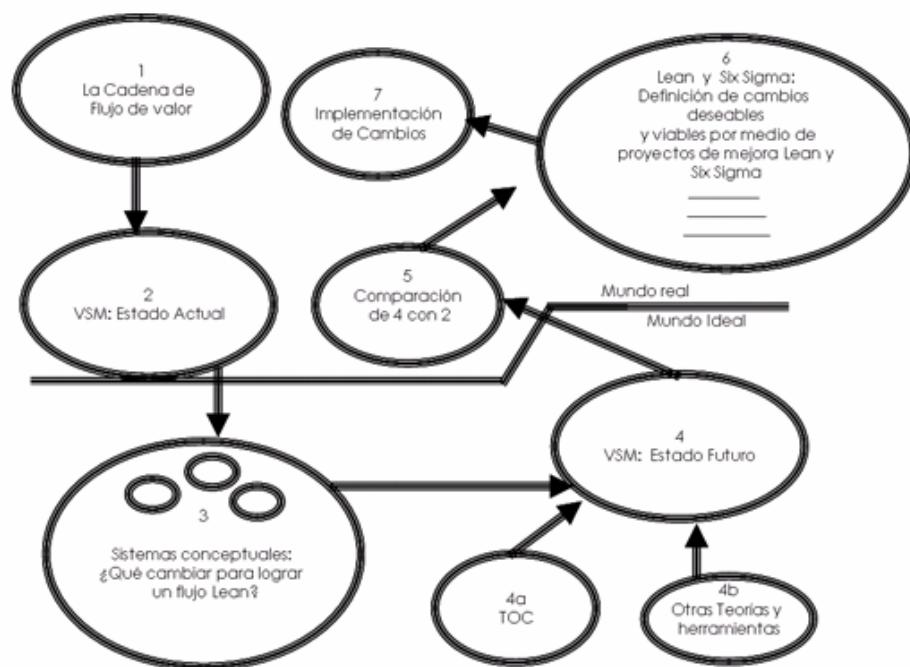
Lean Six Sigma es la combinación de dos enfoques de clase mundial para la mejora organizacional.

Con esta Metodología se podrá incrementar el desempeño por medio de la eliminación de desperdicios y la disminución de la variabilidad en los procesos.

Lean Six Sigma permitirá obtener resultados de mayor calidad, en menor tiempo y con menor costo.

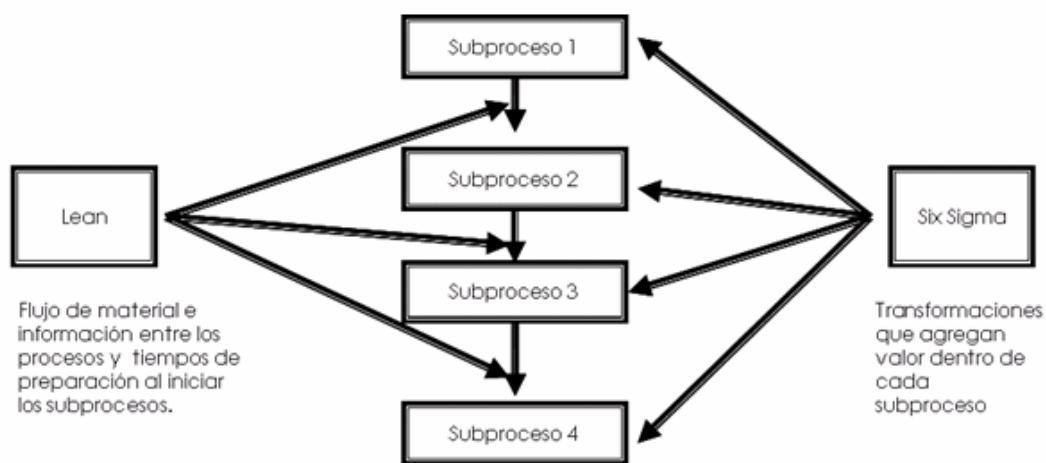


# Metodología de Despliegue



El Despliegue de la Metodología Lean Six Sigma se llevará a cabo mediante 7 pasos. En ellos estableceremos la situación actual y un estado futuro al comparar ambos estados surgirá una serie de cambios que se llevarán a cabo mediante proyectos, ya sean del tipo Lean o del tipo Six Sigma.

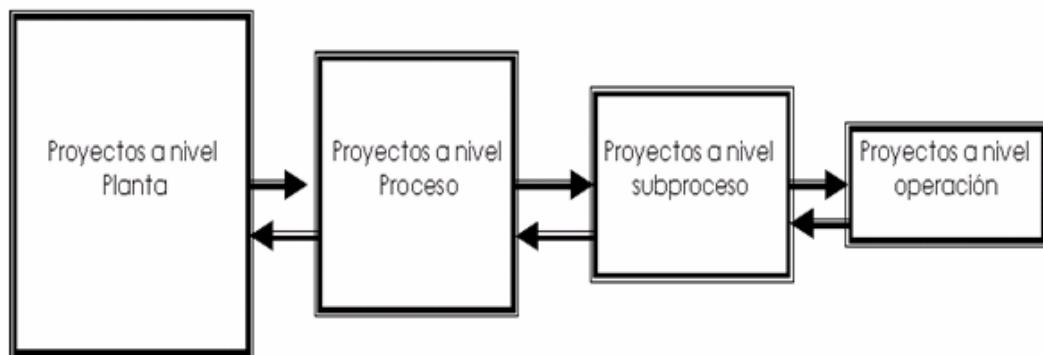
# ¿Cómo se llevarán a cabo los proyectos?



Los proyectos Lean se aplicarán entre los subprocesos para mejorar el flujo de material e información eliminando así los diferentes tipos de desperdicios.

Los proyectos Six Sigma se llevarán a cabo dentro de los subprocesos para mejorar el desempeño de las transformaciones que agregan valor.

# Niveles de aplicación de proyectos



Cuando se ha comenzado con los proyectos a nivel de proceso; es decir aplicando lean entre los subprocesos y Six Sigma dentro de ellos es necesario pasar al siguiente nivel, es decir determinar si dentro de los subprocesos es necesario aplicar proyectos ya sea del tipo Lean o del Tipo Six Sigma, cuando se hayan aplicado a los subprocesos se puede llegar a nivel de operaciones aplicando eventos Kaizen sencillos para mejorar el tiempo de la operación.

# Proyectos Lean

Los proyectos Lean se dividen en dos tipos:

Kaizen de Flujo:

Es un proyecto que mejorará el flujo en la cadena de valor, por lo general consistirá en la implantación de alguna herramienta Lean.

Kaizen de Proceso:

Es un proyecto para mejorar un punto específico en el proceso.

Ambos se llevarán a cabo mediante la metodología SCORE

# Proyecto Six Sigma

Los Proyectos Six Sigma se llevarán a cabo mediante la Metodología DMAIC y serán proyectos enfocados a mejorar el desempeño de los subprocesos, es decir a disminuir la variabilidad en las salidas de los mismos.

# DMAIC

Consiste en 5 fases:

## **Definición:**

Consiste en definir el propósito del proyecto así como sus métricos. Se recolecta información del proceso y cliente.

## **Medición:**

La meta en esta parte es enfocarse en obtener información de la situación actual del proceso, variables que lo afectan y que podrían estar causando el problema.

## **Análisis:**

El objetivo es identificar la causa raíz del problema y confirmarlo con datos.

## **Incremento:**

Se trata de eliminar la causa raíz del problema, e incrementar el desempeño.

## **Control:**

El objetivo es evaluar la solución y el plan, mantener el incremento logrado por medio de la estandarización y control de las acciones tomadas.

# SCORE

Consiste en 5 fases:

## **Selección:**

Consiste en la selección del problema a resolver, y con ello, la metodología a utilizar para resolverlo.

## **Clarificación:**

Consiste en la clarificación de la declaración y alcance del objetivo del proyecto

## **Organización:**

Consiste en la organización del equipo y en el entrenamiento de los integrantes en las herramientas requeridas.

## **Corrida:**

Es el evento en sí se hacen los cambios necesarios, se implementan las herramientas y se prueba la implementación.

## **Evaluación:**

Se trata de la evaluación de los resultados y la estandarización de los nuevos procedimientos, así como definir cómo se hará el trabajo de ese punto en adelante.

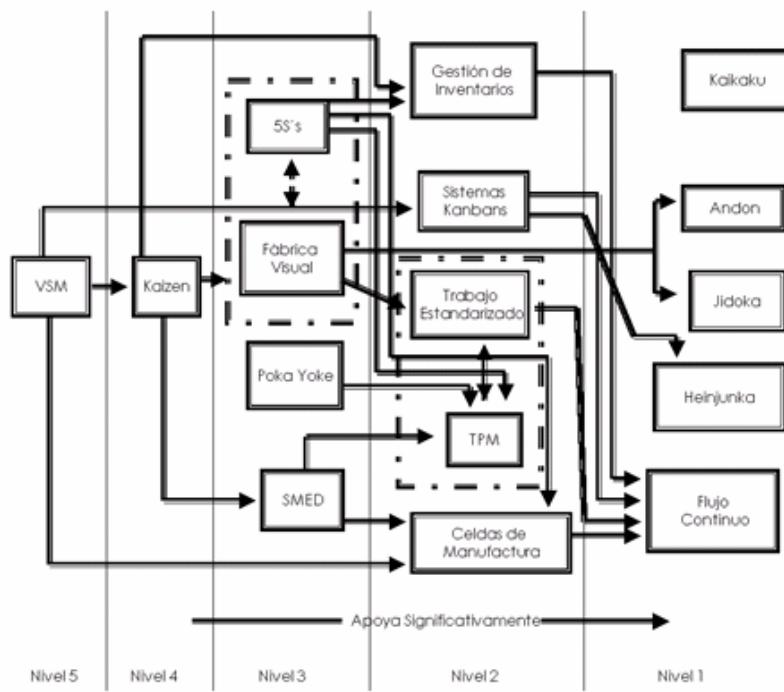
# Orden de aplicación de proyectos

1. Hacer cambios radicales en la estructura del flujo del proceso, ya sea material o información, implantando las herramientas Lean.	Proyecto Lean del tipo Kaizen de Flujo.
2. Eliminar desperdicios entre subprocesos, mejorando el flujo de materiales e información.	Proyectos Lean del tipo Kaizen de proceso.
3. Optimizar el desempeño de los subprocesos disminuyendo la variación	Proyectos Six Sigma

Notas:

- Los pasos 1 y 2 podrían ser simultáneos, si la administración de la organización así lo decide.
- La organización debe implantar las herramientas Lean más le convengan.

# Orden de implantacion de herramientas Lean



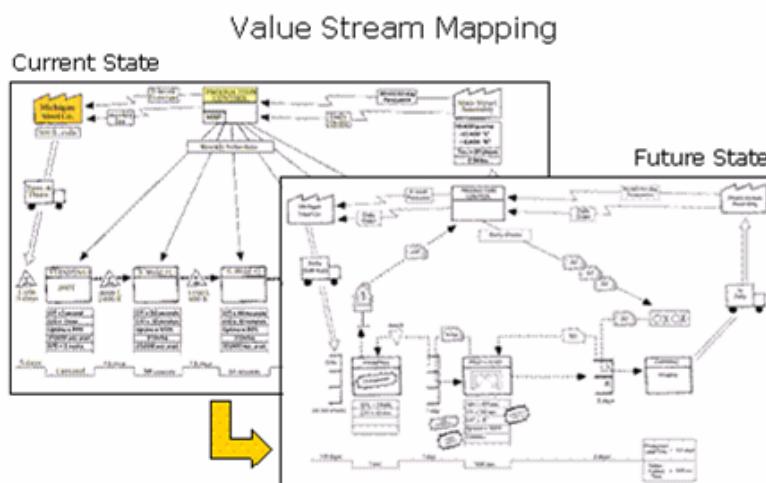
# Guía de aplicación de herramientas

	Desperdicios						
	Sobreproducción	Inventario	Transporte	Movimiento	Espera	Retrabajo	Sobreprocesamiento
Herramientas	VSM						
	5's						
	SMED						
	TPM						
	Poka Yokes						
	Trabajo Estandarizado						
	Heijunka						
	Sistema de Kanbans						
	Celdas de Manufactura						
	Jidoka						
	Kaizen						
	Andon						
	Flujo Continuo						
	Fábrica Visual						
	Kaikaku						
	Gestión de Inventarios						

Cuando se aplican herramientas aisladas el análisis de uso de herramientas se debe basar en las fuentes y tipos de desperdicios que se quieran eliminar

# VSM

El VSM es una representación de la operación del proceso. Incluye información de documentación, personal involucrado, inventario, tiempos de espera, tiempos de ciclo de proceso y lead times. Esta representación debe incluir tanto las actividades que agregan valor como las que no lo hacen .



El VSM provee un claro entendimiento del proceso por medio de:

- Visualizar varios niveles del proceso
- Resaltar los desperdicios y sus fuentes
- Hacer de los puntos de decisión escondidos algo aparente

## VSM: Estado Presente

Es un diagrama que muestra en cada paso el flujo de información y materiales necesarios para una familia de productos desde que el cliente solicita su producto hasta que se le entrega.

## VSM: Estado Futuro

Este diagrama muestra cómo debería quedar el proceso de flujo de información y materiales para una familia de productos, así como las áreas de oportunidad mostradas como proyectos. También muestra cómo puede realizarse el cambio de mapa presente a futuro por medio de loops para definir áreas de trabajo. También se dice que es un mapa ideal de un proceso.

# Desperdicios

## Espera

El operador, la máquina o ambos esperan algo para poder continuar con el trabajo.

## Transporte

Cualquier movimiento o transporte de material o producto.

## Sobreproducción

Cualquier producto, que no se vendió, que se vendió a un precio más bajo o que se hizo antes de lo requerido

## Intelecto

Desperdiciar el talento del personal de planta

## Retrabajo

Productos defectuosos, que requieren retrabajarlos

## Inventario

Producto almacenado, ya sea terminado o entre fases.

## Movimiento

Cualquier movimiento de trabajadores o equipo que no agrega valor.

## Procesamiento

Procesos innecesarios que solo agregan costo al producto.



# Kaizen

## **Kaizen = Mejoramiento Continuo en todas las áreas**

Se refiere a la creación de un proceso en el que exista mayor valor agregado y menos desperdicio.

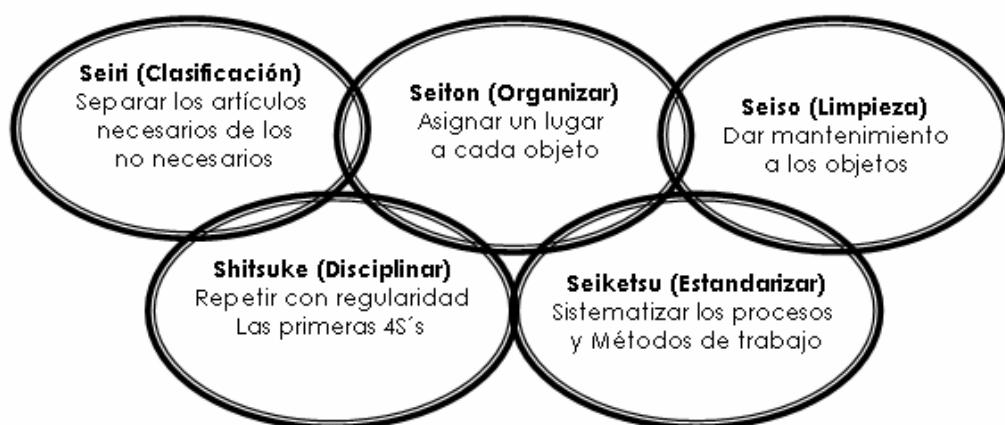
El kaizen tiene como base la orientación al cliente, ya que es él quien define lo que es valor: hacer actividades que no agregan valor -desde el punto de vista del cliente- es un desperdicio. Toda actividad de mejora en cualquier lugar debe de agregar valor al cliente.



## 5S's

Las 5S's forman parte esencial para la implantación de cualquier programa de Lean pues implica sumar esfuerzos para lograr beneficios, manteniendo un lugar de trabajo bajo condiciones tales que logre contribuir a la disminución de desperdicios y reprocesos, así como mejorar la moral del personal. La importancia del 5S's radica en mantener un buen ambiente de trabajo, esto es crítico para lograr encaminar a una organización hacia la calidad, bajos costos y entregas inmediatas.

5S's se refiere a 5 palabras japonesas que describen una metodología útil en el lugar de trabajo, estas 5 palabras, todas iniciadas con S conducen a tener una mayor eficiencia en el trabajo.

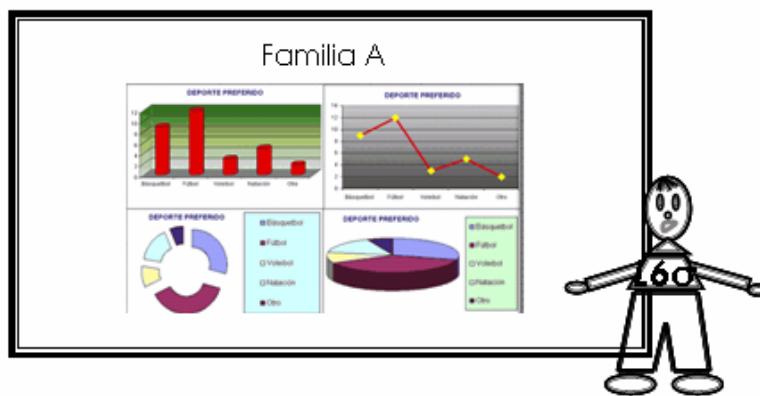


# Fábrica Visual

Es un sistema de administración y control que se debe usar en toda la planta. Su principal objetivo es que cualquier persona pueda entender el proceso o las indicaciones, sin tener que involucrarse.

La administración visual debe permitir la rápida identificación de los problemas a fin de corregirlos inmediatamente y evitar problemas mayores. Se puede comparar con un tipo de autoservicio: el que la necesita puede verla, revisarla y emplearla sin tener que preguntar a nadie.

Cada equipo o sección de la planta debe tener un espacio que contenga sus indicadores y los responsables del área deben mantenerlos actualizados a fin de lograr las metas acordadas con la administración.



# Poka Yoke

Es un método que ayuda al operador a evitar errores en su trabajo causados por olvidar alguna parte del proceso o bien por instalar una parte equivocada.

Los sistemas Poka Yoke son comúnmente llamados sistemas a prueba de errores, ya que se verifica el proceso antes de llevarlo a cabo y están basados en conocer el error que causa un defecto por lo tanto, el Poka Yoke se enfoca en diseñar dispositivos para prevenir la recurrencia de errores, no de defectos.

Ejemplos de Poka Yoke son:

- Pines de guía de distintos tamaños
- Alarmas y detección de errores
- Switchs de límites
- Contadores
- Listas de Chequeo



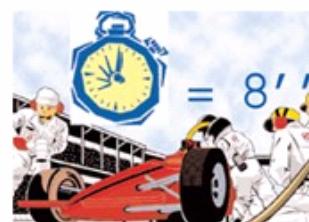
# SMED

(Single Minute Exchange of Die)

Es la técnica utilizada para minimizar el tiempo necesario para cambiar de un número de parte a otro en un máquina o serie de máquinas en el área de producción.

La técnica supone que cualquier set-up puede ser realizado en menos de 10 minutos y los pasos básicos a seguir son:

1. Medir el tiempo total del set-up actual
2. Identificar los elementos internos y externos (conocer los tiempos individuales de cada uno de los elementos)
3. Convertir la mayor cantidad de elementos internos en externos
4. Reducir el tiempo de los elementos internos
5. Reducir el tiempo de los elementos externos
6. Estandarizar el nuevo procedimiento



Elemento interno: Actividad que puede ser realizada únicamente cuando la máquina está parada.

Elemento externo: Actividad que puede ser realizada cuando la máquina está funcionando.

# Gestión de Inventarios

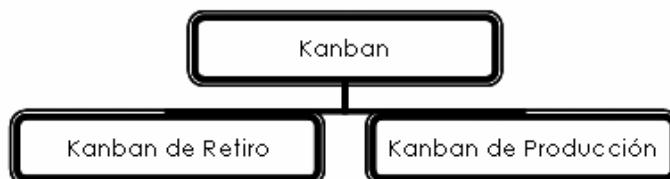
Se refiere a la administración del inventario físico. Usualmente éste es ordenado por su posición en el flujo del proceso y por su utilidad.

En general existen 6 tipos de inventario:

Buffer Stock	Inventario que protege a la compañía en caso de que un periodo muy corto haya un aumento en la demanda que supere la capacidad de producción
Stock de Seguridad	Inventario de emergencia; asegura el arranque del proceso ante alguna posible falla de los proveedores
Producto Terminado	Artículos terminados en espera de ser embarcados
Materia Prima	Material que está en las instalaciones de la planta, pero que no ha sido procesado
Inventario de Embarque	Inventario en líneas de embarque
Trabajo en Proceso (WIP)	Artículos entre pasos del proceso.

# Sistemas Kanban

Es una señal o dispositivo que da autorización e instrucciones ya sea para producir algo o para retirarlo en un sistema tipo pull. El kanban tiene dos funciones básicas en el proceso de producción:



El Kanban de producción dice y autoriza al proceso a producir artículos (cantidad y tipo). El kanban de retiro autoriza el movimiento de partes al proceso siguiente. Existen 6 reglas para usar los kanban efectivamente:

1. El proceso interno produce y ordena los artículos en las cantidades indicadas en el kanban
2. Los proveedores producen artículos en la cantidad y secuencia especificada por el kanban
3. Ningún artículo es fabricado o transportado sin un kanban
4. Todas las partes y materiales siempre tienen un kanban de identificación
5. Por ninguna razón se deben mandar partes defectuosas al proceso siguiente
6. El número de tarjetas kanban debe irse reduciendo

# Trabajo Estandarizado

Se trata de establecer procedimientos de trabajo precisos para cada operador en el proceso de producción. Está basado en tres elementos:

1. Takt time: Es el ritmo al cual el producto necesita ser fabricado para cumplir con los requerimientos del cliente
2. La secuencia precisa de trabajo, en la cual el operador realiza las tareas dentro del tiempo takt
3. El inventario estándar. Incluye las unidades en las máquinas requeridas para mantener el proceso operando suavemente

Beneficios:

- Documentación del proceso actual para todos los turnos y todas las personas
- Reducción de la variabilidad
- Facilidad de operación para los nuevos operarios
- Reducción en las lesiones y actividades con mucho esfuerzo
- Base de referencia para actividades de mejora

# TPM

El Mantenimiento Productivo Total es una serie de técnicas para asegurar que las máquinas y equipos del proceso de producción están siempre disponibles para realizar las tareas necesarias.

La metas del TPM son:

- Maximizar la efectividad de cada pieza del equipo (la eficiencia global del equipo)
- Proveer un sistema de mantenimiento acorde al ciclo de vida del equipo
- Involucrar a los departamentos en el plan, el diseño y el mantenimiento del equipo.

Consiste en 6 actividades:

1. Eliminación de las 6 grandes pérdidas



1. Fallas en el equipo

2. Planeación del mantenimiento



2. Paros menores

3. Mantenimiento autónomo



3. Pérdida de velocidad

4. Ingeniería preventiva

2. Paros menores

5. Diseño de productos



6. Educación y práctica

3. Pérdida de velocidad



4. Defectos y retrabajos



5. Scrap

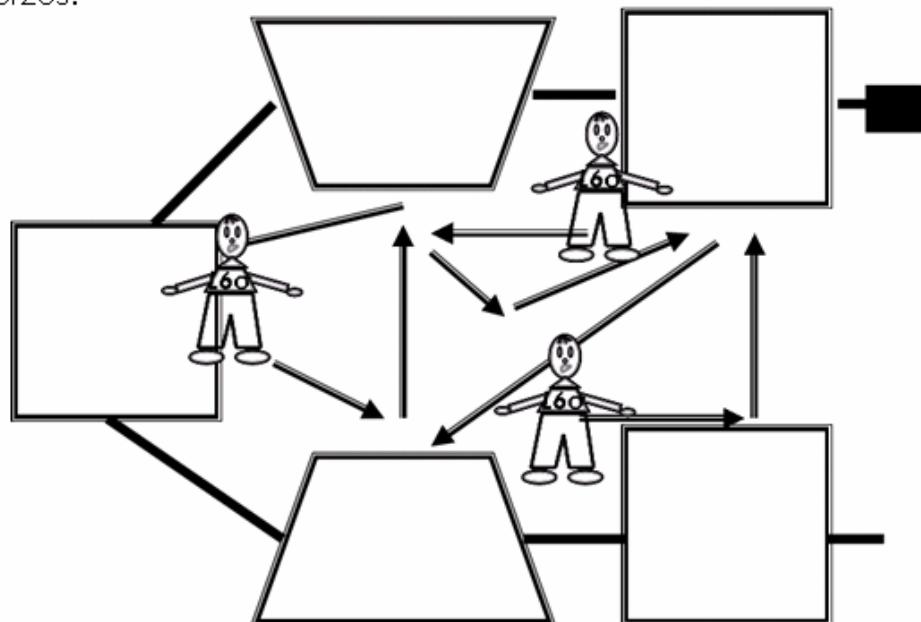


6. Tiempo de Set-up

# Celdas de Manufactura

Se refiere a la secuencia de pasos del proceso para que un producto pueda ser procesado en un flujo continuo, en el cual las estaciones de trabajo están muy cerca.

Una célula de trabajo es una unidad que incluye operaciones que agregan valor al proceso. La organización de una célula involucra equipos y personal, en un secuencia de producción e incluye todas las operaciones requeridas para elaborar un producto. Cuando las operaciones son organizadas dentro de una célula, el operador puede producir y pasar las partes de una pieza a la vez, con una mejora en la seguridad y con una reducción de esfuerzos.



# Kaikaku

Es el mejoramiento revolucionario y radical en el flujo de valor agregado, que rápidamente crea más valor con menos desperdicio.

## Kaikaku= Mejora Radical



# Andon

Es una herramienta visual que indica de manera continua cómo se encuentra el desempeño de las operaciones en un área. Por ejemplo qué máquinas están operando, qué máquinas están descompuesta, o bien , puede señalar problemas de calidad, falta de herramientas, retrasos por parte del operados, falta de materia prima, entre otras. También sirve para indicar qué acciones se requieren realizar, tales como mantenimiento o cambio de secuencia (Set-up).

Un Andon típico es un tablero en una parte alta de la compañía con indicadores de áreas o estaciones de trabajo: cuando alguna luz se enciende indica problema en esa área. Esta señal -manual o automática- ayuda a que se brinde atención inmediata.



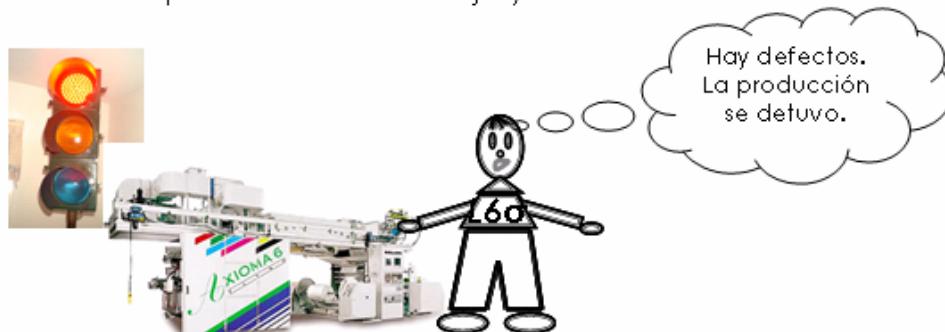
# Jidoka

## Autonomatización con un toque humano

Básicamente significa construir un sistema que muestre los problemas y defectos. Consiste en instalar un mecanismo en las máquinas que les permita detectar defectos y también un mecanismo que detenga la línea o la máquina cuando ocurren los defectos. Estas máquinas agregan valor a la producción sin necesidad de contar con un operador.

Hay 4 pasos para el desarrollo de Jidoka:

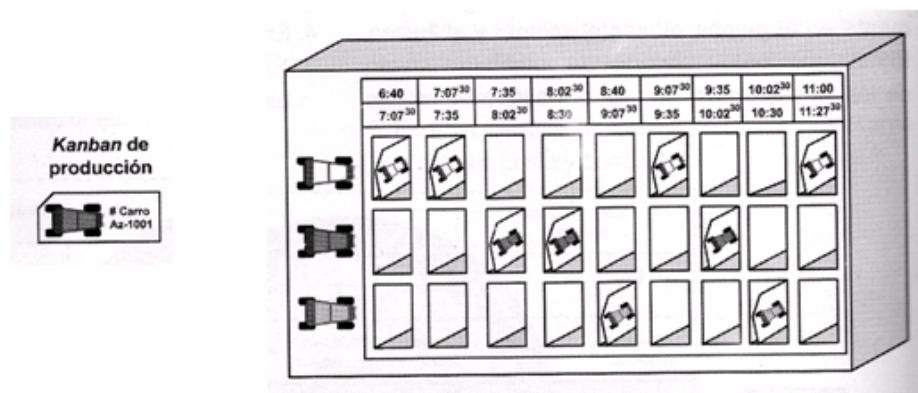
1. Análisis de la actividad manual: Estandarizar proceso
2. Mecanización: Parte del trabajo manual se automatiza
3. Automatización: Todo el trabajo manual se automatiza
4. Jidoka: La máquina hace el trabajo y detecta errores



# Heijunka

Es una herramienta que se utiliza para nivelar el tipo y la cantidad de producción en un determinado periodo; permite cumplir con las demandas del cliente evitando lotes y teniendo inventario mínimo, costos bajos y tiempos de entrega reducidos.

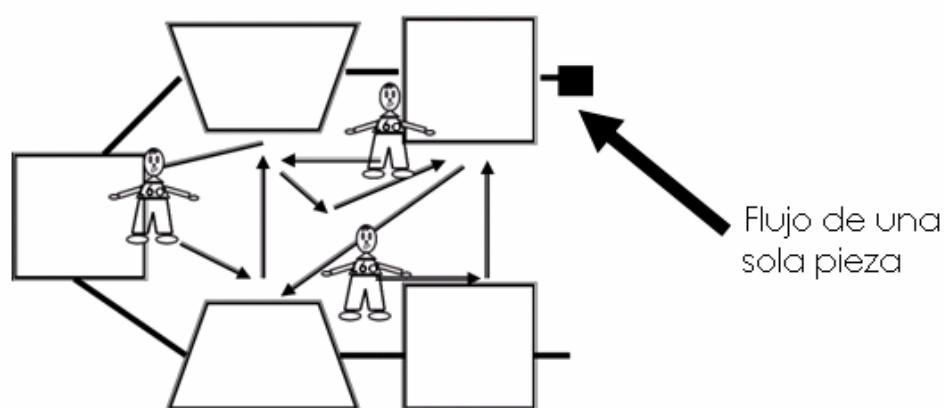
La herramienta utiliza lo que se conoce como caja Heijunka, la cual se usa para programar la producción, en los renglones, el tipo o número de parte a producir y en las columnas se coloca la hora a la cual se debe iniciar la producción; se trata de que sea lo más consistente posible. Esta herramienta es parte de la fábrica visual e indica claramente –a todo el personal– el programa y horas de producción.



# Flujo Continuo

Lean se distingue de la manufactura tradicional o producción por lotes, porque se esfuerza por manejar una pieza a la vez. Esto significa que la pieza producida en el equipo A debe pasar inmediatamente al equipo B; cuando el equipo B termine, debe pasarla inmediatamente al equipo C.

El Flujo Continuo requiere que las operaciones se coloquen de tal forma que el inicio del proceso debe estar cerca de la estación siguiente y así sucesivamente. Esto se hace generalmente en forma de "U" o en forma de línea pero teniendo una máquina o estación de trabajo junto a la otra, para que las partes no se tengan que transportar, así se elimina el inventario en proceso y la sobreproducción.



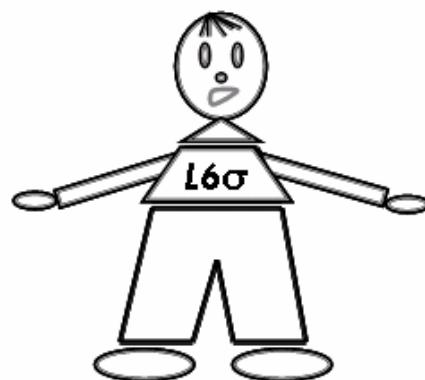
# Bibliografía

Villaseñor, Alberto & Galindo, Edber (2007). *Conceptos Lean Manufacturing*. D.F. México. Limusa

Villaseñor, Alberto & Galindo, Edber (2007). *Manual de Lean Manufacturing. Guía Básica*. D.F. México. Limusa.

DeCarlo, Neil & Breakthrough Management Group (2007). *Lean Six Sigma*. Nueva York, EUA. Alpha.

George, Michel, Rowlands, Davis, Maxey, John & Price, Mark. (2005). *The Lean Six Sigma Pocket Tool book*. Nueva York EUA. Mc Graw Hill.



### 6.3 Conclusiones

En este capítulo se presentaron las acciones necesarias para estandarizar el proceso de despliegue en cualquier organización. Se habló de aspectos importantes para que la organización pueda mantener la Metodología a largo plazo y ésta no se vuelva sólo una moda pasajera.

Para establecer Lean Six Sigma como forma de trabajo es necesario crear los medios para que esto se logre, dentro de lo que la organización debe cambiar se encuentra:

- Su Organigrama
- Su Sistema de Contabilidad
- Crear una Función Lean Six Sigma
- Crear Entrenamiento Estandarizado

El organigrama de la empresa se debe rediseñar según el número de familias de productos que se tengan, además de los equipos por familia de producto se debe contar con funciones administrativas que son necesarias para el buen funcionamiento de la empresa y con una función Lean Six Sigma.

La Función Lean Six Sigma se irá fortaleciendo con el tiempo, en un principio se requerirá la ayuda de expertos tanto para la capacitación del personal necesario para cubrir los roles de la Función Lean Six Sigma así como para el despliegue de la Metodología, lo que algunos conocen como la primer ronda de proyectos. Conforme pase el tiempo el personal ganará experiencia y conocimiento, algunos deberán volverse tutores para comenzar a entrenar al personal e irse independizando de los consultores.

Dentro de la Función Lean Six Sigma está la tarea de cambiar la cultura del personal, el método que se propone es hacer del conocimiento público lo que se va a hacer mediante la Metodología de Despliegue, para esto se presenta un prototipo de manual, que puede ser repartido entre el personal de la organización o bien ser usado para imprimir carteles que pueden formar parte de la Fábrica Visual.

Además de crear la Función Lean Six Sigma y cambiar el organigrama empresarial es recomendable cambiar la forma de contabilizar las ganancias, es decir crear un Sistema de Contabilidad Lean Six Sigma, para que los ahorros puedan ser visualizados fácilmente.



## *Capítulo 7*

## *Conclusiones*

---

### *7.1 Introducción*

Esta investigación se compone de 5 Fases: Definición, Medición, Análisis, Innovación y Estandarización, éstas son las fases de la metodología DMAIE, metodología utilizada en Six Sigma Transaccional para la solución de problemas.

Como parte de la Definición de la problemática se planteo el problema de investigación, además, se definieron hipótesis, objetivos y preguntas de investigación, las cuales fueron solucionadas a lo largo de las 4 fases restantes, este capítulo consiste en exponer las soluciones encontradas a dichas interrogantes.

### *7.2 Conclusiones de la Investigación*

La autora de esta investigación ha tenido la oportunidad de trabajar como consultora en el Programa Six Sigma ITESM-BMG, es por esto su interés en la innovación o mejora de la Metodología Lean Six Sigma.

Lean Six Sigma es el futuro para las empresas que buscan mejorar continuamente, sin embargo al tratar de unir metodologías las empresas se topan con problemas, esta investigación buscó minimizar dichos problemas.

Se han hecho esfuerzos por crear modelos que unan la Metodología Six Sigma con Lean, uno de ellos es el realizado por Moreno (2007), en donde se diseñó un Modelo de Despliegue Lean Six Sigma basado en Diseño Axiomático, tomando en cuenta las áreas de oportunidad de este Modelo se llegó a la siguiente pregunta de investigación:

*¿Es posible desarrollar una Metodología Lean Six Sigma desacoplada, con una estructura particular de despliegue que responda a las necesidades de definición de proyectos, orden de ejecución de proyectos y secuenciación adecuada de herramientas ?*

Esta problemática se trató de resolver mediante 3 hipótesis, las cuales se fue dando respuesta de manera implícita a lo largo de la investigación. Según el problema planteado las hipótesis que se manejaron a lo largo de la investigación fueron:

***Hipótesis 1:***

*Es posible dar estructura al Despliegue Lean Six Sigma basado en Diseño Axiomático.*

La investigación a demostrado que esta hipótesis es verdadera, sí es posible dar estructura al Modelo de Despliegue de Lean Six Sigma basado en Diseño Axiomático. Con la Mejora realizada a la Metodología de Despliegue Lean Six Sigma en esta investigación se da estructura mediante la asignación de etapas al proceso de Despliegue, estas etapas se basan en las 7 fases de la Metodología de Sistemas Suaves de Checkland.

La Metodología de Despliegue Lean Six Sigma basada en SSM, respeta al Modelo de Diseño Axiomático ya que esta diseñada de tal forma que el Flujo entre subprocessos se agilice mediante el uso Lean y la reducción de variación dentro de los subprocessos se haga mediante Six Sigma, de tal forma que Lean sea independiente de Six Sigma y Six Sigma independiente de Lean. Esto se puede ver de forma matemática, la siguiente matriz es una representación funcional del diseño con parámetros desacoplados.

Requerimientos funcionales:

AF: Agilización del Flujo entre subprocessos

RV: Reducción de variabilidad en subprocessos

Representación funcional:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{AF} \\ \text{RV} \end{array} \right\} = \begin{pmatrix} A_{11} & 0 \\ 0 & A_{12} \end{pmatrix} \left\{ \begin{array}{l} \text{LEAN} \\ \text{SIX SIGMA} \end{array} \right\}$$

Ilustración 68. Modelo desacoplado Lean Six Sigma

### **Hipótesis 2:**

*Es posible que la Metodología de Despliegue Lean Six Sigma cuente con un procedimiento específico para definir proyectos Lean Six Sigma y su orden de ejecución*

ya que dentro de la etapa en donde se definen los proyectos, ya sean Lean o Six Sigma, la Metodología de despliegue basada en SSM

propone una serie de pasos en donde se indica el orden de ejecución de proyectos.

Además al tomar como base la Metodología de Sistemas Suaves de Checkland para llevar a cabo el Despliegue de Lean Six Sigma se le da estructura y un enfoque sistémico que facilita la definición de proyectos.

### ***Hipótesis 3:***

Es posible estructurar la secuencia de aplicación de herramientas Lean Six Sigma de modo que se cumpla con las hipótesis anteriores.

La investigación ha demostrado que esta hipótesis también es verdaderaza que la Metodología de Despliegue Lean Six Sigma basada en SSM cuenta con una estructura en donde se define el orden de implementación de las herramientas Lean para que estas den los mejores resultados.

Sobre la problema general:

¿Es posible desarrollar una Metodología Lean Six Sigma desacoplada, con una estructura particular de despliegue que responda a las necesidades de definición de proyectos, orden de ejecución de proyectos y secuenciación adecuada de herramientas ?

La investigación ha demostrado, a través de la confirmación de las hipótesis, que la respuesta a la pregunta planteada como problema, es afirmativa. Sí es posible desarrollar una Metodología

Lean Six Sigma desacoplada, con una estructura particular de despliegue que responda a las necesidades de definición de proyectos, orden de ejecución de proyectos y secuenciación adecuada de herramientas.

La mejora de la Metodología Lean Six Sigma responde a las tres necesidades que se habían establecido como problemática:

- Necesidad de una estructura al Despliegue Lean Six Sigma, basado en Diseño Axiomático (Desacoplado)
- Necesidad de un procedimiento para definir proyectos Lean Six Sigma y su orden de ejecución
- Necesidad de estructurar la secuencia de aplicación de herramientas Lean Six Sigma.

La mejora de la Metodología Lean Six Sigma se logró utilizando la Metodología de Sistemas Suaves de Checkland como base para realizar un Despliegue, esta Metodología respeta la independencia de funciones, Axioma 1 del Diseño Axiomático, ya que el agilizar el flujo depende de Lean mientras que disminuir la variación depende de Six Sigma.

### ***7.3 Resultados de la Investigación***

Para poder llegar a afirmación anterior se siguieron las preguntas de investigación planteadas y se fueron cumpliendo los objetivos uno a uno.

- Describir y conocer a fondo la Metodología de Sistemas Suaves de Checkland para poder utilizarla como base para la Metodología a proponer
- Describir y conocer a fondo la Filosofía Lean: Sus principios así como las herramientas que utiliza
- Hacer una comparación entre las herramientas que se utilizan en la Filosofía Lean y en la Metodología de Sistemas Suaves de Checkland, para demostrar su compatibilidad
- Investigar acerca de TOC, Teoría de Restricciones, para aplicar esta herramienta en la Metodología.
- Estudiar diversos modelos de despliegue de herramientas Lean en empresas para conocer sus fuerzas y debilidades y así proponer un modelo que sea mejor que los actuales.
- Elaboración de un diagrama de Apoyo con la herramienta de ISM, que muestre el orden en que las herramientas Lean deben de ser utilizadas, tomando como base las respuestas de las personas contactadas
- Elaboración del Manual para la aplicación de la Metodología

En conclusión, se logró el objetivo principal de esta Investigación el cual era el Diseño de una Metodología para obtener procesos esbeltos por medio del Despliegue de Lean Six Sigma basada en la Metodología de Sistemas Suaves de Checkland.

## 7.2 Conclusiones del Proceso

Al llevar a cabo esta investigación y diseñar la Metodología que este documento contiene, se adquirió conocimiento a cerca de la Metodología Lean y la Metodología Six Sigma, así como de su integración: Lean Six Sigma.

### 7.2.1 Definición

El desarrollo del capítulo de Definición llevó a las siguientes conclusiones:

- La Mejora en una organización se debe llevar a cabo de dos maneras: Continuamente y por “Breakthrough, es por esto que la Metodología de Despliegue basada en SSM se debe llevar a cabo de manera cíclica para tener cambios radicales acompañados de pequeñas mejoras que llevan a la empresa a mejorar continuamente
- El Despliegue de cualquier metodología de calidad requiere un cambio cultural, por lo que puede ser considerado como mejora radical, sin embargo hay que buscar los medios para que la iniciativa de calidad perdure y no sea sólo una moda pasajera

### 7.2.2 Medición

El desarrollo del capítulo de Medición llevó a la siguiente conclusión:

- Existen dos enfoques principales para integrar Lean con Six Sigma, el enfoque de integrar herramientas y utilizarlas en un mismo

proyecto y el enfoque de usar la metodología que requiera el problema a resolver, se dice que un enfoque es sistémico y el otro no, sin embargo en esta investigación se propone un enfoque sistémico sin integración de herramientas. La Metodología de Despliegue basada en SSM da el enfoque sistémico por el hecho de ver al proceso como un todo y seguir su flujo de valor. Es por esto que la Metodología es Sistémica y además cumple con la independencia de funciones ya que Lean y Six Sigma se usan por separado en los proyectos.

### 7.2.3 Análisis

El desarrollo del capítulo de Análisis llevó a las siguientes conclusiones:

- Por medio de la investigación de campo se descubrió que tanto la iniciativa Lean como Lean Six Sigma se han restringido a las empresas de manufactura, además las pocas empresas que tienen despliegues no toman en serio el crear una infraestructura humana adecuada
- La barrera más importantes para la implementación de Lean es la falta de conocimiento y de un plan de cómo desplegar las herramientas, es por ello que la Metodología de Despliegue basada en SSM provee al lector de un diagrama con el orden de implementación
- Las empresas creen que por usar algunas herramientas como 5S's, Kaizen y Trabajo estandarizado ya son empresas esbeltas, esto es un error ser Lean implica tener un sistema completo y no sólo herramientas aisladas

- Es necesario dar un enfoque sistémico al despliegue de Lean Six Sigma para conectar todos los aspectos del negocio dentro de la iniciativa.

#### ***7.2.4 Innovación***

El desarrollo del capítulo de Innovación llevó a las siguientes conclusiones:

- El Value Stream Mapping es una herramienta ideal para administrar los proyectos de un despliegue Lean Six Sigma, ya que contiene la parte sistémica y puede ser utilizada como parte de la Fábrica visual ya que es muy gráfico
- Los Proyectos Lean se utilizan para mejorar el flujo de materiales e información entre los subprocesos mientras que los proyectos Six Sigma se utilizan para disminuir la variación de los subprocesos y de esta manera mejorar el desempeño de los mismos
- El disminuir la variación implica también mejorar el flujo, pues la falta de consistencia entre los procesos produce exceso de inventario, retrabajo y desperdicios en general
- El utilizar Lean a la par de Six Sigma permite obtener proceso esbeltos de forma efectiva

### 7.2.5 Estandarización

El desarrollo del capítulo de Estandarización llevó a las siguientes conclusiones:

- Para que un despliegue o cualquier iniciativa de calidad perdure es necesario que la empresa cambie su cultura, infraestructura humana y su contabilidad
- Su cultura: ya que es necesario que la gente este dispuesta a hacer cambios en su forma de trabajo
- Su organigrama: ya que es necesario administrar y hacer el trabajo por familias que tengan el mismo flujo de valor
- Su contabilidad: para poder detectar ahorros
- Es necesario educar al personal de todos los niveles en la nueva Metodología de trabajo.

### 7.2 Conclusiones Personales

El desarrollo de esta investigación permitió a la autora aprender a cerca de las Metodologías de Calidad con las que ha tenido más contacto y sobre todo expresar sus ideas a cerca de las mismas.

La experiencia de la autora en el Grupo Six Sigma como consultora de proyectos en el Programa de Certificación en Six Sigma ITESM-BMG fue determinante para el logro de esta investigación ya que el contacto directo con las Metodologías y con las empresas que las utilizan fue un gran apoyo para el desarrollo de la Metodología.

La conclusión de la autora a cerca de este trabajo es que la integración de Lean con Six Sigma se debe llevar a cabo, no es necesario entrelazar las herramientas, el simple hecho de desplegar ambas metodologías y hacer proyectos de ambas enfocados a los principales restricciones llevará a la organización que lo utilice a un nivel muy superior comparado con las empresas que no lo hagan.

La variación puede ser vista como una fuente de desperdicios ya que genera la mayor parte de los mismos, los desperdicios pueden ser vistos como fuentes de variación ya que provocan irregularidades en el proceso, por lo tanto ambos, variación y desperdicios deben ser atacados al mismo tiempo.

## *7.2 Futuras Líneas de Investigación*

Esta investigación ha concluido, sin embargo da lugar a nuevas interrogantes que pudieran ser vistas como nuevas líneas de investigación, entre ellas se encuentran:

- ¿Cómo incluir las herramientas de TOC al proceso de selección de proyectos?
- ¿Cómo desplegar Lean Six Sigma en ambientes en donde los procesos son continuos y no es posible lograr el flujo unitario?
- ¿Cómo debería ser un Sistema contable Lean Six Sigma?
- ¿Cómo liderar un despliegue Lean Six Sigma para contar con la aprobación de la mayoría en la organización?

- ¿Cómo debería ser el plan del value stream mapping y cómo debería ser administrado?
- ¿Cómo deberían de ser los sistemas de compensación para lograr el apoyo de la gente en el despliegue Lean Six Sigma?
- ¿Qué desperdicios se atacan en cada una de las fases del orden de implementación de proyectos propuesto?

## Referencias

---

---

1. Acosta Silva, Erika (2005) *Aplicación de la Metodología Seis Sigma al Proceso de Certificación Seis Sigma del Tecnológico de Monterrey-BMG*. Tesis presentada como requisito parcial para obtener el grado académico de Maestro en Ciencias con Especialidad en Sistemas de Calidad y Productividad, Dirección de Ingeniería y Arquitectura. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Monterrey, Nuevo León, México.
2. Adams, Michel (1993). *A systems theory approach to the internal audit*. Managerial Auditing Journal. Vol. 8 No. 2. Proquest.
3. Arnheiter, Edward & Maleyeff (2005). *The integration of lean management and Six Sigma*. The TQM Magazine, Vol 17 No. 1. Emerald.
4. Askin, Ronald & Goldberg Jeffrey (2002). *Design and Analysis of Lean Production System*. EUA. John Wiley & Sons, Inc.
5. Berger, Anders. (1997). *Continuous improvement and kaizen: Standardization and organizational designs*. Intergraded Manufacturing Systems. Vol 8 No. 2, pp 110-117. Emerald.

6. Bergstrom, Robin Yale (1995). *Lean Principles & Practice*. Production Vol 107, No. 8 pp 32. Proquest.
7. Bhashin, Sanjay & Burcher Peter (2005). Lean Viewed as a philosophy. Emerald.
8. BMG (2007). *Lean for Manufacturing. Manual de entrenamiento Lean Master para Master Black Belt*. Monterrey, N.L. México. Programa en Six Sigma ITESM-BMG.
9. Beyfole, Forrest W. III, Cupelo, James M. & Meadows, Becki (2001). *Managing Six Sigma: A Practical Guide to Understanding, Assessing and Implementing the strategy that yields bottom line success*. EUA
10. Burton Terence T (2007). *Is Six Sigma, Lean, or Kaizen Project?* Base de datos (En línea). Extraído 15 junio 2007. <http://iSixSigma.com>.
11. Capozzoli, Thomas K. (1994). *Creating a continuous quality improvement environment*. Manage Magazine. Vol. 45 No. 4, pp. 16-18. Emerald.
12. Checkland, Peter (1999). *Soft Systems Methodology in Action*. Nueva York, EUA. John Wiley.
13. Checkland, Peter (1999). *Systems Thinking, System Practice*. Nueva York, EUA. John Wiley.

14. Checkland, Peter (2000). *Soft Systems Methodology: A thirty year retrospective*. Systems Research and Behavioral Science. Vol 17.
15. Davis, Hiram & Someville, Mary (2006). *Learning our way to change: improved institutional alignment*. New library world. Vol 107 No. 1222.
16. DeCarlo, Neil & Breakthrough Management Group (2007). *Lean Six Sigma*. Nueva York, EUA. Alpha.
17. Evans, James R. & Lindssay, William M. (2005). *Administración y Control de Calidad*. México. Thomson.
18. Gao, Li & Nakamori (2002). *Systems thinking on knowledge and its management: Systems methodology for knowledge management*. Journal of knowledge management. Vol. 6 No. 1. Emerald.
19. George, Michel, Rowlands, Davis, Maxey, John & Price, Mark. (2005). *The Lean Six Sigma Pocket Tool book*. Nueva York EUA. Mc Graw Hill.
20. Goldratt, Eliyahu M. and Cox, Jeff (1992) . *The Goal*. Great Barrington, Mass.: The North River Press.
21. Harrington, James (1995). *Continuous versus Breakthrough improvement. Finding the right answer*. Business Process and re-engineering & Management Journal. Vol. 1 No. 3. pp 31-49. Emerald.

22. Hebel, Misha (2007). *Light bulbs and Change: Systems thinking and organizational learning for new ventures*. The learning organization. Vol. 14. No. 6. Emerald.
23. Hernández, Fernández y Baptista (2003). Metodología de la Investigación. México. Mac Graw Hill.
24. Hines, Peter, Holwe, Matthias & Rich, Nick (2004). *Learning to evolve. A review of contemporary lean Thinking*. International Journal of Operations & Production Management; Vol 24 No. 9/10. Emerald.
25. HO & Scull (1994). *Organizational Theory and Soft Systems Methodologies*. Journal of Management. Vol. 13 No. 7 Proquest.
26. Imai, Massaki (2003). *Kaizen. La clave de la Ventaja Competitiva*. México. CECSA.
27. ITESM-BMG (2007). *Definición*. Manual de Definición para Black Belt. Monterrey, N.L., México. Programa en Six Sigma ITESM-BMG.
28. ITESM-BMG (2007). *Transactional Tool Master*. Manual de entrenamiento Transactional Tool Master para Master Black Belt. Monterrey, N.L., México. Programa en Six Sigma ITESM-BMG.
29. Jones, Malcom (2003). Softly, Softly. Works Management. Spring 2003.

30. Jones, Medken, Merlo & Robertson (1999). *The Lean Enterprise*. BT Technology Journal. Vol 17. NO 4.
31. Jones, Tom y Waldo, William Wes (2006). *A team leader's Guide to Lean Kaizen Events Poweres by SCORE Methodology*. EUA. BMG.
32. Kaye, Mike & Anderson, Rosalyn (1998). *Continuous improvement: the ten essential criteria*. International Journal of quality & Reliability Management. Vol. 16 No. 5, pp . 485-506. Emerald.
33. Kotiadis & MIngers (2006). *Combining PSMs with hard OR methods: the philosophical and practical challenges*. *Journal of the operational Research Society*. Vol 57.
34. Manos, Tony (2006). *Value Stream Mapping -an Introduction*. Quality Progress. Vol. 39. No. 6.
35. McMullen, Thomas JR. (1998). Introduction to the theory of constraints (TOC) Management System. St. Lucie Press, Nueva York EUA.
36. Michel L., George (2002). *Lean Six Sigma. Combining Six Sigma quality with Lean speed*. Nueva york, EUA. Mc Graw Hill.
37. George, Price, Rowlands & Maxey (2005). *Lean Six Sigma Pocket Tool Book* . Nueva york, EUA. Mc Graw Hill.
38. Moorman, Robert W. (2005). *Implementing Lean. Overhaul & Maintenance*. Vol. 11 No. 6. Proquest.

39. Moreno Grandas, Diana (2007) *Lean Seis Sigma: Modelo de Despliegue aplicando Diseño Axiomático*. Tesis presentada como requisito parcial para obtener el grado académico de Maestro en Ciencias con Especialidad en Sistemas de Calidad y Productividad, Dirección de Ingeniería y Arquitectura. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Monterrey, Nuevo León, México.
40. Mullinhour, Paul & Flinchbaugh, Jamie (2007). *Bringing Lean System Thinking to Six Sigma*. Extraído 12 de diciembre del 2007. [http://www.qualitydigest.com/mar05/articles/05\\_article.shtml](http://www.qualitydigest.com/mar05/articles/05_article.shtml).
41. Peter Senge (2005). La quinta disciplina. Buenos Aires, Argentina. Granica.
42. Platt & Warwick (1995). *Review of soft systems methodology*. Industrial Management & Data Systems. Vol. 95 No. 4. Emerald.
43. Poppendieck, Mary (2004). *Why Lean in Lean Six Sigma*. The project Management Best Practices Report. Vol 2, No. 6
44. Rother Mike & Jonh Shook (2003). *Learning to See*. Massachusetts. EUA. The Lean Enterprise Institute
45. Scheinkopf, Lisa (2000). *Thinking for a Change. Putting the TOC Thinking Process to Use*. St. Lucie Press, Nueva York EUA.
46. Schragenheim, Eli (1999). *Management Dilemmas. The Theory of Constraints Approach to Problem Identification and Solution*. St. Lucie Press, Nueva York EUA.

47. Smith, Debra (2000). *The measurement nightmare. How theory of constraints can resolve conflicting strategies, policies, and measures.* St. Lucie Press, Nueva York EUA.
48. Snee Ronald D. y Hoerl Roger W (2007). *Integrating Lean and Six Sigma-a Holistic Approach.* Six Sigma Forum Magazine. ASQ. EUA.
49. Snee Ronald D. y Hoerl Roger W (2003). *Leading Six Sigma.* Upper Saddle. EUA.
50. Sutrisna, Monty & Barrett Peter (2007). Applying rich picture diagrams to model case studies of construction projects. *Engineering Construction and Architectural Management.* Vol. 14 No. 2. Emerald.
51. Tapping, Don (2003). *Lean Pocket Guide.* MCS Media Inc. EUA.
52. Temblador, Bourguet & Reyes (2007). *Interactive Management .ISM. Material de apoyo de la Materia Metodología de Sistemas.* ITESM. Campus Mty.
53. The Lean Enterprise Institute (2007). *What is Theory of Constraints, and How Does it Compare to Lean Thinking.* [www.lean.org](http://www.lean.org).
54. The Lean Enterprise Institute (2007). *Is there an essential implementation sequence and if so, what is it?.* [www.lean.org](http://www.lean.org).
55. The Lean Enterprise Institute(2007). *What are the most common mistakes in implementing lean?.* [www.lean.org](http://www.lean.org).

56. Universidad Española de Psicología (2007). *Tutorial de muestreo: Cálculo de Tamaño de muestras.* [Http://www.psico.uniovi.es/Dpto\\_Psicologia/metodos/tutor.7/p3.html](Http://www.psico.uniovi.es/Dpto_Psicologia/metodos/tutor.7/p3.html).
57. Vennix & Mullekom (2003). *Validity in SSM: neglected areas.* Journal of the operational research society. Vol. 54. Proquest
58. Villarreal Urbina, Adolfo (2006). Integración del Balanced Scorecard y el ABC/M para garantizar los beneficios financieros de los proyectos Seis Sigma. Tesis presentada como requisito parcial para obtener el grado académico de Maestro en Ciencias con Especialidad en Sistemas de Calidad y Productividad, Dirección de Ingeniería y Arquitectura. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Monterrey, Nuevo León, México.
59. Villaseñor, Alberto & Galindo, Edber (2007). *Conceptos Lean Manufacturing.* D.F. México. Limusa
60. Villaseñor, Alberto & Galindo, Edber (2007). *Manual de Lean Manufacturing. Guía Básica.* D.F. México. Limusa.
61. Wheat, Barbara, Mills, Check & Carnell, Mike ( 2003). *Leaning into Six Sigma.* Nueva York, EUA, Mac Graw Hill.
62. Wilson, Brian (1990). *Systems: Concepts, Methodologies and Applications.* Jonh Wiley & Sons, Chichester, Inglaterra.
63. Woeppel, Mark (2001). *Implementing The Theory of Constrains.* St. Lucie Press, Nueva York EUA.

64. Womak, James & Daniel T. Jones (1992). *La máquina que cambio el mundo*. España. Mc Graw Hill.
65. Womak, James & Daniel T. Jones (2003). Lean Thinking. Como utilizar el pensamiento Lean para eliminar los despilfarros y crear valor en la empresa. España. Gestión 2000.com