



Campus Ciudad de México

Escuela de Diseño, Ingeniería y Arquitectura

Maestría en Ciencias con Especialidad en Ingeniería
Industrial

*“Guía para la implementación de Fit Sigma en una
escuela del Tecnológico de Monterrey.”*

Autor:

Ing. Josué Noel Cortés Salazar

Director de la tesis:

Dr. Ricardo Thierry Aguilera



**TECNOLÓGICO
DE MONTERREY**

Biblioteca
Campus Ciudad de México

Mayo 2015

TESLS
HD62.15
C6B
2015

CN 518119803

***GUÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE FIT SIGMA EN UNA
ESCUELA DEL TECNOLÓGICO DE MONTERREY.***

POR:

ING. JOSUÉ NOEL CORTÉS SALAZAR

**TESIS PRESENTADA A LA ESCUELA DE DISEÑO, INGENIERÍA Y
ARQUITECTURA EN REQUISITO PARCIAL PARA LA
OBTENCIÓN DEL GRADO**

**MAESTRO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN INGENIERÍA
INDUSTRIAL**

EN EL TECNOLÓGICO DE MONTERREY

CAMPUS CIUDAD DE MÉXICO

MAYO 2015

ASESOR: DR. RICARDO THIERRY AGUILERA

SINODAL: DR. JAIME MORA VARGAS

SINODAL: DR. ERNESTO PACHICO VELÁZQUEZ

Agradecimientos

Agradezco a Dios por haberme acompañado a lo largo de este ciclo, por ser mi fortaleza y por brindarme una vida llena de aprendizajes y felicidad en compañía de las personas que me rodean.

A mi hermana por inspirarme con su inteligencia y carácter. A mi madre por sus atenciones y palabras que me han propiciado el ambiente y recursos, así como el empuje, necesarios para poder llevar a cabo estos estudios. A mi padre por haberme dado la oportunidad de llegar hasta esta etapa.

A Adriana, que con sus acciones, sabiduría y el más lindo amor, me ha guiado por los mejores caminos para alcanzar una formación integral.

Asimismo, agradezco a todos y cada uno de los profesores que me apoyaron y brindaron su tiempo durante esta investigación. En especial a la Dra. Olga López por compartir conmigo sus conocimientos, al Dr. Ricardo Thierry por su asesoría y motivación profesional, y al Dr. Jaime Mora por todas sus atenciones y soporte requerido para la conclusión de este grado.

Índice

CAPÍTULO I. Planteamiento del problema y justificación de la investigación.....	12
1.1 Introducción.....	12
1.2 Antecedentes	13
1.3 Planteamiento del problema.....	15
1.4 Objetivos	16
1.5 Preguntas de investigación	16
1.6 Justificación	17
1.7 Alcance y limitaciones del estudio.....	18
1.8 Metodología de investigación	18
1.9 Estructura del documento	20
CAPÍTULO II. Marco teórico: Filosofías de mejora continua	22
2.1 Introducción.....	22
2.2 Lean Enterprise	24
2.2.1 ¿Qué es Lean Thinking?	24
2.2.2 Técnicas y herramientas de Lean Thinking.....	24
2.2.3 ¿Qué es Lean Manufacturing?	25
2.2.4 Técnicas y herramientas de Lean Manufacturing.....	26
2.2.5 Enfoques para la implementación de Lean.....	26
2.3 Six Sigma.....	27
2.3.1 ¿Qué es Six Sigma?	27
2.3.2 Técnicas, herramientas y cultura Six Sigma.....	29
2.3.3 Enfoques para la implementación de Six Sigma.....	32
2.4 Lean Six Sigma	33
2.4.1 ¿Qué es Lean Six Sigma?	33

2.4.2 Técnicas y herramientas Lean Six Sigma.....	34
2.4.3 Enfoques para la implementación de Lean Six Sigma	34
2.5 FIT SIGMA.....	41
2.5.1 ¿Qué es FIT SIGMA?	41
2.5.2 Técnicas y herramientas FIT SIGMA	45
2.5.3 Enfoques para la implementación de FIT SIGMA	46
2.6 Conclusiones de capítulo.....	51
CAPÍTULO III. Caracterización de una escuela del Tecnológico de Monterrey	53
3.1 Introducción.....	53
3.2 Misión y visión del Tecnológico de Monterrey	54
3.2.1 Misión.....	54
3.2.2 Visión.....	55
3.3 Estructura de una escuela del ITESM.....	55
3.4 Características y procesos en una escuela del ITESM.....	57
3.4.1 Departamentos.....	57
3.4.2 Carreras.....	59
3.5 Conclusiones de capítulo.....	62
CAPÍTULO IV. La aplicación en universidades.....	64
4.1 Introducción.....	64
4.2 Revisión bibliográfica	64
4.2.1 <i>Lean</i> en el servicio de la educación superior.....	64
4.2.2 <i>Six Sigma</i> en el servicio de la educación superior.....	68
4.2.3 <i>Lean Six Sigma</i> en el servicio de la educación superior.....	69
4.3 Conclusiones de capítulo.....	75

CAPÍTULO V. Modelo para el despliegue de FIT SIGMA en una escuela del Tecnológico de Monterrey.	78
5.1 Introducción.....	78
5.2 Esquema del modelo.....	78
5.3 Ajuste del modelo y guía sugerida para la implementación.....	81
5.3.1 Fase 1. Paso 1. Selección del líder del cambio.....	81
5.3.2 Fase 1. Paso 2. Convencimiento a la alta dirección y <i>staff</i> , y utilización de recursos disponibles.....	83
5.3.3 Fase 2. Paso 3. Planeación del lanzamiento y asignación de responsabilidades para el soporte del programa.....	87
5.3.4 Fase 2. Paso 4. Evaluación inicial y concientización al personal.....	95
5.3.5 Fase 3. Paso 5. Capacitación y aprovechamiento del talento.	99
5.3.6 Fase 3. Paso 6. Identificación y selección de proyectos con perspectiva apropiada	105
5.3.7 Fase 4. Paso 7. Generación de nuevas métricas.....	114
5.3.8 Fase 4. Paso 8. Sostenibilidad.....	118
5.4 Conclusiones de capítulo.....	120
CAPÍTULO VI. Conclusiones y futuras investigaciones	121
6.1 Conclusiones generales	121
6.2 Hipótesis para futuras investigaciones	124
6.3 Recomendaciones para futuras investigaciones.....	124
BIBLIOGRAFÍA	126
ANEXO “A” – Técnicas y herramientas de Lean Thinking	131
ANEXO “B” – Técnicas y herramientas de Lean Manufacturing.....	134
ANEXO “C” – Técnicas y herramientas de Six Sigma	138
ANEXO “D” – Técnicas y herramientas de Lean Six Sigma	141
ANEXO “E” - Lean Implementation Milestones Checklist	143

ANEXO “F” – Métodos de autoevaluación EFQM y Total Solutions 149

**ANEXO “G” – Principales áreas de oportunidad en los servicios de una
universidad. 152**

Índice de figuras

Figura 1. Modelo de implementación de Lean propuesto por Hobbs (2003).....	27
Figura 2. Mejora necesaria al cambiar de nivel de Sigma según Pande et al. (2000)	29
Figura 3. Metodología DMAIC.	31
Figura 4. Identificación de proyectos LSS por medio de una <i>burning platform</i>	39
Figura 5. Enfoque para la solución a proyectos según George (2010).....	40
Figura 6. Elementos FIT SIGMA.	41
Figura 7. Principales barreras para un movimiento de calidad según Basu y Walton (2011).....	46
Figura 8. Marco de implementación de FIT SIGMA según Basu (2009).	47
Figura 9. Programa de organización FIT SIGMA según Basu (2009).	48
Figura 10. Estructura FIT SIGMA para pequeñas y medianas empresas.....	49
Figura 11. Organigrama de la dirección académica del ITESM CCM (2013).	55
Figura 12. Organización en el ITESM, Campus Ciudad de México y su escuela EDIA (2015).	56
Figura 13. Organigrama de un departamento en la EDIA, CCM.	58
Figura 14. Estructura de una dirección de carrera de le EDIA, CCM.....	60
Figura 15. Fases para el despliegue de FIT SIGMA en una escuela del Tecnológico de Monterrey.	78
Figura 16. Fases y pasos propuestos para el despliegue de FIT SIGMA en una escuela del Tecnológico de Monterrey.	80
Figura 17. Diagrama de flujo para la identificación, selección y enfoque, de proyectos.....	106
Figura 18. <i>Burning Platform</i> para la identificación de proyectos en una escuela del ITESM.....	107
Figura 19. Dominios de técnicas y herramientas para trabajar proyectos de mejora en el ITESM.	107
Figura 20. Modelo EFQM.	149
Figura 21. Modelo Total Solutions.	150
Figura 22. Ejemplo de diagrama con resultados del <i>Total Solutions</i> según Basu & Wright (1997)	150

Índice de tablas

Tabla 1. Significado práctico de Six Sigma.....	28
Tabla 2. Enfoques de implementación de Six Sigma según Pande & Holpp (2002).....	33
Tabla 3. Comparación entre Six Sigma y Lean Thinking según Nave (2002).....	34
Tabla 4. Consideraciones para ejecutar un proyecto por medio de Lean Six Sigma según George (2010)	40
Tabla 5. Enfoques DMAIC para FIT SIGMA.....	43
Tabla 6. Entrenamiento a personal de acuerdo a Lean Six Sigma.	44
Tabla 7. Opciones para despliegue de entrenamientos de acuerdo a FIT SIGMA.....	44
Tabla 8. Herramientas apropiadas Six Sigma para FIT SIGMA.	46
Tabla 9. Procesos clave para la sostenibilidad de FIT SIGMA según Basu y Walton (2011).	50
Tabla 10. Principales procesos en un departamento de la EDIA, CCM.....	59
Tabla 11. Principales procesos de una carrera de la EDIA, CCM.....	62
Tabla 12. Metas y ejemplos de medidas en un departamento académico según Razaki y Aydin (2011)	72
Tabla 13. Checklist #1 para la implementación de FIT SIGMA en una escuela del Tecnológico de Monterrey.....	82
Tabla 14. Checklist #2 para la implementación de FIT SIGMA en una escuela del Tecnológico de Monterrey.....	86
Tabla 15. Matriz RACI propuesta para el despliegue de la infraestructura del programa.....	91
Tabla 16. Checklist #3 para la implementación de FIT SIGMA en una escuela del Tecnológico de Monterrey	94
Tabla 17. Checklist #4 para la implementación de FIT SIGMA en una escuela del Tecnológico de Monterrey	98
Tabla 18. Tipos de entrenamientos, características y duración.....	100
Tabla 19. Checklist #5 para la implementación de FIT SIGMA en una escuela del Tecnológico de Monterrey	104
Tabla 20. Tabla con consideraciones para verificación de dominio DMAIC.	108
Tabla 21. Tipos de enfoques DMAIC.	109
Tabla 22. Consideraciones para un proyecto con DMAIC Full.	110
Tabla 23. Consideraciones para un proyecto con DMAIC Lite.....	110

Tabla 24. Consideraciones para un evento Kaizen.....	111
Tabla 25. Checklist #6 para la implementación de FIT SIGMA en una escuela del Tecnológico de Monterrey	113
Tabla 26. Indicadores propuestos para el monitoreo del programa de FIT SIGMA.....	115
Tabla 27. Metas a mejorar en un departamento del ITESM.	116
Tabla 28. Metas a mejorar en una carrera del ITESM.....	116
Tabla 29. Checklist #7 para la implementación de FIT SIGMA en una escuela del Tecnológico de Monterrey	117
Tabla 30. Checklist #8 para la implementación de FIT SIGMA en una escuela del Tecnológico de Monterrey	119
Tabla 31. Herramientas para la generación de ideas.....	138
Tabla 32. Herramientas para la recolección de información.	139
Tabla 33. Herramientas para el análisis de información y procesos.....	139
Tabla 34. Herramientas para el análisis de información y procesos.....	140
Tabla 35. Herramientas para la implementación y administración de procesos.....	140
Tabla 36. Técnicas y herramientas asociadas a Lean Six Sigma según George (2004).....	142
Tabla 37. Checklist #1 del Lean Implementation Milestones Checklist	143
Tabla 38. Checklist #2 del Lean Implementation Milestones Checklist	144
Tabla 39. Checklist #3 del Lean Implementation Milestones Checklist	145
Tabla 40. Checklist #4 del Lean Implementation Milestones Checklist	146
Tabla 41. Checklist #5 del Lean Implementation Milestones Checklist	147
Tabla 42. Checklist #6 del Lean Implementation Milestones Checklist	148
Tabla 43. Formato para la recolección de información para el mapeo de procesos.....	153
Tabla 44. Principales áreas de oportunidad para la mejora en una escuela.	154

Glosario de términos

- BPI - Business Process Improvement (Mejora de procesos de negocios)
- BPR - Business Process Reengineering (Reingeniería de procesos de negocio)
- BSC - Balanced Scorecard
- CACEI – Consejo de acreditación de la enseñanza de la ingeniería
- CCM – Campus Ciudad de México
- CEO - Chief Executive Officer (Director general)
- DMAIC – Define, Measure, Analyze, Improve, Control (Definir, medir, analizar, mejorar y controlar)
- DPMO – Defects per Million Opportunities (Defectos por millón de oportunidades)
- DOE – Design of experiments (Diseño de experimentos)
- EDIA - Escuela de diseño, ingeniería y arquitectura
- EFQM – European Foundation for Quality Management (Fundación europea para la gestión de la calidad)
- FPY – First Pass Yield (Rendimiento de primer paso)
- IIS – Ingeniería industrial y de sistemas
- IMT – Ingeniería mecatrónica
- IT – Information Technologies (Tecnologías de la información)
- ITESM – Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey
- JIT – Just in time (Justo a tiempo)
- KPI – Key performance indicator (Indicador clave de desempeño)
- ITESM – Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey
- LHE – Lean Higher Education (*Lean* en la educación superior)
- LSS – Lean Six Sigma
- PPM – Parts per million (Partes por millón)
- SCORE – Select, Clarify, Organize, Run, Evaluate (Seleccionar, aclarar, organizar, ejecutar y evaluar)
- SEP – Secretaría de educación pública
- SIPOC - Supplier, Input, Process, Output, Customer (Proveedor, entradas, procesos, salidas y clientes)
- SMED – Single-Minute Exchange of Die (Cambio de herramienta en un solo minuto)

SPC – Statistical Process Control (Control estadístico de proceso)

SWOT – Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats (fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas)

TPM – Total Productivity Maintenance (Mantenimiento productivo total)

TPS – Toyota Production System (Sistema de producción de Toyota)

TQM – Total Quality Management (Gestión de la calidad total)

VOC – Voice of customer (Voz del cliente)

VSM – Value stream mapping (Mapa de la cadena de valor)

WIP – Work in process (Trabajo en proceso)

CAPÍTULO I. Planteamiento del problema y justificación de la investigación.

1.1 Introducción

El presente trabajo consiste en el desarrollo de una guía para la implementación del programa de calidad FIT SIGMA™ en un entorno académico, para una escuela del sistema Tecnológico de Monterrey®, la cual ajusta a la filosofía a las características del área e indica los pasos necesarios a seguir para implementarla con éxito para la mejora continua de las operaciones académicas.

En un mundo cada vez más globalizado y competido las filosofías o programas de calidad se han desarrollado y tomado importancia para trabajar dentro de un ambiente de mejora continua que permita la constante búsqueda de la excelencia y la optimización de recursos. Esta situación no es exclusiva de algún sector o industria, por lo que naturalmente están incluidas las instituciones educativas. Ante ello resulta conveniente integrar en las operaciones académicas un programa de mejora continua que permita atender metódica y analíticamente las distintas situaciones y procesos que allí se desarrollan.

Algunas de las filosofías de mejora continua que han aportado a la industria grandes beneficios, comprobados tanto en empresas de manufactura como de servicios, son Lean y Six Sigma. Ambas prácticas garantizan optimizaciones, reducciones de costos, productividad, entre otros, cada una con su propio enfoque. Conforme ha pasado el tiempo se ha dado una interesante fusión y sinergia entre ambas, resultando en la conocida filosofía Lean Six Sigma. Y la experiencia que ha dejado su aplicación ha arrojado nuevos factores para ser considerados durante la implementación y ejecución, esto con la intención de asegurar el éxito de programa conforme pase el tiempo. A esta integración Basu (2001) le llamó FIT SIGMA.

El presente trabajo representa un reto ya que no existe un programa de mejora continua como Lean Six Sigma o FIT SIGMA que esté ajustado y contemple las características de

una división académica una universidad, ni guía que indique las acciones necesarias para su implementación.

1.2 Antecedentes

Un enfoque que a diversas empresas les ha permitido asegurar la constante perfección de sus operaciones es la filosofía Lean Six Sigma. Esta filosofía tiene su origen en la manufactura, pero sus principios y herramientas han sido aplicados en repetidas ocasiones en empresas de servicios y transacciones con los mismos exitosos resultados. “Lean Six Sigma para servicios es una metodología de mejora que maximiza el valor para sus accionistas al alcanzar el mejor rendimiento en la satisfacción del cliente, costo, calidad, velocidad de procesos, e inversión de capital. La fusión de Lean y Six Sigma es necesaria debido a que: Lean no puede meter un proceso dentro de control estadístico, Six Sigma por sí solo no puede dramáticamente mejorar la velocidad de los procesos o reducir la inversión de capital y ambos permiten la reducción de costos” (George, 2003, p.6).

Dentro de esa variedad de su aplicación en empresas de servicios las universidades no han sido la excepción de los resultados. Instituciones de educación superior han utilizado herramientas de Lean Six Sigma para dar solución a problemáticas. Por ejemplo Jaraiedi (2010) aplicó la metodología de Six Sigma para incrementar la retención de estudiantes de ingeniería. Y conforme a las actividades de una universidad Razaki y Aydin (2011) concluyeron que de los programas de mejora continua más comúnmente utilizados, como Reingeniería de Procesos, Lean, Administración de la Calidad Total (TQM por sus siglas en inglés), Six Sigma, etc. Lean Six Sigma es la que mejor se acopla a una universidad por sus características y la duración de los periodos académicos.

Pero la aplicación completa de una filosofía como Lean Six Sigma a un área en específico conlleva dos preocupaciones principales: la implementación y su ajuste. Un estudio conducido por McKinsey & Company, y reportado por George (2003), identificó nueve errores por los que programas como Lean Six Sigma han fallado. “Darse cuenta que es necesario tener la estrategia correcta es tan solo uno de esos factores; los restantes ocho están relacionados con la implementación: desde una pobre ejecución hasta la falta de atención del personal para apoyar el despliegue” (p.182. 183). Asimismo, el ajuste del

modelo al entorno que lo contiene, como lo sería la selección adecuada de técnicas y herramientas, es algo que Basu (2009) identificó como un factor trascendental: “Independientemente del programa de calidad que una organización seleccione, una selección de herramientas y técnicas será esencial para el progreso de la iniciativa” (p.243).

Debido a esta situación se identifica como una alternativa viable la aplicación de FIT SIGMA sobre la tradicional Lean Six Sigma. Esto es porque mientras que Lean Six Sigma provee agilidad y eficiencia, FIT SIGMA además agrega una aptitud que hace que el programa se mantenga dentro de la organización y sea flexible para adaptarse a distintos entornos. Easton y Jarrel (1998) y Sterman *et al.* (1997), concluyen que la mayoría de los intentos en compañías por implementar iniciativas como la Administración de la Calidad Total (TQM), Six Sigma, entre otras, terminan en fracasos. Esto es debido a que las compañías encuentran extremadamente difícil mantener las iniciativas de mejora. Por ejemplo, Motorola, aun siendo el creador de Six Sigma en 1981, anunció en 1998 que el beneficio asociado al programa en el segundo trimestre de ese año fue casi inexistente, lo que ocasionó un recorte de 15,000 empleados que representaban el 10% del personal total de la empresa. Por esa razón, para lograr la sostenibilidad, FIT SIGMA considera 4 características adicionales (Basu & Walton, 2011): un proceso de revisión formal con la alta dirección en periodos regulares, auto-evaluaciones periódicas, un programa continuo de aprendizaje y administración del conocimiento, la extensión del programa a lo largo de la institución.

Pero mejorar un sistema de educación superior no es una tarea sencilla. Como cualquier sistema de educación superior es complejo como resultado de las múltiples combinaciones que surgen de las misiones, visiones, modelos educativos; formas de organización, participación, condiciones: ofertas educativas, niveles de educación; antigüedad, ubicación geográfica, contexto económico, político y social: entre otros (González Gonzalez, Galindo Miranda, Galindo Miranda, & Gold Monrgan, 2004).

En la educación superior existen hechos, internos y externos, que demandan que el sistema de educación sea continuamente mejorado:

- Recursos finitos y necesidades de educación infinitas, por lo que la priorización de actividades es necesaria en universidades (Thompson et al., 2008).
- Acreditaciones de programas académicos, que demandan iniciativas de mejora continua dentro de las actividades académicas (CACEI, 2015).
- Mercado cada vez más competido en México, el cual crece a una tasa mayor del 5% anual (universal, 2012).
- Cumplimiento con requerimientos del cliente: buen servicio, calidad académica y bajos costos (Raifsnider, 2004).
- La necesidad de mejorar la calidad de vida, donde en lo particular la educación es un factor crítico. (González et al., 2004)

En México, una de las instituciones de educación privada superior, más grandes, reconocidas y con elevado compromiso social, es el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM). El Tecnológico de Monterrey posee distintos campi. Cada campus tiene áreas administrativas y áreas académicas. El área académica se estructura en escuelas, las cuales contienen departamentos, y estos coordinan programas académicos o carreras (ITESM, 2015). Esta es la estructura organizacional que ha tenido el ITESM en recientes años. Actualmente, el Tecnológico de Monterrey se encuentra en una transformación rumbo al modelo Tec21, la cual busca privilegiar las funciones académicas y las de investigación. La presente investigación toma como base la previa estructura organizacional del ITESM.

Finalmente, aunque existen campi en el sistema Tecnológico de Monterrey, como el Campus Estado de México o el Campus Monterrey, que han incursionado en la aplicación de programas de mejora continua en 1998 y 2003 respectivamente a través del Premio Nacional de Calidad (PNC, 2015), no existe un modelo o metodología que permita guiar al resto de las áreas académicas en su despliegue para el uso de un programa de calidad de este tipo.

1.3 Planteamiento del problema

Actualmente no existe una metodología de despliegue de un programa de calidad como Lean Six Sigma o FIT SIGMA que guíe y ajuste a la filosofía a una división académica de una universidad. Ni tampoco un modelo que contemple y aproveche las características naturales de una universidad para reforzar el programa.

A través de la presente investigación se ajusta y sugiere, como un complemento a la innovación educativa del Tecnológico de Monterrey, un modelo para implementar FIT SIGMA en una escuela de dicha institución.

1.4 Objetivos

Objetivo General.

- Diseñar una guía de implementación que permita ajustar la filosofía FIT SIGMA a una escuela del Tecnológico de Monterrey, y que indique los pasos necesarios a seguir durante el despliegue como programa de calidad para la mejora continua en este nuevo ámbito.

Objetivos específicos.

- Conocer las contribuciones de las filosofías Lean, Six Sigma, Lean Six Sigma y FIT SIGMA; así como conocer las técnicas y herramientas que las distinguen.
- Definir la estructura y características de una escuela del Tecnológico de Monterrey con la intención de identificar los recursos y actividades que en ella existen.
- Realizar una exhaustiva revisión bibliográfica de aplicación de herramientas de FIT SIGMA en universidades, con la intención de identificar posibles áreas de oportunidad, corroborar la aplicabilidad de la filosofía y posteriormente ajustar el programa al área que lo contendrá.
- Sugerir un modelo que permita guiar y ajustar el programa FIT SIGMA en una escuela del Tecnológico de Monterrey.

1.5 Preguntas de investigación

Para definir la investigación, y como guía de la misma, se plantea la siguiente serie de preguntas:

- ¿En qué consisten los programas de calidad que integran a FIT SIGMA y qué requieren para su funcionamiento?
- ¿Cuáles son los factores críticos al desplegar un programa como Lean Six Sigma y FIT SIGMA?
- ¿En qué sentido puede contribuir un programa de mejora continua como FIT SIGMA en universidades?
- ¿Cuáles son las características principales de una escuela académica del Tecnológico de Monterrey y qué factores deben ser considerados para que se le pueda ajustar el modelo?

1.6 Justificación

Todas las operaciones que ocurren dentro de una escuela del Tecnológico de Monterrey, sean administrativas o académicas, contribuyen en la formación de estudiantes y futuros profesionistas de México. Mejorar continuamente en dichas actividades contribuye directamente a la formación de profesionistas que generan progreso para una nación (González et al., 2004).

El autor de la presente investigación se desempeñó como ingeniero de automatización por un periodo de dos años en la industria automotriz en la Ciudad de Monterrey, donde se percató del gran impacto de Lean y Six Sigma dentro de las plantas de producción. Posteriormente, el mismo autor laboró por un periodo de dos años en una dirección de carrera del Tecnológico de Monterrey. El autor está entrenado como agente de mejora continua Black Belt de Lean Six Sigma. Actualmente el autor, por medio de sus actividades profesionales, contribuye al despliegue de Lean Six Sigma en una empresa farmacéutica multinacional. Por todo esto el autor identifica de manera práctica la necesidad ajustar las filosofías de mejora continua, como lo es FIT SIGMA, al entorno que la posee, y de llevar a cabo una meticulosa implementación, con la intención de asegurar el éxito del programa.

Lo que el estudio desea es contribuir al conocimiento de la ingeniería industrial al proponer una metodología para implementar FIT SIGMA en un sector no explorado. Es necesario un ajuste al programa para aprovechar las bondades de un claustro académico.

1.7 Alcance y limitaciones del estudio

El presente trabajo se suscribe a un área académica, una escuela, del Tecnológico de Monterrey previo a su transformación organizacional al modelo Tec21.

El alcance se acota exclusivamente al planteamiento de una guía a seguir para ajustar e implementar FIT SIGMA como programa de mejora continua para las operaciones académicas, quedando para futuro el despliegue y evaluación del mismo como modelo de mejora.

1.8 Metodología de investigación

Dentro de la presente investigación se estudia por individual cada filosofía que antecede a FIT SIGMA, para conocer desde la raíz los factores involucrados en cada uno de sus elementos, sus herramientas y sugerencias de implementación. Además, se revisan las características de una escuela del Tecnológico de Monterrey al tomar como referencia un departamento y una carrera de dicha institución. Posteriormente se revisan aplicaciones de las herramientas de FIT SIGMA en las universidades. Finalmente se procede a diseñar una metodología para guiar y ajustar a la filosofía a la institución. Ello conlleva a la siguiente ruta de investigación:

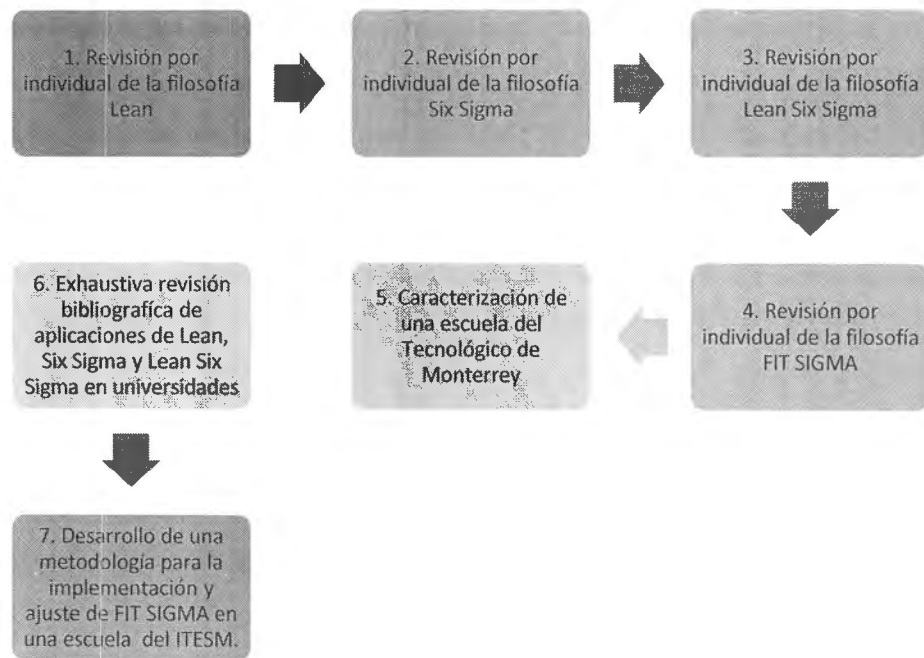


Figura 1. Ruta de investigación.

1.- Revisión por individual de la filosofía Lean: definición, técnicas y herramientas y enfoques de implementación de Lean.

2.- Revisión por individual de la filosofía Six Sigma: definición, técnicas y herramientas y enfoques de implementación de Six Sigma.

3.- Revisión por individual de la filosofía Lean Six Sigma: definición, técnicas y herramientas y enfoques de implementación de Lean Six Sigma.

4.- Revisión por individual de la filosofía FIT SIGMA: definición, técnicas y herramientas y enfoques de implementación de FIT SIGMA.

5.- Caracterización de una escuela del Tecnológico de Monterrey: estructura, responsabilidad y procesos de una escuela del Tecnológico de Monterrey.

6.- Exhaustiva revisión bibliográfica de aplicaciones de Lean, Six Sigma y Lean Six Sigma en universidades: revisar aplicaciones de las herramientas de FIT SIGMA y consideraciones de los programas en las universidades.

7.- Desarrollo de una metodología para la implementación y ajuste de FIT SIGMA en una escuela del ITESM.: desarrollar una guía que indique el “qué” y el “cómo” para guiar y ajustar la implementación de FIT SIGMA en una escuela del Tecnológico de Monterrey.

1.9 Estructura del documento

La presente tesis se desarrollará en 6 capítulos como se detalla a continuación:

Capítulo I. Planteamiento del problema y justificación de la investigación.

Este primer capítulo define el objetivo del documento, se plantea el problema y sus preguntas de investigación, se acota el alcance y se plantea la metodología de la investigación.

Capítulo II. Marco teórico: Filosofías de mejora continua.

Se revisa de manera individual los principales componentes de la filosofía de FIT SIGMA. Asimismo, se citan sus principios, técnicas y herramientas, y enfoques para su implementación.

Capítulo III. Caracterización de una escuela del Tecnológico de Monterrey.

Se procede a definir las características de una escuela del Tecnológico de Monterrey, tomando como base un departamento académico del ITESM CCM.

Capítulo IV: La aplicación en universidades.

Se cita información bibliográfica que ejemplifica aplicaciones de técnicas y herramientas de FIT SIGMA en universidades, lo cual arroja factores que deben ser considerados para el ajuste al área y consideraciones de implementación en la universidad.

Capítulo V. Modelo para el despliegue de FIT SIGMA en una escuela del Tecnológico de Monterrey.

Se desarrolla guía para implementar el programa en cualquier escuela del Tecnológico de Monterrey.

Capítulo VI. Conclusiones y futuras investigaciones.

Se redactan las conclusiones de la investigación y se generan propuestas para futuras investigaciones.

Una vez que se ha definido la problemática, objetivo, motivo, alcance y metodología de investigación, en el próximo capítulo se estudia por individual cada una de las filosofías de mejora continua que integran a FIT SIGMA.

CAPÍTULO II. Marco teórico: Filosofías de mejora continua

2.1 Introducción

El término Lean fue definido por primera vez en un artículo titulado “*Triumph of the lean production system*” (John Krafcik, 1988). Posteriormente, estudios en el área desarrollados por estudiantes del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT por sus siglas en inglés) se materializaron en el libro “*The machine that changed the world*” (Womack et al., 1990), siendo este el libro que impulsaría mundialmente al término. Un segundo libro que terminó de concretar y fundamentar los principios Lean fue “*Lean Thinking*” (Womack y Jones, 1996).

Así, Lean Manufacturing resultó de la integración de la perspectiva de Lean Thinking y el Sistema de Producción de Toyota (TPS por sus siglas en inglés). El objetivo de Lean Manufacturing es reducir el desperdicio para que de una forma eficiente todas las actividades de una cadena de valor trabajen correctamente (El-Haik & Al-Aomar, 2006).

Por otra parte, en 1920 Shewhart trabajó con el control estadístico de proceso (SPC por sus siglas en inglés) y en los años de 1950 Taguchi lo hizo sobre el diseño de experimentos. Deming aportaría su visión durante la segunda guerra mundial. Finalmente en 1985, Bill Smith, ingeniero de Motorola, tuvo la novedosa idea de insertar el concepto de estadística dentro del término de calidad generando el concepto Six Sigma.

En tiempos más recientes, Lean y Six Sigma son dos filosofías compatibles de mejora continua que se han integrado. Uno de los primeros autores que definió el término Lean Six Sigma (o Lean Sigma) por medio de un libro fue Michael George en el año 2002, mediante su libro “*Lean Six Sigma: Combining Six Sigma with Lean Speed*”. En él se define a Lean Six Sigma como la combinación del enfoque de negocios de Six Sigma con la velocidad de Lean. Lean Six Sigma es una filosofía que combina las sinergias de ambas iniciativas y proveen a las organizaciones de agilidad, menos variación en procesos y que el impacto del negocio sea mayor (George M. L., 2002).

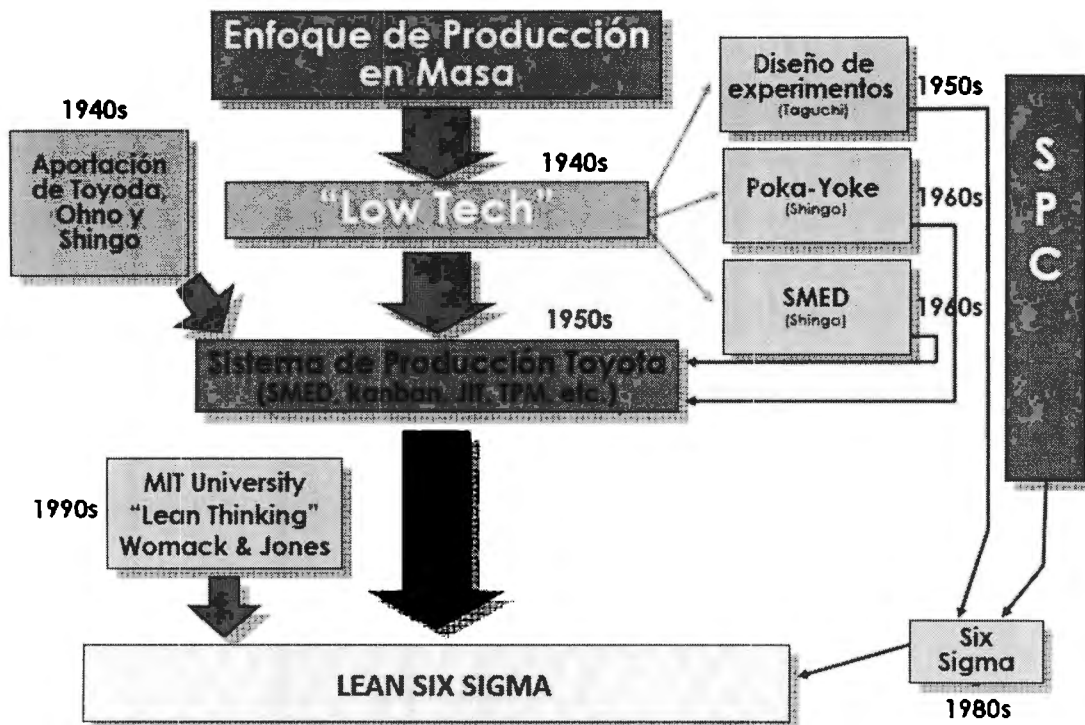


Figura 2. De la producción en masa a Lean Six Sigma.

Es en 2001 cuando Basu introduce el concepto de FIT SIGMA como una filosofía total de negocios. Pero el concepto y sus aplicaciones fueron explicados en mayor detalle por Basu y Wright hasta 2003, de acuerdo a Basu (2009): "FIT SIGMA™ es el proceso que permite resultados finales significativos de Six Sigma y Lean Sigma para sostener el programa [...] lo cual asegura beneficios de largo plazo" (p. 29).

Aunque FIT SIGMA tiene sus raíces en el sector manufacturero, destacados autores como Michael L. George en su libro "Lean Six Sigma for service" en 2003 ya han comprobado y documentado la bondad de la filosofía de Lean Six Sigma en la entrega de servicios con tan solo realizar ajustes en el despliegue de la misma. Un artículo de la revista Fortune en 1999, y citado por George (2003) indica: "En la mayoría de los casos –estimamos el 70%- el verdadero problema no es el concepto de alto nivel, sino es mala ejecución" (p. 182). De esta forma el autor indica la necesidad de integrar la filosofía a la organización al considerar barreras de ejecución (como lo es la selección de proyectos) y problemas de interacción (como la fomentación de la mentalidad colaborativa).

Con la intención de revisar cómo que iniciativas estos programas han contribuido a los éxitos de distintas empresas, a continuación se procede a revisar por brevemente y por independiente la definición, herramientas y enfoques de implementación de cada filosofía que integra a FIT SIGMA.

2.2 Lean Enterprise

Como Womack y Jones (1996) lo definieron, Lean Enterprise es el mecanismo organizacional que va desde el inicio hasta el final de la cadena de valor, el cual promueve la continua participación de todas las partes involucradas en la cadena para eliminar las actividades que son consideradas como desperdicios y lo hace de manera permanentemente o cíclica como parte de su gestión.

Lean Enterprise se basa principalmente en dos filosofías de calidad, Lean Thinking y Lean Manufacturing.

2.2.1 ¿Qué es Lean Thinking?

Lean Thinking lo define Womack y Jones (1996) como “Es un camino para especificar valor, alinearlo con la creación de valor en la mejor secuencia, orientar estas actividades sin interrupción y ejecutarlo cada vez más eficientemente. En pocas palabras, Lean es esbelto porque provee un camino para hacer más y más con menos y menos” (p. 15). Lean apunta a hacer el trabajo sencillo, para que realmente pueda ser comprendido y administrado. Lean es un conjunto de conceptos que proveen una cultura de mejora continua que trabaja en la eliminación del desperdicio y genera valor para el cliente.

A todo desperdicio Lean le llama MUDA (palabra en japonés que significa desperdicio), y lo clasifica en tres 2 tipos: MUDA tipo uno que son actividades que no agregan valor pero que son necesarias, y MUDA tipo dos que son actividades que no agregan valor y que además se pueden eliminar, siendo estas últimas las principales candidatas a ser eliminadas por medio de Lean.

2.2.2 Técnicas y herramientas de Lean Thinking

En Lean Thinking, se han propuesto herramientas que permiten a las organizaciones trabajar sobre la eliminación de desperdicios (MUDA). Una lista de herramientas que sugiere Lean Thinking se cita a continuación (Womack & Jones, 1996):

- Heijunka
- Hoshin Kanri
- Just in time
- Kaikaku
- Kaizen
- Kanban
- Poka-Yoke
- Mapeo del flujo de valor (VSM, por sus siglas en inglés)
- 5's

Nota: La definición de cada herramienta de Lean Thinking se cita en el ANEXO "A".

2.2.3 ¿Qué es Lean Manufacturing?

Al igual que Lean Thinking, Lean Manufacturing permite gestionar para enfocar los esfuerzos a la creación de flujo y maximizar el valor a los clientes. Solo que a diferencia de Lean Thinking, Lean Manufacturing clasifica el MUDA en 7 tipos de desperdicios (Feld, 2001):

1. **Sobreproducción:** producir más de lo requerido.
2. **Transporte:** Movimiento excesivos de partes o materiales de un lugar a otro.
3. **Movimientos:** Movimientos innecesarios realizados por trabajadores/máquinas.
4. **Espera:** Retraso en partes que están esperando ser procesadas, o ya sea en operadores o máquinas.
5. **Desperdicio del proceso:** Procesos que no generan valor y consumen recursos.
6. **Inventario:** Acumulación de materia prima, trabajo en proceso (WIP, por sus siglas en inglés), y partes terminadas.
7. **Defectos:** Productos defectuosos o servicios mal ejecutados o incompletos.

2.2.4 Técnicas y herramientas de Lean Manufacturing

Lean Manufacturing también se compone de herramientas citadas en Lean Thinking como lo son Just in Time, Kaizen, Kanban, 5's, etc. Sin embargo, Lean Manufacturing posee técnicas que han surgido propiamente del ámbito de la manufactura, aunque hoy en día también ya tienen aplicaciones en empresas de servicios. Dichas técnicas son (El-Haik & Al-Aomar, 2006):

- SMED
- Células de manufactura
- Mantenimiento productivo total (TPM)
- Controles visuales
- Balanceo de líneas
- Trabajo estándar.

Nota: La definición de cada técnica y herramientas de Lean Manufacturing se detalla en el ANEXO "B".

2.2.5 Enfoques para la implementación de Lean

Transformar una empresa de manufactura o servicios que tradicionalmente opera por lotes y que opera normalmente sobre procesos estandarizados que son tipo MUDA, a una empresa que produce productos en flujo regulado de una pieza y que elimina una serie de procesos no necesarios, no es algo sencillo. De allí que distintos autores han atacado el problema con diversas perspectivas.

Buendía et al. (2012) propone un modelo para la implementación de Lean basado principalmente en el factor humano de la organización, ya que estos autores identifican a la manera de pensar que prevalece entre los miembros de la organización como un factor crítico para el éxito. Los autores trabajaron directamente sobre la dimensión afectiva del individuo, lo que enfatiza la importancia de que el personal interactúe con la implementación y que la administración se involucre en el programa, para el correcto éxito (Buendía y Tress, 2012).

Por su parte Hobbs (2003) propone la *Lean Implementation Milestones Checklist*. Su modelo se integra de 6 diferentes hitos (milestones), cada uno con una serie de acciones que requieren ser completadas previo al siguiente paso.

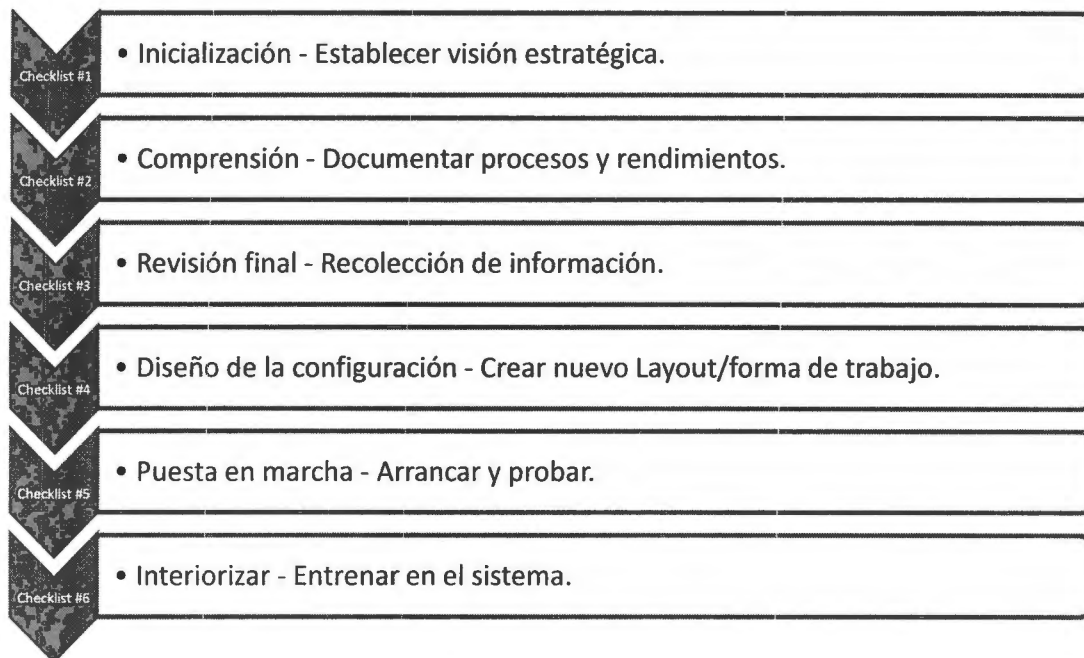


Figura 1. Modelo de implementación de Lean propuesto por Hobbs (2003).

Todo esto se logra por medio de un coordinador, quien trabaja en conjunto con un comité y equipos de implementación, deben de completar todas las acciones de los hitos, previo a pasar al siguiente Checklist. El comité y los equipos son responsables de concluir sus acciones en los tiempos acordados con el coordinador. Líderes de cada equipo son responsables de asegurarse que los miembros de su equipo dediquen el tiempo necesario para recolectar la información requerida. Tiempo o recursos limitados, deberán de ser canalizados a través del líder y negociados con el coordinador. Cada acción a ejecutar dentro de las hojas de verificación es clara y consecutiva. El detalle de cada lista de verificación propuesto por Hobbs (2003) para la implementación de Lean Manufacturing en una empresa de manufactura se presenta en el ANEXO “E”.

2.3 Six Sigma

2.3.1 ¿Qué es Six Sigma?

Six Sigma (Seis Sigma en español o “6σ” en estadística) es una manera “inteligente” de administrar negocios o departamentos. Six Sigma coloca primero que todo al cliente y utiliza hechos e información para apuntar hacia mejores soluciones y reducción de defectos. Six Sigma es hacer que cada área de la organización sea mejor para alcanzar las necesidades cambiantes de clientes, mercados y tecnologías, y que al mismo tiempo proporcione beneficio para los empleados, clientes e inversionistas. Un nivel de seis sigma significa que por cada millón de productos o servicios entregados se producirían a o mucho 3.4 productos/servicios defectuosos en el largo plazo (Pande & Holpp, 2002).

La mayoría de los servicios/productos que ofrecen empresas reconocidas es de 4σ, mientras que una empresa de clase mundial es de 6σ o más (Breyfogle III, 2003). Pero un cambio de 4 a 6 sigmas en términos prácticos tiene un gran impacto. Por ejemplo Pande et al. (2000) ejemplifica con:

Nivel 3.8σ = 99% bueno	Nivel 6σ = 99.99966% bueno
20,000 artículos de correo perdidos por hora	7 artículos perdidos por hora
Tomar agua insalubre por casi 15 minutos diariamente	1 minuto inseguro cada siete meses
5,000 intervenciones quirúrgicas incorrectas a la semana	1.7 operaciones incorrectas por semana
200,000 recetas médicas equivocadas al año	68 recetas equivocadas al año
Falta de electricidad por casi 7 horas al mes	1 hora sin electricidad cada 34 años

Tabla 1. Significado práctico de Six Sigma.

Asimismo, Pande et al. (2000) muestra que la relación no es lineal. Un cambio de 5 a 6 sigma implica un cambio radical al mejorar en 70 veces como se muestra a continuación:

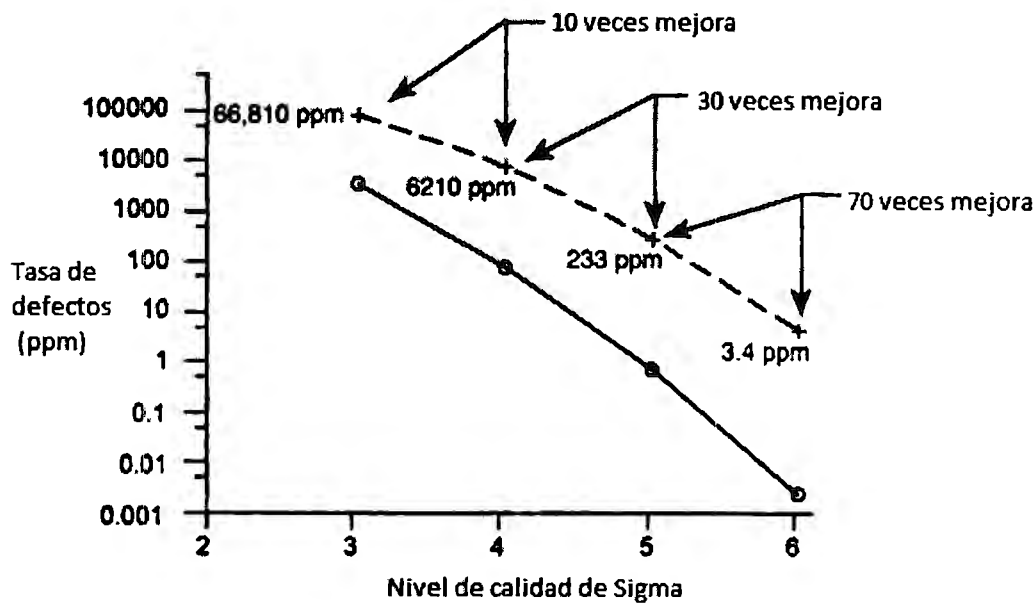


Figura 2. Mejora necesaria al cambiar de nivel de Sigma según Pande et al. (2000)

2.3.2 Técnicas, herramientas y cultura Six Sigma

De cierto modo cada herramienta que ayuda a entender, administrar y mejorar un proceso, pudiera ser considerado una herramienta de Six Sigma. Pande y Holpp (2002) clasificaron las herramientas en 5 categorías:

- Herramientas para la generación de ideas.
- Herramientas para la recolección de información
- Herramientas para el análisis de información y procesos
- Herramientas para el análisis estadístico
- Herramientas para la implementación y administración de procesos

Nota: Las herramientas de Six Sigma se definen en detalle en el ANEXO “C”.

Las compañías que inventaron Six Sigma, a finales de los años 1980s, desarrollaron nombres especiales para cada papel, basados en la práctica del Karate, al citar los distintos colores de cinturones (*belts*, en inglés) que indican distintos niveles de dominio. Aunque la infraestructura puede variar de una compañía a otra, se identifican siete papeles típicos. Éstos se pueden agrupar en dos distintos grupos (George et al., 2004):

- Nuevas posiciones creadas para dar fuerza al programa: (1) Champions, (2) Master Black Belts, (3) Black Belts.
- Personal que mantiene su trabajo regular, pero cuyas responsabilidades se amplían para ejecutar el programa: (4) Director general y ejecutivos, (5) Directores de unidades de negocios, (6) Gerentes de primer nivel o dueños de procesos y (7) Green Belts, Yellow Belts, White Belts, y miembros de equipos

Champions: Un Champion es un director perteneciente al nivel ejecutivo, quien tiene la responsabilidad de administrar y guías los esfuerzos y asegurarse que estén alineados con las prioridades de la organización.

Black Belts: Los Black Belts son empleados quienes reciben un entrenamiento en liderazgo y solución de problemas. Normalmente ellos trabajan tiempo completo para Six Sigma aunque puede variar. Ellos son los responsables de liderar y entrenar a los equipos de proyectos.

Master Black Belt: Los Master Black Belts son Black Belts que han recibido un entrenamiento avanzado en técnicas sofisticadas para la solución de problemas. Ellos también liderarán un número de equipos de proyectos y también serán responsables de la entrega de resultados. Sus responsabilidades incluyen entrenamiento y enseñanza a los Black Belts, monitoreo del progreso de los equipos y apoyar a los equipos tanto como lo necesiten.

CEO y ejecutivos: El director general, conocido como Chief Executive Officer (CEO), y su *staff* son los responsables de definir las metas y darle forma a la compañía.

Directores de unidades de negocio: Cada organización se ve compuesta por distintas unidades de negocio que pueden ser plantas, localidades o departamentos. Los representantes y responsables de estas unidades de negocio tendrán que trabajar de cerca con el Champion. En conjunto tendrán que definir las metas del negocio para poder tomar decisiones.

Gerentes de primer nivel o dueños de procesos: Estos son a quienes les pertenecen los procesos, que serán mejorados por medio de Six Sigma. Ellos serán los responsables de autorizar cambios, aprobar tiempo a su *staff* para entrenamientos, etc.

Green Belts, Yellow Belts, White Belts y miembros de equipos: Ellos pueden ser cualquier empleado de la empresa que reciba el entrenamiento. Por lo general estos empleados mantienen sus actividades, pero un porcentaje de su tiempo es el que le dedican a los proyectos Six Sigma de sus departamentos.

Además, Six Sigma es bien conocido por su famosa metodología para la solución de problemas y proyectos. La metodología de Definir-Medir-Analizar-Mejorar-Controlar (DMAIC por sus siglas en inglés), es un modelo de solución de problemas que se compone de cinco fases. Lo que hace realmente diferente a esta técnica de solución de problemas es lo que se hace en cada etapa mientras se avanza a través de cada paso. DMAIC es un sistema de lazo cerrado de negocios:

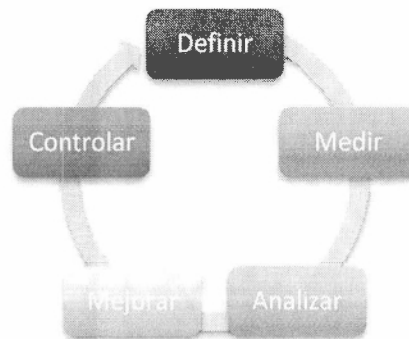


Figura 3. Metodología DMAIC.

Definir: Esta fase de la metodología define y acota el objetivo del proyecto, aclara los resultados, confirma el valor al negocio, establece límites y recursos del equipo, y ayuda al equipo a comunicar sus metas y planes.

Medir: La etapa de medir tiene dos principales objetivos: recolectar información para validar y cuantificar el problema, y comenzar a desenredar los hechos y números que ofrecen pistas sobre las causas del problema.

Analizar: En esta fase, el equipo Six Sigma profundiza en los detalles, mejorar su comprensión del proceso y del problema. Así, el equipo Six Sigma utiliza esta fase para identificar la causa raíz. Cuando las causas no son evidentes los equipos Six Sigma pueden pasar semanas aplicando diversas herramientas y probando varias ideas hasta encontrarlas.

Uno de los grandes retos en la fase de Analizar, es utilizar las herramientas correctas. En ocasiones simples herramientas pueden guiar a los equipos a la causa raíz. En otras cuando el problema es complejo, técnicas estadísticas avanzadas pueden ser requeridas para identificar y verificar la causa.

Mejorar: Una vez que la causa raíz se ha identificado, es tiempo de identificar la manera de eliminarla o corregirla.

Controlar: La importancia de esta última fase es hacer perdurar los cambios. Cuando el equipo Six Sigma entrega al usuario el proyecto, no debe de ser necesaria la presencia del equipo para que los resultados se mantengan.

2.3.3 Enfoques para la implementación de Six Sigma

Cuando las empresas deciden implementar Six Sigma el proceso a seguir puede ser distinto para cada organización. Ello depende de lo que la organización demanda del programa. A continuación se presentan tres enfoques para la implementación de Six Sigma de acuerdo con Pande y Holpp (2002):

	Rampa uno: Transformación del negocio.	Rampa dos: Mejora estratégica.	Rampa tres: Solución de problemas.
Motivo de la iniciativa	Necesidad de un cambio radical.	Una o dos necesidades críticas de negocio.	Resolver problemas puntuales que no han tenido aún solución.
Alcance esperado	Nueva forma de operar de toda la compañía. Considerables reducciones en costos. Nueva cultura en la empresa.	No es tan extensivo o ambicioso como la rampa uno, por lo que no requiere de grandes esfuerzos de emprendimiento. Se enfoca a resolver los problemas de unidades determinadas como críticas del negocio.	Se enfoca en los problemas persistentes, los cuales han sido detectados desde tiempo atrás, pero que no han podido ser resueltos.

Características	Amplia difusión del cambio. Evidente cambio en las operaciones de la empresa. La cultura Six Sigma será algo que nadie en la compañía podría ignorar.	Ofrece el mayor número de opciones. Una mejora estratégica podría ser limitada a una o dos unidades de negocio. Habrá equipos entrenados orientados a las áreas de oportunidad. Muchas de las compañías que han comenzado por esta rampa, más tarde se han expandido completamente a través de iniciativas corporativas.	Es el mejor para las compañías que quieren incursionar en los beneficios de Six Sigma sin crear mayores cambios dentro de la organización. Gente entrenada en el kit de herramientas estadísticas de Six Sigma.
------------------------	---	--	--

Tabla 2. Enfoques de implementación de Six Sigma según Pande & Holpp (2002).

2.4 Lean Six Sigma

2.4.1 ¿Qué es Lean Six Sigma?

Lean Six Sigma (o Lean Sigma) toma el ingrediente clave de calidad, después agrega precisión en el orden de los 3.4 defectos por millón de oportunidades. Ahora implementa eso a lo largo del negocio mediante un programa de entrenamiento y educación intensiva. Hasta allí el resultado es Six Sigma. Ahora, integra el enfoque de Lean Enterprise para centrarse en agregar valor al producto o servicio desde la perspectiva del cliente y eliminar los desperdicios en la cadena de valor (Basu, 2009).

La integración de Lean y Six Sigma es consistente. Six Sigma es una estructura para la solución de problemas, que identifica el problema desde su causa raíz y profundamente comprende el estado actual antes de proponer una solución. Dichas prácticas son también aplicables para Lean (Flinchbaugh, 2007). Por su parte Nave (2002) compara por medio de una tabla las principales características y similitudes de cada filosofía:

Programa	Six Sigma	Lean thinking
Filosofía	Reducción de la variación	Eliminación del desperdicio.
Directrices para la aplicación.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definir 2. Medir 3. Analizar 4. Mejorar 5. Controlar 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar el valor 2. Identificar el flujo de valor. 3. Flujo. 4. Jalar 5. Perfección
Enfoque	Solución de problemas	Optimización del flujo

Suposiciones	Existe un problema. Los gráficos y números son apreciados. Los resultados de un sistema mejorar si la variación en sus procesos es reducida.	El desperdicio eliminado mejorara el rendimiento del negocio. Varias pequeñas mejoras son mejor que analizar los sistemas.
Efecto primario	Estabilizada las salidas de los procesos	Reduce el tiempo de flujo dentro de los procesos.
Efectos secundarios	Menos desperdicio Rápido <i>throughput</i> Menos inventario Mejora de la calidad	Menos variación Estabiliza las salidas de los procesos. Menos inventario Mejora de la calidad
Críticas	La interacción del sistema no es considerada. Los procesos son mejorados independientemente.	El análisis del sistema no es valorado.

Tabla 3. Comparación entre Six Sigma y Lean Thinking según Nave (2002).

Nave (2002) identifica que al inicio cada filosofía comienza su trayecto con una perspectiva diferente. Pero al revisar los efectos secundarios, las metodologías comienzan a parecer similares y resultan consistentes, lo que lleva a la conclusión de la completa empatía y complemento entre filosofías.

2.4.2 Técnicas y herramientas Lean Six Sigma

Existen conceptos de la ingeniería industrial, considerados como técnicas o herramientas propias de Lean Six Sigma. Algunos de estos son:

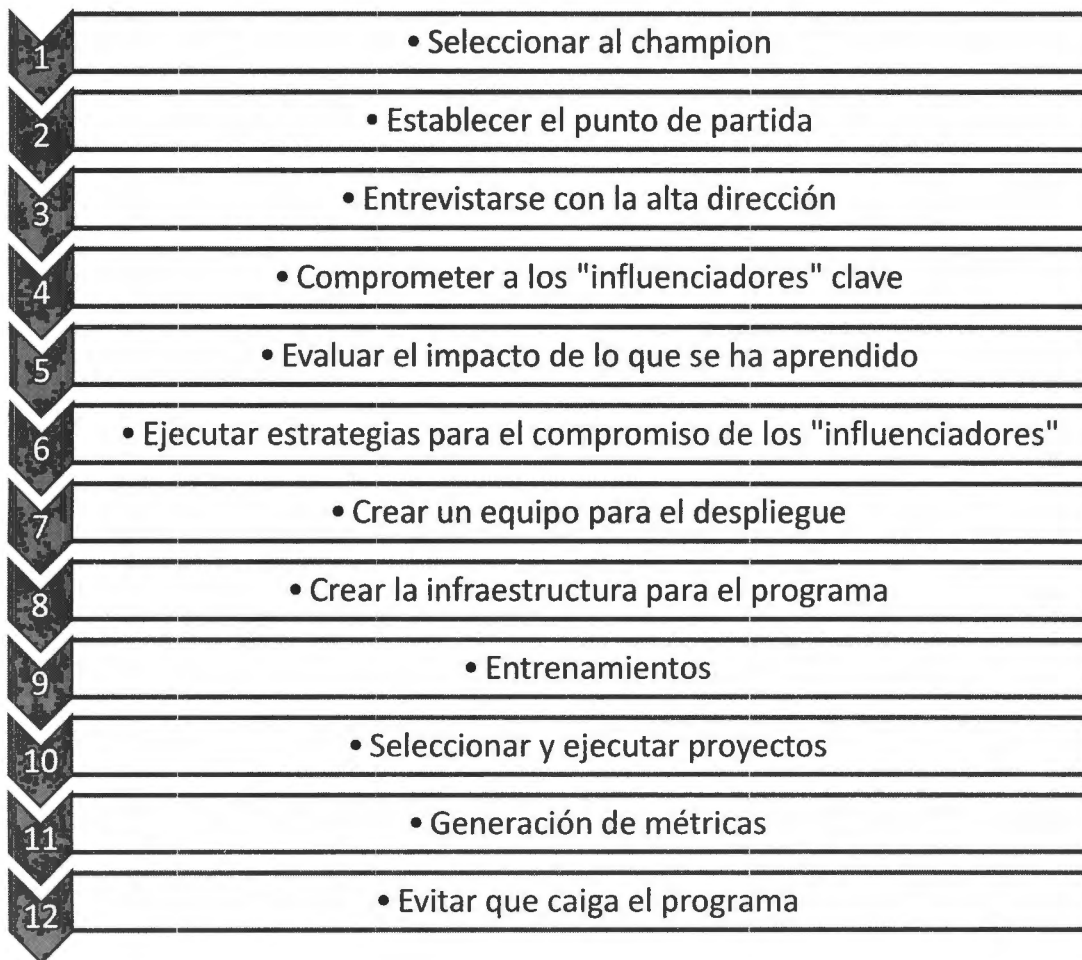
- Trabajo en proceso (WIP por sus siglas en inglés)
- Velocidad de proceso y Lead Time
- Retrasos y “*queue time*”
- Trabajo con valor agregado (VA) y trabajo con no valor agregado (NVA)
- Complejidad
- Eficiencia del proceso

Nota: La definición de cada técnica y herramienta se cita en el ANEXO “D”.

2.4.3 Enfoques para la implementación de Lean Six Sigma

Para la implementación de Lean Six Sigma en empresas de manufactura o servicios, George et al. (2004) indica que Lean Six Sigma debe comenzar con la participación de la alta gerencia, con un entrenamiento a directores y la planeación del despliegue. Debe de haber formalmente un anuncio a la compañía, ya sea antes o después, del entrenamiento ejecutivo. La selección de proyectos y entrenamiento suele darse en grupos. Un grupo de personas es seleccionado para entrenarse y al terminar comienzan a trabajar en los proyectos iniciales. Así, otro grupo comienza su entrenamiento y le continúa con sus proyectos, y así sucesivamente. Cabe destacar que la implementación de Lean Six Sigma debe de venir acompañada de nuevas posiciones, nuevos entrenamientos y nuevas maneras de comunicar a las distintas áreas de las empresas para comunicar el cambio.

Por su parte, para la implementación de Lean Six Sigma en empresas de servicios George (2003) propone una serie de nueve puntos a cubrir, los cuales se encuentran dentro de cuatro fases: preparación, compromiso, movilización, rendimiento y control.



Seleccionar al Champion: Dar fuerza al programa por medio de la selección de un Champion, al generar comunicación entre la organización y la alta dirección.

Establecer el punto de partida: Conocer el estado actual de la empresa y el conocimiento de la organización respecto al programa.

Entrevistarse con la alta dirección: Identificar cuáles son los elementos críticos para el éxito del negocio y el despliegue de la iniciativa.

Comprometer a los influenciadores clave: Concientizar al personal de la empresa para obtener su soporte a lo largo del despliegue, refiriéndose principalmente a aquellas personas "influyentes" en el personal de la organización.

Evaluar el impacto de lo que se ha aprendido: Identificar los problemas que pueden ocurrir en la implementación: retención del capital humano, aprender a utilizar la información y la distribución de cargas de trabajo

Ejecutar estrategias para el compromiso de los “influenciadores”: Hacer que el personal de la organización apoye al programa al conocer los beneficios. Esto incluye el uso de una *burning platform*, técnica utilizada para la definición de proyectos que se revisará más adelante en este capítulo, para ligar los esfuerzos a las necesidades del negocio, programar reuniones para la revisión de los proyectos y mostrar los beneficios personales.

Crear un equipo para el despliegue: Crear un equipo que elabore el plan de trabajo con tiempos, presupuestos y que dé a conocer el estado actual de la compañía.

Crear la infraestructura para el programa: Definir nuevas posiciones

Entrenamientos: Entrenar al personal que ocupará las nuevas posiciones y responsabilidades.

Seleccionar y ejecutar proyectos: Llevar a cabo proyectos de mejora alineados a las necesidades de la empresa.

Generación de métricas: Generar de mediciones para el monitoreo del programa.

Evitar que el programa caiga: Asegurar que el programa no perderá fuerza con el paso del tiempo.

Además, un modelo debe tener presente una serie de factores que contribuyen a una exitosa implementación de Lean Six Sigma:

- **No debe imponerse a lo que bien se hace:** Ni Six Sigma, ni Lean, deben de ser implementadas sobre lo que una organización ya realiza bien. Lean y Six Sigma deberán de ser en adicional a esas cosas que ya se ejecutan correctamente (Nave, 2002).

- **Abordar correctamente un proyecto Lean Six Sigma:** Es posible la ejecución de proyectos Lean por medio de Six Sigma. “La metodología DMAIC puede apoyar a los empleados a desarrollar buenos hábitos para la solución de problemas para encontrar las causas raíz” (Chun, 2005, p. 3).
- **Necesidad de infraestructura para su funcionamiento:** Para la implementación de Lean Six Sigma la mayoría de las empresas deben de (George et al., 2004):
 - Crear posiciones nuevas para asumir la responsabilidad de Lean Six Sigma.
 - Compartir la responsabilidad a posiciones existentes para vigilar los esfuerzos de Lean Six Sigma.
 - Desarrollar el entrenamiento para cualquier persona que vaya a involucrarse en los esfuerzos de Lean Six Sigma.
 - Crear nuevos procedimientos para asegurarse que los esfuerzos de Lean Six Sigma están vinculados a los temas del negocio.
- **Definición de responsabilidades:** Al crear una infraestructura en Lean Six Sigma, también se suelen crear una serie de conflictos de autoridades y responsabilidades. Habrá que dejar claro qué hace cada quien. George (2003) propone el uso de una matriz RACI que define 4 perfiles:
 - Responsabilidad (Responsibility): Personal que se espera que activamente participe en la actividad y contribuya con sus mejores habilidades.
 - Responsable de resultados (Accountability): Personal responsable por entregar resultados.
 - Consulta (Consultation): Personal que, o bien tiene experiencia particular que pueda contribuir a las decisiones específicas o que debe ser consultados.
 - Información (Inform): Personal que se ven afectado por la actividad / fallo y por lo tanto debe mantenerse informado.
- **Identificación y selección de proyectos:** Mader (2007) indica que una forma de asegurar el despliegue de Lean Six Sigma es a través de un correcto método para la identificación y selección de proyectos. Su propuesta establece que para la

identificación y selección hay que tener presente 4 pre-requisitos: comprender el plan estratégico de la organización, alinear los esfuerzos de mejora con la estrategia, comprender el sistema de políticas que limitan el despliegue, y comprender los procesos principales del negocio. Así sugiere la “*Burning Platform*” para la identificación de proyectos. En dicho proceso se identificarían problemas como: alcanzar nuevos mercados, reducir gastos generales, velocidad de respuesta, etc. Esas metas deberán ser traducidas a unidades de negocio y posteriormente a procesos específicos, los cuales se volverán el objetivo

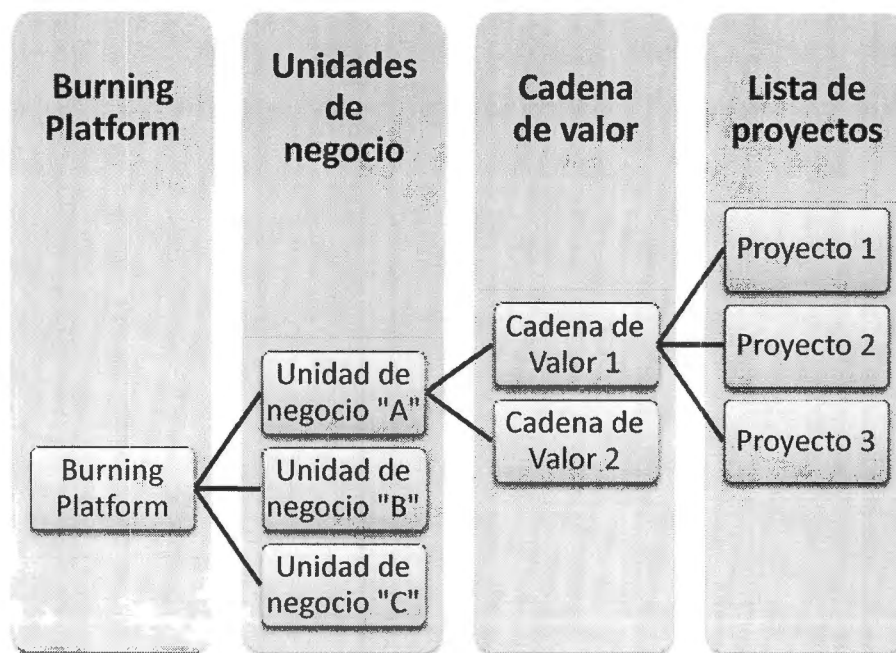


Figura 4. Identificación de proyectos LSS por medio de una *burning platform*.

En cuanto a identificación de proyectos, George (2010) presenta otro enfoque para la selección. Este autor propone una matriz para definir con que técnicas y herramientas deberían de atacarse los proyectos. “Lean Six Sigma por si sola es una poderosa metodología para la solución de problemas, pero no es recomendable para todo tipo de problemas y situaciones” (p. 219). La siguiente figura ilustra qué enfoque tomar con base en el conocimiento que se tiene sobre las causas y soluciones.

Conocimiento de las entradas $Y = f(X)$

Conocimiento de las soluciones		Poco conocimiento de la causa raíz	Tener información para probar la causa raíz
	Prescrito conocimiento de las soluciones	Dominio de adivinar. Tratar con cuidado.	Dominio de Lean. Proyectos Kaizen y proyectos de "just do it" (1 a 2 semanas)
	Poco conocimiento de las soluciones	Dominio de Lean Six Sigma & DMAIC. Proyectos para Green Belts o Black Belts (10 a 20 semanas)	Dominio de Lean Six Sigma & DMAIC. Proyectos para Green Belts (3 a 9 semanas)

Figura 5. Enfoque para la solución a proyectos según George (2010)

Si después de seleccionar el enfoque aparenta ser un problema que debe ser resuelto con la metodología de Lean Six Sigma, George (2010) sugiere aún considerar una serie de puntos que el proyecto debe cumplir para que el proyecto sea correctamente ejecutado por medio de Lean Six Sigma:

Un proyecto SI es Lean Six Sigma si...	Un proyecto NO es Lean Six Sigma si...
Se tiene una meta retadora de alcanzar o un problema que resolver.	No hay un reto en específico o la solución es clara.
La meta/problema está ligada a las estrategias/prioridades del negocio.	Se está, razonablemente, certero de la solución potencial y curso de la acción.
La solución a esos problemas es valiosa para el negocio.	No hay ningún proceso que mejorar.
El problema es complicado y la solución no es clara.	Se carece de paciencia en la organización para seguir los rigurosos pasos de LSS.
El problema ha resistido distintos intentos para su solución.	
Las causas del problema son desconocidas.	
Existe la disponibilidad de asignar a personal a identificar y solucionar el problema.	
Se quiere una solución más robusta que la que cualquier método tradicional puede proporcionar.	
Se quiere fomentar el flujo de ideas y el espíritu de trabajo en equipo.	

Tabla 4. Consideraciones para ejecutar un proyecto por medio de Lean Six Sigma según George (2010)

2.5 FIT SIGMA

2.5.1 ¿Qué es FIT SIGMA?

Las mejores prácticas de Six Sigma, Lean Six Sigma y otras prácticas de la excelencia operativa proveen los pilares de FIT SIGMA. Así que FIT SIGMA se presenta como una evolución de Lean Six Sigma, la cual por medio de las siguientes aptitudes le permite asegurar su permanencia con el paso del tiempo (Basu & Walton, 2011):



Figura 6. Elementos FIT SIGMA.

Aptitud para el propósito (*Fitness for the purpose*):

Este elemento incluye: evaluación inicial, expansión a todas las funciones, alineado con la estrategia del negocio.

El término "aptitud" en este contexto se describe como la necesidad de ajustar a FIT SIGMA a cualquiera que sea su aplicación (ya sean de manufactura o de servicios), así como para distintos tamaños de organizaciones. Cada organización debe alinear sus objetivos y alcance con los del programa de mejora continua. Para ello resulta una ventaja, aunque no es esencial, aplicar una evaluación inicial basado en un cuestionario que pudiera ser aplicado posteriormente para una autoevaluación periódica o certificación.

Para cumplir con el principio, Basu y Walton (2011) sugieren la aplicación de un reconocimiento internacional como el European Foundation of Quality Managenet (EFQM, por sus siglas en inglés) o el *Total Solution 200 questions*. Para organizaciones pequeñas se sugiera la asistencia de consultores externos para llevar a cabo el procedimiento. El enfoque que *Total Solutions* de Basu y Wright (1997) consiste en definir los aspectos del negocio para 20 distintas áreas, que se agrupan en 6 pilares. Este método se puede extender a todo tipo de negocio u organización, siguiendo los siguientes pasos:

1. Definir y comprender los pilares y los cimientos (áreas)
2. Establecer un cuestionario de evaluación para cada cimiento
3. Obtener información y graficar los resultados
4. Analizar las brechas, respecto a una organización de clase mundial y la misión de la compañía
5. Implementar medidas para minimizar la brecha y mejorar la competitividad.

Nota: La definición del método EFQM y el *Total Solutions* se detallan en el ANEXO “F”.

SIGMA para la mejora y la integración (SIGMA for integration):

Este elemento incluye: herramientas Six Sigma apropiadas, apropiado enfoque DMAIC, despliegue del aprendizaje, monitoreo de proyectos, y cambiar el concepto de variación a integración.

Basu y Walton (2011) recomiendan que durante el entrenamiento y despliegue se enfatice en cierto conjunto de herramientas llamadas “herramientas apropiadas”, esto con base en qué tipo de organización se esté trabajando. Dicho conjunto de herramientas se revisa en el la sección “técnicas y herramientas FIT SIGMA” más adelante en este capítulo.

Asimismo, los autores recomiendan un ajuste en la metodología DMAIC que se revisó en la sección de Six Sigma, cuestión necesaria para ajustar dependiendo a tipo de organización.

Basu y Walton (2011) contemplan 3 distintos enfoques de la metodología DMAIC:

TIPO DE DMAIC	CARACTERÍSTICAS
DMAIC full	Proyectos multifuncionales complejos Ahorros potenciales mayores a \$250M EUR.

	Proyecto con duración superior a 3 meses
	Ajustable a largas organizaciones con entrenamientos adecuados y presupuestos para el programa
DMAIC lite	Liderazgo <i>Black Belt</i> para los proyectos
	Proyectos departamentales
	Proyectos con duración menor a 3 meses
	Ajustable a pequeñas y medianas empresas
	Nivel de confianza requerido menor al 95%
Evento KAIZEN	Liderazgo <i>Green Belt</i> para proyectos
	Proyecto con perfil Lean donde las fuentes del problema sean identificadas con facilidad
	Cuando el riesgo de implementación es mínimo
	Cuando los resultados se requieren inmediatamente
	Ajustable a grandes y pequeñas organizaciones

Tabla 5. Enfoques DMAIC para FIT SIGMA.

Para un proyecto DMAIC *Full* se debe considerar para cada paso lo mismo que en una metodología DMAIC como la que se revisó en Six Sigma.

En un DMAIC *Lite* el proceso es similar al DMAIC tradicional, aunque los límites entre medir-analizar y mejorar-controlar son más flexibles. Los miembros de estos proyectos DMAIC *Lite* se espera que tengan una experiencia mínima de Green Belt con un amplio conocimiento de FIT SIGMA y procesos DMAIC.

También se propone el enfoque de evento Kaizen. Este es un proceso estructurado de mejora que integra a un pequeño grupo de personas para mejorar un aspecto específico para el proceso de negocio de manera rápida y centrada.

Además, Basu y Walton (2011) indican que es necesario un vasto despliegue dedicado a la educación y entrenamiento de los empleados a todos los niveles. Para ello los autores recomiendan los ya experimentados caminos para los entrenamientos de Lean Six Sigma, los cuales se citan a continuación:

Programa	Audiencia objetivo	Duración	Número de miembros aproximado.
Educación en liderazgo	Alta dirección	2 días	3 al 5% de los

			empleados
Entrenamiento para expertos (Black Belt)	Media dirección	4 a 6 semanas	1% de los empleados
Formación media	Supervisores y <i>staff</i> funcional	1 semana	10% de los empleados
Apreciación y educación cultural	Todos los empleados	2 medios días	Todos

Tabla 6. Entrenamiento a personal de acuerdo a Lean Six Sigma.

Basu y Walton (2011) recomiendan 2 opciones para realizar los entrenamientos de acuerdo a las aptitudes de FIT SIGMA:

Opción 1	Opción 2
<p>Retener a un consultor por al menos 3 meses.</p> <p>Ejecutar para los programas de educación para el liderazgo y entrenamiento para expertos.</p> <p>Desarrollar, con apoyo de los consultores, propios entrenadores y expertos.</p> <p>Entrenar a los Green Belts a través de los propios expertos.</p> <p>Educación cultural a los gerentes d línea.</p>	<p>Despliegue de los consultores para un taller de alto nivel en educación para el liderazgo.</p> <p>Preparar pequeños grupos de expertos (2 a 5 personas) como entrenadores y desarrollar un plan de despliegue con la asistencia de los consultores.</p> <p>Desarrollar el plan por medio de los expertos.</p> <p>Asegurar que los consultores estén disponibles por si fueran requeridos.</p> <p>Entrenar a los Green Belts por medio de los expertos.</p> <p>Educación cultural a los gerentes d línea.</p>

Tabla 7. Opciones para despliegue de entrenamientos de acuerdo a FIT SIGMA.

FIT SIGMA recomienda una expansión del programa hacia la organización completa. El máximo beneficio se obtendrá cuando la iniciativa se extienda a lo largo de toda la organización. A ese proceso FIT SIGMA lo llama de variación a integración.

Aptitud para la sostenibilidad (*Fitness for sustainability*):

Este elemento incluye: gestión del rendimiento, autoevaluación y certificación, revisiones con la alta dirección, y administración del conocimiento.

Las revisiones con la alta dirección aseguran también la sostenibilidad del programa. Basu y Walton (2011) sugieren que el tema del programa de FIT SIGMA sea abordado dentro de las reuniones de planeación de las ventas y operaciones (S&OP por sus siglas en inglés).

La evaluación y certificación permiten mantener un interés en el programa de calidad y distinguir la ventaja competitiva que la calidad indudablemente genera. Empresas suelen direccionar sus esfuerzos para alcanzar acreditaciones como ISO9000 o un reconocimiento internacional como el EFQM en la Unión Europea. Sea cual sea, es esencial incorporar un proceso de auto-evaluación en el programa de FIT SIGMA para mantener el rendimiento y mejorar la cultura.

La administración del conocimiento en un programa de FIT SIGMA incluye compartir el conocimiento y las mejores prácticas entre las unidades de negocio.

La experiencia de Basu y Walton (2011) es que para la administración del conocimiento se requiere de la inversión de tiempo y dinero, pero en el recurso más valioso de la compañía: el personal.

2.5.2 Técnicas y herramientas FIT SIGMA

FIT SIGMA no llama a sus herramientas “Herramientas FIT SIGMA”, sino que las identifica con su tradicional nombre de “Herramientas Lean Six Sigma”. Pero FIT SIGMA sí considera un enfoque en cuanto a su uso. FIT SIGMA propone que para que se dé la aceptación de las herramientas dentro de una organización habrá que comenzar primero con las más sencillas de utilizar y que den amplios resultados. El uso de herramientas cada vez más sofisticadas, como lo son las estadísticas, deberá ser paulatino. De esta manera, a continuación se citan las principales herramientas recomendadas para la filosofía FIT SIGMA de acuerdo a Basu y Walton (2011):

NIVEL DE HERRAMIENTA	HERRAMIENTA
Básico	Diagrama de Pareto
	Diagrama del flujo del proceso
	Diagramas de control

	Diagramas de causa-efecto
	Diagramas entradas-procesos-salidas (IPO por sus siglas en inglés)
	Lluvias de ideas
	Diagramas de dispersión
	Histogramas
	Los 7 desperdicios
	Las cinco "S"
Avanzado	Análisis de defectos y modos de falla (FMEA por sus siglas en inglés)
	Diseño de experimentos (DOE por sus siglas en inglés)
	Diseño para Six Sigma (DFSS por sus siglas en inglés)

Tabla 8. Herramientas apropiadas Six Sigma para FIT SIGMA.

Estas herramientas han sido definidas en las previas secciones de Lean Enterprise y Six Sigma.

2.5.3 Enfoques para la implementación de FIT SIGMA

Una encuesta llevada a cabo por Basu y Walton (2011) han demostrado que existen barreras para alcanzar y sostener los resultados en iniciativas de calidad. Estas se ilustran continuación:

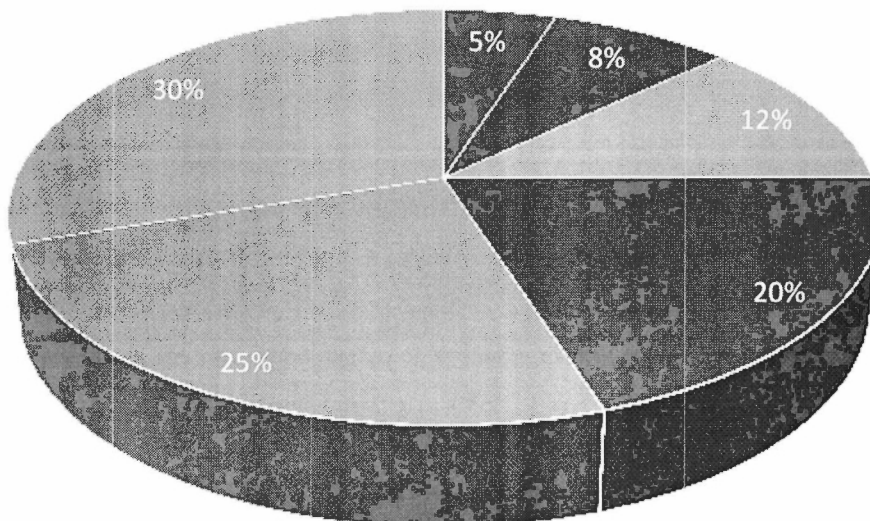


Figura 7. Principales barreras para un movimiento de calidad según Basu y Walton (2011).

En la imagen se identifican como principales barreras para al programa la carencia de ejemplos locales y la resistencia de la administración a nivel medio.

Además, los autores identifican tres distintas etapas de madurez en las organizaciones respecto a la conciencia de su cultura de excelencia. Estas etapas son:

1. Los que son nuevos practicantes.
2. Los que han comenzado con iniciativas.
3. Los que han completado un programa pero ahora no tienen definido adónde ir.

En el caso de “nuevos practicantes” la administración entiende la necesidad de un cambio y en la organización no existe una estructura que soporte a un programa de mejora continua como FIT SIGMA. Derivado de ello los autores proponen cuatro fases, que suman nueve pasos para llevar a cabo una implementación en ese tipo de empresas. Para el despliegue los autores utilizan el círculo virtuoso de Deming: planear, hacer, revisar, actuar (PDCA por sus siglas en inglés). Los primeros tres pasos son de planeación (*Plan*). Los siguientes tres pasos hay que realizar acciones (*Do*). En los siguientes dos habrá que revisar lo hecho (*Check*) y finalmente trabajar para la sostenibilidad del programa (*Act*).

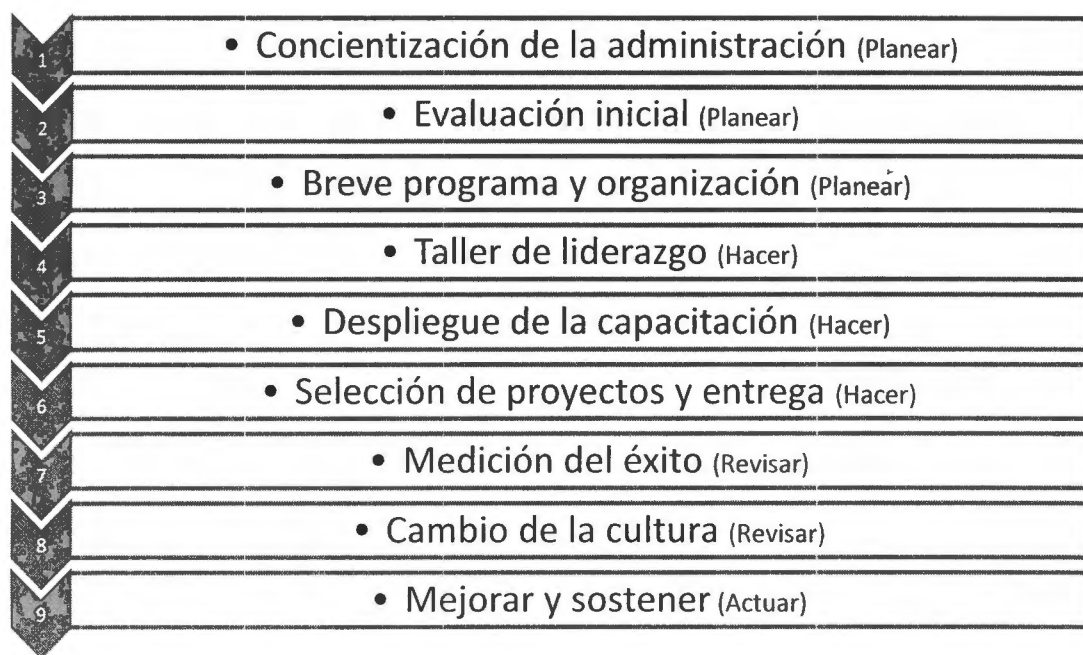


Figura 8. Marco de implementación de FIT SIGMA según Basu (2009).

Paso uno. Concientización de la administración: Es necesario convencer al director de la institución y al menos a una tercera parte de su *staff* del alcance y de los beneficios que trae la implementación de FIT SIGMA, previo al lanzamiento del programa.

Paso dos. Evaluación inicial: Una vez que la dirección queda dentro del acuerdo, es necesario realizar una evaluación de la “salud” de la organización.

Paso tres. Breve programa y organización: Este paso consiste en la organización, la reunión del equipo de trabajo y el desarrollo de un plan de proyecto. Basu y Walton (2011) indican que la estructura de un programa no es necesariamente rígida, Puede considerar ajustes. Sin embargo, el modelo FIT SIGMA suele ser:

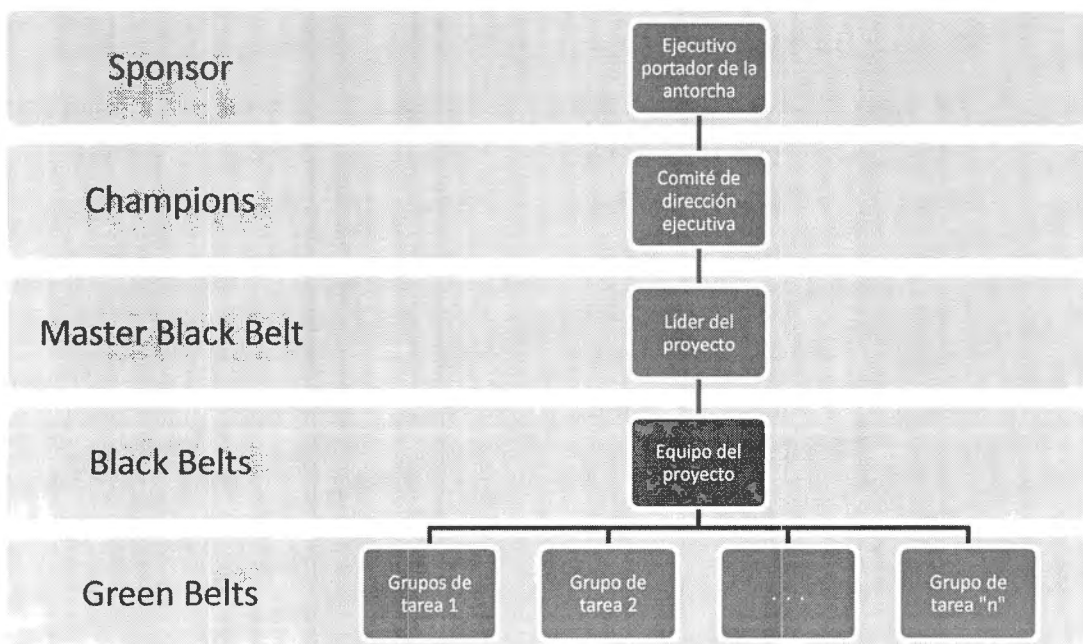


Figura 9. Programa de organización FIT SIGMA según Basu (2009).

En pequeñas y medianas organizaciones, la organización puede variar de acuerdo a su tamaño. Para estas empresas se sugiere que el Líder del Programa sea de tiempo parcial, aunque en algunas otras ocasiones podrá ser de tiempo completo. De esta manera la estructura aconsejada sería:

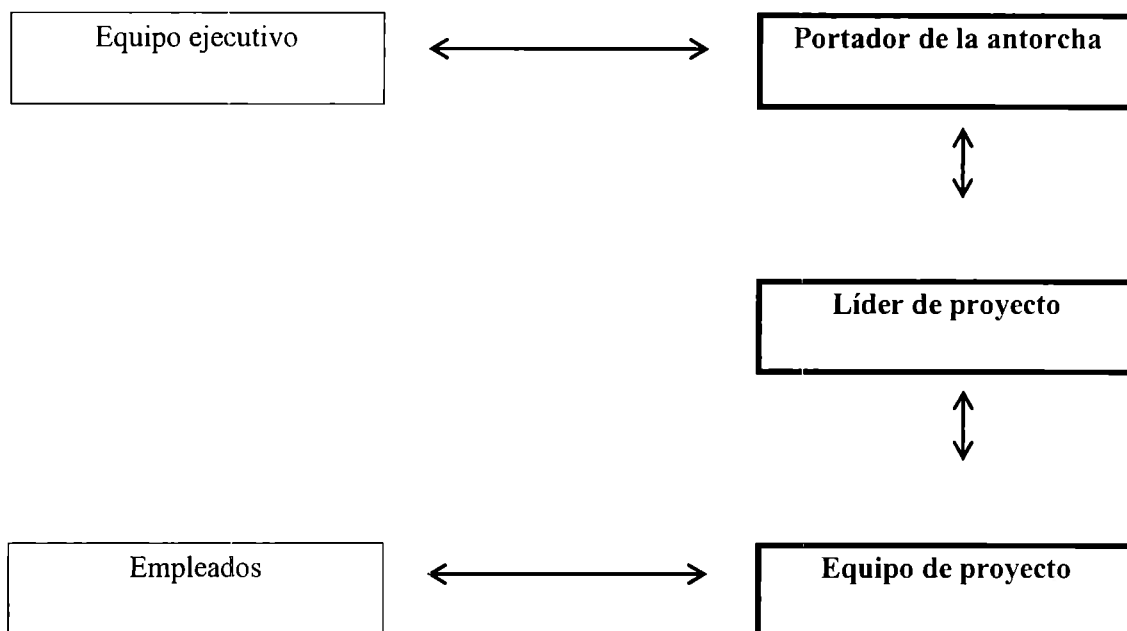


Figura 10. Estructura FIT SIGMA para pequeñas y medianas empresas.

Asimismo, un cronograma con fechas y metas debe ser utilizado como programa. Una vez que el plan del proyecto ha sido aprobado por el Comité de Dirección Ejecutiva, debe de haber un lanzamiento formal.

Paso cuatro. Taller de liderazgo: Todos los miembros y directores de la compañía necesitarán aprender del programa de FIT SIGMA para que ellos puedan proporcionar el apoyo que el programa requiere.

Paso cinco. Despliegue de la capacitación: El programa de entrenamiento debe ser riguroso, principalmente para los miembros de los distintos equipos. Realmente las certificaciones formales no son indispensables.

En pequeñas organizaciones surge la preocupación del costo del entrenamiento, especialmente por el dinero que habrá que pagarle a consultores. Dentro de un programa FIT SIGMA los costos del entrenamiento pueden ser minimizados por medio del desarrollo de programas propios de formación.

Paso seis. Selección de proyectos y entrega: Una práctica popular es comenzar con los proyectos "más fáciles" y con la publicación de los éxitos de los mismos. Resulta una

buena práctica el fijar fechas de reuniones para la revisión de avances para revisión de *milestones* (trimestral) y revisión del programa (mensual).

Paso siete. Medición del éxito: La medición efectiva es clave para entender la operación de un proceso y será la base de análisis y mejora del trabajo. Basu y Walton (2011) sugieren para la medición del éxito la utilización de elementos como:

- **Seguimiento de proyectos:** sugerido para el control de proyectos.
- **Métricas FIT SIGMA:** sugerido para analizar la reducción en la variación de los procesos. Basu sugiere: Costo por baja calidad (COPQ, por sus siglas en inglés), Defectos por millón de oportunidades (DPMO, por sus siglas en inglés) y Rendimiento de primer paso (FPY, por sus siglas en inglés).
- **Balanced Scorecard:** sugerido para mejorar y mantener el rendimiento del negocio.
- **Autoevaluación y revisión:** sugerida para monitorear el progreso de los resultados del negocio.

Paso ocho. Cambio de la cultura: Toda la administración debe comprender lo que es FIT SIGMA, y por lo tanto una cultura de calidad.

Paso nueve. Mejorar y sostener: Alcanzar la sostenibilidad, revisando principalmente cuatro procesos clave:

Procesos	Acciones
Gestión del rendimiento	Las metas deben ser gradualmente y continuamente estrechadas y deben de comenzar a utilizarse herramientas avanzadas.
Revisión por la dirección superior	Dentro del conjunto de reuniones que establece la dirección superior, las revisiones del programa deberán ser incluidas para ser llevadas a cabo con constancia.
Autoevaluación y certificación	Deberán de utilizarse herramientas de autoevaluación como el EFQM o el modelo de Baldrige, y ser ejecutadas periódicamente dentro de cada 6 meses. Este proceso deberá permanecer continuamente indefinido.
Administración del conocimiento	Llevar los resultados del programa de FIT SIGMA a otras unidades de negocio y principales proveedores, y asegurar que los planes de carrera y los esquemas de reconocimiento estén firmemente en su lugar para poder retener a los altamente entrenados y motivados Black Belts.

Tabla 9. Procesos clave para la sostenibilidad de FIT SIGMA según Basu y Walton (2011).

Finalmente, resulta una buena práctica el preparar un gráfico de Gantt que contenga los 9 pasos propuestos para la implementación de FIT SIGMA, y así poder monitorear el progreso.

2.6 Conclusiones de capítulo

A lo largo de este capítulo se han presentado por independiente la definición, técnicas, herramientas y consideraciones para la implementación, de cada una de las filosofías. Esto con la intención de comprenderlas desde la raíz y resaltar cómo es que cada una contribuye a la mejora. Un resumen de los factores críticos se cita a continuación.

En Lean, Buen Día y Tress (2012) consideran como factores críticos en la implementación la participación de la alta dirección en el programa y la participación de las personas en la implementación para sentirse involucrados en la iniciativa desde un punto de vista afectivo. Sin embargo, su modelo carece de especificaciones, por lo que no indica qué pasos seguir en una implementación en un sistema tan complejo como Lean. La aportación de Hobbs (2003) resulta interesante, al trabajar con listas de verificación (Checklist) para la implementación de Lean en empresas de manufactura. El autor identifica como factores críticos que debe de haber un coordinador del programa, quien debe de trabajar con un comité y con equipos de implementación. Toda acción a ejecutar está identificada en listas de verificación, las cuales el coordinador deberá de ir monitoreando durante el despliegue. Se identifica esta estructura como ordenada y clara para el despliegue de modelos complejos para las organizaciones.

En cuanto a Six Sigma, Pande y Holpp (2002) identifican tres distintas formas de permear la filosofía. Se identifica que una implementación a nivel departamental recae en el enfoque de solución de problemas (rampa tres). Para ello se requiere gente entrenada en el paquete de herramientas de Six Sigma.

Por su otra parte, para el despliegue de Lean Six Sigma se identifica como crítico, por parte de George et al. (2004) la participación de la alta dirección, un entrenamiento a directivos y una planeación del despliegue. Asimismo, es necesario dar un anuncio formal, entrenar a grupos y la creación de nuevas posiciones. George (2003) propone 12 pasos para el

despliegue de la filosofía. Entre estos factores, lo que resalta diferente a las ya mencionadas propuestas de otros autores, es: conocer el estado inicial, comprometer a los “influenciadores” clave, crear la infraestructura, generar métricas y evitar que el programa caiga. Además, indica que un modelo de implementación no debe imponerse a lo que bien se hace en una organización, una adecuada ejecución de proyectos, ya sean Lean o Six Sigma, por medio de la estructurada metodología DMAIC, una clara definición de responsabilidades y el medio por el cual se seleccionarán los proyectos. George (2010) vuelve a enfatizar en la importancia de seleccionar adecuadamente los proyectos de mejora.

En cuanto a FIT SIGMA, el estudio de Basu y Walton (2011) deja claro que las principales barreras de entrada durante la implementación son la carencia de ejemplos locales y la resistencia de la administración a nivel medio. También que la implementación debe de considerar el nivel de madurez de la organización en cuanto a una cultura total de calidad. Para nuevos practicantes se reitera la importancia de concientizar a la alta dirección, la nueva infraestructura, la selección de proyectos, entre otros, además de agregar la medición del éxito por medio de evaluaciones periódicas en conjunto con la administración. Finalmente, la administración del proyecto por medio de un diagrama de Gantt con hitos y responsables.

De esta manera, aun y cuando existen propuestas de autores para implementar desde Lean hasta FIT SIGMA, en lo que podría llamarse un “marco genérico de implementación”, no existe un modelo que esté ajustado al sector educativo, cuando se han identificado factores clave como el método para la selección de proyectos, la infraestructura necesaria, así como las indicaciones claras de pasos a seguir para guiar complejas implantaciones. Un proceso de implementación que no contemple las características propias de una institución de educación superior puede traer consigo la deficiencia del programa y la no utilización de los talentosos recursos que allí existen. De esta forma, todos los factores críticos identificados en el presente capítulo se retomarán en el Capítulo V para ser incluidos en la guía de implementación y ajuste.

En el próximo capítulo se procede a caracterizar a una escuela del Tecnológico de Monterrey, para identificar cuál es su estructura, sus responsabilidades y sus procesos, los cuales servirán para lograr el ajuste necesario en el modelo de implementación.

CAPÍTULO III. Caracterización de una escuela del Tecnológico de Monterrey

3.1 Introducción

El Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) es una institución líder en la educación superior privada en México. De forma permanente la institución emprende esfuerzos rumbo al cumplimiento de su visión: la formación de líderes internacionales. Entre esos esfuerzos destaca en el reglamento interno que un profesor para poder ejercer su docencia a nivel licenciatura deberá de contar con un grado mínimo de estudios de maestría, siendo preferido el doctorado, así como cumplir con una serie de aptitudes necesarias que aseguren su profesión docente.

En recientes años el Tecnológico de Monterrey ha dado forma a sus campi con la siguiente estructura organizacional: una dirección académica, una dirección de apoyo académico y una dirección de apoyo administrativo.

La dirección académica, como su nombre lo indica, es la responsable de las actividades académicas y de enseñanza. Esta dirección se ve integrada por escuelas (por ejemplo: Escuela de Diseño, Ingeniería y Arquitectura, Escuela de negocios, Escuela de ciencias de la vida, etc.).

La dirección de apoyo académico la integran áreas como la dirección de biblioteca y la dirección de efectividad y desarrollo institucional. Esta última dirección, entre sus distintas responsabilidades, se orienta hacia el desarrollo de profesores.

Finalmente, la dirección de apoyo administrativo apoya con direcciones como la de planta física y seguridad, entre otras.

El Tecnológico de Monterrey, en sus constantes esfuerzos y retos para servir mejor a sus alumnos, profesores e investigadores, factores que son su razón de ser, recientemente se encuentra en una transformación organizacional, pasando del modelo que se cita en el

presente capítulo a un modelo denominado Tec21 (Ortiz, 2015). La presente investigación toma como base el previo modelo organizacional.

Así, el presente capítulo se centra en la dirección académica. Para ello se revisa parte de la estrategia institucional, conforme a su misión y visión, así como la estructura y tipo de actividades que se ejecutan en la división académica. Para lograr este último punto, se toma como base el Campus Ciudad de México (CCM), del mismo sistema Tecnológico de Monterrey, como caso de análisis. Lo que se desea es caracterizar a la escuela para identificar los principales factores a considerar para el ajuste y guía de la implementación de FIT SIGMA.

3.2 Misión y visión del Tecnológico de Monterrey

3.2.1 Misión

De la página “Quiénes somos” (2015) del ITESM se cita: “Es misión del Tecnológico de Monterrey formar personas íntegras, éticas, con una visión humanística y competitivas internacionalmente en su campo profesional, que al mismo tiempo sean ciudadanos comprometidos con el desarrollo económico, político, social y cultural de su comunidad y con el uso sostenible de los recursos naturales.

A través de sus programas educativos y de investigación y desarrollo el Tecnológico de Monterrey forma personas y transfiere el conocimiento para:

Promover la competitividad internacional de las empresas con base en el conocimiento, la innovación, el desarrollo tecnológico y el desarrollo sostenible.

- Desarrollar modelos de gestión de empresas para competir en una economía globalizada.
- Crear, implantar y transferir modelos y redes de incubadoras para contribuir a la generación de empresas.
- Colaborar en la profesionalización de la administración pública; y analizar y plantear políticas públicas para el desarrollo del país.

- Contribuir al desarrollo sostenible de la comunidad con modelos y sistemas innovadores para mejorarla en lo educativo, social, económico y político.

Con esta misión, el Tecnológico de Monterrey y la comunidad que en torno a él se forma se comprometen a contribuir al desarrollo de la sociedad”.

3.2.2 Visión

Asimismo, de la página “Quiénes somos” (2015) del ITESM se cita: “Formamos líderes con espíritu emprendedor, sentido humano y competitivos internacionalmente”.

3.3 Estructura de una escuela del ITESM

Un campus del ITESM se estructura en escuelas, y a su vez las escuelas en departamentos y los departamentos en programas o carreras. Así, la dirección de escuela es dirigida por un director de escuela, la dirección de departamento es dirigida por un director de departamento y las direcciones de carreras por un director de carrera. Actualmente el Tecnológico de Monterrey, Campus Ciudad de México posee las siguientes escuelas (ITESM, 2015):

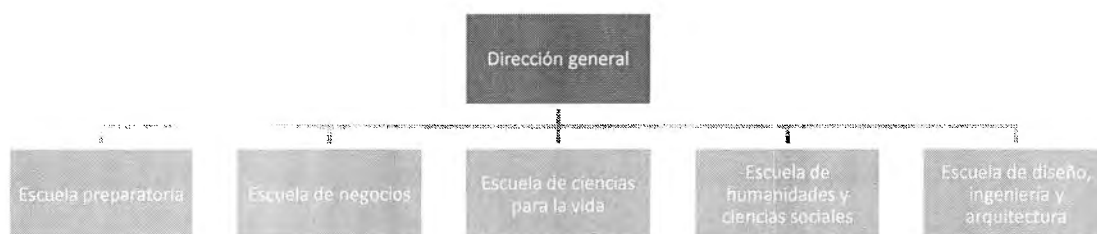


Figura 11. Organigrama de la dirección académica del ITESM CCM (2013).

Con la intención de identificar qué tipo de operaciones de servicios, tanto académicas como administrativas, se desarrollan dentro de una escuela del ITESM, el presente capítulo describe a la Escuela de Diseño, Ingeniería y Arquitectura (EDIA) y al Departamento de Ingeniería en Mecatrónica, junto con la carrera de Ingeniería en Mecatrónica (IMT), todas pertenecientes al Campus Ciudad de México.

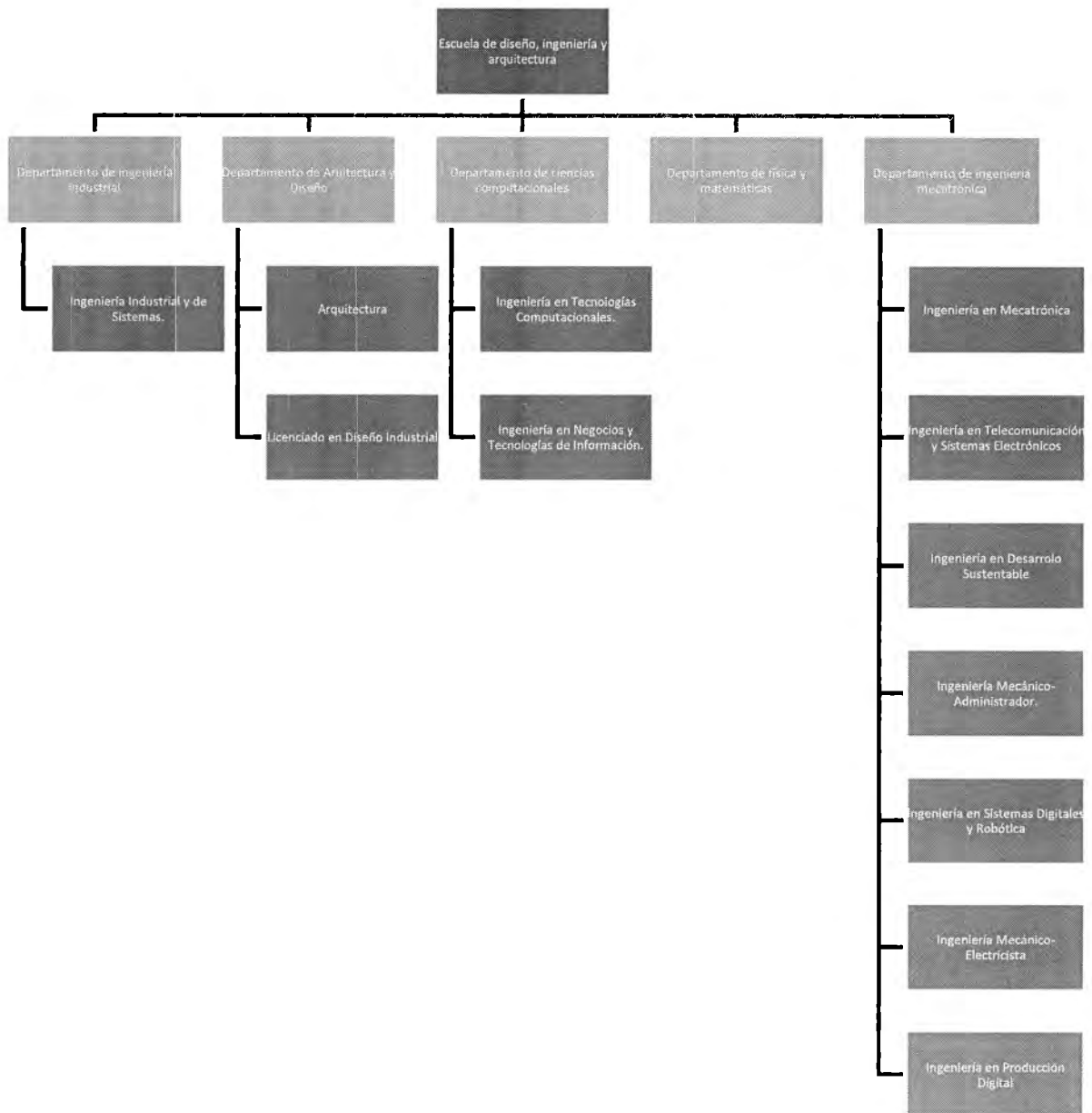


Figura 12. Organización en el ITESM, Campus Ciudad de México y su escuela EDIA (2015).

3.4 Características y procesos en una escuela del ITESM

Los departamentos académicos del Tecnológico de Monterrey dan soporte a los programas académicos similares entre sí. El departamento no es una jefatura sobre los programas, sino un coordinador de recursos. Los departamentos son los responsables de la coordinación de actividades académicas para brindar soporte y recursos a sus programas.

Mientras que un departamento académico tiene un enfoque orientado al trato directo con los recursos, profesores, laboratorios, investigación, vínculo industrial, áreas de soporte, etc., una dirección de carrera posee un enfoque orientado al alumno y sus requisitos académicos como lo son programas de intercambio, asociaciones, sesiones informativas, etc.

A continuación se citan las responsabilidades y procesos del caso de estudio, del departamento y carrera de ingeniería mecatrónica del ITESM CCM.

3.4.1 Departamentos

Responsabilidades de un departamento

El departamento de Ingeniería Mecatrónica del ITESM CCM tiene 2 principales responsabilidades:

- Controlar las situaciones anómalas en actividades académicas y coordinar programas académicos y profesores.
- Fomentar las actividades de investigación y desarrollo, extensión y vinculación del departamento.

Estructura de una dirección de departamento

Un departamento es integrado por profesores especializados en un área en común. Por ejemplo, en el ITESM Campus Ciudad de México, el departamento de Ingeniería en Mecatrónica se encarga de coordinar clases y actividades de electrónica, telecomunicaciones, electricidad, mecánica, mecatrónica, etc.

Un departamento académico también contiene grupos de investigación. Estos grupos son también conocidos como “áreas o centros de investigación” y están definidos a partir de un objetivo de estudio y organizadas con proyectos y programas de investigación con profesores responsables dependiendo del tema. Al mismo tiempo, un departamento académico es responsable de los laboratorios o áreas asignadas a sus disciplinas.

El departamento es dirigido por un director de departamento, el cual en ocasiones cuenta con apoyo de un asistente de departamento. Cabe mencionar, que tanto el director como su asistente, no solo ejecutan actividades administrativas y académicas, sino que también pueden ser profesores. A continuación se muestra la estructura de un departamento académico de la EDIA, ITESM, CCM.



Figura 13. Organigrama de un departamento en la EDIA, CCM.

Actividades de un departamento

Es responsabilidad de un departamento del ITESM, así como en el departamento de ingeniería mecatrónica del CCM, atender a distintos requerimientos, los cuales se han clasificado por el departamento en estudio como se muestra a continuación:

- **Roster:** Actividades que proporcionan soporte para organizar y programar al claustro académico.

- **Coordinaciones:** Actividades para asegurar la implementación del plan de estudios y *syllabus* de las materias, además de monitoreo a la calidad del curso (número de alumnos reprobados, asistencia del profesor, entre otros).
- **Laboratorios:** Actividades que revisan y priorizan necesidades, y dan soporte a las áreas asignadas a los departamentos para ejercer las prácticas de sus materias.
- **Acreditaciones:** Actividades para acreditar programas académicos de su departamento y mantener la aplicación de procedimiento conforme a los requerimientos.
- **Vinculación e investigación:** Actividades que promueven la investigación aplicada.

En seguida se enlistan los principales procesos ejecutados dentro del departamento de ingeniería mecatrónica:

Procesos	Clasificación
Planear las clases para el siguiente semestre (oferta académica)	Roster
Evaluación de clases y profesores	Roster
Contratación y despido de profesores	Roster
Implementación de temarios en clase	Coordinaciones
Atención a profesores	Coordinaciones
Reducir anomalías del personal académico	Coordinaciones
Coordinación e inversión en áreas asignadas	Laboratorios
Desarrollo de prácticas	Laboratorios
Acreditaciones de sus programas académicos	Acreditaciones
Seguimiento a las responsabilidades de acreditaciones	Certificaciones
Vinculación empresarial / industrial	Vinculación e investigación
Invitación a empresas e instituciones	Vinculación e investigación
Coordinación de grupos docentes de investigación	Vinculación e investigación

Tabla 10. Principales procesos en un departamento de la EDIA, CCM.

3.4.2 Carreras.

Las carreras del Tecnológico de Monterrey son el vínculo directo entre el alumno, o candidato a licenciatura, y la institución, en cuanto a términos académicos se refiere. Es

responsabilidad de la carrera atender y apoyar en sus requerimientos académicos a cada uno de los alumnos de su programa y ver por posibles vínculos industriales para el desarrollo de proyectos académicos para sus estudiantes.

Responsabilidades de una carrera

La carrera de Ingeniería Mecatrónica del ITESM CCM tiene dos principales responsabilidades:

- Atención a peticiones de alumnos y grupos estudiantiles.
- Promoción de su área para la captación de alumnos de nuevo ingreso y retención de alumnos activos.

Estructura de una dirección de carrera

La carrera o programa es coordinada por un director de carrera, el cual puede llegar a contar con apoyo de un asistente de carrera. Tanto el director como su asistente pueden ser profesores.

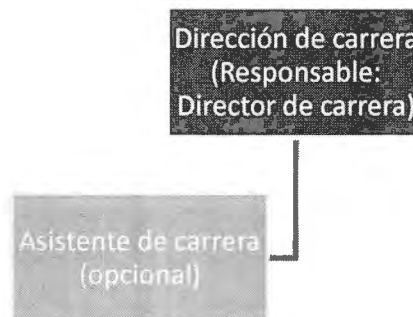


Figura 14. Estructura de una dirección de carrera de le EDIA, CCM.

Actividades de una carrera

La carrera de Ingeniería Mecatrónica clasifica sus operaciones en:

- **Roster:** Actividades que proporcionan soporte para organizar al claustro académico.
- **Proyectos y concursos:** Actividades que promueven la aplicación práctica del conocimiento.

- **Escolares:** Actividades de trámites académicos.
- **Administrativas:** Actividades para la atención a requerimientos de alumnos.
- **Finanzas:** Actividades de presupuesto y compras.
- **Acreditaciones:** Actividades para acreditar sus programas académicos y mantener la aplicación de procedimiento conforme a los requerimientos.
- **Mercadotecnia:** Actividades para la promoción del programa.
- **Análisis:** Actividades que generan estadísticas del programa.
- **Vinculación empresarial:** Actividades que buscan la promoción y vinculación de la carrera con la industria.

A continuación se presenta una lista de los principales procesos de la carrera de Ingeniería Mecatrónica del CCM:

Actividades	Clasificación
Generación de pronósticos de alumnos para todos los semestres de sus planes de estudios	Roster
Asesoría y soporte a grupos y asociaciones estudiantiles	Proyectos y concursos
Generación y promoción de competencias	Proyectos y concursos
Trámites de cambios de carrera	Escolares
Revalidaciones de programas internacionales	Escolares
Trámites de altas y bajas de materias	Escolares
Trámites para alumnos candidatos a graduarse	Escolares
Asesorías para programas internacionales	Administración
Atención a alumnos activos	Administración
Organización de juntas de carrera y presentación de información de la carrera	Administración
Administración de planes de carrera vigentes	Administración
Juntas para asignación de becas	Administración
Administración de la información de páginas web y trípticos informativos	Administración
Seguimiento a presupuestos y compras	Finanzas
Ejecutar documentación de certificaciones y seguimiento	Acreditaciones
Seguimiento e inscripción de candidatos a licenciatura	Mercadotecnia
Impartición de sesiones informativas	Mercadotecnia
Impartición de talleres académicos	Mercadotecnia

Organización de eventos de promoción	Mercadotecnia
Identificación de alumnos reprobados y sobresalientes	Análisis
Monitoreo de alumnos en programas de ayuda académica	Análisis
Información de alumnos activos y número de egresos	Análisis
Vinculación empresarial para la promoción de la carrera	Vinculación industrial
Visitas a empresas	Vinculación industrial

Tabla 11. Principales procesos de una carrera de la EDIA, CCM.

3.5 Conclusiones de capítulo

En el presente capítulo se ha revisado la estrategia institucional y se ha caracterizado a una escuela del Tecnológico de Monterrey, al revisar la estructura, responsabilidades y actividades dentro de departamentos y carreras del ITESM, previo a su transformación al modelo Tec21.

Se ha identificado que dentro de su estructura existe un área de apoyo académico que, dentro de sus responsabilidades, apoya al desarrollo de profesores. Sin embargo, esta área es ajena a la dirección académica, por lo que el talentoso claustro de profesores que suele albergar la institución no necesariamente labora en dicha área.

Dentro de las actividades de los departamentos y carreras se pueden identificar actividades de servicios orientadas hacia la administración académica. Como cualquier proceso de servicios, sus procesos podrán ser mejorados por medio de técnicas y herramientas de FIT SIGMA, al igual que la atención a sus problemáticas.

Cabe destacar que tanto departamentos, como carreras, son responsables de las acreditaciones académicas. Acreditaciones en ciencias de ingeniería como lo es el Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería (CACEI), demandan para entregar su avalo la implementación de un marco de mejora continua para su programa, como se cita en su portal CACEI (2015): “Es el resultado de un proceso cuyo objetivo es el de reconocer pública y formalmente, que se cumple con criterios de calidad, fomentando la mejora continua”.

Como factor clave también se identifica de la estrategia de la institución, con su misión y visión, una completa dedicación al constante desarrollo de líderes que sean competitivos

internacionalmente. Esto está alineado a la búsqueda de la excelencia como lo hace la filosofía de mejora continua FIT SIGMA.

En el próximo capítulo se procede a revisar, por medio de una exhaustiva revisión bibliográfica, la aplicación de técnicas y herramientas de FIT SIGMA en procesos y anomalías identificadas dentro de universidades.

CAPÍTULO IV. La aplicación en universidades

4.1 Introducción

En recientes años se han llevado a cabo distintas iniciativas para llevar los beneficios de filosofías de mejora que han surgido en el ámbito de la manufactura hacia la entrega de servicios. Un caso es el del aeropuerto Heathrow de Londres, el cual ha evidenciado los cuidados y precauciones que deben de existir al trasladar las prácticas de un contexto a otro. El caso trata de un fracaso en la implementación de Lean para la mejora continua de las tecnologías de la información (IT por sus siglas en inglés), conocida como *Lean IT*, dentro de un aeropuerto. El haber utilizado inadecuadamente las metodologías, cuyo origen es la industria automotriz (para acelerar el desarrollo y lograr objetivos de reducción de costos) a el desarrollo de Tecnologías de Información para su integración de la terminal 5 de Heathrow, resultó en más de 300 retrasos de vuelos y 15'000 maletas extraviadas (Times, 2008).

Sin embargo la complejidad del traslado de una filosofía de un sector a otro no debería limitar su aplicación como lo sugiere Ehrlich (2002), quien indica que Lean puede ser extrapolada y ajustada a distintas industrias, como lo son los servicios o acciones transaccionales con tan solo un ajuste sobre en ellas.

En el presente capítulo se expone una exhaustiva revisión bibliográfica de aplicaciones de técnicas y herramientas de FIT SIGMA en universidades. Con ello se desea asegurar la aplicabilidad de la filosofía para la mejora continua de las operaciones académicas e identificar factores críticos para el ajuste del programa.

4.2 Revisión bibliográfica

4.2.1 *Lean* en el servicio de la educación superior.

A la aplicación de Lean dentro del campo de la educación Balzer (2010) le ha llamado "Lean Higher Education" (LHE), la cual es la adaptación de Lean Thinking a la educación

superior, tanto en actividades académicas como en actividades administrativas. Dicho autor propone la LHE para revolucionar la forma de enseñar en los distintos cursos y mejorar en los procesos de las áreas. Este autor indica que aunque la aplicación de Lean prevalece más en los procesos administrativos (por ejemplo: admisiones, ingresos y egresos, instalaciones, presupuestos, etc.) también es aplicado a los procesos académicos (por ejemplo: el diseño de la enseñanza, la retroalimentación a los estudiantes, el manejo de cursos, etc.). El autor sugiere que es necesario enseñar a los académicos los principios de Lean para que sean aplicados en las actividades de su docencia.

Emiliani (2004), experimentado profesional en la implementación de Lean en empresas de manufactura o servicios, se volvió profesor de tiempo completo e identificó la posibilidad de implementar Lean dentro de sus nuevas responsabilidades. Los motivos que dio fue incrementar la consistencia de lo que se requiere enseñar y cómo se enseña, e incrementar la satisfacción de los clientes (alumnos). Emiliani describió la aplicación para mejorar los cursos impartidos. Para lograr el objetivo Emiliani utilizó principios y herramientas de Lean como:

- Kaizen: Aplicación del método científico para la solución de problemas. Utilización de los “5 por qué y diagramas causa-efecto para comprender problemas del curso y generar medidas que se contrapongan. Solicitar retroalimentación a mitad del curso para incorporar la voz del cliente (VOC).
- 5S: Ordenar contenido de curso y secuencia. Eliminar contenido extraño.
- Just-in-time: Regresar tareas y exámenes evaluados para su discusión en la siguiente clase.
- Respeto al personal: Reconocer que para los estudiantes el tiempo es muy valioso para ellos. Seleccionar libros y casos que son relevantes y concisos. Establecer claramente las expectativas del profesor y de los estudiantes. Establecer el criterio de evaluación. Retroalimentación en mediano (mitad de semestre) y largo plazo (fin de semestre).
- Trabajo estándar: *Syllabus* en un formato simple y calendarizado. Simplificar tareas para enfocar a los alumnos a lo que realmente esperan del curso. Utilizar un formato estandarizado para las tareas. Establecer los objetivos del curso y de cada clase.

- Controles visuales: Proporcionar de ejemplos que errores comunes que estudiantes cometen y que reducen sus calificaciones. Utilización de diferentes papeles de color para dirección y actualización de documentos.

De acuerdo al estudio del autor, los resultados corroboraron el incremento en la satisfacción de los estudiantes respecto al curso (Emiliani, 2004).

El mismo autor en otro estudio propuso la aplicación de Kaizen para mejorar los programas de posgrado y cumplir con acreditaciones de programas. Kaizen resultó en una rápida mejora, sin crear conflictos entre los accionistas de la universidad y los alumnos en la percepción del valor ofrecido (Emiliani, 2005).

Maguad (2007) indica que debido a que el trabajo educacional es un proceso, el desperdicio puede venir de distintas áreas dentro de él, por lo que las universidades deberán enfocarse en la reducción continua de las fuentes de desperdicio identificadas por Lean, proponiendo los siguientes ejemplos (Maguad, 2007):

- Inventarios innecesarios: Almacenar y trasladar artículos/información incorrecta, obsoleta o sobre guardada.
- Defectos: Correcciones, ajustes, información incompleta, las cuales llevan a re-trabajos en formatos de aplicación, registro, peticiones o financieros, extraviados o incompletos.
- Sobre-producción: Oficinas administrativas y académicas que solicitan más suministros de los que realmente utilizan día a día.
- Movimientos innecesarios: Recorridos de un lugar a otro en un campus debido a un ineficiente diseño de las instalaciones.
- Tiempo de espera: Esperar por una decisión, asesor académico, aprobación de una petición, etc.
- Transporte: Movimiento de personas, materiales, información, en todo el campus.
- Sobre-procesamiento (o procesos inapropiados): Causado por el exceso o carencia de personal, materiales, equipos u otros recursos para la enseñanza y aprendizaje.

Para atender a los distintos desperdicios generados, Maguad (2007) propuso la utilización de principios y herramientas:

- Poka-Yoke (a prueba de errores): Para completar los registros de estudiantes, para evitar errores al entrar en contacto el prestador del servicio y el alumno, servicio a estudiantes, para el etiquetado de aplicaciones de estudiantes para indicar en qué parte del proceso se encuentran y si se requiere de información adicional.
- Mapeo del flujo de valor (VSM): Para demostrar qué actividades, materiales e información está ligada en cualquier proceso. Y eliminar actividades que no agregan valor.
- SMED: Para reducir el tiempo que transcurre entre una clase que termina y otra que comienza (esto puede llevar a la consideración de tener computadoras y accesorios instalados y listos para ser utilizados en cada salón).
- Mantenimiento productivo total (TPM): Para asegurar que las máquinas y equipos se encontrarán disponibles para la enseñanza.
- Kaizen: Para identificar áreas de mejora en cualquier proceso, generar planes de acción, implementarlos y ponerlos bajo control.
- Equipos de trabajo: Equipos de mejora para identificar fuentes de desperdicio y eliminarlas.

La asociación americana de calidad (ASQ, por sus siglas en inglés) publicó en su página de internet las consideraciones que habría que tener para implementar Lean en una universidad. “Si bien el ambiente de una universidad es diferente, algunos tratos también son necesarios en cualquier situación de cambio organizacional: liderazgo, visión y dirección”. Alisa Salewski y Victor Klein, integrantes de la ASQ recomiendan 5 pasos a seguir para un despliegue de Lean en una universidad (Salewski & Klein, 2013):

- Paso 1: Encontrar adoptadores que tengan interés inicial en mejorar sus procesos.
- Paso 2: Observadores casuales no podrán identificar los desperdicios escondidos en los procesos de una universidad. Primero un esfuerzo debe aplicarse para comprender el lenguaje de Lean que todos los departamentos puedan comprender.

- Paso 3: Crear y utilizar una oficina central de mejora que dé soporte a los líderes departamentales y adoptadores en sus iniciativas de mejora.
- Paso 4: Una vez que un departamento ha sido seleccionado para el lanzamiento inicial de Lean, determinar cuáles serán los eventos Kaizen.
- Paso 5: Expandir el esfuerzo a otras áreas de la universidad una vez que se haya completado el primer evento exitosamente.

4.2.2 Six Sigma en el servicio de la educación superior.

Distintos autores han dado solución a distintos problemas identificados en universidades por medio de la aplicación de Six Sigma.

Patil et al. (2006) reporta en su estudio que en épocas tan competidas Six Sigma se vuelve una necesidad en el campo de la educación. El autor indica que los clientes son los alumnos y la calidad del aprendizaje es el servicio. El éxito de la universidad depende de cada empleado de la organización, donde los elementos clave identificados son:

- Las responsabilidades deben de ser definidas
- Las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas deben de ser medidas
- Todos los módulos del sistema deben de ser mejorados
- Todos los documentos y procesos deben de ser controlados

Patil et al. (2006) agrega: “Para alcanzar excelencia en el campo de la educación, se requiere un serio compromiso y esfuerzo constante de todos los que están involucrados: administración, facultad, *staff* y alumnos” (p. 4).

Por su parte Al-atiqi (2009) exhorta a que Six Sigma sea utilizado para la transformación de la educación superior. El autor propone la metodología DMAIC para mejorar los procesos existentes en: reclutamiento, admisiones, registros, asesoramiento académico, proceso de evaluación de los cursos y graduaciones. También lo sugiere para procesos de soporte en la biblioteca, tecnologías de la información, becas y otros. “La eficacia de la experiencia educacional no solo depende de los recursos a la mano (facultad, laboratorios, instalaciones), sino también en cómo los procesos repetitivos son operados [...] Hemos

demostrado la validez de la metodología de Six Sigma para gobernar completamente el sistema de educación superior al integrar las operaciones de las universidades con el aseguramiento de la calidad” (p. 13).

Bandyopadh y Lichmann (2007) corroboraron la posibilidad de aplicar Six Sigma para diseñar programas académicos y alcanzar elevados niveles de calidad en ellos en la educación superior. Asimismo, su aplicación para la mejora de procesos existentes, destacando su aplicabilidad en universidades de Estados Unidos y de cualquier país en el mundo.

Jaraiedi *et al.* (2010) modeló la educación como un proceso en el cual los estudiantes toman clase, aprenden y posteriormente egresan. Los estudiantes que durante ese periodo salen de la institución se consideran un “defecto”. La intención de su estudio fue retener los estudiantes inscritos en programas académicos y mejorar la tasa de alumnos graduados, lo que llevaría a proveer ingenieros mejor calificados para alcanzar las necesidades del mundo actual. Ello cambió la varianza del proceso de $\sigma=1.825$ a $\sigma=2.015$, en un periodo de 6 años. Asimismo, concluyeron que, en el particular caso de la universidad estudiada, el año más crítico resultó ser el primero. Para ello utilizó la metodología de DMAIC para identificar cuáles son las variables clave, identificando: apoyos financieros, desarrollo de la facultad y mejora de la calidad de enseñanza. Durante las fases de la metodología, utilizaron:

- Diagrama de proveedor, entradas, procesos, salidas y clientes (SIPOC, por sus siglas en inglés): Para identificar todos los elementos relevantes de un sistema de educacional.
- Regresión lineal logística: Para predecir las fallas o éxitos del modelo, para la retención de estudiantes.

Lalovic y Houshmand (2002) también aplicaron la metodología DMAIC para mejorar la calidad de la educación en clases de ingeniería. Los resultados obtenidos demostraron cómo la metodología puede ser aplicada en una carrera de ingeniería con la intención de ofrecer un servicio de alta calidad para sus clientes internos (alumnos) y externos (accionistas).

4.2.3 *Lean Six Sigma* en el servicio de la educación superior.

Lean Six Sigma ha sido utilizada y con exitosos resultados tanto en la manufactura como en la entrega de servicios. “La fusión entre los métodos de mejora de Lean y Six Sigma en servicios se requiere debido a que: Lean no puede poner un proceso dentro de control estadístico, Six Sigma por sí solo no puede dramáticamente mejorar la velocidad de un proceso o reducir el capital invertido y ambos permiten la reducción del costo de la complejidad.” (George M. L., 2003)

George (2010) aconseja para la utilización de Lean Six Sigma en servicios lo siguiente (George M. , 2010):

- **Preparar el caso para LSS en el ambiente específico en el que se aplicará:** Estar preparado para responder a comentarios específicos sobre si LSS funcionará en servicios debido a que proviene de la manufactura. Nada dañaría tan rápido la implementación de LSS en servicios que la actitud negativa del personal ante la falta de sustento del motivo de la implementación.
- **Enfocarse en crear valor para el cliente:** Eliminar costos evidentemente es un resultado crítico a favor, pero no al costo de destruir lo que el cliente está dispuesto a pagar (lo que genera valor) o la ventaja competitiva. Hay que tomar el tiempo necesario para recolectar lo que es la voz del cliente (VOC, por sus siglas en inglés). Las actividades de Lean Six Sigma en servicios tienen que agregar valor para el cliente y eliminar las que no lo hacen.
- **Entrenar al personal a ver su trabajo como un proceso y ver el desperdicio dentro de su proceso:** Asegurarse que la definición de fuente de desperdicio de Lean ha sido comprendido. Hay que apoyar al personal a ver su trabajo como un proceso de la cadena completa de valor, y analizar los mapas de la cadena de valor para identificar las actividades que no agregan valor.
- **Escoger los proyectos correctos y dar soporte y liderazgo a los equipos de proyectos:** Es necesario que los proyectos estén vinculados a la VOC, ya sea la voz externa (clientes) o interna (empleados). Los proyectos pueden eliminar costos, pero

si no se alcanzan las expectativas del cliente, no tiene sentido qué tan eficiente se sea.

Razaki y Aydin (2011) generaron una propuesta para cambiar a un departamento académico que busque alcanzar la excelencia en su calidad académica. Inicialmente dentro de su propuesta revisaron la factibilidad de utilizar uno de los siguientes enfoques de mejora de procesos de negocio (BPI por sus siglas en inglés):

- Gestión de la calidad total (TQM, por sus siglas en inglés):
- Reingeniería de procesos del negocio (BPR, por sus siglas en inglés)
- Six Sigma

Para ello Razaki y Aydin (2011) identificaron que un departamento académico posee dos principales metas: la creación de una carrera viable y de alta calidad en sus graduados, y los esfuerzos de certificaciones. Para medir el impacto de los BPI, consideraron distintas medidas utilizadas para medir el cumplimiento de las metas del departamento:

Metas	Ejemplos de medidas utilizadas para evaluar el cumplimiento de la meta
Crear una carrera viable y de alta calidad en sus graduados	<ul style="list-style-type: none"> • Mejorar la tasa de aprobación en exámenes propios/particulares de cada carrera • Incrementar las inscripciones a la carrera • Incrementar la retención en la carrera • Mejorar la calidad de la escuela • Mejorar la calidad de las carreras de un departamento • Incrementar la inserción laboral de los alumnos de las carreras • Incrementar la inserción laboral de los alumnos de las carreras en prestigiosas empresas • Existencia de un programa de maestría para programas relacionados • Existencia de proyectos de aprendizaje • Participación y triunfos en competiciones académicas
Esfuerzos de certificaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Incrementar los resultados en exámenes internos y externos • Incrementar la productividad de investigación para alcanzar estándares de certificaciones. • Incrementar el número de egresados con grado terminal apropiado para alcanzar estándares de posibles certificaciones.

Tabla 12. Metas y ejemplos de medidas en un departamento académico según Razaki y Aydin (2011)

Asimismo, Razaki y Aydin (2011) consideraron medidas cuantitativas propias de un departamento académico, como lo son:

- Tasa de aprobación de exámenes propios/particulares de cada carrera
- Número de inscripciones a las carreras
- Tasas de retención de alumnos activos
- Grados terminales de las carreras
- Número de publicaciones por departamento
- Premios por investigación y reconocimientos ganados por los departamentos
- Becas de investigación ganadas por los departamentos
- Otras contribuciones intelectuales por los departamentos
- Premios a los profesores ganados por departamento
- Adaptación y uso apropiado de tecnologías de información por departamento
- Promedios generales de estudiantes por carreras
- Premios y reconocimientos ganados por las carreras
- Número de carreras con reconocimientos
- Resultados de exámenes generales internos por carrera
- Resultados de exámenes generales externos por carrera
- Estadísticas de trabajo después de ciertos años de graduarse
- Número de *internships* pagados para las carreras
- Grados obtenidos por los alumnos de la escuela
- Número de cursos ofertados por el departamento
- Número de programas académicos ofertados

Finalmente, Razaki y Aydin (2011) concluyeron al respecto:

- TQM aplica a una organización entera, incluyendo a miembros y maquinaria, tecnologías de la información, etc., no tanto así para un departamento académico.

- BPR al centrarse en la organización entera para crear procesos desde cero, no es una opción viable para la mejora en un departamento académico.
- Six Sigma es una filosofía factible al implementar esquemas de mejora de la calidad y productividad. Sin embargo, es posible encontrar ciertos problemas al tener que esperar prolongados periodos de tiempo para generar información (semestre tras semestre).

De esa manera la investigación condujo a Razaki y Aydin (2011) a que el enfoque Lean Six Sigma es preferible en un departamento académico. “Los directores del cambio en las unidades académicas deberán de familiarizarse con las técnicas analíticas, dispositivos y herramientas para determinar cuáles son aplicables y factibles en circunstancias particulares. Cabe hacer notar que la transición a la excelencia requerirá de un cambio en la cultura, en ocasiones drástico, y será cuestionado y desafiado por al menos algunos participantes al menos tácitamente. El truco es persistir mientras que la información es recolectada y analizada, los problemas detectados en el proceso de cambio. Sin el apoyo del departamento entero, escuela y administración de la universidad no será exitosa [la implementación]” (p. 30).

Finalmente, Razaki y Aydin (2011) identificaron ciertas barreras para el cambio organizacional al implementarse un enfoque de mejora continua. Estas son:

- Inercia académica
- Profesores de planta que se resisten al cambio y que solo pueden ser convencidos a través de la persuasión moral.
- Un sistema inefectivo de recompensas y sanciones.
- Filosofías religiosas propias de la institución.

Raifsnider (2004) indica que cualquier proceso académico puede hacer uso Lean Six Sigma debido a que éste podría ser visto bajo el término de calidad y reducción de desperdicio. Por ejemplo, la documentación con que se trabaja en departamentos académicos es una considerable área de oportunidad para la aplicación de Lean Six Sigma. Los documentos siguen un flujo en su proceso, consumen recursos y requieren de una administración para

cambios y requerimientos. Los beneficios inmediatos que se pueden obtener por mejorar los el proceso de documentación son (Raifsnider, 2004):

- Ser más eficientes.
- Mejorar tiempo de respuesta s solicitudes y requerimientos a profesores y alumnos.
- Mejorar el servicio al profesor, alumno u otra área de la institución.
- Reducción de costos.
- Contribuir al aseguramiento de la calidad académica a través de sus procesos.

Raifsnider (2004) planteó la aplicación de Lean Six Sigma para la eliminación de desperdicios y mejorar las oportunidades en colegios y universidades, principalmente en la administración de documentación en servicios. “Las escuelas pueden también mejorar sus oportunidades de atraer estudiantes al mejorar los niveles de servicio que ellas ofrecen en cada interacción personal, lo cual muchas veces necesita mejorar los procesos internos de trabajo” (p. 2).

Kananaka et al. (2012) propuso utilizar Lean Six Sigma para la educación para generar una estrategia que apoyara a los objetivos de la facultad, así como para mejorar el flujo de alumnos egresados e incrementar las ganancias de la institución. El objetivo del proyecto consistió en moverse de un nivel de $\sigma = 1.3$ a $\sigma = 3$ por medio de la metodología DMAIC. La aplicación resultó en la identificación de procesos que no agregaban valor y áreas de mejora para asegurar la alta calidad de la educación en ingeniería. “las herramientas identificaron [estadísticamente] que los estudiantes que pasaban menos tiempo en lectura en una semana normal que en una semana de exámenes se sentían menos preparados [...] La prueba indicó que si los estudiante pasaban más tiempo en ello durante una semana normal, incrementaban sus posibilidad de para la materia [lo que incrementó la tasa de egresados]” (p. 220). En este estudio Kananaka et al. (2010) utilizaron gráficos de R&R y ANOVA (para la recolección de información debido a que ésta no se encontraba en la forma en que se necesitaba) y mapeo del proceso (para clarificar los sistemas de educación y aprendizaje, e identificar actividades que no agregan valor). “Debido a que la implementación de Lean Six Sigma en la educación superior no se encuentra difundida, esta investigación muestra

como Lean Six Sigma puede ser efectivamente aplicada a la educación en ingeniería” (p. 211).

Por su parte la Dra. Norma Simons, una integrante activa de la Asociación Americana de Calidad (ASQ por sus siglas en inglés), en 2013 publicó en su sección dentro de la página de internet de la organización ASQ <http://asq.org/index.aspx> que las técnicas de Lean Six Sigma que más han beneficiado a la academia son: la identificación de proyectos, DMAIC, el uso de la voz del cliente (VOC), el uso del diagrama SIPOC y los mapeos de procesos. A través de diversas publicaciones en su sección, Simons define la implementación de Lean Six Sigma dentro de universidades como un caso de éxito (Simons, 2013).

4.3 Conclusiones de capítulo

La revisión bibliográfica presentada en este capítulo permite corroborar la aplicabilidad de las herramientas de FIT SIGMA para la mejora de la educación superior, así como identificar cuáles técnicas son las más aplicables al sector para ajustar la filosofía.

A modo de síntesis, a continuación se recolectan las ideas y técnicas más relevantes para la aplicación de FIT SIGMA en una universidad. La identificación de estos factores permitirá realizar el ajuste al seleccionar y proponer el conocimiento necesario para su aplicación en una escuela académica.

Respecto a la filosofía Lean se han identificado los siguientes factores.

Balzer (2010) concluye que la aplicación de Lean es necesaria en actividades de enseñanza, por lo que sugiere que al claustro académico se le entrene en las herramientas para su aplicación durante el proceso de enseñanza.

Emiliani (2004) concluye de igual manera al llevar su amplia experiencia de Lean aplicada en la industria, cuando se convierte en profesor de tiempo completo. El autor argumenta una necesidad de consistencia entre lo que se quiere enseñar con el cómo se enseña. Este autor ha comprobado la práctica y la aplicabilidad, para este fin, con herramientas como Kaizen, los cinco por qué, diagramas de causa y efecto, identificación de la voz del cliente (VOC por sus siglas en inglés), 5^oS, Just-in-time, trabajo estándar y controles visuales. El

mismo autor sugiere la aplicación de Kaizen como marco de mejora para el cumplimiento de acreditaciones y la mejora continua que solicitan.

Maguad (2007) indica que al ser un proceso la enseñanza, puede tener desperdicios dentro de sus áreas. El autor hace hincapié en los 7 desperdicios previamente definidos en Lean Manufacturing, ya que los mismos los ha encontrado en el área educativa: inventarios, defectos, sobre-producción, movimientos, tiempo de espera, transporte, sobre-procesamiento. Y para eliminar los desperdicios, el autor propone las herramientas: Poka Yoke, mapeo de flujo de valor, SMED, TPM, Kaizen, y equipos de trabajo.

Salewski y Klein (2013) recomiendan que en una implementación de Lean debe de considerarse: que los adoptadores tengan interés inicial en mejorar sus procesos, todos los departamentos deben comprender el lenguaje de Lean, tener una oficina que dé soporte a las iniciativas y determinar eventos Kaizen, y llevar el esfuerzo a otras áreas de la universidad.

Respecto a la filosofía Six Sigma se han identificado los siguientes factores.

Patil et al. (2006) ve a Six Sigma como una necesidad en el campo de la educación, ya que cubre el modelo: alumno-cliente y calidad del aprendizaje-servicio. Así, exhorta a: definir claramente responsabilidades, identificar fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas, todo el sistema debe ser mejorado y todos los documentos y procesos controlados.

Al-atiqi (2009) ha exhortado a que Six Sigma sea utilizado para mejorar la calidad de la educación superior. El autor sugiere el uso de la metodología DMAIC para registros, asesorías académicas, graduaciones, cursos, y admisiones.

Bandyopadh y Lichmann (2007) sugieren la aplicación de Six Sigma para el diseño de programas académicos, con la intención de alcanzar elevados niveles de calidad en la educación. Del mismo modo lo hizo y documentó Lalovic y Houshmand (2002).

Jaraiedi et al. (2010) aplicó la metodología DMAIC para retener alumnos inscritos a programas e incrementar la tasa de alumnos graduados. En el proceso utilizaron las herramientas: SIPOC y regresión lineal logística, principalmente.

Respecto a la filosofía Lean Six Sigma se han identificado los siguientes factores.

Razaki y Aydin (2011) llevaron a cabo un estudio para identificar qué programa de mejora es el que mejor se adapta a cambiar un departamento académico, concluyendo que Lean Six Sigma es la mejor opción. Para ello se requiere que los directores se familiaricen con las técnicas, un cambio en la cultura, ser persistente y un constante apoyo entre administración y escuela.

Raifsnider (2004) comprueba que cualquier proceso académico puede hacer uso de las herramientas de Lean Six Sigma para eliminar desperdicios, como por ejemplo en la gestión de documentación.

Kananaka et al. (2010) propuso Lean Six Sigma para mejorar el flujo de alumnos egresados e incrementar las ganancias de la institución, al utilizar la metodología DMAIC como estructura para eliminar procesos que no agregan valor y estadísticamente encontrar las causas raíz del índice de reprobados para emprender iniciativas que mejoren la calidad académica. En esta actividad los autores utilizaron las herramientas ANOVA, gráficos R&R y mapeo del flujo de valor.

Simons (2013), integrante activo de la Asociación Americana de Calidad, reportó que las técnicas de Lean Six Sigma que más han beneficiado a la academia son: la identificación de proyectos, el uso de DMAIC, el uso del diagrama SIPOC y el mapeo de procesos.

En el siguiente capítulo se procede a desarrollar el modelo de implementación y realizar el ajuste de la filosofía para la adecuación de la misma la aplicación.

CAPÍTULO V. Modelo para el despliegue de FIT SIGMA en una escuela del Tecnológico de Monterrey.

5.1 Introducción

A diferencia de otros modelos de implementación, el que aquí se propone está orientado y ajustado al sector de la educación con base en la estructura académica de una escuela del Tecnológico de Monterrey. La presente propuesta es una guía que establece los pasos necesarios a ejecutar para la implementación de FIT SIGMA en dicha área académica, con la intención de lograr la completa adaptabilidad y asegurar el éxito de la filosofía, en este nuevo ámbito de aplicación, como programa de calidad para la mejora continua de las operaciones académicas. Asimismo, el modelo contempla las bondades de un talentoso claustro académico, lo cual será un recurso que habrá que aprovechar durante el ajuste.

5.2 Esquema del modelo

A lo largo del documento se han revisado recomendaciones, sugerencias, consideraciones, propuestas, etc., de distintos autores respecto a aplicaciones de filosofías como Lean, Six Sigma, Lean Six Sigma o FIT SIGMA, las cuales han generado un panorama con el que ahora se puede llegar a una conclusión y propuesta.

El modelo propuesto de implementación se divide en cuatro fases:

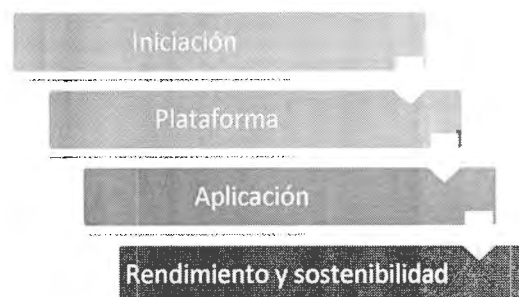


Figura 15. Fases para el despliegue de FIT SIGMA en una escuela del Tecnológico de Monterrey.

La primera fase del despliegue surge de la necesidad de definir a una figura que será líder del cambio y convencer a la alta dirección de la escuela en la implementación y necesidad de la iniciativa. Esto generará las bases para obtener posteriormente los recursos para el programa.

Una segunda fase es necesaria cuando ya se cuenta con la aprobación. En esta fase es necesario planear el lanzamiento, presentar y concientizar a la escuela con el programa, asignar responsabilidades, crear un panorama inicial y un marco que servirá de evaluación para orientar y monitorear los esfuerzos.

La tercera fase consiste en la ejecución del programa. Primeramente es necesario un entrenamiento intensivo al personal para permear técnicamente la filosofía, y posteriormente el comienzo de la ejecución de iniciativas de mejora para sus actividades académicas.

Finalmente, en una cuarta fase, con el programa ya en marcha será necesario un constante monitoreo para observar el rendimiento, así como emprender acciones que permitan asegurar el recurso y administración del conocimiento para proteger al programa y que quede operando independientemente del despliegue.

Todo el modelo está integrado por una serie de ocho pasos dentro de las mencionadas cuatro fases de implementación. Cada paso ajusta a FIT SIGMA a la escuela. Al haber sintetizado los factores cruciales identificados en los Capítulos II, III y IV, en los pasos se han contemplado las acciones necesarias para completar la adaptación al nuevo sector. Al final de cada paso se propone una lista de verificación (*Checklist*), como guía para cada acción de la implementación, tomando como base la herramienta de despliegue de Hobbs (2003) que le ha permitido guiar y asegurar implementaciones complejas. A continuación se citan los ocho pasos de guía:

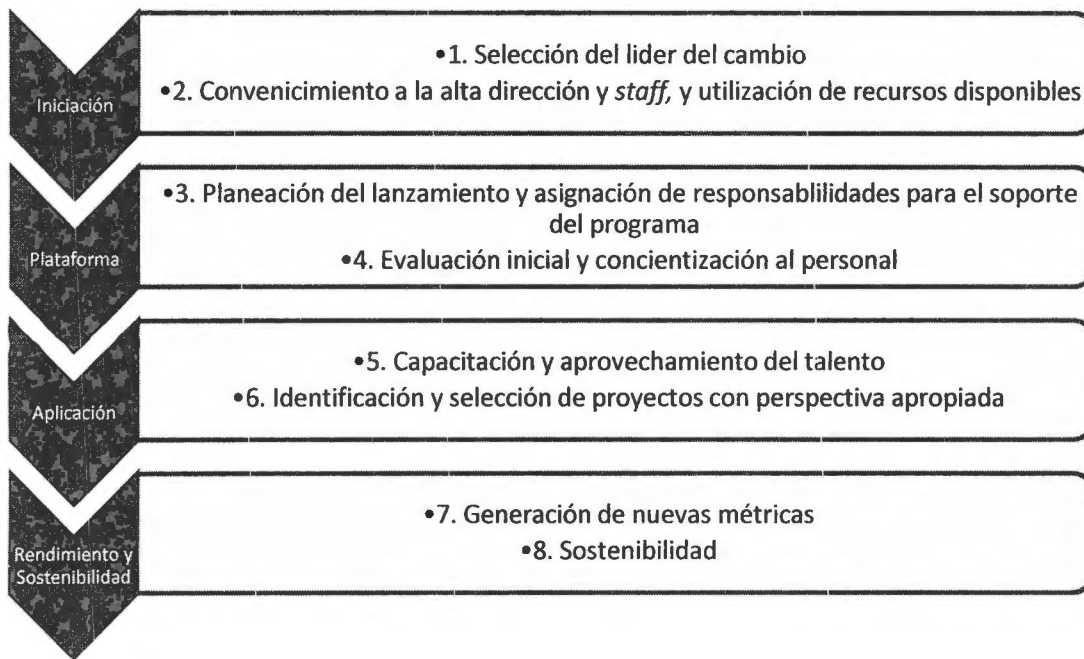


Figura 16. Fases y pasos propuestos para el despliegue de FIT SIGMA en una escuela del Tecnológico de Monterrey.

5.3 Ajuste del modelo y guía sugerida para la implementación.

5.3.1 Fase 1. Paso 1. Selección del líder del cambio.

Cualquier directivo que desee implementar la presente propuesta, o profesor, podrá ser considerado iniciador del cambio. Así, el líder del cambio será el responsable de este primer paso que tiene por objeto encontrar a la persona más apta para el despliegue del programa, a quien se le llamará “líder del proyecto/cambio”.

Es necesario asegurar que la persona que liderará el cambio tenga las habilidades y características requeridas para coordinar el lanzamiento. Es recomendable que el líder sea una persona con iniciativa propia o voluntad para realizar mejoras de su área de acuerdo con Salewski y Klein (2013). El líder deberá de contar con habilidades para generar y promover los cambios (Basu y Walton, 2011). Debido a la variedad de actividades a lo largo del proyecto de implementación, también se requieren de habilidades y herramientas para la administración de proyectos (Basu y Walton, 2011). El líder del cambio deberá ser una persona distinguida en la institución, con amplio conocimiento de la universidad y con buenas habilidades de comunicación. El líder no podrá hacer todo el trabajo él mismo. Deberá de ser de las personas que saben cómo motivar a las personas para que todo se dé por medio de los equipos de trabajo. Será como un consultor. Deberá proveer información de la filosofía, facilitar entrenamientos y dirección al personal.

El líder del cambio deberá estar asignado a la responsabilidad en un modo dual. El líder podrá conservar su función, pero también es necesario que el líder tenga el tiempo para ejercer la nueva responsabilidad. Como lo indica Basu (2009), una filosofía como FIT SIGMA, no puede llevarse a cabo de manera correcta si las personas involucradas tienen otras actividades asignadas que consumen su tiempo completo.

A continuación se presentan las acciones que hay que llevar a cabo en este primer paso.

FASE I. PASO 1.			
#	Qué hacer	Cómo lograrlo	Status
Responsable: Iniciador del cambio			
1	Identificar al líder del cambio e implementación.	<p>Asegurar que el líder cumpla con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ser un docente con amplio conocimiento de la institución. • Buenas habilidades de comunicación. • Con visión y liderazgo para motivar y guiar al personal. • Tener la necesidad o iniciativa propia de mejorar su área (preferentemente). • Con habilidades en la gestión de proyectos (preferentemente). • Con una certificación de Black Belt o superior (preferentemente). 	<input type="checkbox"/> Completada
2	Asegurar que el líder pueda dedicarse en tiempo parcial a la responsabilidad.	Asegurar con el director de departamento correspondiente que el balance de las asignaciones al líder le permita tener tiempo parcial para dedicar esfuerzos a la implementación.	<input type="checkbox"/> Completada

Tabla 13. Checklist #1 para la implementación de FIT SIGMA en una escuela del Tecnológico de Monterrey.

5.3.2 Fase 1. Paso 2. Convencimiento a la alta dirección y *staff*, y utilización de recursos disponibles.

Para evitar cuestionamientos que puedan dañar el programa será importante que el líder esté preparado y documentado. Esto significa tener respuesta a las inquietudes de la organización respecto al programa (Basu, 2009; Salewski y Klein, 2013). Basu y Walton (2011) identificaron como una barrera de entrada al programa la carencia de ejemplos locales. Al mismo tiempo se sabe que una actitud negativa del personal dañaría severamente la implementación (George, 2010). Todo esto conlleva a tener una pronta respuesta a las dudas que existan en la escuela. Por ello, el líder deberá estar preparado para responder con certeza a cada cuestionamiento del programa de calidad. En el ANEXO “G” se enlistan las principales áreas de oportunidad en los servicios de una universidad, las cuales pueden servir de referencia para el presente punto.

La filosofía carecería de recursos y forma si no se involucra a la alta dirección. Habrá que involucrar al más alto director posible para incrementar las probabilidades de éxito del programa (Pande y Holpp, 2002; George, 2003, Breyfogle y Forrest, 2003; George et al., 2004; Basu y Walton, 2011; Buendía & Tress, 2012). Para ello habrá que llevar a cabo acciones que permitan lograr el convencimiento de la dirección para la aceptación de la filosofía. Por ello, es necesario que por lo menos el director de escuela y una tercera parte de su *staff* (directores de carrera y de departamento) se convenzan de los beneficios de la filosofía de FIT SIGMA aplicada a la mejora continua de sus procesos. La participación del director de la Dirección Académica es recomendable. Métodos sugeridos por Basu y Walton (2011) para lograr la concientización son:

- Reunión fuera de las instalaciones (*off-site*) en la que un grupo de expertos o consultores expongan los beneficios de una filosofía como Lean Six Sigma / FIT SIGMA.
- Visitar y estudiar a una empresa de servicios que hoy en día opere dentro de la filosofía Lean Six Sigma / FIT SIGMA.

Un factor no detectado por los autores en este campo de aplicación, pero que deberá de ser considerado, es que los profesores de educación superior son gente muy talentosa y con excelentes credenciales, cuestión identificada en la caracterización de una escuela del ITESM. Esto puede generar una barrera de entrada propia del área, al querer implementar sobre ellos, dueños y maestros del conocimiento, un “nuevo conocimiento” de cómo se debería operar. Por ello se sugiere que se dé de profesor a profesor el convencimiento. Además de que este modo de trabajo trae consigo un pleno conocimiento del significado y responsabilidad de trabajar en una universidad y desarrollar líderes, cuestión que un consultor externo puede no comprender plenamente. Así, profesores expertos en el tema podrán fungir como consultores para esta primera fase.

Rumbo a la conclusión del paso, se deberá generar un reporte que resuma y plasme todos los hechos encontrados y beneficios. Esta es una práctica alineada al principio de FIT SIGMA de Sigma para la mejora y la integración. Este reporte habrá que compartirlo con las direcciones involucradas.

A continuación se indica qué actividades hay que hacer y cómo llevarlas a cabo, para el cumplimiento de este paso.

FASE I. PASO 2.

#	Qué hacer	Cómo lograrlo	Status
Responsable: Líder del proyecto			
1	Estar preparado para cuestionamientos al programa.	El líder tendrá que estar familiarizado y documentado de los beneficios del programa en una escuela del ITESM para responder a cualquier inquietud. Tomar como base el ANEXO "G".	<input type="checkbox"/> Completada
2	Identificar al personal docente con conocimiento de la filosofía que pueda fungir como consultor para concientizar a la alta dirección.	Revisar en la base de datos de profesores de la escuela, quienes de los profesores pueden ser considerados expertos en programas de mejora continua como Lean, Six Sigma, Lean Six Sigma o FIT SIGMA. Una vez identificados considerarlos como profesores-consultores internos para lograr la concientización del programa. El recurso deberá de ser solicitado al director de departamento correspondiente. En caso de no existir profesores expertos en el tema, contemplar consultoría externa.	<input type="checkbox"/> Profesor-consultor ó <input type="checkbox"/> Consultoría contratada
2	Convencer al director de escuela y al menos a una tercera parte de su <i>staff</i> (directores de carrera y de departamento) de los beneficios de la implementación.	Coordinar las siguientes actividades para la concientización: <ul style="list-style-type: none"> • Reunión fuera de las instalaciones en la que el profesor-consultor (o en su consultor externo) exponga los beneficios de un programa de calidad como lo es FIT SIGMA • Visitar y estudiar a una empresa de servicios que hoy en día opere dentro de un programa de calidad como Lean Six Sigma. 	<input type="checkbox"/> Off-site <input type="checkbox"/> Visita

<p>3 Generar un resumen de los hechos y beneficios encontrados y compartirlo con las direcciones pertenecientes a la escuela.</p>	<p>Documentar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hallazgos. Información o requerimientos que hayan salido de las sesiones. • Beneficios de la implementación. <p style="text-align: right;"> <input type="checkbox"/> Generar resumen <input type="checkbox"/> Compartir resumen </p>
---	---

Tabla 14. Checklist #2 para la implementación de FIT SIGMA en una escuela del Tecnológico de Monterrey.

El tiempo estimado para la primera fase de es de 3 meses. Tiempos considerados de forma lineal de acuerdo a un plan típico de implementación.

5.3.3 Fase 2. Paso 3. Planeación del lanzamiento y asignación de responsabilidades para el soporte del programa.

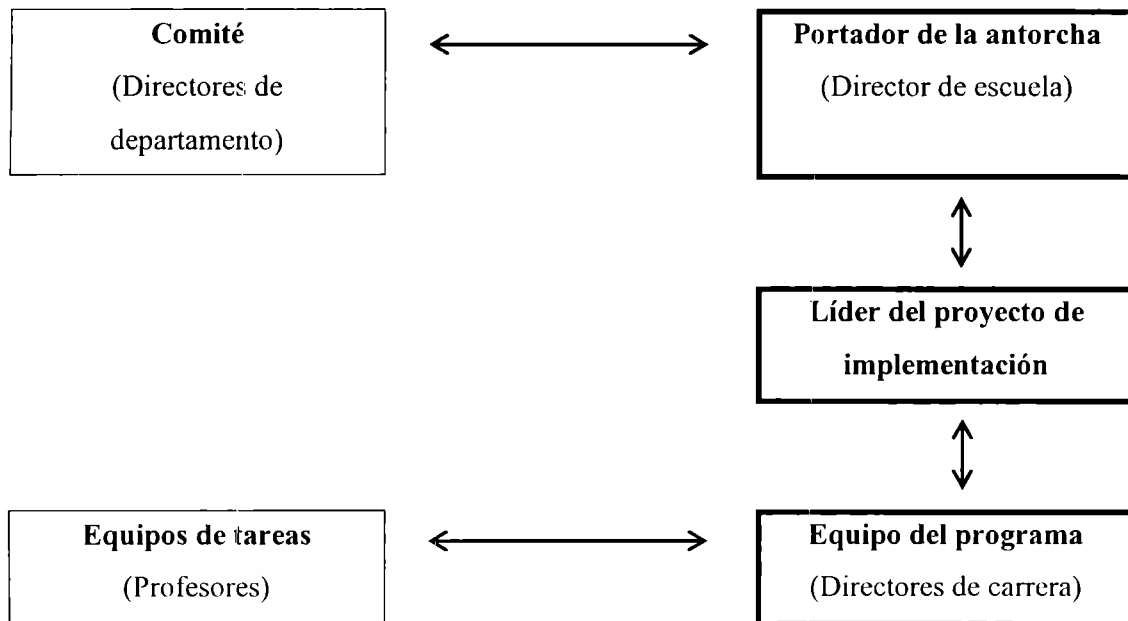
Para la gestión de la planeación del despliegue Basu y Walton (2011) sugieren la utilización de un diagrama de Gantt con hitos y responsables. Será necesario crear un plan de trabajo para el despliegue completo del programa una vez que se cuenta con la aprobación de la implementación del mismo.

Es necesaria una concientización de la importancia y alcance del programa a todo el personal, entre los que deberán de estar las personas más influyentes que puedan ser identificados dentro de la escuela (Razaki y Aydin, 2011). La gente deberá de hablar el mismo idioma para la comprensión y soporte al programa de calidad (George, 2003; George et al., 2004; Basu y Walton, 2011; Salewski y Klein, 2013). El líder de la implementación, con apoyo del consultor que logró el convencimiento a la alta dirección, deberá de realizar una sesión de lanzamiento (*kick-off*) para el programa con todo el personal de la escuela en cuestión presente. En la presentación deberán de presentarse cómo operará el programa y recursos necesarios.

Un obstáculo que pudiera existir en este paso es que la dirección cuestione el presupuesto y recursos que requiere el programa. Si así fuese quiere decir que la dirección no comprendió completamente la necesidad del cambio y los beneficios que la filosofía traerá a la escuela. Aquí se destaca la importancia de la primera fase. Si fuese así habría que reforzar las actividades del paso dos nuevamente. Para dicha situación de reforzar la concientización se sugiere agregar un análisis costo-beneficio para lograr el objetivo. Para ello considerar las principales áreas de oportunidad del **ANEXO "G"**.

Como cualquier programa de calidad, se requiere de una infraestructura que dé soporte al programa. Sin embargo, con base en el propósito de FIT SIGMA de aptitud para el propósito y la reducción de costos del programa, no se identifica viable la contratación de personal administrativo adicional dentro de un claustro académico. Por ello se sugiere desarrollar la infraestructura sobre la estructura académica existente. Así, después de la presentación, el líder deberá de identificar candidatos potenciales para trabajar con las

nuevas responsabilidades y que se acoplen a la siguiente estructura propuesta por Basu (2009) para pequeñas organizaciones:



Portador de la antorcha (Director de escuela)

En términos de Six Sigma, el portador de la antorcha es el *Sponsor*. Deberá de ser el director de la escuela en la que se implemente el programa. El director deberá trabajar de la mano con un comité. Realmente ser el *Sponsor* no deberá de consumirle tiempo, pero es muy importante para direccionar el programa y proporcionar recursos.

Comité (Directores de departamento)

En términos de Six Sigma, el comité son los *Champions*. El comité deberá integrarse por directores de departamento pertenecientes a la escuela, quienes debido a sus responsabilidades pueden proveer apoyo, recursos, definir alternativas y alinear al programa de las necesidades y recursos de las áreas.

Líder del proyecto de implementación.

Es términos de Six Sigma sería un Master Black Belt, por lo que es recomendable que el líder cuente con un entrenamiento/certificación de un Master Black Belt o Black Belt. Es necesario que el líder del proyecto domine los componentes de Lean Six Sigma y FIT SIGMA. Esta persona será el punto central del proyecto y también la principal comunicación entre el comité y el equipo del programa. Deberá proveer conciencia y entrenamiento al equipo del programa, facilitar el trabajo de los proyectos y apoyarlos para diseñar los cambios.

Equipo del programa (Directores de carrera)

Es términos de Six Sigma serían los Black Belt, por lo que es recomendable que los integrantes del equipo adquieran un entrenamiento en agente de mejora continua Black Belt. Este equipo deberá de integrarse por los directores de carrera. Ellos son los responsables de liderar y entrenar a los equipos de tareas y los responsables de entregar resultados para cada proyecto seleccionado. Ellos serán los agentes para realizar los cambios.

Equipos de tareas (Profesores y otros integrantes del claustro académico)

Es términos de Six Sigma serían los Green Belt, por lo que es recomendable que los integrantes de los equipos adquieran el entrenamiento/certificación de Green Belt. Estos miembros irán mejorando sus comprensiones individuales y adquiriendo buenas bases para realizar cambios sostenibles conforme adquieran la experiencia. El equipo se integrará por profesores y/o otros integrantes pertenecientes a la escuela.

Una vez identificados y aceptadas las responsabilidades habrá que dar el espacio y tiempo suficiente para las nuevas tareas. Los directores correspondientes deberán de revisar la carga de trabajo de cada director o profesor y ajustarla (por ejemplo: descargar de una materia a un profesor de tiempo completo). De esta forma, los responsables asignados al soporte podrán proporcionar la atención y recursos necesarios que un programa como estos demanda (Pande y Holpp, 2002; George, 2003; Breyfogle y Forrest, 2003; George et al., 2004; Basu y Walton, 2011; Salewski y Klein, 2013).

Mientras que otros programas de implementación como los revisados en este documento anteponen una evaluación inicial a la definición de una estructura, la presente metodología propone una variación en la secuencia. En una institución de educación superior existe personal docente altamente calificado. Personal académico con conocimientos en ingeniería industrial o métodos de auto-evaluación deberá ser considerado para integrar este equipo. Habrá que crear esas nuevas responsabilidades dentro de las asignaciones del personal a cargo, y descargar a los profesores de otras. La ventaja de desarrollar un equipo y un método de auto-evaluación interno, y que no sea ejecutado por externos, es el hecho de que el conocimiento del sector educativo permita asegurar que cada factor crítico considerado en la educación se esté evaluando. Otra ventaja es reducción de costos del programa al evitar costos de consultores externos.

Será necesario considerar un periodo de entrenamiento para el equipo de evaluación para su familiarización con métodos de evaluación.

Durante la implementación pueden ocurrir conflictos de autoridad y responsabilidad. Para ello se recomienda aclarar las responsabilidades por medio de una matriz RACI:

- Responsabilidad (Responsibility): Personal que se espera que participe activamente en la asignación.
- Responsable de resultados (Accountability): Personal responsable por lo resultados generados.
- Consulta (Consultation): Personal que tiene experiencia que pueda contribuir a las decisiones o que deba ser consultados por cualquier otro motivo antes de tomar una decisión final.
- Información (Inform): Personal que se ven afectado por la actividad y por lo tanto debe mantenerse informado, pero no participa en la asignación.

La matriz RACI propuesta para la estructura del programa en una escuela del Tecnológico de Monterrey, la cual deberá ser publicada con los involucrados, se muestra a continuación:

Despliegue	Identificar proyectos	Seleccionar proyectos	Resultados de proyectos	Ejecución de proyectos	Apoyo a equipos de programa	Mantener cambios	Evaluaciones
------------	-----------------------	-----------------------	-------------------------	------------------------	-----------------------------	------------------	--------------

Comité	A	A	R					
Portador de la antorcha		I	R	A		R	A	
Líder del proyecto	R	R	A				R	
Equipo del programa		C		R	R	A		
Equipos de tareas				R	R			
Equipo de evaluación								R

Tabla 15. Matriz RACI propuesta para el despliegue de la infraestructura del programa.

A continuación se resume qué actividades hay que hacer y cómo llevarlas a cabo, para el cumplimiento de este paso.

FASE 2. PASO 3.

#	Qué hacer	Cómo lograrlo	Status
Responsable: Líder del cambio			
1	Crear plan de trabajo para la implementación.	Generar un diagrama de Gantt que considere los pasos del programa de implementación y evaluaciones, además de los tiempos, presupuestos (capacitación a integrantes Black Belt, Green Belt, impartición de talleres para la concientización del personal, capacitación de equipo de evaluación), recursos y responsables.	<input type="checkbox"/> Completada
2	Preparar y presentar los beneficios y alcance del programa.	Preparar exposición para la presentación del lanzamiento del programa. Convocar a una reunión con todo el personal de la escuela para exponer el alcance, objetivos, beneficios, recursos y fechas del programa. Nota: Asegurarse que las personas más "influyentes" de la escuela participen y se involucren.	<input type="checkbox"/> Completada
3	Definir al personal que proporcionará la infraestructura al programa.	Después de la exposición, identificar potenciales directores y profesores con el perfil para asumir responsabilidades necesarias. Nota: Deberán tener preferencia los directores o profesores que tengan una iniciativa propia y puedan cubrir las características de las nuevas responsabilidades.	<input type="checkbox"/> Completada
4	Formalizar la responsabilidad sobre el portador de la antorcha	Este papel deberá de aceptado por el director de escuela. Establecer por escrito la responsabilidad asignada y aceptada. Preferentemente en la descripción del puesto.	<input type="checkbox"/> Completada

5	Formalizar la responsabilidad sobre el comité.	La responsabilidad deberá ser aceptada por los directores de departamento pertenecientes a la misma escuela. Establecer por escrito la responsabilidad asignada y aceptada. Preferentemente en la descripción del puesto.	<input type="checkbox"/> Completada
6	Formalizar la responsabilidad sobre el líder del programa.	Asegurarse que existirá el tiempo para dedicar esfuerzos a la nueva responsabilidad, por medio de la descarga de responsabilidades. Es recomendable que en este paso de la definición se contemple la posibilidad de que el líder del programa pueda ocupar una nueva posición de tiempo completo para el programa. Establecer por escrito la responsabilidad asignada y aceptada. Preferentemente en la descripción del puesto.	<input type="checkbox"/> Completada
7	Formalizar la responsabilidad sobre el equipo del programa.	El equipo de programa deberá estar integrado por directores de carrera, quienes son los dueños de sus procesos académico. Establecer por escrito la responsabilidad asignada y aceptada. Preferentemente en la descripción del puesto.	<input type="checkbox"/> Completada
8	Formalizar la responsabilidad sobre los equipos de tareas.	Los equipos de tareas deberán de integrarse por profesores del claustro académico. Establecer por escrito la responsabilidad asignada y aceptada. Preferentemente en la descripción del puesto.	<input type="checkbox"/> Completada
9	Crear equipo de evaluación	Considerar inicialmente a personal académico con conocimientos en	<input type="checkbox"/> Completada

		ingeniería industrial y métodos de evaluación. Establecer por escrito la responsabilidad asignada y aceptada. Preferentemente en la descripción del puesto.	
10	Presentar matriz RACI	Definir las responsabilidades de cada integrante de la integrada infraestructura respecto al programa de calidad.	<input type="checkbox"/> Completada <input type="checkbox"/> N/A
11	Entrenar al equipo de evaluación	Considerar sesiones de familiarización en métodos de evaluación para el equipo de evaluación y/o posibles entrenamientos.	<input type="checkbox"/> Completada

Tabla 16. Checklist #3 para la implementación de FIT SIGMA en una escuela del Tecnológico de Monterrey

5.3.4 Fase 2. Paso 4. Evaluación inicial y concientización al personal.

Posteriormente, para saber hacia dónde orientarse y poder contabilizar los esfuerzos, es recomendable realizar evaluación inicial que permita tener un panorama inicial de donde se está (George, 2003; Basu y Walton, 2011). Los beneficios de esta evaluación inicial son:

- Tener presentes las metas de la institución, escuela y saber qué camino tomar.
- Por medio del equipo multifuncional de profesores reforzar la participación de la administración nivel medio.
- Identificar desde el inicio las áreas de oportunidad que con prioridad requieren ser atendidas.

El equipo de evaluación será el responsable de desarrollar un método de evaluación local que se ajuste a las iniciativas de la institución y escuela. Para desarrollar el método se sugiere la siguiente secuencia de actividades:

1. Definir y citar las metas y responsabilidades de la escuela.
2. Establecer un cuestionario de evaluación para cada prioridad o área de importancia de la escuela con una escala de medición. Se recomienda utilizar la escala de 1 al 5.
3. Crear el método de evaluación y aplicarlo.
4. Graficar los resultados por medio un diagrama. Por la facilidad para identificar las áreas de oportunidad se sugiere un “diagrama de araña” con dicha escala de 1 al 5.
5. Analizar las brechas, entre lo que se desea alcanzar y lo que actualmente se tiene.

Con la información generada de la evaluación inicial se podrá generar un panorama inicial que permitirá identificar a simple vista las áreas de oportunidad dentro de la institución.

Para cumplir con “aptitud para la sostenibilidad”, es necesario que las actividades de auto-evaluación queden programadas periódicamente en un lapso semestral, lo que dura un periodo académico en una escuela del ITESM. Estas actividades deberán estar reflejadas en el plan de trabajo de la implementación.

Para reforzar al programa y reiterar el compromiso de los integrantes de la escuela una vez que se ha hecho el lanzamiento, Basu (2009) sugiere la impartición de talleres que sean más

específicos con el modo de operar del programa. Para el cumplimiento de esta actividad se recomienda evaluar la posibilidad de que los recursos para los talleres de liderazgo pueden provenir de profesores expertos en el tema de mejora continua con la intención de reducir costos y por medio de compensaciones y/o reasignaciones de responsabilidades. Es recomendable invitar a los talleres a directivos de otras áreas para comenzar a compartir el conocimiento e iniciativa con otras áreas de la institución. Esto promueve el principio de FIT SIGMA de “Sigma para la mejora y la integración”.

Aunque la implementación de la filosofía en esta investigación está acotada a una escuela del Tecnológico de Monterrey, no se identifican conflictos con una implementación en múltiples áreas académicas o administrativas. Para una posible implementación simultánea solo deberá existir coordinación entre líderes de implementación para no repetir actividades que solo pudieran ser ejecutadas en una ocasión a nivel de campus. Por el contrario, la múltiple implementación puede traer consigo sinergia entre las áreas y los comités.

A continuación se resume qué actividades hay que hacer y cómo llevarlas a cabo, para el cumplimiento de este paso.

FASE 2. PASO 4.

#	Qué hacer	Cómo lograrlo	Status
Responsable: Equipo de evaluación			
1	Creación de método de evaluación	<p>Desarrollar un método de evaluación para el área académica utilizando el siguiente enfoque y siguiendo los siguientes pasos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Presentar las metas de la institución y las responsabilidades de las áreas académicas. • Definir cuestionario con escala sugerida del 1 al 5. 	<input type="checkbox"/> Completada
2	Generar evaluación inicial	<p>Llevar a cabo la evaluación inicial siguiendo los siguientes pasos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluar y obtener información • Graficar los resultados por medio un "diagrama de araña". • Analizar las brechas, entre lo que se desea ser (visión) y lo que se tiene (misión). 	<input type="checkbox"/> Completada
Responsable: Líder de proyecto			
3	Asegurar evaluaciones semestrales	Asegurar que en el Gantt del programa de implementación estén contempladas las evaluaciones semestrales.	<input type="checkbox"/> Completada
4	Planeación de talleres de liderazgo para soportar el programa	<p>Evaluar inicialmente que el recurso pueda provenir de recursos internos. Caso contrario contratar recursos externos.</p> <p>Preparar talleres con información más técnica de cómo operará el programa.</p>	<input type="checkbox"/> Considerar recursos internos Completada <input type="checkbox"/> Preparación de talleres Completada

5	Talleres de liderazgo	<p>Llevar a cabo los talleres de liderazgo con la comunidad académica de la escuela.</p> <p>Nota: Es recomendable que participen directivos de otras escuelas para contar con su participación en el programa.</p>	<input type="checkbox"/> Completada
---	-----------------------	--	-------------------------------------

Tabla 17. Checklist #4 para la implementación de FIT SIGMA en una escuela del Tecnológico de Monterrey

El tiempo estimado para la segunda fase de es de 8 meses. Tiempos considerados de forma lineal de acuerdo a un plan típico de implementación.

5.3.5 Fase 3. Paso 5. Capacitación y aprovechamiento del talento.

De acuerdo con Rizo (2005) cuando se trata con cambios organizaciones hay que considerar capacitación para el personal, trabajo en equipo, y generación de un compromiso de arriba hacia abajo. Por eso una serie de entrenamientos al personal académico debe de planearse.

Se sugiere un ajuste en la capacitación para aprovechar el gran factor relevante en una universidad. Éste es el hecho de que el claustro académico tiene desarrolladas habilidades de enseñanza y aprendizaje. Un grupo de profesores expertos en el tema deberán ser quienes entrenen a primeros grupos de integrantes de la infraestructura del programa. La asignación de la responsabilidad de proporcionar el entrenamiento deberá de ser considerada en las responsabilidades de esos profesores expertos y evaluada con su director de departamento. Posteriormente, una vez que los primeros grupos de catedráticos se entrenen, serán los mismos catedráticos ya con el conocimiento los que apliquen sus habilidades docentes para entrenar a los siguientes grupos. Un documento que avale la certificación no es indispensable, pero sí lo son los conocimientos.

De esta forma también se evita una posible barrera de entrada a este nuevo campo de aplicación, la cual no ha sido detectada por autores por la falta de la aplicación en el área. Esto es que los profesores, a los que se les entrenará, son profesores con distinguidos reconocimientos y grados académicos. Por ello resulta altamente recomendable que el entrenamiento pueda darse, desde el inicio, entre ellos. Esto además de reducir costos del programa, puede permitir que cuando el conocimiento sea transferido de “experto” a “experto” sea mejor aceptado: además de que en el conocimiento viajará con la experiencia y conocimiento de la institución para aplicaciones y ejemplos aterrizados, lo cual ajustará de mejor forma la adaptación.

Además, se sugiere revisar esta posible sinergia. En el Capítulo III se identificó que existe na dirección de efectividad y desarrollo institucional. El líder del proyecto podrá evaluar con dicha dirección una posible forma de trabajo en conjunto.

El entrenamiento tendrá que ser riguroso, principalmente con los que se entrenen como Black Belt. El entrenamiento creará un grupo de expertos. Dotar al personal académico de técnicas y herramientas hará que cambien las percepciones cuando observen sus operaciones. De esta forma, el entrenamiento ayudará a los miembros a:

- Identificar oportunidades para la mejora
- Identificar y eliminar las áreas de re-trabajo
- Identificar actividades críticas para la calidad académica y satisfacción del cliente
- Aprovechar los principios de FIT SIGMA sus servicios

A continuación se presenta una tabla que resume las características de cada entrenamiento y su duración estimada.

Tipo de entrenamiento	Características	Duración
Introducción a métodos y herramientas (Green Belt)	Practicar el uso de herramientas y técnicas de mejora.	1 a 2 semanas, tiempo completo.
Desarrollo de habilidades en técnicas y herramientas (Black Belt)	Profundo entrenamiento en técnicas, herramientas y estadística.	4 a 6 semanas, tiempo completo.
Entrenamiento avanzado (Master Black Belt)	Profundo entrenamiento en herramientas sofisticadas y sumamente especialidades, a los cuales no siempre vale la pena entrenar a los Black Belt.	1 a 2 semanas. Depende del curso de especialización.

Tabla 18. Tipos de entrenamientos, características y duración.

Los instructores de la capacitación inicial serán los responsables de definir el temario de acuerdo a cada tipo de entrenamiento. Sin embargo se les recomienda tener presente la aptitud para el propósito de FIT SIGMA, que sugiere iniciar el programa con herramientas estadísticas y de mejora no muy sofisticadas para su mejor aceptación. Basu (2009) sugiere el siguiente Kit de Herramientas FIT SIGMA como mínimo para iniciar:

- Diagrama SIPOC
- Diagramas de flujo

- Diagramas de procesos
- Histograma
- Diagramas de dispersión
- Diagramas de causa y efecto
- Diagramas de control estadísticos
- Diagramas de Pareto
- Los 5 “por qué”
- Las 5 “S”
- Lluvia de ideas
- Diagramas de Gantt
- Diagramas de radar

Asimismo, del Capítulo IV de la revisión de herramientas aplicadas al campo de la educación, se han identificado como relevantes por su aplicación y resultados las siguientes herramientas, por lo que se sugiere que también sean consideradas como contenido mínimo en los entrenamientos iniciales:

- *Kaizen
- *Los 5 “por qué”
- *Diagramas de causa y efecto
- *Las 5 “S”
- Identificación de la voz de cliente
- *Just-in-time*
- Trabajo estándar
- Controles visuales
- Poka Yoke
- Mapeo de flujo de valor
- SMED
- TPM
- Equipos de trabajo
- Metodología DMAIC

- Regresión lineal logística
- ANOVA
- Gráficos R&R

*Herramientas ya incluidas en el Kit de Herramientas FIT SIGMA.

A continuación se resume qué actividades hay que hacer y cómo llevarlas a cabo, para el cumplimiento de este paso.

FASE 3. PASO 5.

#	Qué hacer	Cómo lograrlo	Status
Responsable: Líder de proyecto			
1	Evaluar posible sinergia con la Dirección de efectividad y Desarrollo institucional	<p>Evaluar junto con la Dirección de efectividad y Desarrollo institucional una posible sinergia para el despliegue de los entrenamientos.</p> <p>Nota: No perder de vista las ventajas del entrenamiento de “experto” a “experto” para la mejor aceptación del auto-entrenamiento.</p>	<input type="checkbox"/> Completada <input type="checkbox"/> N/A
2	Asignación de recursos para los entrenamientos	<p>Presentar al comité la alternativa de que los recursos para los entrenamientos puedan provenir de forma interna por medio de profesores expertos en el tema. El comité, en su responsabilidad de dirección de departamento, deberá de evaluar la posibilidad. Esta iniciativa podrá generar entrenamientos simultáneos para Black Belts y Green Belts.</p> <p>Caso contrario contratar consultoría para realizar la primera ronda de entrenamientos únicamente Black Belts.</p>	<input type="checkbox"/> Completada ó <input type="checkbox"/> Consultoría para primeros entrenamientos
3	Definir primeros grupos de Black Belt y Green Belt que se entrenarán.	En conjunto con el comité, definir quiénes serán los primeros grupos en entrenarse.	<input type="checkbox"/> Completada
4	Llevar a cabo primer grupo de entrenamiento a Black Belts.	Coordinar recursos y fechas para entrenamientos.	<input type="checkbox"/> Completada
5	Llevar a cabo primer grupo de entrenamiento a Green Belts.	<p>Coordinar recursos y fechas para entrenamientos.</p> <p>Nota: En caso de que el recurso sea externo (consultores) se sugiere no invertir en este primer grupo. A los grupos de Green Belts los deberá entonces entrenar el primer grupo</p>	<input type="checkbox"/> Completada <input type="checkbox"/> N/A

		entrenado de Black Belts.	
6	Continuar con los entrenamientos para restos de integrantes Black Belts.	Coordinar y asegurar que una vez que se concluyan los primeros entrenamientos, los miembros ya entrenados sean los que entrenen a los demás integrantes.	<input type="checkbox"/> Completada
7	Continuar con los entrenamientos para restos de integrantes Green Belts.	Coordinar y asegurar que una vez que se concluyan los primeros entrenamientos, los miembros ya entrenados sean los que entrenen a los demás integrantes.	<input type="checkbox"/> Completada

Tabla 19. Checklist #5 para la implementación de FIT SIGMA en una escuela del Tecnológico de Monterrey

5.3.6 Fase 3. Paso 6. Identificación y selección de proyectos con perspectiva apropiada

La identificación y selección de proyectos es un factor crucial para el éxito de la filosofía (Pande y Holpp, 2002; George, 2003; Breyfogle y Forrest, 2003; George et al., 2004; Mader, 2007, Basu y Walton, 2011; Salewski y Klein, 2013).

Debido a la gran importancia que demanda una correcta selección de proyecto, aunado al ajuste de FIT SIGMA hacia el campo de la educación, se ha desarrollado un esquema para la toma de decisión de qué proyectos abordar primeramente.

Para una escuela del ITESM se sugiere utilizar un enfoque integrado como se muestra a continuación:

1. Identificación de proyectos por medio de una *burning platform*.
2. Selección de proyectos
3. Identificación del dominio
 - a. Verificación de dominio para proyectos DMAIC
 - b. Definición de enfoque para proyectos DMAIC

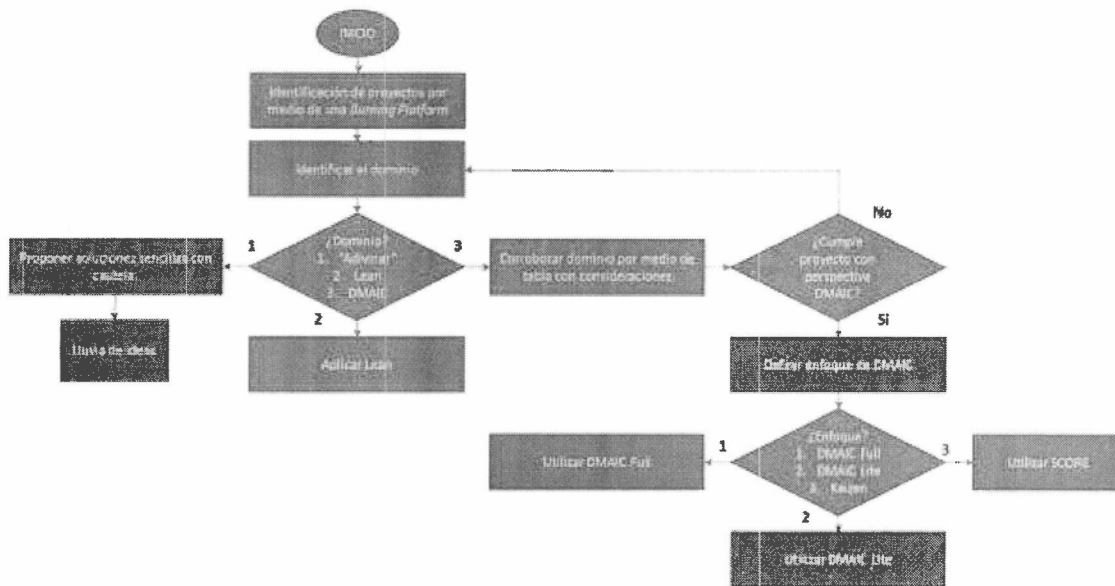


Figura 17. Diagrama de flujo para la identificación, selección y enfoque, de proyectos.

Deberá de existir una primera orientación hacia los proyectos con base en una *Burning Platform*. Esto asegurará que todos éstos ligados a las problemáticas y/o prioridades de la institución y de la escuela.

El comité (directores de departamento), el líder del proyecto y el equipo del programa (directores de carrera) deberán trabajar en conjunto para identificar y completar los problemas y requerimientos e identificar a qué departamento(s) corresponde(n) la(s) iniciativa(s). Posteriormente los equipos de trabajo (directores de carrera) deberán de identificar los procesos y actividades en las que habrá que centrarse, para que como Black Belts puedan proponer proyectos de mejora. La siguiente figura resume el esquema de trabajo:

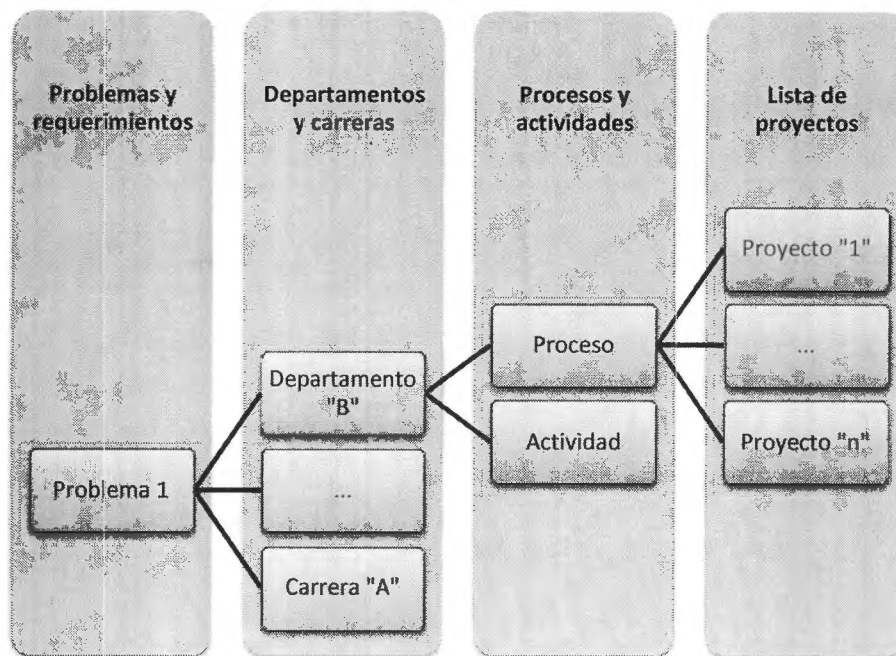


Figura 18. Burning Platform para la identificación de proyectos en una escuela del ITESM.

Una vez se tenga la lista de proyectos, habrá que identificar el dominio del mismo para saber con qué adecuada técnica atacarlo. Para ello se sugiere la utilización del siguiente modelo:

Conocimiento de las entradas

Conocimiento de las soluciones	Poco conocimiento de la causa raíz	Tener datos para demostrar que se conoce la causa raíz
	Prescrito conocimiento de las soluciones	Dominio de adivinar. ¡Tratar con cuidado!
Poco conocimiento de las soluciones	Dominio de DMAIC. Proyectos para Green Belts o Black Belts (Duración: 10 a 20 semanas)	Dominio de DMAIC. Proyectos para Green Belts (Duración: 3 a 9 semanas)

Figura 19. Dominios de técnicas y herramientas para trabajar proyectos de mejora en el ITESM.

Si el dominio resulta de “adivinar”, puede la solución se conozca de alguna manera, pero debido a que la causa raíz no está probada habrá que proponer la solución con cautela o después de una lluvia de ideas regresar a la evaluación del dominio.

Si el dominio resulta “Lean”, proceder a dar dicho enfoque al proyecto y utilizar técnicas y herramientas del ANEXO “A” y ANEXO “B”.

Si el dominio resulta DMAIC, proceder a verificar el tipo de enfoque DMAIC a utilizar asegurarse por medio de la siguiente tabla con consideraciones:

Un proyecto SI es DMAIC si...	Un proyecto NO es DMAIC si...
El problema es complicado y la solución no es clara.	No hay un reto en específico o la solución es clara.
El problema puede o ha resistido distintos intentos para su solución.	Se está, razonablemente, certero de la solución potencial y curso de la acción.
Las causas del problema son desconocidas.	No hay ningún “proceso” que mejorar.
Se quiere una solución más robusta que la que cualquier método tradicional puede proporcionar.	
Se quiere fomentar el flujo de ideas y el espíritu de trabajo en equipo.	

Tabla 20. Tabla con consideraciones para verificación de dominio DMAIC.

Para asegurar el dominio, el proyecto debe de responder con un SÍ a toda la columna izquierda. Si alguna de las respuestas es NO, el proyecto seguramente no valdrá la pena ser procesado por el riguroso método DMAIC. Esto es importante, ya que Basu y Walton (2011) comparten que si un proyecto se decide atacar con el enfoque DMAIC, pero realmente no era necesario, generará que el tiempo de entrega se alargue, consumirá recursos, incrementará costos y generará descontento con el programa.

Si el proyecto SÍ le pertenece un enfoque DMAIC, se sugiere utilizar alguno de los tres enfoques de la metodología. Esto con la intención de agilizar el proyecto y consumir la menor cantidad de recursos de la escuela.

TIPO DE DMAIC	CARACTERÍSTICAS
DMAIC full	Proyectos multifuncionales complejos Ahorros potenciales mayores a \$500M MXP.

	Proyecto con duración superior a 3 meses
	Ajustable a largas organizaciones con entrenamientos adecuados y presupuestos para el programa
	Liderazgo <i>Black Belt</i> para los proyectos
DMAIC lite	Proyectos departamentales
	Proyectos con duración menor a 3 meses
	Ajustable a pequeñas y medianas empresas
	Nivel de confianza requerido menor al 95%
	Liderazgo <i>Green Belt</i> para proyectos
Evento KAIZEN	Proyecto con perfil Lean donde las fuentes del problema sean identificadas con facilidad
	Cuando el riesgo de implementación es mínimo
	Cuando los resultados se requieren inmediatamente
	Ajustable a grandes y pequeñas organizaciones

Tabla 21. Tipos de enfoques DMAIC.

(1) Un proyecto DMAIC *Full* considera en cada paso lo mismo que se hace en una metodología DMAIC de Six Sigma. Sus herramientas y entregables se citan a continuación:

Pasos	Características	Posibles herramientas	Principales entregables
Definir	Caracterizar el propósito, alcance, objetivo, expectativas, recursos y tiempos del proyecto.	<i>Benchmarking</i> <i>Project Charter</i> Mapeo de procesos SIPOC	Reporte <i>Project Charter</i> CTQs definidos Mapeo de procesos de negocio Equipos entrenados formados
Medir	Medición de CTQs para recolectar suficiente información de los procesos.	Diagramas de flujo Herramientas de control estadístico de procesos (SPC) Análisis de Pareto <i>Run Charts</i>	Métricas comprobadas para medición de progresos y objetivos. Capacidad de procesos y Sigma del proceso.
Analizar	Validar las causas raíz de los problemas.	Diagramas de causas y efectos Herramientas de SPC 5 por qué Nota: para aplicaciones avanzadas considerar: Diseño de experimentos FMEA	Causas de la variación especial y común. Priorización de las oportunidades de mejora.
Mejorar	Comprobación de ideas de mejora (posiblemente se requieren)	A pruebas de errores Diseño de experimentos Simulaciones	Proceso óptimo para la mejora Actividades claves requeridas para implementar la mejora.

	Proyecto con duración superior a 3 meses
	Ajustable a largas organizaciones con entrenamientos adecuados y presupuestos para el programa
	Liderazgo <i>Black Belt</i> para los proyectos
DMAIC lite	Proyectos departamentales
	Proyectos con duración menor a 3 meses
	Ajustable a pequeñas y medianas empresas
	Nivel de confianza requerido menor al 95%
	Liderazgo <i>Green Belt</i> para proyectos
Evento KAIZEN	Proyecto con perfil Lean donde las fuentes del problema sean identificadas con facilidad
	Cuando el riesgo de implementación es mínimo
	Cuando los resultados se requieren inmediatamente
	Ajustable a grandes y pequeñas organizaciones

Tabla 21. Tipos de enfoques DMAIC.

(1) Un proyecto DMAIC *Full* considera en cada paso lo mismo que se hace en una metodología DMAIC de Six Sigma. Sus herramientas y entregables se citan a continuación:

Paso	Objetivo	Herramientas	Entregables
Definir	Caracterizar el propósito, alcance, objetivo, expectativas, recursos y tiempos del proyecto.	<i>Benchmarking</i> <i>Project Charter</i> Mapeo de procesos SIPOC	Reporte <i>Project Charter</i> CTQs definidos Mapeo de procesos de negocio Equipos entrenados formados
Medir	Medición de CTQs para recolectar suficiente información de los procesos.	Diagramas de flujo Herramientas de control estadístico de procesos (SPC) Análisis de Pareto <i>Run Charts</i>	Métricas comprobadas para medición de progresos y objetivos. Capacidad de procesos y Sigma del proceso.
Analizar	Validar las causas raíz de los problemas.	Diagramas de causas y efectos Herramientas de SPC 5 por qué Nota: para aplicaciones avanzadas considerar: Diseño de experimentos FMEA	Causas de la variación especial y común. Priorización de las oportunidades de mejora.
Mejorar	Comprobación de ideas de mejora (posiblemente se requieren)	A pruebas de errores Diseño de experimentos Simulaciones	Proceso óptimo para la mejora Actividades claves requeridas para implementar la mejora.

	experimentos)		
Controlar	Determinación de la estabilidad y confiabilidad del proceso	Herramientas de SPC FMEA Rastreo de beneficios	Análisis de costo-beneficio Reporte de cierre

Tabla 22. Consideraciones para un proyecto con DMAIC Full.

(2) En un DMAIC *Lite* el proceso es similar al DMAIC Full, pero los límites que dividen las fases entre medir-analizar y mejorar-controlar son menos rígidos. A continuación se resumen las consideraciones para un proyecto DMAIC Lite:

Pasos	Características	Principales entregables
Definir	Permitir el acuerdo entre el patrocinador (sponsor) y el equipo, de acuerdo al alcance, composición del equipo, tiempos y objetivos del proyecto.	Reporte <i>Project Charter</i> Voz del cliente (internos y externos) Diagrama SIPOC que incluya diagrama de altos nivel del proceso. Plan de proyecto que incluya: diagramas de Gantt con tiempos, análisis de accionistas (stakeholders) y fuerzas en el mercado. Estimado de costos y beneficios.
Medir- Analizar	Pasos llevados a cabo como una combinación. Permite comprender el problema, recolectar información confiable e identificar las causas raíz que afectan a los objetivos.	Mapas de flujos de valor y mapas de procesos revisados, y detección de cuellos de botella. Project <i>chárter</i> revisado. Información confiable de entradas críticas (Xs) y salidas (Ys) para ser utilizadas para en el análisis de variables de los objetivos del proyecto. Identificación de actividades que agregan valor y actividades que no agregan valor. Diagramas de información y análisis para mostrar el vínculo entre las entradas y las salidas como potenciales causas del problema. Actualización estimada de costos y beneficios.
Analizar- Controlar	Implementar la solución, concluir el proyecto y ceder al dueño proceso mejorado.	Proceso mejorado que se comporta de manera estable, predecible y cumple con los objetivos. Información de antes y después que corrobora los beneficios proyectados. Un sistema para el monitoreo de métricas del proceso mejorado. Un documento que muestre la actualización al procedimiento de operación y necesidades de entrenamiento. Un breve reporte del proyecto.

Tabla 23. Consideraciones para un proyecto con DMAIC Lite.

Los líderes de estos proyectos DMAIC *Lite* se podrían ser los Green Belt con un amplio conocimiento de FIT SIGMA y procesos DMAIC.

(3) El evento Kaizen es un proceso estructurado de mejora que integrará a un pequeño grupo de profesores para mejorar en un aspecto específico de algún proceso de manera rápida y centrada. La metodología a seguir para un evento Kaizen es Seleccionar-Aclarar-Organizar-Ejecutar-Evaluar (SCORE, por sus siglas en inglés). La principal diferencia entre SCORE y DMAIC es el nivel de rigurosidad el cual es menor en SCORE, lo que permite ahorrar tiempo y búsqueda de la información. Otro atractivo de SCORE es que el personal no requiere indispensablemente de un entrenamiento tipo Black o Green Belt, aunque sí entrenamiento en eventos Kaizen, por lo que el liderazgo de estos proyectos podría ser directamente de los profesores. A continuación se resumen las consideraciones de SCORE (Basu & Walton, 2011).

Paso	Actividades mayores
Seleccionar	<p>Seleccionar un líder del Kaizen</p> <p>Seleccionar el problema con un proyecto predefinido</p> <p>Organizar un "war room" con instalaciones y logística definida (computadoras, refrigerios, comidas, etc.)</p> <p>Organización para la ausencia de los involucrados de sus actividades</p> <p>Alertar departamentos y accionistas que es probable que se requieran por ese periodo de tiempo.</p> <p>Organizar la participación del patrocinador (sponsor)</p>
Aclarar	<p>Validar el mapa de flujo de valor y mapas de procesos del problema (participantes)</p> <p>Verificar los objetivos del proyecto e información disponible (líder)</p> <p>Decidir si se requiere de información adicional (líder)</p> <p>Recolectar y medir información adicional si fuera necesario (participantes)</p>
Organizar	<p>Validar las causas raíz con un diagrama de causa y efecto y apuntar a las fuentes de desperdicio</p> <p>Revisar técnicas de reducción de desperdicio: SMED, 5S, nuevo <i>lay-out</i>, nuevo método, etc.</p> <p>Lluvia de ideas para mejora de proceso y eliminación de actividades que no agregan valor.</p>
Ejecutar	<p>Crear un plan de acción</p> <p>Consultar a los administradores de los departamentos sobre los cambios</p> <p>Probar los nuevos procesos</p> <p>Asegurar que el proceso es estable</p>
Evaluar	<p>Entrenar a empleados afectados por los cambios</p> <p>Crear un procedimiento estándar de operación para documentar los cambios</p> <p>Reportar los resultados y presentarlos ante el equipo gerencial</p> <p>Establecer un plan para monitorear los resultados para la mejora continua</p>

Tabla 24. Consideraciones para un evento Kaizen.

Finalmente, como lluvia de ideas de posibles áreas de oportunidad para los primeros proyectos, se sugiere compartir con los equipos de tareas el **Anexo “G”** para ubicar posibles áreas potenciales de oportunidad en los procesos académicos.

A continuación se resume qué actividades hay que hacer y cómo llevarlas a cabo, para el cumplimiento de este paso.

FASE 3. PASO 6.			
#	Qué hacer	Cómo lograrlo	Status
Responsable: Líder de proyecto, en conjunto con: Comité + Equipo del programa			
1	Identificar, seleccionar y proveer recursos para los nuevos proyectos.	Utilizar el “Diagrama de flujo para la identificación de proyectos”, y seleccionar enfoque apropiado para los proyectos.	<input type="checkbox"/> Completada
2	Dar a conocer al personal ejemplos de áreas de oportunidad propias de los procesos académicos.	Utilizar el ANEXO “G” para identificar principales áreas de oportunidad dentro de una universidad.	<input type="checkbox"/> Completada

Tabla 25. Checklist #6 para la implementación de FIT SIGMA en una escuela del Tecnológico de Monterrey

El tiempo estimado para la tercera fase de es de 5 meses, solo considerando entrenamientos para los primeros grupos y la conclusión de proyectos *just do it*. Tiempos considerados de forma lineal de acuerdo a un plan típico de implementación.

5.3.7 Fase 4. Paso 7. Generación de nuevas métricas.

Para monitorear el rendimiento del programa respecto a las iniciativas de la institución deberá de utilizarse el método de evaluación desarrollado por el equipo de evaluación.

Además, en este momento de la implementación podrán ya generarse nuevas métricas para medir el rendimiento del programa en sus distintas perspectivas (George, 2003; Basu y Walton, 2011). Esta acción está alineada a un programa de FIT SIGMA y su principio “aptitud para la sostenibilidad”. Pero las métricas convencionales de programas como Lean Six Sigma o FIT SIGMA no están ajustadas a las características de los proyectos en una universidad. Por ejemplo, una métrica común, en ese sentido, son los defectos por millón de oportunidades (DPMO), pero para que ocurra un servicio en un millón de veces en una universidad podría pasar varios años.

A continuación se sugiere una lista de indicadores para medir el desempeño del programa de FIT SIGMA:

Tipo de indicador	Indicadores propuestos	Monitoreo propuesto
Resultados financieros	Retorno de la inversión por proyecto	Gráfica de tiempo con mediciones periódicas. Histogramas con promedios y medias.
	Promedio del retorno por Black Belt o por proyecto	Histogramas con promedios y medias.
Alcance de los esfuerzos	Número de Black / Green Belts entrenados	Gráfica de tiempo con mediciones periódicas.
	Número de proyectos completados	Gráfica de tiempo con mediciones periódicas.
	Tiempo promedio para certificar Black Belts	Histogramas con promedios y medias.
Resultados de los proyectos antes/después	Tiempo de ciclo de los procesos	Histogramas con promedios y medias.
	Nivel de defectos	Gráfico de control de procesos (<i>control charts</i>) para cada

	Indíces de satisfacción del cliente (ej. ECOAS)	proceso o métrica. Histogramas con promedios y medias. Gráfico de control de procesos (<i>control charts</i>) para cada proceso o métrica
	Desperdicios	Gráfico de control de procesos (<i>control charts</i>) para cada proceso o métrica
	Retrabajos	Gráfico de control de procesos (<i>control charts</i>) para cada proceso o métrica
Duración de proyectos	Tiempo de finalización de proyectos	Histogramas con promedios y medias.
	Tiempo promedio de cada fase de un proyecto DMAIC	Histogramas con promedios y medias.
	Número de proyectos por Black Belt por año	Histogramas con promedios y medias.

Tabla 26. Indicadores propuestos para el monitoreo del programa de FIT SIGMA.

El líder del programa será quien monitoree las métricas que sean aceptadas.

Con base en las principales metas de un departamento académico del ITESM, identificadas de la caracterización del área del Capítulo III, se proponen trabajar sobre las siguientes metas por medio de proyectos:

Meta cualitativa	Meta cuantitativa
Mejorar la calidad de la escuela	+ Otras contribuciones intelectuales por los departamentos + Premios a los profesores ganados por departamento + Adaptación y uso apropiado de tecnologías de información por departamento
Mejorar la calidad de las carreras de un departamento	+ Número de carreras con reconocimientos de acreditaciones + Número de acreditaciones por carrera
Mejorar la existencia de infraestructura para el soporte del	+ Número de programas académicos ofertados + Número de programas de posgrado asociados a las carreras.

departamento	
Incrementar la productividad de investigación para alcanzar estándares de certificaciones.	+ Número de publicaciones por departamento. + Premios por investigación y reconocimientos ganados + Becas de investigación ganadas por los departamentos
Incrementar los resultados en exámenes internos y externos.	+ Tasa de aprobación de exámenes de cada materia + Tasa de aprobación de exámenes externos (Ej. CENEVAL).

Tabla 27. Metas a mejorar en un departamento del ITESM.

Con base en las principales metas de una carrera del ITESM, se propone medir las siguientes metas:

Meta cualitativa	Meta cuantitativa
Incrementar las inscripciones a la carrera	+ Número de nuevos alumnos inscritos a las carreras
Incrementar la retención en la carrera	+ Tasas de retención de alumnos activos
Incrementar la inserción laboral de los alumnos	+ Estadísticas de trabajo después de 3 meses de graduarse
Incrementar la inserción laboral de los alumnos en prestigiosas empresas	+ Cantidad de alumnos recién egresados trabajando en empresas líder por sus características
Incrementar los proyectos de aprendizaje	+ Tasa de alumnos por carrera participando en proyectos académicos + Número de <i>internships</i> para las carreras
Incrementar la participación en competiciones académicas	+ Número de competiciones por semestre + Número de premios y reconocimientos ganados por las carreras
Incrementar el número de egresados con grado terminal apropiado para alcanzar estándares de posibles certificaciones.	+ Resultados de exámenes generales internos por carrera + Resultados de exámenes generales externos por carrera (ej. CENEVAL)

Tabla 28. Metas a mejorar en una carrera del ITESM.

Para el constante seguimiento y refuerzo del programa, las metas deberán de ser monitoreadas a mitad y final de cada periodo académico.

A continuación se resume qué actividades hay que hacer y cómo llevarlas a cabo, para el cumplimiento de este paso.

FASE 4. PASO 7.			
#	Qué hacer	Cómo lograrlo	Status
Responsable: Líder de proyecto			
1	Definir métricas para el programa de FIT SIGMA	Definir nuevas métricas. Nota: Pueden tomarse como base métricas de la tabla con indicadores propuestos para el monitoreo del programa de FIT SIGMA en una escuela del ITESM.	<input type="checkbox"/> Completada
2	Asegurar el seguimiento a métricas.	Incluir en la revisión del programa con la alta dirección la revisión de métricas, tanto a mitad (trimestrales) como a final de periodo (semestralmente).	<input type="checkbox"/> Completada

Tabla 29. Checklist #7 para la implementación de FIT SIGMA en una escuela del Tecnológico de Monterrey

5.3.8 Fase 4. Paso 8. Sostenibilidad.

Este paso consiste en asegurar la permanencia del programa aun y cuando pase el tiempo. Tres acciones son necesarias para asegurar la sostenibilidad del programa en la escuela:

- Establecer reuniones periódicas con la alta dirección para revisar y vincular al programa e indicadores con la estrategia de la institución
- Asegurar la retención del capital humano
- Continuar expandiendo la filosofía a lo largo de la institución.

Por medio de reuniones periódicas se busca alinear la inercia del programa completo con la estrategia y requerimientos de la institución. Debido a la duración de la mayoría de los periodos académicos se sugiere que la retroalimentación no sea únicamente hasta final del periodo (semestre). Por eso se recomendarán retroalimentaciones a la mitad del periodo además de al fin del periodo. En cada reunión habrá que vincular al programa con los requerimientos de la escuela y estrechar metas e indicadores.

En las empresas de servicios el capital humano es sumamente importante. Lo análogo en una empresa de manufactura sería la maquinaria. Así como una empresa de manufactura no desea un constante cambio de máquinas, lo mismo debe ocurrir en las instituciones de servicios. Por eso habrá que revisar los esquemas de compensaciones de los docentes para asegurar su permanencia en la institución.

De acuerdo a Basu (2009) es necesario para generar sustento el considerar la expansión de la filosofía a otras áreas. “El fin del despliegue deberá ser cuidadosamente desarrollado mucho antes del fin del programa [...] y el escenario exitoso será el hacer una transición suave sin interrupción para que quede como proceso continuo de las operaciones” (p. 263).

Los resultados y casos de éxito que se generen de la implementación deberán ser compartidos con directores de otras escuelas. Hacerlo así despertará inquietudes y podrá extenderse el programa a otras áreas para cobrar mayor fuerza.

A continuación se resume qué actividades hay que hacer y cómo llevarlas a cabo, para el cumplimiento de este paso.

FASE 4. PASO 8.			
#	Qué hacer	Cómo lograrlo	Status
Responsable: Líder de proyecto. En conjunto con Portador de la antorcha + Comité			
1	Retroalimentación al programa e indicadores, y vinculación con la estrategia de la institución.	Asegurar que en la agenda del Portador de la antorcha y del Comité estén programadas reuniones trimestrales y semestrales para la revisión del programa, y estrechar metas e indicadores.	<input type="checkbox"/> Completada
2	Asegurar la retención del capital humano.	Revisar con los directores de departamento los programas de compensaciones, entrenamientos, capacitaciones, y demás factores que contribuyan a la satisfacción del claustro académico. De existir áreas de oportunidad establecer acciones que contribuyan a la atención del empleado.	<input type="checkbox"/> Completada
3	Continuar expandiendo la filosofía de FIT SIGMA a lo largo de la institución.	Compartir prácticas, casos de éxitos y resultados con directivos de otras áreas académicas y administrativas del campus para involucrarlos en la excelencia operativa.	<input type="checkbox"/> Completada

Tabla 30. Checklist #8 para la implementación de FIT SIGMA en una escuela del Tecnológico de Monterrey

El tiempo estimado para la segunda fase de es de 6 meses. Tiempos considerados de forma lineal de acuerdo a un plan típico de implementación.

5.4 Conclusiones de capítulo

El hecho de que la implementación de una filosofía no esté ajustada a una organización suele llevar al programa al fracaso con el paso del tiempo. Pero la principal característica del modelo que se ha presentado es que se encuentra moldeado a la estructura organizacional de una división académica, lo que lo hace flexible, amigable y le brinda recursos. Además, el modelo sintetiza mejores prácticas y recomendaciones de diversos autores de sus experiencias de implementación en otros sectores, lo que da fuerza para incrementar el éxito.

El hecho de que lo se vaya a implementar es FIT SIGMA y no solo Lean Six Sigma permite asegurar la permanencia del programa al haber instalado mecanismos que ligan el programa a las prioridades de la institución, miden el rendimiento y extienden la iniciativa.

Aunque existen otros modelos de implementación, no existe alguno para el sector educativo ni alguno que contemple las características, beneficios y ventajas, facilidades, y demás, que existen en una universidad al albergar un talentoso claustro académico, cuestión que en este modelo se ha aprovechado plenamente al ajustar la filosofía.

Una vez que el programa de implementación de FIT SIGMA se haya concluido, la escuela estará preparada para comenzar a dar solución a distintas problemáticas y a controlar la variación que pueda existir dentro de sus procesos. Tendrá la facultad de dar solución de forma automática a situaciones anómalas que requieran ser mejoradas. Será el personal capacitado el que a través de su trabajo identifique qué principios, herramientas, técnicas, etc., resulten más apropiados para atacar cada situación por medio de los enfoques de proyectos de mejora, y de forma natural perfeccionar constantemente en cada proceso académico y administrativo que allí ocurra.

CAPÍTULO VI. Conclusiones y futuras investigaciones

6.1 Conclusiones generales

Para concluir la presente investigación resulta conveniente revisar el cumplimiento de los objetivos planteados dentro del Capítulo I y las preguntas que han guiado a la investigación.

Objetivo General

- *Diseñar una guía de implementación que permita ajustar la filosofía FIT SIGMA a una escuela del Tecnológico de Monterrey, y que indique los pasos necesarios a seguir durante el despliegue como programa de calidad para la mejora continua en este nuevo ámbito...*

El objetivo general se ha cubierto al haber presentado en el Capítulo V el desarrollo de la guía para la implementación con ajustes para su completa adaptación al nuevo sector. La síntesis e integración de consideraciones y experiencias de diversos autores durante sus implementaciones en otros ámbitos, aunados a una filosofía FIT SIGMA que aporta un enfoque de adaptabilidad, han permitido ajustar el programa al haber considerado todo factor identificado como relevante.

Objetivos específicos

- *Conocer las contribuciones de las filosofías Lean, Six Sigma, Lean Six Sigma y FIT SIGMA; así como conocer las técnicas y herramientas que las distinguen.*

En el Capítulo II se han revisado minuciosamente las filosofías que integran a FIT SIGMA. De cada una se revisó su definición, técnicas y herramientas, y consideraciones para su implementación. La revisión de todo este contenido, permitió identificar factores, herramientas, etc., que han sido considerados dentro del desarrollo de la guía.

- *Definir la estructura y características de una escuela del Tecnológico de Monterrey con la intención de identificar los recursos y actividades que en ella existen.*

En el Capítulo III se ha caracterizado a una escuela del Tecnológico de Monterrey. De la caracterización se identificaron factores y recursos clave que han sido utilizados en el ajuste y guía para el despliegue.

- *Realizar una exhaustiva revisión bibliográfica de aplicación de herramientas de FIT SIGMA en universidades, con la intención de identificar posibles áreas de oportunidad, corroborar la aplicabilidad de la filosofía y posteriormente ajustar el programa al área que lo contendrá.*

Se ha realizado una extensa revisión de aplicaciones documentadas en bases de datos, en donde se han podido apreciar cómo el uso de técnicas y herramientas de mejora continua pertenecientes a FIT SIGMA han permitido mejorar significativamente cuestiones académicas, así como dar soluciones a problemas puntuales. Todas las herramientas identificadas en esta sección fueron sugeridas para el entrenamiento durante el despliegue del programa, con la intención de promover al inicio, en cierto modo, las mismas aplicaciones que ya han tenido resultados exitosos en otras universidades.

Preguntas de investigación

Del mismo modo que con los objetivos, vale la pena indicar cómo han servido las preguntas de investigación rumbo al cumplimiento del objetivo de la investigación.

- *¿En qué consisten los programas de calidad que integran a FIT SIGMA y qué requieren para su funcionamiento?*

En el Capítulo II se han podido identificar los principios de cada programa de calidad que compone a FIT SIGMA. Para cada una de ellas se han identificado los recursos necesarios (esto es, infraestructura, cultura, capacitación, etc.), posteriormente llevando estos factores a la guía de implementación para asegurar que funcionarán como lo indica cada una.

- *¿Cuáles son los factores críticos al desplegar un programa como Lean Six Sigma y FIT SIGMA?*

Una serie de factores críticos se ha podido identificar y resumir en las conclusiones del Capítulo II. Con esos factores se ha podido dar forma a un marco práctico de cuatro fases contenidas en el modelo propuesto para el despliegue.

- *¿En qué sentido puede contribuir un programa de mejora continua como FIT SIGMA en universidades?*

En el Capítulo IV se han identificado diversas herramientas de FIT SIGMA aplicadas en universidades con fines académicos y de mejora en procesos administrativos, las cuales han permitido crear un panorama que indica que la aplicación puede venir en cualquier sentido dentro de la universidad. Esto es, mejora de procesos existentes, solución a problemáticas, mejora de cursos, retención de estudiantes, entre otros.

- *¿Cuáles son las características principales de una escuela académica del Tecnológico de Monterrey y qué factores deben ser considerados para que se le pueda ajustar el modelo?*

En el Capítulo III se pudieron identificar las características principales (profesores con altos grados académicos, estructura y responsabilidades de departamentos y carreras, direcciones de soporte a procesos académicos, entre otros), los cuales fueron fundamentales para proponer el modo de funcionamiento de la infraestructura y el modo de despliegue para la optimización de recursos.

Asimismo, cabe mencionar las vas ventajas del modelo desarrollado:

- El modelo, con base en los factores críticos identificados en la investigación, se ajusta a las características de la institución y del área académica.
- Se sugiere una guía que indica los pasos a seguir, los cuales incrementan el éxito de la implementación.
- Se lleva a cabo únicamente con personal del claustro académico de la escuela, sin la necesidad de intervención de otros departamentos del instituto.

- Contempla en su modo de operar estrategias para reducción de costos de iniciación al ajustarse a las características de la escuela.

Las limitaciones son:

- Está adaptada especialmente para el sector de la educación.
- El cumplimiento de todos los pasos es necesario para garantizar el éxito.
- Se centra exclusivamente en operaciones pertenecientes a la academia

6.2 Hipótesis para futuras investigaciones

La presente investigación ha resultado un desarrollo con enfoque cualitativo con un alcance descriptivo, mismo que por restricciones de tiempo no ha sido posible llevar a cabo una implementación física. Por tanto, queda para futuras investigaciones explorar la posibilidad de aplicar el modelo de implementación de FIT SIGMA en una escuela del Tecnológico de Monterrey.

Las hipótesis se enlistan a continuación:

- Además de la mejora continua de operaciones académicas, existirá un beneficio económico para la institución.
- Existe un beneficio social para el país al mejorar permanentemente la calidad académica por medio de la robusta filosofía FIT SIGMA.
- El modelo de implementación resulta un método eficaz para dar solución a una diversidad de situaciones y/o anomalías dentro de una organización educativa, para la mejora de las operaciones en la academia.
- La implementación y sus resultados serán la motivación suficiente para que directivos de otras áreas académicas y administrativas apliquen la misma filosofía a lo largo de todo un Campus e incluso otros Campi del sistema.

6.3 Recomendaciones para futuras investigaciones

Como recomendaciones para futuras investigaciones se extiende la siguiente lista:

- Se recomienda implementar y evaluar los resultados del modelo para una escuela del Tecnológico de Monterrey o institución académica con estructura organizacional similar (escuelas, departamentos, carreras).
- Generar un modelo que genere sinergia en la escuela por medio de una implementación simultánea en escuelas en instituciones de educación superior.
- Se recomienda ajustar y aplicar el modelo a una dirección que no sea académica, pero dentro de la misma organización.
- Se recomienda trasladar la metodología a otra institución educativa particular que no sea del Tecnológico de Monterrey y que no haya previamente incursionado en una cultura de calidad, con la intención de estudiar su adaptabilidad en ese caso.
- Se recomienda trasladar el modelo a otra institución educativa no particular con la intención de estudiar su adaptabilidad en ese caso.
- Evaluar una posible cooperación entre el área de Desarrollo Académico y la escuela del Tecnológico de Monterrey para una implementación más extensa (simultánea en escuelas) en el mismo Campus.
- Aprovechar la flexibilidad de FIT SIGMA y realizar los ajustes necesarios en la estructura organizacional propuesta para adaptar la guía al nuevo modelo educativo Tec21 del Tecnológico de Monterrey.

BIBLIOGRAFÍA

- ABET. (15 de marzo de 2013). *ABET. Assuring quality. Stimulating innovation*. Obtenido de ABET. Assuring quality. Stimulating innovation.: <http://www.abet.org/accreditation-step-by-step/>
- Ahmad, H., Francis, A., & Zairi, M. (2007). Business process reengineering: critical success factor in higher education. *Business process management journal*, Volume 13. Number 3.
- Air Academy Associates*. (Abril de 2002). Obtenido de Types of culture: Six Sigma training notes.: www.airacad.com
- Al-atiqi, I. M. (2009). Transforming US Higher Education with Six Sigma. *Breakthrough solutions for national challenges*.
- Anderson, D., & Anderson, L. A. (2010). *Beyond change management*. San Francisco: Wiley.
- Balzer, W. K. (2010). *Lean Higher Education: Increasing the value and performance of university processes*. Huron: Productivity Press.
- Bandyopadhyay, J., & Lichman, R. (2007). Six Sigma approach to quality and productivity improvement in a institution for higher education in the united states. *International journal of management*. Vol. 24. No. 4., 1-5.
- Basu, R. (2001). Six Sigma to FIT SIGMA: The new wave of operational excellence. *IEE Solutions*.
- Basu, R. (2004). *Implementing quality: A practical guide to tools and techniques*. Padstow: Thomson learning.
- Basu, R. (2009). *Implementing Six Sigma and Lean: A practical guide to tools and techniques*. New York: Butterworth-Heinemann.
- Basu, R., & Walton, P. (2011). *Fit Sigma : A Lean Approach to Building Sustainable Quality Beyond Six Sigma*. New York: Wiley.
- Basu, R., & Wright, J. N. (1997). *Total manufacturing solutions*. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Breyfogle III, F. W. (2003). *Implementing Six Sigma*. New Jersey.: John Wiley & Sons, Inc.
- Buendia Espinoza, A., & Tress, E. P. (2012). The human side of Lean Manufacturing: A successful model implementation. *Industrial and systems engineering research conference*.
- CACEI. (15 de abril de 2015). *Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería, A.C.* Obtenido de Quienes somos: <http://www.cacei.org/index.php/2014-12-30-13-01-24/ques>
- Checkland, P. (1999). *Soft systems methodology in action*. New York: John Wiley.

- Chun, L. G. (2005). Lean Manufacturing with Six Sigma Implementation. *ProQuest Science Journals*, 22-26.
- Easton, G. S., & Jarrell, S. L. (1998). The effects of total quality management on corporate performance. *The journal of business*, 253-307.
- Ehrlich, B. H. (2002). *Transactional Six Sigma and Lean Servicing: Leveraging manufacturing concepts to achieve world class service*. New York: St. Lucie Press.
- El-Haik, B., & Al-Aomar, R. (2006). *Simulation-based lean six-sigma and design for six-sigma*. New Jersey: Wiley-Interscience.
- Emiliani, M. L. (2004). Improving business school courses by applying lean principles and practices. *Quality assurance in education*, 175-187.
- Emiliani, M. L. (2005). Using kaizen to improve graduate business school degree programs. *Quality Assurance in Education*, 37-52.
- Feld, W. (2001). *Lean manufacturing : tools, techniques, and how to use them*. Boca Raton: St. Lucie Press.
- Fliedner, G., & Mathieson, K. (2009). Learning Lean: A survey of industry Lean needs. *Journal of education for business*, 194-199.
- Flinchbaugh, J. (2007). Lean or Six Sigma? *ProQuest Science Journals*, 144.
- George, M. (2010). *Lean Six Sigma Guide to Doing More with Less : Cut Costs, Reduce Waste, and Lower Your Overhead*. New Jersey: Wiley.
- George, M. L. (2002). *Lean Six Sigma: Combining Six Sigma with Lean Speed*. New York: McGraw Hill.
- George, M. L. (2003). *Lean Six Sigma for Services*. New York: Mc Graw-Hill.
- George, M. L., Rowland, D., Price, M., & Maxey, J. (2005). *Lean Sigma pocket tool book*. New York: McGraw-Hill.
- George, M., Rowlands, D., & Kastle, B. (2004). *What is lean six sigma?* New York: McGraw-Hill.
- González Gonzalez, J., Galindo Miranda, N. E., Galindo Miranda, J. L., & Gold Monrgan, M. (2004). *Los paradigmas de la calidad educativa. De la autoevaluación a la acreditación*. México: UDUAL.
- Gravin , D. (1984). What does product quality really mean? *Sloan management review*, 29-32.
- Hobbs, D. P. (2003). *Lean manufacturing implementation: A complete execution manual for any size manufacturer*. Co-Published with APICS.

- ITESM. (18 de abril de 2015). *ITESM*. Recuperado el 14 de Mayo de 2012, de ITESM:
<http://micampus.ccm.itesm.mx/quienes-somos>
- ITESM. (18 de abril de 2015). *ITESM*. Obtenido de ITESM:
<http://micampus.ccm.itesm.mx/organigrama>
- ITESM. (18 de abril de 2015). *Mi campus*. Obtenido de Mi Campus:
<http://micampus.ccm.itesm.mx/mensaje-del-director>
- ITESM. (18 de abril de 2015). *Mi campus Ciudad de México*. Obtenido de Mi campus Ciudad de México: <http://micampus.ccm.itesm.mx/organigrama>
- Jaraiedi, M., Iskander, W., & Agrawal, A. (2010). Implementation of Six Sigma methodology to improve retention of engineering students. *Proceedings of the 2010 industrial engineering research conference*.
- Jayanta, K., & Lichman, R. (2007). SIX SIGMA APPROACH TO QUALITY AND PRODUCTIVITY IMPROVEMENT IN INSTITUTION FOR HIGHER EDUCATION IN THE UNITED STATES. *International Journal of Management*. Vol.24 No.4, 1-5.
- Kaczmarek, K., & Tidström, J. (2006). Excelencia operacional. *Revista ABB*, 52-54.
- Kanakana, M. G., Pretorius, J. H., & Van Wyk, B. (2010). Lean Six Sigma framework to improve throughput rate. *IEEE*, 862-866.
- Kanakana, M. G., Pretorius, J. H., & Van Wyk, B. J. (2012). Applying Lean Six Sigma in Engineering Education at Tshwane University of Technology. *Proceedings of the 2012 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 211-220.
- Keyte, B., & Locher, D. (2004). *The Complete Lean Enterprise: Value Stream Mapping for Administrative and Office Processes*. New York: Productivity Press.
- Lalovic, M., & Houshmand, A. (2002). The use of Six Sigma to improve the quality of engineering education. *Proceedings of the 2002 ASEE Annual conference*.
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota way : 14 management principles from the world's greatest manufacturer* . New York: McGraw-Hill.
- Mader, D. P. (2007). How to identify and select Lean Six Sigma Projects. *ProQuest Science Journals*, 58-60.
- Maguad, B. A. (2007). Lean strategies for education: overcoming the waste factor. *ProQuest Education Journals*, 248-255.
- Martínez Martínez, A. L. (Mayo de 2008). Tesis presentada como requisito parcial para obtener el grado académico de maestra en ciencias con especialidad en sistemas de calidad y

productividad. *Metodología de despliegue Lean Six Sigma basada en la metodología de sistemas suaves*. Monterrey, Nuevo León, México.

McCarty, T., Daniels, L., Bremer, M., & Gupta, P. (2005). *The six sigma black belt handbook*. New York: McGraw-Hill.

Menéndez, M. P. (2007). *El universo de las universidades particulares en México*. México: FIMPES.

Mengel, T. (2008). Outcome-based project management education for emergin leaders - a case study of teaching and learning project management. *International journal of project management* 26(3), 275-285.

Nave, D. (2002). How to compare Six Sigma, Lean and theory of constraints. *ProQuest Science Journals*, 73-78.

Ortiz, A. (06 de Mayo de 2015). *SNC Portal informativo*. Obtenido de Tec tiene nueva organización y se afianza en la calidad académica e investigación para llegar al Top 100: <http://www.itesm.mx/wps/wcm/connect/snc/portal+informativo/por+campus/guadalajara/institucion/tec+tiene+nueva+organizacion+y+se+afianza+en+la+calidad+academica+e+investigacion+para+llegar+al+top+100>

Pande, P. S., Neuman, R. P., & Cavanagh, R. R. (2000). *The Six Sigma Way*. New York: McGraw-Hill.

Pande, P., & Holpp, L. (2002). *What is Six Sigma?* New York: McGraw-Hill.

Parasuraman, A., Zeithaml, V., & Berry, L. (1985). A conceptual model of service quality and its implications for future research. *Journal of marketing*, 51-50.

Patil, V. H., Kamlapur, S. M., & Dhore, M. L. (2006). Six Sigma in education. *Third International Conference on Information Technology: New Generations*.

PNC. (18 de abril de 2015). *Premio Nacional de la Calidad*. Obtenido de Premio Nacional de la Calidad: <http://www.pnc.org.mx/ganadoras-2013-1990/>

Raifsnider, R. (September de 2004). Lean Six Sigma in higher education. *Xerox Global Services*, 1-10.

Razaki, K., & Aydin, S. (2011). The feasibility of using business process improvement approaches to improve an academic department. *ASBBS Annual conference: Las Vegas* (pp. 83-95). Las Vegas: ASBBS.

Rizo Villeda, M. A. (Diciembre de 2005). Tesis presentada como requisito parcial para obtener el grado académico de maestro en ciencias con especialidad en sistemas de calidad y productividad. *Guía de implantación de lean six sigma para el departamento de compras de ina institución educativa de Nuevo León*. Monterrey, Nuevo León, México.

- Rother, M., & Shook, J. (1999). *Learning to see: Value-stream mapping to create value and eliminate MUDA*. Cambridge.: Lean Enterprise Institute.
- Salewski, A., & Klein, V. (2013). *How to Launch Lean in a University*. Obtenido de How to Launch Lean in a University: www.asq.org
- Simons, N. (2013). *Communities & networking*. Recuperado el 09 de enero de 2013, de <http://community.asq.org/Norma3/blog/2013/01/30/how-can-lean-six-sigma-provide-value-for-higher-ed>
- Sterman, J., Repenning, N. P., & Kofman, F. (1997). Unanticipated side effects of successful quality programmes: exploring a paradox of organizational improvement. *Harvard Business Review*, 503-521.
- Suárez Zozaya, M. H. (2012). Educación superior pública y privada en México. *Juventud precarizada. De la formación al trabajo, una transición riesgosa.*, 295-325.
- Thompson, D. C., Wood, C. R., & Crampton, F. (2008). *Money and schools*. Larchmont, NY.: Eye on education.
- Times, T. N. (31 de Marzo de 2008). *The New York Times*. Obtenido de The New York Times: <http://www.nytimes.com/2008/03/31/world/europe/31iht-heathrow.1.11548289.html>
- Treacy, M., & Wiserma, F. (1993). Customer intimacy and other value discipline. *Harvard business review*, 84-93.
- Turner, J. R. (1993). *The handbook of project based management: Improving the processes for achieving strategic objectives*. London.: McGraw Hill.
- universal, E. (04 de Enero de 2012). *El informador*. Recuperado el 15 de Marzo de 2012, de <http://www.informador.com.mx/mexico/2010/167572/6/aumentan-universidades-privadas-en-mexico.htm>
- Walton, M. (1986). *Cómo administrar con el método Deming*. Colombia: Editorial Norma.
- Womack, J., & Jones, D. (1996). *Lean Thinking*. New York: Free Press.
- Womack, J., Jones, D., & Ross, D. (1990). *The machine that changed the world*. New York: Free Press.

ANEXO “A” – Técnicas y herramientas de Lean Thinking

Una lista de técnicas que sugiere Lean Thinking se define a continuación (Womack & Jones, Lean Thinking, 1996):

Heijunka

Programa nivelado a través del orden secuencial de órdenes de trabajo con un patrón repetitivo y suavizando las variaciones del día a día en las órdenes para responder a la demanda de largo plazo.

Hoshin Kanri

Herramienta estratégica para tomar decisiones que se enfoca los recursos en iniciativas críticas necesarias para completar los objetivos de negocio de la compañía.

Just in time

Es la eliminación sistemática del desperdicio al removerse barreras que impiden el flujo de materiales y reduciendo el inventario de seguridad. Esto, con el fin último completamente teórico de llegar a “cero inventario” y flujo de una sola pieza.

Mientras es alcanzado el objetivo, el flujo de material puede darse utilizando inventarios de seguridad, métodos visuales y Kanbans, todo para crear un sistema de remplazo de materiales. El sistema JIT lo confirman siete pilares:

1. Igualar la oferta con la demanda
2. El peor enemigo es el desperdicio
3. El proceso debe ser continuo, no por lotes.
4. Mejora continua.
5. Es primero el ser humano.
6. La sobreproducción significa ineficiencia.
7. No vender el futuro.

Kaikaku

Mejora radical de una actividad que elimina desperdicio (Muda), también conocido como "Flow Kaizen" o "System Kaizen".

Kaizen

Los eventos Kaizen son un equipo de trabajo enfocado en una mejora rápida basada en Lean y herramientas de reingeniería. El objetivo que persiguen estos eventos está enfocado en un área específica, que identifica oportunidades de mejora y las restricciones asociadas.

El tamaño del equipo debe de ser de cinco a nueve personas, aproximadamente un tercio del área de enfoque, un tercio de las áreas relacionadas y un tercio de las otras áreas.

Los beneficios de los eventos Kaizen radican en la educación, involucramientos y entrenamiento a la fuerza de trabajo, cambios y resultados inmediatos, retorno de inversión muy significativo, disciplina y flexibilidad en la aplicación.

También existen los llamados Eventos Kaizen Blitz que son un programa de una semana 100% dedicada a atender situaciones de mejora. Se enfoca en una rápida mejora operacional y eliminación de desperdicio.

Kanban

Kanban es una orden de producción la cual indica:

- Qué, cuándo, cuánto, cómo se produce.
- Cómo se transporta.
- En dónde se entrega.

Al mismo tiempo, es un sistema de rastreo, ya que permite identificar el producto en cualquier momento del proceso. De esta manera se mueve con los materiales, funcionando como un control visual que previene la sobreproducción, prioriza la producción, controla los materiales e identifica el producto. El sistema Kanban se compone de seis reglas principales:

1. No mandar partes defectuosas al siguiente proceso.

2. El cliente toma del proveedor lo que necesita en un punto determinado del proceso y en las cantidades requeridas.
3. Producir únicamente la cantidad de producto que sea tomada por el cliente.
4. Nivelar la producción. El proceso anterior debe tener una capacidad instalada igual o mayor a la del cliente.
5. El Kanban es un medio para lograr el ajuste fino del proceso.
6. El Kanban estabiliza y racionaliza el proceso.

Poka-Yoke

Dispositivo a prueba de errores, o procedimiento para prevenir un defecto, durante la toma de una orden o manufactura. De esta manera se asegura no vaya a ocurrir un defecto.

Mapeo del flujo de valor (VSM, por sus siglas en inglés)

Permite identificar todas las actividades que ocurren a lo largo del flujo de un producto o servicio, identificando los tiempos de valor y de no valor agregado.

5's

Es una metodología sistemática para organizar y estandarizar el área de trabajo. De esta manera se mejora el flujo de trabajo y la calidad, y se reducen los inventarios.

Como objetivos, las 5's persiguen el mejorar la velocidad de respuesta, mejora hábitos, eliminar distracciones, mejorar el control, evidenciar las condiciones anormales, detectar fallas y prevenir errores. El término 5's proviene de:

1. Seleccionar (del japonés, Seiri): Separar lo que es útil de lo que no lo es.
2. Organizar (del japonés, Seiton): Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar.
3. Limpiar (del japonés, Seiso): Eliminar la suciedad.
4. Estandarizar (del japonés, Seiketsu): Crear herramientas para mantener y supervisar las primeras tres primeras 5's.
5. Seguir (del japonés, Shitsuke): Debe de ser un hábito permanente para todos.

ANEXO “B” – Técnicas y herramientas de Lean Manufacturing

A continuación se citan las principales características de las técnicas y herramientas de Lean Manufacturing (El-Haik & Al-Aomar, 2006).

SMED

El cambio de moldes en un solo un solo dígito (SMED, por sus siglas en ingles), o también conocido como “Tiempo estándar de montaje”, es el procedimiento para reducir cambios de medida, ajustes/arranques de máquinas, que comúnmente consumen tiempos elevados a tan solo minutos o segundos.

Los beneficios del SMED son que contribuye a la nivelación de la producción, ayuda a reducir el WIP y apoya al flujo de la producción, contribuye a la eliminación de los siete desperdicios de Lean Manufacturing, mejora la productividad de la maquinaria y puede mejorar la calidad.

El SMED clasifica sus actividades en dos tipos: actividades internas y actividades externas. Las actividades internas solo se pueden ejecutar cuando la máquina está parada. Las actividades externas se pueden realizar mientras la máquina está en operación. Por ende, el procedimiento del SMED busca, entre otros, convertir actividades internas en externas, para que se ejecuten paralelo a la producción.

Los principios para cambios rápidos se citan a continuación:

- Definir el proceso
- Preparar y organizar
- Diferenciar entre actividades internas y externas
- Convertir la mayor cantidad de actividades internas en externas.
- Depurar y alinear las actividades internas, reduciendo aún más el tiempo.
- Depurar y alinear las actividades externas, reduciendo costo, tiempo y energía.
- Tomar tiempos, analizar y dar seguimiento.

Células de manufactura

Es la combinación de operaciones manuales y de maquinaria de una forma eficiente para maximizar el valor agregado, mientras se minimiza el desperdicio por causa de movimiento y recursos.

La construcción celular apoya a al flujo continuo, mejora la calidad al integrar operaciones, reduce inventarios y el manejo de materiales.

Mantenimiento productivo total (TPM)

El mantenimiento productivo total (TPM, por sus siglas en inglés), es un programa de mantenimiento que involucra un nuevo concepto de mantenimiento a las plantas de producción y maquinaria. La meta del TPM es incrementar los niveles de producción, mientras que se incrementa la moral del empleado y con ello también la satisfacción del cliente.

El TPM pone su atención tareas de mantenimiento que forman parte del día a día, con el objetivo de mantener las emergencias u los mantenimientos no programados al mínimo.

Los beneficios que arroja el TPM son el formular un programa confiable de mantenimiento, mejora la disponibilidad del equipo, producción cumple con los programas planeados, da soporte al programa de JIT y es el paso previo a la certificación/validación de un equipo.

El TPM lo componen siete pilares, los cuales tienen sus cimientos en el programa de 5's que deberá estar en operación:

1. Mantenimiento autónomo
2. Kobetsu Kaizen. Mejoras propuestas por áreas comprometidas en el proceso productivo.
3. Mantenimiento planeado
4. Mantenimiento de calidad
5. Entrenamiento
6. TPM en oficinas
7. Seguridad, salud y ambiente.

Controles visuales

Son controles visuales diseñados para influenciar o controlar el desempeño de algunas salidas específicas. Así, se convierte en información útil sin la necesidad de utilizar palabras (por ejemplo: sonidos, fotografías o símbolos, códigos de color, luces).

Los controles visuales benefician el flujo de la producción, uniformar el WIP, ser extremadamente flexible si hay cambios en la demanda, reducir el desperdicio, definir claramente las instrucciones de la operación, entre otros.

Algunos ejemplos de controles visuales son la tarjeta Kanban, un Rack/contenedor vacío, códigos de color en paredes, pisos, etc.

Balanceo de líneas

La producción suele encontrarse programada por lotes o de forma mixta. La programación por lotes generalmente no está de la mano con la demanda, lo que significa que lleva a un sistema “push”. Por su parte, la programación mixta está alineada casi siempre con la demanda, lo que sería un sistema “pull”.

Sin embargo, la programación por lotes requiere de ciertas características. Los equipos de trabajo deben de ser sumamente hábiles para lograr flexibilidad en cambios de formatos, etc. Algo que en la programación por lotes no es indispensable.

En la búsqueda de la nivelación de la producción, las ventajas que tienen balancear las líneas son:

- Suavizar la producción
- Proveer un patrón repetitivo de producción
- Nivelar el flujo de material entre operaciones
- Simplifica la implementación de un sistema “pull”
- Da visibilidad a la siguiente operación
- Los materiales y herramientas se pueden anticipar y se minimizan los paros
- Construye la demanda del cliente de manera acomodada
- Podría requerir de un inventario de productos terminados para soportar los cambios de la demanda.

Trabajo estándar

El trabajo estándar es una herramienta que define la interacción de una persona y una máquina para producir algo. Éste detalla el movimiento del operador y la secuencia de la máquina. El trabajo estándar está enfocado en la eliminación del desperdicio.

Los beneficios que el trabajo estándar trae consigo es reducir el desperdicio, documentar el proceso real, visualizar áreas por arriba del tiempo *takt*, nivelar el trabajo entre operadores y operaciones, reducir el inventario, reducir el lead time, incrementar la productividad, aumentar la capacidad sin aumentar los costos, entre otros.

El trabajo estándar es una herramienta de mejora continua, define y luego redefine el trabajo real, no la teoría. Hace explícitas las reglas de operación y reduce la variación de los procesos.

ANEXO “C” – Técnicas y herramientas de Six Sigma

A continuación se presenta una lista de técnicas y herramientas comúnmente utilizadas y clasificadas de acuerdo a su utilidad, en proyectos Six Sigma (Pande & Holpp, 2002).

Herramientas para la generación de ideas.

Herramienta	Descripción
Lluvia de ideas	Proponer una lista de opciones de lo que puede estar generando el problema. Posteriormente el equipo DMAIC tendrá que generar otra lista de opciones pero para dar soluciones.
Diagrama de afinidad	Consiste en agrupar ideas u opiniones dentro de categorías.
Diagrama de árbol	Estructura utilizada para mostrar los vínculos y jerarquía de las ideas generadas en la lluvia de ideas.
Diagrama SIPOC	El diagrama proveedor, entradas, proceso, salidas y cliente (SIPOC, por sus siglas en inglés) es un diagrama de alto nivel de proceso y es utilizado en la fase de Definir de DMAIC. EL diagrama muestra las mayores actividades o subprocesos que abarca desde los proveedores hasta el cliente. En el SIPOC se pueden identificar límites y elementos críticos sin entrar en detalle.
Diagrama de flujo (mapa de proceso)	Comúnmente utilizado para mostrar los detalles de un proceso, incluyendo actividades y procesos, alternativas, puntos de decisión y lazos de retroalimentación
Diagrama de causa-efecto (o de Ishikawa, o diagrama de pescado)	Es la lluvia de ideas de posibles causas de un problema (o efecto) y las entradas de las posibles causas dentro de cada grupo. Aunque el diagrama no evidencia el problema raíz, genera un panorama que permite observar en qué puntos hay que poner los esfuerzos.

Tabla 31. Herramientas para la generación de ideas.

Herramientas para la recolección de información

Herramienta	Descripción
Muestreo	El muestreo ayuda a no tener que monitorear todo un proceso. sino con una muestra de una población, se pueda llegar a resultados estadísticamente confiables.
Definiciones operacionales	Es una descripción entendible, detallada y clara de cómo interpretar la información o eventos. Sirve para que la información que se cuente sea por igual.
Métodos del voz del cliente (VOC)	Permite organizar las entradas externas del cliente. evaluarlas y priorizar los requerimientos, y proveer retroalimentación.

Hojas de verificación y de cálculo	Las hojas de verificación son utilizadas para recolectar y organizar la información. Las hojas de cálculo son en las que se vacía la información recolectada y ya organizada.
Análisis de sistemas de medición (MSA)	Métodos utilizados para asegurarse que las mediciones son certeras y confiables. Un ejemplo de método es el estudio Gage R&R de repetitividad y reproducibilidad.

Tabla 32. Herramientas para la recolección de información.

Herramientas para el análisis de información y procesos

Herramienta	Descripción
Análisis de flujo y proceso	Análisis que consiste en estudiar los diagramas de flujo y encontrar retrasos, cuellos de botella, defectos, retrabajos, etc.
Análisis de valor y no valor agregado	Análisis que ayuda a determinar sobre un mapa de proceso detallado, cuáles actividades agregan valor y cuáles no lo hacen.
Tablas y gráficas	La mejor forma de analizar medidas de un proceso es por medio de una fotografía de la información. Entre los gráficos más útiles se encuentran: <ul style="list-style-type: none"> • Diagrama de Pareto • Histograma • Diagrama de dispersión (o de puntos)

Tabla 33. Herramientas para el análisis de información y procesos.

Herramientas para análisis estadístico

En algunas ocasiones la información que arrojan las tablas o gráficos no es del todo clara o se requiere profundizar en ella para identificar los problemas raíz. En ese caso, los equipos DMAIC deberán de recurrir al uso de herramientas estadísticas.

Herramienta	Descripción
Pruebas de significancia estadística	Estas pruebas observan dentro de grupos de información para ver si la información es relevante o no. Estas pruebas incluyen pruebas de Chi-cuadrada, pruebas de t-student, y análisis de varianza (ANOVA).
Correlación y regresión	Permite probar la presencia, fuerza y esencia de los vínculos entre las variables del proceso o producto.
Diseño de experimentos	El diseño de experimentos (DOE, por sus siglas en inglés) permite conducir y controlar la evaluación de un proceso o un producto, normalmente probando dos o más condiciones. El DOE es esencial para maximizar los beneficios de las soluciones.

Tabla 34. Herramientas para el análisis de información y procesos.

Herramientas para la implementación y administración de procesos.

Herramienta	Descripción
Métodos de administración de proyectos	Permite planear, presupuestar, calendarizar, comunicar y administrar a la gente para poder dar correcta y completa solución a un problema.
Análisis de FMEA	El modo de análisis de efectos y fallas (FMEA, por sus siglas en inglés) identifica el posible modo de falla de un sistema, priorizando a través de su propia escala para dar soluciones.
Análisis del stakeholder	Permite identificar a las personas y grupos que necesitan ser considerados para la solución del proyecto, y dado su enfoque que apoyen a la actividad.
Documentación del proceso	Crear una efectiva, clara y simple documentación del proceso a través de mapas, instrucciones, mediciones, etc., es el último y más importante paso de Control de DMAIC.
Balanced Scorecards	Permiten proveer un resumen de medidas críticas en tiempo real, lo que permite tomar pronta acción para problemas y oportunidades.

Tabla 35. Herramientas para la implementación y administración de procesos.

ANEXO “D” – Técnicas y herramientas de Lean Six Sigma

A continuación se presentan las definiciones de los conceptos clave asociados a Lean Six Sigma (George, Rowlands, & Kastle, 2004):

CONCEPTO	SIGNIFICADO	EJEMPLO	FÓRMULA	OBSERVACIONES
WIP (trabajo en proceso, por sus siglas en inglés).	Es la cantidad de trabajo que se encuentra dentro de un proceso y que aún no está terminada.	Solicitudes de clientes. Papeles esperando ser procesados. Emails que requieren una respuesta. Agrupación de piezas que necesitan ser ensambladas.	N/A	Al igual que la presión de la sangre, la cantidad de WIP es un indicador de la salud del proceso.
Velocidad de proceso y <i>Lead Time</i> (o tiempo de entrega)	Lead Time es cuánto tarda el producto o servicio en ser entregado una vez que la orden se ha asignado.	El tiempo que transcurre a partir de que comienza a transformarse la materia puesta la orden, hasta que sale el producto, dentro de un sistema de procesos.	Lead Time = Cantidad de WIP / Tasa media de terminación. Donde: Tasa de terminación: cuántos artículos de trabajo se terminan durante un periodo de tiempo.	Nótese que se puede incrementar la velocidad de un proceso al solo reducir la cantidad de WIP sin tener que mejorar en la forma de trabajo.
Retrasos y “ <i>queue time</i> ”	Donde quiera que haya WIP, hay trabajo que está esperando ser trabajado. También conocido como “ <i>queue time</i> ”.	Una vez que se a apilado una serie de papeles que esperan ser firmados, el tiempo que tarda en ser uno de ellos firmado en el “ <i>queue time</i> ”.	N/A	El tiempo que el trabajo espera en el “ <i>queue time</i> ” es contado como retraso, no importa la causa.
Trabajo con valor agregado (VA) y con no valor agregado (NVA).	El valor agregado es todo lo que el cliente está dispuesto a pagar. El no valor agregado es lo que el cliente no está dispuesto a pagar	Transformación de materia prima es valor agregado. Procesos secundarios que no transforman el producto son no valor agregado.	N/A	No valor agregado es también conocido como desperdicio (waste, del inglés). El objetivo de Lean Six Sigma es eliminar el desperdicio.

Complejidad	Número de tipos diferentes de productos, servicios, opciones, características, etc., que el proceso requiere manejar.	Modelos en los que se puede ofrecer un mismo modelo de auto: simple, lujoso, deportivo, edición especial, etc.	N/A	Algo de complejidad es bueno porque significa que los clientes tienen opciones para cumplir sus necesidades. Mucha complejidad agrega costo a la organización sin recuperar la inversión.
Eficiencia del proceso	Es la definición de qué tan rápida es la velocidad de un proceso.	Se sabe que el VA = 3 horas en un proceso de manufactura. También se conoce que el Lead Time del producto es de 12 días. Por tanto, la eficiencia resulta en $3 \text{ horas} / (12 \text{ días} \times 8 \text{ horas}) = 3\%$	Eficiencia del ciclo del proceso = $\text{Valor agregado} / \text{Lead Time total}$	Un 3% de eficiencia es bajo, pero es típico en procesos. Menos del 10% indica que los procesos tienen mucha oportunidad de mejora.

Tabla 36. Técnicas y herramientas asociadas a Lean Six Sigma según George (2004).

ANEXO “E” - Lean Implementation Milestones Checklist

A continuación se cita en detalle el modelo de implementación *Lean Implementation Milestones Checklist* para la implementación de Lean (Hobbs, 2003).

Milestone #1: Inicialización y puesta en marcha del proyecto

#	Tarea	Status
Tareas del comité directivo		
1	Articular la visión estratégica.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
2	Completar el overview.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
3	Documentar el plan maestro	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
4	Identificar miembros de los equipos y establecer equipos	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
5	Completar el entrenamiento para los equipos de materiales y procesos.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
6	Confirmar el objetivo del diseño del área.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
Tareas del equipo de materiales		
7	Comenzar la identificación de productos para el área objetivo.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
8	Identificar volumen requerido para el área objetivo.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
9	Comenzar la selección del candidato de número de partes para el Kanban.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
Tareas del equipo de procesos		
10	Establecer minutos de trabajo por días.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
11	Comenzar la creación de los diagramas del flujo del proceso (PFDs, por sus siglas en inglés).	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
12	Comenzar a escribir la secuencia de los eventos (SOE, por sus siglas en inglés) y tiempos de procesos.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A

Tabla 37. Checklist #1 del Lean Implementation Milestones Checklist

Milestone #2: Comprensión de los productos, procesos y materiales.

<i>Milestone #2</i>		
#	Tarea	Status
Tareas del comité directivo		
1	Seguimiento a entrenamiento de los equipos.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
2	Revisar y actualizar el plan maestro.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
3	Alcanzar el consenso para los productos en el área objetivo.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
Tareas del equipo de materiales		
4	Completar la primera iteración del volumen de la demanda para los productos.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
5	Identificar las partes para el sistema Kanban.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
6	Desarrollar las cadenas "pull" para el Kanban.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
7	Calcular el costo de la estrategia de reposición del Kanban.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
Tareas del equipo de procesos		
8	Completar los PFDs.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
9	Cuantificar y documentar las variables del rendimiento de los procesos.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
10	Crear productos mixtos PFDs.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
11	Revisar los SOEs y tiempos de procesos.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
12	Generar la primera iteración de los requerimientos de los recursos.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A

Tabla 38. Checklist #2 del Lean Implementation Milestones Checklist

Milestone #3: Revisión final.

<i>Milestone #3</i>		
---------------------	--	--

#	Tarea	Status
Tareas del comité directivo		
1	Seguimiento a entrenamiento de los equipos.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
2	Revisar y actualizar el plan maestro.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
3	Aprobar productos para el área objetivo.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
4	Aprobar la demanda de productos para el área objetivo.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
5	Aprobar productos mixtos para el PFD.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
Tareas del equipo de materiales		
6	Completar la selección de partes del sistema Kanban.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
7	Desarrollar la estrategia para la reposición de partes del Kanban que solo se utilizarán una sola vez.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
8	Determinar el costo final de la estrategia de reposición del Kanban.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
	Calcular el costo de la estrategia de reposición del Kanban.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
Tareas del equipo de procesos		
9	Completar el SOE, el criterio de calidad y los tiempos de procesos.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
10	Completar el mapa de procesos de recursos final.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
11	Completar todos los cálculos de recursos.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A

Tabla 39. Checklist #3 del Lean Implementation Milestones Checklist

Milestone #4: Diseño de la fábrica.

<i>Milestone #4</i>		
#	Tarea	Status
Tareas del comité directivo		
1	Revisar los requerimientos de entrenamientos para la organización.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A

2	Aprobación final del <i>layout</i> a mano alzada.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
3	Aprobación final del costo de la estrategia de reposición de Kanban.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
4	Revisar y actualizar el plan maestro.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
Tareas del equipo de materiales		
5	Finalizar la estrategia del costo del sistema Kanban para arrancar la línea.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
6	Desarrollar el plan de instalación del sistema Kanban.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
7	Establecer los lugares para el RIP en el layout.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
8	Establecer puntos de secuencia para la localización para las partes que se utilizan una sola vez.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
9	Identificar requerimientos para el entrenamiento del manejo de los materiales.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
Tareas del equipo de procesos		
10	Completar los cálculos de recursos en el mapa de procesos.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
11	Crear el <i>layout</i> a mano alzada, siguiendo los productos mezclados del PFD.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
12	Localizar los IPKs y puntos de secuencia para las configuraciones de productos personalizados.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
14	Identificar requerimientos para entrenar a operadores.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
15	Desarrollar el plan para la planta de producción para arrancar la línea.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A

Tabla 40. Checklist #4 del Lean Implementation Milestones Checklist

Milestone #5: Puesta en marcha de la línea

<i>Milestone #5</i>		
#	Tarea	Status
Tareas del comité directivo		
1	Asegurarse que el entrenamiento a operadores está completo antes de arrancar la línea.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A

2	Revisar el plan maestro y actualizarlo.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
3	Iniciar y monitorear las medidas del nuevo rendimiento.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
4	Documentar los artículos de seguimiento y asignar responsabilidad para la terminación.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
5	Aprobación final de la operación de arranque de la línea.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
Tareas del equipo de materiales		
6	Asegurarse que los principios de las 5's están en su lugar.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
7	Validar la presentación de los materiales del Kanban para su fácil uso.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
8	Practicar las dos bandejas de materiales para el sistema Kanban.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
Tareas del equipo de procesos		
9	Validar el layout de las estaciones de trabajo para balancear acorde al Takt Time.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
10	Confirmar la colocación del IPK en cada estación de trabajo.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
11	Asegurarse que los principios de las 5's están en su lugar.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
12	Practicar la línea "Lean" con volúmenes elevados y reducidos.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
13	Probar el conocimiento flexible del operador.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
14	Revisar las habilidades del operador en las estaciones de trabajo.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
15	Instalar y monitorear tabla de calificación de empleados.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
16	Comenzar las actividades de mejora continua de procesos.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A

Tabla 41. Checklist #5 del Lean Implementation Milestones Checklist

Milestone #6: Interiorizar



#	Tarea	Status
Tareas de la administración de la manufactura		
1	Observar la línea para balancear para el Takt Time y la flexibilidad del operador.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
2	Validar mediciones del funcionamiento de la nueva línea.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
3	Documentar y comparar las mejoras en la línea de producción con la base del análisis de la estrategia del negocio.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
4	Revisar y concluir el plan maestro.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
5	Finalizar el programa de entrenamiento de operadores.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
6	Desarrollar un programa de entrenamiento a nuevos operadores.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
7	Validar la planeación de recursos cotidianos y planes de secuencia.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
8	Validar matriz de calificación de empleados.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
9	Auditar el sistema Kanban.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
10	Validar la adherencia a los principios de las 5's.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
11	Validar programa de mejora continua.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
12	Identificar al planeador de la demanda y sus procedimientos documentados.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A
13	Identificar al gerente del Kanban y sus procedimientos documentados.	<input type="checkbox"/> Listo <input type="checkbox"/> N/A

Tabla 42. Checklist #6 del Lean Implementation Milestones Checklist

ANEXO “F” – Métodos de autoevaluación EFQM y Total Solutions

European Foundation of Quality Management.

El modelo European Foundation of Quality Management (EFQM por sus siglas en inglés) proviene de una adecuación al America’s Malcolm Baldrige National Quality Award, así como suele tener similitudes con otros reconocimientos internacionales como el Canadian Excellence Awards y el Australian Quality Award.

El EFQM se estableció en 1991. El modelo provee un conjunto de cuestionarios Checklist dentro de 9 categorías distintas, las cuales poseen una ponderación y la suma total es del 100%. Las categorías y su ponderación se muestran a continuación (Basu & Walton, Fit Sigma : A Lean Approach to Building Sustainable Quality Beyond Six Sigma, 2011).

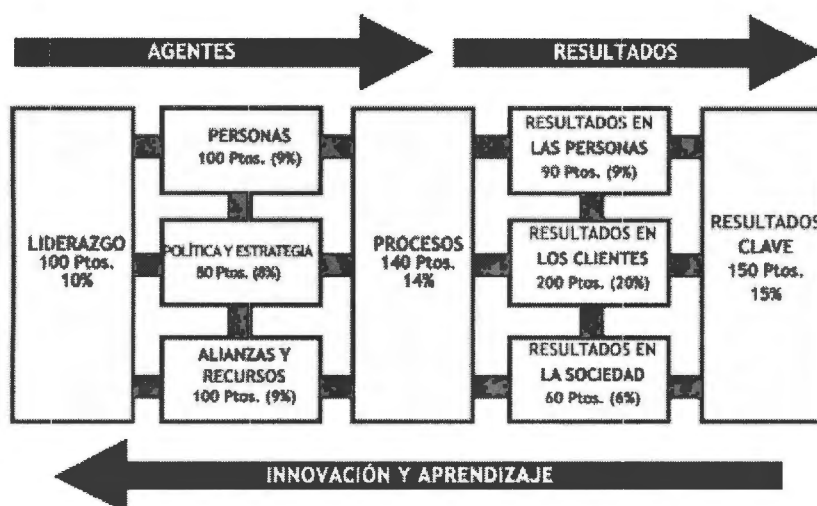


Figura 20. Modelo EFQM.

Total Solutions

Este enfoque permite la autoevaluación dentro de 20 áreas para identificar áreas de oportunidad para mejorar. El modelo se forma de 6 pilares con soluciones totales, cada una de ellas posee ciertas áreas y para cada área se asocian 10 preguntas, resultado 200 preguntas en total. El modelo se muestra a continuación (Basu & Wright, 1997):

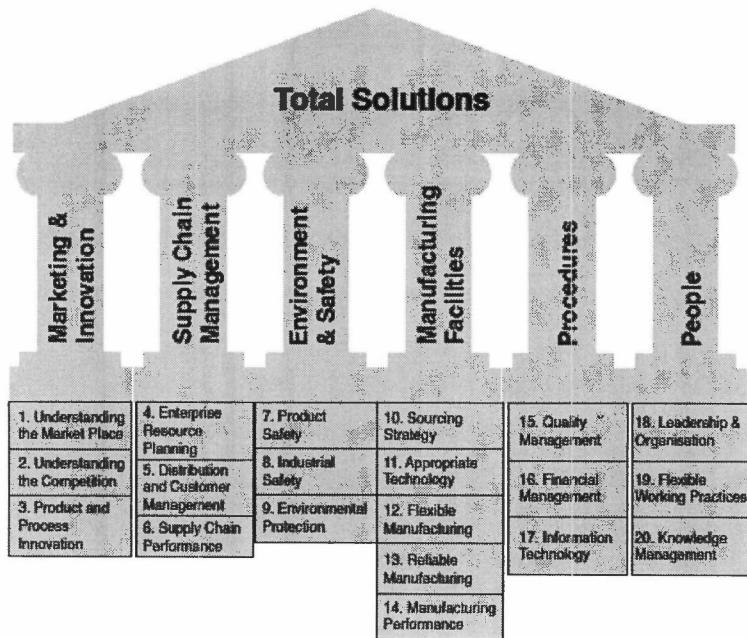


Figura 21. Modelo Total Solutions.

Después de responder a las 200 preguntas, cada una con evaluación del 1 al 5, se puede obtener un diagrama que muestre a simple vista las áreas de oportunidad como se muestra a continuación (Basu & Wright, 1997):

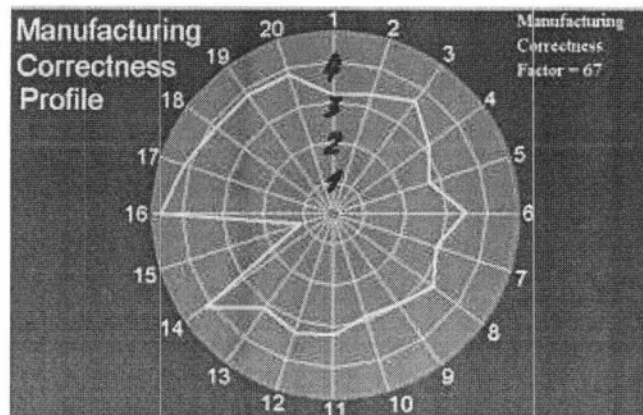


Figura 22. Ejemplo de diagrama con resultados del *Total Solutions* según Basu & Wright (1997)

La utilización de *Total Solutions* dentro de un programa de FIT SIGMA comprende las siguientes 10 características (Basu & Walton, 2011):

- Alinea la autoevaluación con la cultura de la compañía y las características del negocio.
- Desarrolla o confirma el Checklist de evaluación.
- Entrena a asesores internos en los procesos de evaluación de la compañía
- Entrena a expertos (Black Belts) y gerentes departamentales en la autoevaluación y procesos
- Lleva a cabo auto-evaluaciones trimestrales por los gerentes departamentales
- Asegura las evoluciones semestrales (en el corto plazo) y anuales (en el largo plazo) por asesores internos
- Analiza las brechas e implementa medidas para minimizar los defectos
- Considera reconocimientos corporativos dependiendo del director general
- Revisa los Checklist con el cambio de negocio cada dos años
- Considera acreditaciones externas si es que agregan valor al negocio

ANEXO “G” – Principales áreas de oportunidad en los servicios de una universidad.

De acuerdo a lo identificado en el Capítulo IV de la presente investigación, las principales áreas de oportunidad en los servicios ofrecidos por una universidad son:

- Procesos existentes.
- Desperdicios (actividades que no agregan valor)

Estos puntos se revisan a continuación.

Mejora de procesos existentes

En los departamentos y carreras de una escuela del Tecnológico de Monterrey, hay tanto procesos académicos como procesos administrativos. Una principal área de oportunidad que se podrá identificar en una escuela es cualquier es la mejora sobre cualquier proceso existente. Una herramienta revisada en el Capítulo II para analizar y proponer mejoras es el mapeo del flujo de valor (VSM).

El VSM permitirá mostrar todo el flujo de trabajo e identificar las actividades que agregan valor y las que no. Para comenzar con la actividad se requiere contar con la siguiente información:

- Número de personas: Cantidad de personas que ejecutan la actividad.
- Tiempo de cambio: Tiempo que transcurre entre el cambio de un tipo de servicio a otro, incluyendo el tiempo que alguien puede tardar en centrar su atención después de haber cambiado de actividad.
- Tiempo de proceso: Tiempo que agrega valor por unidad para servicio.
- Plazo de ejecución (Lead time): Tiempo que transcurre para que ocurra el servicio. Se recomienda trabajar con promedios debido a las variaciones. Para ello será necesario un mejor y un peor caso.
- Sistema utilizado: Identificar si hay algún sistema que dé soporte a la actividad.
- Tiempo “takt”: La tasa de demanda que debe de cumplir el proceso para poder cubrir con todos los servicios requeridos.

- Donde: $Takt = \text{tiempo disponible} / \text{demanda (o meta)}$
 - Tiempo disponible: tiempo real que existe para la actividad.
 - Cantidad de requerimientos
- Habrá que asegurarse que el proceso operé por encima del Takt.

Para analizar cada proceso se sugiere utilizar la siguiente tabla para la colección de información:

# actividad	Descripción	# personas	Tiempo de cambio	Tiempo de proceso	Mejor plazo de ejecución	Peor plazo de ejecución	Sistema
1							
n							

Tabla 43. Formato para la recolección de información para el mapeo de procesos.

Una vez que se tenga la información, habrá que llevar a cabo el mapeo del proceso de acuerdo a la herramienta VSM en la que se entrenarán los equipos.

A continuación se exponen áreas de oportunidad para procesos particulares de instituciones de educación superior como lo es el Tecnológico de Monterrey y se proponen herramientas de mejora para cada uno de ellos.

Principales áreas de oportunidad	Principales herramientas sugeridas
Mejora de procesos existentes	VSM, DMAIC.
Diseño de cursos a impartir	Kaizen, 5s, Just in time, Trabajo estándar, Controles visuales, DMAIC.
Mejora de calidad académica en cursos	DMAIC
Cumplimiento con acreditaciones	Kaizen
Solicitudes (registro de estudiantes, cambios de carrera, cambios de programa, programas internacionales, entre otras)	Poka Yoke
Tiempos muertos entre cursos y actividades	Cambios rápidos
Disponibilidad de áreas de aprendizaje	TPM
Mejora y control de procesos existentes	DMAIC

(admisiones, registros, asesoramiento académico,
evaluación de cursos, entre otros)

Incrementar la retención de alumnos activos

DMAIC, SIPOC, regresión lineal logística

Incrementar el número de egresados por
programa

DMAIC, Gráficos R&R, ANOVA, Mapeo de
procesos.

Tabla 44. Principales áreas de oportunidad para la mejora en una escuela.

Eliminación de desperdicios.

A continuación se presenta una lista de desperdicios que se podrían en una escuela:

- **Inventarios innecesarios:** Almacenar y trasladar artículos o información incorrecta, obsoleta o sobre guardada. Y cualquier trabajo en proceso que está en exceso de lo que se requiere.
- **Defectos:** Cualquier aspecto del servicio que no se ajuste a las necesidades del cliente. Además de correcciones, ajustes, información incompleta, las cuales llevan a re-trabajos en aplicaciones, registros, peticiones y extravíos.
- **Sobre-producción:** Áreas académicas que demandan más recursos de los que realmente utilizan día a día y producción de un servicio más allá de lo que se necesita para su uso inmediato.
- **Tiempo de espera:** Cualquier retraso entre el momento comienza una etapa del proceso / fin de la actividad y el paso siguiente / actividad.
- **Transporte:** Traslados innecesarios por el campus de materiales e información. Diseño de las instalaciones ineficiente.
- **Movimientos:** Movimientos innecesarios de personas.
- **Sobre-procesamiento:** Tratar de agregar más valor a un servicio del que el cliente está dispuesto a pagar. O procesos inapropiados. Todo esto causado generalmente por exceso o carencia de personal, materiales, equipos u otros recursos para la enseñanza y aprendizaje.

La herramienta a utilizar para atacar a los desperdicios depende del factor que se identifique. Pero por la naturaleza de los desperdicios, la lista de principios y herramientas de Lean del ANEXO “A” será útil para esta sección.