



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

Integración Lean Manufacturing y Seis Sigma. Aplicación pymes.

MEMORIA PRESENTADA POR:
Añaguari Yarasca Miluska Aylin

Máster Universitario en Ingeniería de Organización y Logística

Convocatoria de defensa: Setiembre 2016

Integración Lean Manufacturing y Seis Sigma. Aplicación pymes.

TRABAJO FIN DE MASTER

Máster Universitario en Ingeniería de Organización y Logística

Escuela Politécnica Superior de Alcoy

Universitat Politècnica de València

Alumno: **Miluska Aylin Añaguari Yarasca**

Director(es): Víctor Gisbert Soler

Fecha de entrega: Setiembre 2016

Contenido

Índice de figuras.....	5
Índice de tablas.....	6
Resumen.....	7
Abstract.....	8
Palabras claves.....	9
1 Introducción.....	10
2 Consideraciones generales de la investigación.....	11
2.1 Problemática de la Investigación.....	11
2.2 Hipótesis de la Investigación.....	11
2.3 Objetivos generales y específicos.....	11
2.3.1 Objetivo general.....	11
2.3.2 Objetivos específicos.....	11
2.4 Estrategia.....	12
2.5 Motivación para el desarrollo del proyecto.....	12
3 Antecedentes.....	13
3.1 Lean Manufacturing.....	13
3.1.1 Ventajas de Lean Manufacturing.....	13
3.1.2 Para qué sirve, objetivos, que se mejora y donde se aplica.....	14
3.1.3 Estrategias Lean.....	14
3.1.4 Principios básicos.....	15
3.1.5 Casa Lean: estructura.....	16
3.1.6 Eliminación del despilfarro.....	17
3.1.7 Tipos de despilfarros o mudas.....	17
3.1.8 Herramientas básicas de un sistema productivo.....	19
3.1.9 Indicadores.....	23
3.2 Six Sigma.....	24
3.2.1 Objetivos de Seis Sigma.....	24
3.2.2 Metodología DMAIC.....	24
3.2.3 Estructura humana en el Seis Sigma.....	26
3.2.4 Herramientas Seis Sigma.....	27
3.2.4.1 Definir.....	27
3.2.4.2 Medir.....	27

3.2.4.3	Analizar	28
3.2.4.4	Mejorar	28
3.2.4.5	Controlar	28
3.3	Lean Seis Sigma.....	29
3.3.1	Qué es LSS	29
3.3.2	Integración Lean Seis Sigma	29
3.3.3	Modelos de despliegue de herramientas	32
3.3.3.1	Despliegue según Michael George	32
3.3.3.2	Despliegue según Pivotal Resources	33
3.3.3.3	Despliegue según Lean Six Sigma Sis	35
3.3.3.4	Despliegue según BMGI	38
4	Estado del arte	40
5	Planteamiento de metodología	43
5.1	Factores críticos para el desarrollo de la metodología	43
5.2	Fases de la metodología	45
5.3	Participantes de equipo de trabajo	47
5.3.1	Roles y responsabilidades	47
5.3.2	Entrenamiento y formación	50
5.4	Despliegue de la metodología.....	51
5.4.1	Actividades para la implementación de la metodología.	51
5.4.1.1	Diagnosticar.....	53
5.4.1.2	Definir	53
5.4.1.3	Medir.....	54
5.4.1.4	Analizar	56
5.4.1.5	Mejorar	56
5.4.1.6	Estandarizar.....	57
5.4.2	Técnicas y herramientas	58
5.4.2.1	Entrevistas.....	58
5.4.2.2	Lluvia de ideas (Brainstorming).....	58
5.4.2.3	Costes de mala calidad (COPQ).....	59
5.4.2.4	Carta del proyecto	60
5.4.2.5	Análisis de las necesidades el cliente (VOC)	61
5.4.2.6	Modelo Kano	62

5.4.2.7	Árbol de parámetros críticos de la calidad (CTQ)	63
5.4.2.8	SIPOC.....	63
5.4.2.9	Indicadores claves de rendimiento (KPI's).....	63
5.4.2.10	Value stream Mapping (VSM)	64
5.4.2.11	Indicadores claves de rendimiento (KPI's).....	65
5.4.2.12	Análisis del sistema de medición (MSA)	66
5.4.2.13	Gráfico de Pareto.....	66
5.4.2.14	Análisis modal de fallos y efectos (FMEA)	67
5.4.2.15	Diseño de experimentos (DOE)	67
5.4.2.16	Gestión visual	68
5.4.2.17	Estadística de control de procesos.....	69
5.4.2.18	Plan de control	70
6	Validación de la metodología	72
7	Conclusiones y líneas futuras de investigación	74
	Referencias bibliográficas	75
	Anexos.....	77

Índice de figuras

Figura 1 Casa Lean	16
Figura 2 Pilares del TPM.....	20
Figura 3 Naturaleza de la ventaja competitiva.....	31
Figura 4 Estructura de despliegue según Michael George.....	33
Figura 5 Modelo de despliegue según Pivotal Resources.....	34
Figura 6 Modelo de despliegue Lean Seis Sigma Sis.....	36
Figura 7 Mapa de ruta DFLSS usando enfoque DMADV.....	39
Figura 8 Fases de la metodología planteada.....	46
Figura 9 Estructura humana para despliegue de LSS.....	47
Figura 10 Metodología para la implementación de LSS.....	52
Figura 11 Carta del proyecto (Project charter).....	61
Figura 12 Modelo Kano	62
Figura 13 Familia de productos	64
Figura 14 Gráfico de Pareto	67
Figura 15 Ejemplo de Gestión Visual	69
Figura 16 Mapa de ruta para gráficos estadísticos.....	69
Figura 17 Ejemplo de Plan de Control.....	70
Figura 18 Encuesta de validación de metodología.....	73

Índice de tablas

Tabla 1 Sinergia de Lean y Seis Sigma.....	30
Tabla 2 Diferencia entre Lean y Seis Sigma.....	30
Tabla 3 Razones por las que Lean y Seis Sigma se complementan.....	32
Tabla 4 Despliegue actividades según Pivotal Resources.....	35
Tabla 5 Despliegue actividades según Lean Six Sigma Sis.....	37
Tabla 6 Cuadro resumen de bibliografía revisada.....	42
Tabla 7 Lean Six Sigma roles y responsabilidades.....	50
Tabla 8 Resumen herramientas y técnicas de Lean Seis Sigma.....	71
Tabla 9 Resumen puntuaciones de encuestas de validación.....	72

Resumen

El presente Trabajo de Fin de Máster tiene por finalidad realizar una guía de integración entre Lean Manufacturing y Seis Sigma que marque las directrices de forma sencilla y clara para que las Pymes puedan acceder al uso de esta metodología.

Se revisará la literatura actual existente y analizará si es posible una integración de estas dos metodologías, como se complementan entre ellas y cuál es su enfoque para el cliente analizando los beneficios de su implementación así como el despliegue de actividades, herramientas y técnicas.

La guía planteada en el trabajo fue validada mediante un panel de expertos los cuales cumplimentaron un cuestionario con preguntas relacionadas a los objetivos, alcance y beneficios de la integración, así también brindaron recomendaciones y observaciones que serán tomadas en el trabajo y para líneas futuras de investigación.

Por último, se concluye que el trabajo en mención cumplió los objetivos planteados y que su implementación puede generar un mayor rendimiento de los procesos con miras a la excelencia de calidad.

Abstract

The present research work aims to develop a guide to integration between Lean Manufacturing and Six Sigma to mark the guidelines simple and clear way for SMEs to access the use of this methodology.

The existing current literature will be reviewed and consider whether integration of these two methods is possible, as they complement each other and what their approach to the client analyzing the benefits of its implementation and the deployment of activities, tools and techniques.

The guide raised at work was validated by a panel of experts who completed a questionnaire with questions related to the objectives, scope and benefits of integration, and also provided recommendations and observations they will be taken at work and for future research.

Finally, we conclude that the work in question met the objectives and implementation can generate higher process performance towards quality excellence

Palabras claves

- Lean Manufacturing (LM): Manufactura Esbelta.
- Six Sigma (SS): Seis Sigma.
- Kaizen: Mejora continua.
- Pymes: Pequeña y mediana empresa.
- Benchmarking: recopilar y analizar información existente.
- ISO: International Standard Organization.
- Value Stream mapping (VSM): Mapa de flujo de valor

1 Introducción

En la actualidad las empresas no solo buscan vender sus productos; se persigue la producción eficiente ergo, aceptación de ellos en el público objetivo con miras a la excelencia. Cada vez son más las organizaciones que han adaptado sus estrategias para adquirir capacidad competitiva mediante procesos ágiles, esbeltos y con una calidad sobresaliente no solo en productos sino en procesos.

Hoy pues tanto empresas grandes como las denominadas Pymes compiten en los mismos sectores con el mismo público objetivo. Estas últimas forman parte de un motor importante de la economía no solo de la Comunidad Valenciana sino de España. Las Pequeñas y Medianas Empresas (pymes) emplean un 80% de la población activa, sino también uno de los soportes de las exportaciones a mercados internacionales.

Dada esta situación las Pymes han introducido en sus procesos el concepto de calidad, pero este no solo debe verse desde el punto de vista del producto sino como un enfoque dirigido hacia el cliente. Por ello muchas de ellas han implementado diferentes metodologías y sistemas que le ayuden a mejorar sus procesos de negocio.

El trabajo tiene por finalidad recopilar toda la información posible para verificar si la aplicación de una metodología Lean Seis Sigma es capaz de brindarle a las Pymes lo que ellas buscan con el fin de mejorar sus procesos de cara al cliente. Se analizarán diversas perspectivas de ambas metodologías por separado y revisar si es posible su integración. Si tanto Lean Manufacturing como Seis Sigma crean sinergia mediante el despliegue de herramientas y métodos que le permitan a la organización eliminar desperdicios así como reducir la variabilidad de los procesos.

2 Consideraciones generales de la investigación

2.1 Problemática de la Investigación

Para lograr resultados en costes, calidad y tiempo, las mejores estrategias necesitan ser aplicadas para mejorar el rendimiento productivo. Lean y Six Sigma son dos poderosas estrategias de calidad que le permiten a la organización superar sus debilidades y retener su mejora (S. Vinodh, S. Vasanth Kumar & K.E.K Vimal, 2014, 288).

Existen muchas empresas de la Comunidad y el país que aplican las dos estrategias por sí solas pero muy pocas que se atreven a utilizarlas juntas a pesar que ambas trabajando en sinergia pueden lograr productos finales con calidad de excelencia reflejados en la lealtad del cliente, asimismo generando ahorros para la empresa.

La investigación busca dejar evidencia de una metodología clara para que las empresas conozcan sus ventajas de su aplicación y cada una de las herramientas desarrollando un despliegue de las mismas de forma práctica.

Se ve la necesidad de diseñar un procedimiento para definir los proyectos Lean Seis Sigma y su orden de ejecución así como estructurar la secuencia de aplicación de las herramientas y técnicas de dicho enfoque.

2.2 Hipótesis de la Investigación

La integración de Lean y Six Sigma mediante desarrollo de una metodología práctica con una estructura definida y un orden de ejecución permite a la organización mejorar su rendimiento productivo.

2.3 Objetivos generales y específicos

Mediante la investigación y resolución del presente trabajo se buscan alcanzar los siguientes objetivos generales y específicos, además se plantean las siguientes estrategias para conseguirlos.

2.3.1 Objetivo general

Establecer una metodología para la aplicación de Lean Sigma que marque pautas y directrices de forma sencilla para el uso de esta herramienta en las pymes españolas, que les permita alcanzar objetivos de mejora de la calidad, costes, procesos y productos.

2.3.2 Objetivos específicos

- Diseñar un cuestionario con los conceptos, herramientas y técnicas de Lean Sigma para ser validado por las pymes de la Comunidad Valenciana.
- Revisar y comparar literatura actual que permita hacer una síntesis de lo investigado actualmente para establecer un enfoque práctico de la metodología planteada.
- Investigas diversos modelos de despliegue de herramientas Lean y Seis Sigma que las empresas utilizan para conocer sus fortalezas y debilidades y proponer un modelo que pueda ser implementado en las Pymes.

2.4 Estrategia

Para poder desarrollar la investigación como estrategia se hará un benchmarking a nivel de empresas del sector o consultoras que hayan implementado tanto Lean como Seis Sigma en su organización, así también se estudiará a autores que tengan conocimiento o experiencia con esta metodología para adecuarla a las necesidades de las pymes en mención.

Con respecto a las pymes se analizará la situación actual de aquellas a nivel europeo o de encontrarse información a nivel de la Comunidad con el fin de evaluar sus experiencias y necesidades con la implementación de la metodología planteada.

2.5 Motivación para el desarrollo del proyecto

En este apartado se ha visto oportuno mencionar cuales fueron los motivos por los cuales se escogió el tema en mención desde el punto de vista personal, académico y profesional. Actualmente las pymes españolas vienen desarrollando estrategias para solucionar problemas referentes a calidad, costes, mejora de procesos y productos; algunas de las metodologías usadas, por lo general de manera separada son Lean Manufacturing que busca eliminar desperdicios y Seis Sigma que busca eliminar la variabilidad de los procesos.

En este proyecto se busca integrar dichos modelos de gestión ya que son poderosos por separado pero juntos se complementan de manera que, en cada etapa se combinan herramientas y estrategias para la consecución de resultados que hacen que la empresa que la aplica pueda conseguir estas metas de manera sostenible.

Ahora pues existe mucha literatura relacionada a cada modelo tanto Seis Sigma como Lean; sin embargo, se cree que existe una necesidad que las pequeñas y medianas empresas tengan una guía a su alcance que les permita conocer de una forma práctica qué es, para qué sirve, qué equipos de trabajo de necesitan, cómo se aplica y qué se puede conseguir con la aplicación de este modelo Lean Sigma.

Como motivación personal se escogió el desarrollo de este proyecto ya que a lo largo del máster se tuvo predilección por temas relacionado a Lean y mejora continua y como estos pueden ayudar a la mejora de procesos y productos. Además se tomaron muchas herramientas de Seis Sigma en las asignaturas de Control Estadístico de la Calidad, las cuales son muy poderosas usadas en conjunto.

Como motivación profesional se cree que la aplicación de estos modelos de gestión puede ser usada en todo tipo de organización, no solo productivas sino también de servicios. Y que existe una amplia oferta de posibilidades para desarrollar esta metodología. Se requiere de personas capacitadas, con capacidad de liderazgo y con conocimientos sobre el tema que puedan aplicar de manera práctica y enfocada a la mejora de procesos que consigan los resultados que requiere la empresa de acuerdo a las necesidades del cliente.

3 Antecedentes

En este apartado se hará una breve reseña acerca de Lean Manufacturing como modelo de gestión enfocado en la cadena de valor y Six Sigma como una metodología de mejora de procesos; en ambos casos se revisará sus orígenes, la metodología de trabajo, las herramientas para su aplicación y qué es lo que se persigue en la organización con su implementación.

3.1 Lean Manufacturing

Durante la primera mitad del siglo XX la industria estuvo dominada por la producción en masa impulsada por el sector automotriz, pero a finales de los años 60 la productividad comenzó a disminuir. Por aquellos años el ingeniero Taiichi Ohno trabajaba en la compañía automovilística Toyota y propuso incorporar técnicas de producción con un enfoque distinto al ya conocido, a este nuevo sistema de producción se le conoce como “Toyota Production System” (TPS). El desarrollo y aplicación de estos nuevos conceptos permitió a Toyota recuperarse de forma más rápida que el resto de sus competidores americanos.

El TPS está basado en los principios de Jidoka y Just in Time y lo que busca es la mejora continua y el compromiso de los empleados para la reducción de defectos e inventarios. Este nuevo modelo de producción fue adoptado por muchas industrias. Cabrera (2012) indica que Lean Manufacturing es una metodología que representa la concepción americanizada del TPS siendo J. Womack uno de sus propulsores.

Entendemos por Lean Manufacturing (manufactura esbelta y/o producción ajustada) “la persecución de una mejora del sistema de fabricación mediante la eliminación de despilfarros siendo éstas todas aquellas acciones que no aportan valor al producto y por las cuáles el cliente no está dispuesto a pagar” (Rajadel y Sánchez, 2010, p.2).

La manufactura esbelta se centra en la reorganización de los procesos reduciendo desperdicios, minimizando pasos y costes de producción. Muchas herramientas y técnicas han sido propuestas en el contexto de Lean Manufacturing. Si bien la manufactura esbelta es considerada como una estrategia de negocio sólo pocos investigadores se han centrado en la validación de su relación positiva con el rendimiento del negocio (Vinoth Dino y Joy, 2012).

3.1.1 Ventajas de Lean Manufacturing

La producción ajustada se enfoca en suministrar productos y servicios más económicos, de mejor calidad y con un tiempo de entrega reducido; mediante la eliminación de despilfarros mejorando el flujo del proceso apoyándose en la sinergia del talento humano al trabajar en equipo (Cabrera, 2012, p. 7). Este enfoque busca generar resultados positivos en la organización tales como:

- Descenso continuo de desperdicios, costes, inventario, tiempos de espera y cambios de montaje.
- Incremento de la calidad de los productos y procesos.
- Niveles altos de participación y compromiso por parte de los empleados.
- Incremento en la satisfacción del cliente.
- Promueve la mejora continua.
- Incrementa ganancias anuales.

- Medición exhaustiva de los procesos clave con respuesta inmediata por parte de los empleados.

3.1.2 Para qué sirve, objetivos, que se mejora y donde se aplica

La metodología del sistema Lean busca “la mejora rápida y sostenida del sistema productivo, gracias a la eliminación sistemática de los desperdicios existentes en la organización” (Torrubiano, 2007, p. 13). Los objetivos de esta metodología son:

- Especificar el valor para el cliente.
- Identificar todas las acciones necesarias para llevar a cabo el producto desde su creación hasta su puesta en marcha, a partir de un pedido hasta su entrega, desde la materia prima hasta que llega a manos del cliente.
- Eliminar cualquier acción que no añada valor.
- Analizar los resultados y comenzar el proceso de evaluación nuevamente.
- Nueva cultura de mejora basada en la comunicación y el trabajo en equipo.

Un sistema Lean Manufacturing supone optar por una producción de flujo continuo, donde se fabrica con stocks mínimos y se eliminan los stocks intermedios o de seguridad. Por tanto, el proceso productivo deberá ser perfectamente coordinado, estableciendo mecanismos para eliminar cualquier posibilidad de error.

De acuerdo a Torrubiano (2007) el principal objetivo de un sistema Lean es el aumento de la eficiencia del sistema productivo el cuál se alcanza a través de tres líneas de actuación:

- Aplicación de un conjunto de herramientas, conceptos y sistemas de trabajo basados en TPS.
- Cambio cultural con una clara orientación hacia la acción a través de los resultados obtenidos después de su implantación.
- Cambio organizativo donde se involucre a todas las personas de la organización para orientar sus energías hacia la mejora del sistema potenciando las competencias del personal y dotándolo de nuevas capacidades.

La metodología Lean se puede aplicar a cualquier organización industrial o de servicios siempre y cuando esté dispuesta a afrontar cambios organizativos. Esta transformación supone un cambio de visión y cultura de la empresa en el cual se necesita un liderazgo importante de la Alta Dirección y un compromiso continuo en todos los niveles de la organización.

3.1.3 Estrategias Lean

Cuando se busca implementar una metodología de trabajo en una organización se debe analizar el entorno de la empresa, identificar los factores críticos para el éxito de la implementación y de cara a ello trazarse una serie de estrategias que permitan lograr el objetivo común. Algunas de éstas son:

- Reconocimiento de desperdicios: Mediante el uso de técnicas que se mostraran posteriormente todo el personal debe estar involucrado en el reconocimiento de cuáles son aquellas actividades que añaden valor agregado desde la perspectiva del cliente y cuáles no, éstas últimas buscar eliminarlas o reducirlas.

- Estandarización de procesos: Es una metodología de trabajo que genera una ventaja competitiva para las organizaciones. Mediante la documentación de procesos, secuencias, ritmos, materiales normas y procedimientos se busca eliminar las variaciones en que se puedan incurrir al desarrollar tareas cotidianas a fin de mejorar los procesos que beneficie en tiempo y productividad a la organización.
- Flujo continuo: Esta técnica se enfoca en la implementación de un flujo continuo de producción que permite producir de forma eficiente partiendo de la eliminación de inventario en proceso (WIP). “Busca reducir el ciclo de operación y con ello los costos y mejorando los tiempos de entrega” (Cabrera, 2012, p. 8).
- Producción pull: En un sistema pull solo se planifica aquello que se va a enviar al cliente fabricándose “pieza por pieza” entregándose en el momento preciso que es requerido eliminando traslados y reduciendo inventarios.
- Calidad en la fuente: Se busca detectar los problemas durante el proceso de producción siendo realizada por los mismos operarios en planta como parte de sus funciones. Así se evita que el producto defectuoso pase al siguiente proceso descartándolos inmediatamente.
- Mejora continua: Otra de las características de lean manufacturing es la búsqueda de la mejora continua en productos y procesos (Oakland, 1993). Este proceso requiere una alta participación y compromiso de todo el personal desde la Alta Dirección hasta los empleados de producción para ello es necesario crear “equipos de mejora” y capacitarlos para ello de manera que se emitan sugerencias y que estas sean implementadas realizando mejoras diarias.
- Versatilidad: Un objetivo de Lean es formar trabajadores polivalentes con una adecuación y habilidades en más de un área o varios equipos y máquinas en proceso (Cabrera, 2012).
- Trabajo en equipo: Se debe buscar la participación de los operarios, capacitándolos de forma permanente en las técnicas, maquinarias y procesos que ayuden a desempeñar sus funciones de manera eficiente. Boyer (1996) en un estudio a más de 200 empresas manufactureras estadounidenses encontró que las compañías de producción lean invierten más en la formación de los trabajadores y la mejora de las instalaciones para que los equipos funcionen correctamente.

3.1.4 Principios básicos

Womack y Jones (1996) sostiene que una pensamiento Lean permite a las compañías “especificar valor, alinear la creación de valor en una mejor secuencia, llevar a cabo estas actividades sin interrupción alguna y con una mayor eficacia”. Estos enunciados nos llevan a los cinco principios del pensamiento Lean:

- Definir el Valor desde el punto de vista del Cliente: El valor es el punto de partida crítico para el pensamiento Lean y debe ser definido por el cliente. El enfoque debe ser hacia la satisfacción del cliente (solución) entregándose en el tiempo correcto al precio adecuado.
- Identificar todos los pasos de la Cadena de Valor: La Cadena de Valor es definida como “un conjunto de actividades específicas necesarias para el diseño, pedido y entrega de un producto específico desde su concepto hasta su lanzamiento, pedido de entrega desde

las materias primas hasta las manos del cliente”. Cualquier cosa que no sea necesario en equipos, materiales, espacios, etc. para crear valor para el Cliente es considerado desperdicio o muda y se deben eliminar o reducir lo más posible.

- Crear flujo: Es hacer que todo el proceso fluya y que se añada valor en cada actividad o tarea realizada desde el concepto del producto, órdenes de materia prima hasta la entrega del producto final en manos del consumidor. Se debe buscar un flujo continuo sin interrupciones, desperdicios o reprocesos abandonando el pensamiento de “producir en cola”.
- Dejar que el cliente “jale” la producción (sistema pull): Womack y Jones (1996) definen el cuarto principio Lean como un sistema de producción en cascada y con instrucciones de entrega desde aguas abajo a aguas arriba en donde nada debe ser producido hasta que el cliente final (aguas abajo) indique que lo necesita. A diferencia del sistema push donde se producía en base a pronósticos de ventas a largo plazo que pueden ocasionar la generación de un stock acumulado innecesario.
- Perseguir la perfección (mejora continua): Una vez que los pasos anteriores son conseguidos se debe comenzar el proceso otra vez a fin de conseguir ciclos de producción más cortos. Este principio considera que la búsqueda de Lean es un proceso sin fin ya que siempre habrán actividades que son consideradas mudas en la cadena de valor y la eliminación completa de una muda es más un estado final deseado que una meta realmente alcanzable.

3.1.5 Casa Lean: estructura

El Sistema de producción Toyota se representa como una estructura dotada de un techo, dos pilares, cimientos y un corazón; esta representación se le conoce como Casa Lean. Para poder construir esta casa se necesitan unos cimientos que le den “estabilidad a partir de una cultura de empresa orientada a largo plazo, una gestión que involucre a todo el personal y que éstos tengan la información adecuada, procesos capaces y realizados siguiendo el mejor estándar conocido y una carga de trabajo nivelada” (Toledano, Mañes y Julián, 2009, p. 114).

Figura 1. Casa Lean



Fuente: www.leansolutions.es

Los dos pilares representan todos aquellos aspectos organizativos y técnicos con los que opera un Sistema de Producción Lean Manufacturing como son Just in Time (JIT) y Jidoka. Estos dos pilares están conectados por el compromiso y la participación de las personas de la organización.

Jidoka consiste en un conjunto de técnicas para detectar y corregir defectos de producción que eviten que cualquier producto o pieza defectuosa avance en el proceso productivo. El otro pilar Just in Time consiste en producir la pieza lo que se necesita, en la cantidad justa y en el tiempo requerido.

En el corazón de la Casa Lean se encuentran las personas y equipos autogestionados orientados hacia la mejora continua que trabajan conjuntamente para reducir despilfarros o ineficiencias.

En el techo de la casa se representan los resultados del trabajo conjunto como son la mejor calidad al menor coste en un menor tiempo de entrega con la mayor seguridad.

3.1.6 Eliminación del despilfarro

El despilfarro se define como “todo aquello que no añade valor al producto o que no es esencial para fabricarlo” (Rajadell y Sánchez, 2010, p. 19). Por tanto, la clave fundamental de un sistema de producción Lean es la identificación y eliminación sistemática de los despilfarros. Según Liker (2014) la mayoría de los procesos en los negocios son un 90% de desperdicio (waste) y un 10% de trabajo de valor añadido.

Las fuentes de desperdicio están, en su mayoría, interrelacionadas y al eliminar un despilfarro, por lo general se elimina o reduce otros desperdicios adicionales.

Según Torrubiano (2007) casi todo el desperdicio/despilfarro se puede reducir de manera significativa realizando alguna o más de las siguientes acciones:

- Reducir el Lead Time (tiempo entre la recepción del pedido y la entrega de éste).
- Reducir los Tiempos de Transición al reducir los tiempos de ocio en la producción cuando se le da mantenimiento o se prepara la máquina
- Acondicionar el proceso para que sea a prueba de errores a fin de que el tiempo y los recursos no se desperdicien.
- Implementar el Mantenimiento Total Productivo (TPM).
- Optimizar la capacidad de la máquina y los procesos para asegurar el cumplimiento de los requerimientos de producción.

3.1.7 Tipos de despilfarros o mudas

Taiichi Ohno definió las siete mudas o desperdicios como núcleo del Sistema de Producción Toyota. De la siguiente manera se clasifican los siete tipos de muda:

- Sobreproducción: Consiste en producir más cantidad de la requerida por el cliente o invertir en diseñar equipos con mayor capacidad de la necesaria; producir en exceso significa perder tiempo y recursos tanto de materia prima, mano de obra, maquinaria,

energía, etc. En fabricar un producto que no se necesita. Este desperdicio implica la coexistencia de los demás desperdicios.

- **Inventario:** Es el exceso de materia prima, trabajo en proceso o producto terminado y su almacenamiento prolongado genera un impacto negativo en la empresa traducidos en costos de almacenaje, transporte, manipulación, obsolescencia, etc. Con posibilidades de sufrir daños, errores de calidad ocultos y demás.

El despilfarro por stock es el resultado de tener más existencias de las que se necesita para satisfacer la demanda inmediata, por tanto si se acumula material antes y después del proceso indica que el flujo de producción no es continuo. Para ello, se deberían monitorizar las actividades intermedias para resolver el problema (Rajadell y Sánchez, 2010, p. 27).

- **Movimientos innecesarios:** Se refiere a movimientos innecesarios de personas o equipamientos dentro del área de un proceso. Es el resultado de un layout mal diseñado que obliga al trabajador a realizar movimientos que fuerzan los desplazamientos normales o tener una postura inadecuada colocando en riesgo la salud del trabajador y generando un entorno poco productivo. “Se debe buscar reorganizar equipo, estaciones de trabajo y personal para lograr un mejor layout y optimizar el espacio y movimiento”. (Cabrera, 2012, p. 10).
- **Transporte:** Es el traslado innecesario de materia prima, equipos, maquinaria y personas que no añade valor agregado al producto. Se debe eliminar estas distancias innecesarias ya que genera un costo, aumenta los plazos de entrega y los riesgos de daños.
- **Esperas:** “es el tiempo perdido como resultado de una secuencia de trabajo o proceso ineficiente” (Rajadell y Sánchez, 2010, p. 23). Las causas más comunes son procesos desequilibrados (un proceso va más rápido que el siguiente), materias primas no disponibles, tiempos de preparación de máquinas (setup), fallas, cambios de formato, etc.
- **Sobrepuesto:** Es la consecuencia de someter al producto a procesos innecesarios que no generan valor al cliente y por el cuál no está dispuesto a pagar. Es una de las mudas más difíciles de detectar ya que la persona que lo realiza no cae en la cuenta que está haciendo un trabajo de más. El objetivo de un proceso productivo debería ser obtener un producto sin aplicar más tiempo y esfuerzo que el requerido (Sanchez y Rajadell, 2010, p.26).
- **Defectos:** Son aquellos productos que se encuentran fuera de las especificaciones del cliente y que por tanto no aportan valor al mismo. Estos significan una gran pérdida de productividad ya que incluye trabajo extra como consecuencia de no haber ejecutado correctamente un proceso. Generan costes directos de no calidad, consumo de materia prima, mano de obra, reprocesos además de insatisfacción por parte del cliente.

Adicionalmente, se considera como muda desperdiciar el talento humano; es decir, no usar la capacidad del personal para las necesidades del puesto ni la mejora de procesos. Se debe aprovechar al máximo las ideas de los miembros de la organización para detectar posibles mudas, el no involucramiento del personal genera desmotivación en los empleados, desaprovechamiento de recursos y desconfianza en los sistemas de mejora.

3.1.8 Herramientas básicas de un sistema productivo

A través de los años muchas herramientas y técnicas han sido desarrolladas para dar soporte a la filosofía Lean. Para entender y clasificar las herramientas Lean hay una necesidad de considerar la relación de estas herramientas y las técnicas con los componentes de la organización, los problemas que se intentan resolver, el tipo de desperdicios que abordan y los recursos que son necesarios para su implementación. (Pavnaskar, Gershenson y Jambekar, 2003, p. 3078).

Las principales herramientas que pueden ser implementadas por si solas o en conjunto son:

- Mapa de flujo de valor (Value stream mapping): Antes de iniciar un proceso de implantación de lean manufacturing es preciso entender la situación actual, mostrando el flujo de material e información. Para ello es importante recordar que una cadena de valor (value stream) es “el conjunto de acciones específicas que se necesitan actualmente para mover un producto a través de los principales flujos esenciales como son el flujo de producción y el flujo de diseño” (Rother y Shook, 1999, p. 3).

El Value Stream Mapping (VSM) es una técnica que ayuda a plasmar de manera sencilla y visual todas las actividades que se realizan actualmente para fabricar un producto, para identificar así cuál es la cadena de valor. “Es una visión del negocio donde se muestra tanto el flujo de materiales como de información desde el proveedor hasta el cliente” (Rajadell y Sánchez, 2010, p. 34).

A partir de la representación gráfica de los flujos actuales se rediseña el proceso para aplicar los principios de un Sistema Lean y se comienza a trabajar en las oportunidades de mejora detectadas para eliminar despilfarros existentes y aumentar la eficiencia del sistema.

- 5S: Es un sistema visual orientado a la limpieza, organización y disposición diseñada para facilitar una mayor productividad, seguridad y calidad. Es una manera de involucrar a todo el personal y contribuir al cambio cultural. Sirve de base para la autodisciplina en el trabajo, un mejor ambiente de trabajo y mejores productos. (García-Alcaraz, Maldonado-Macías y Cortes-Robles, 2014, p.8).

Se considera como la base principal para poder desarrollar las otras herramientas que constituyen el sistema Lean. La herramienta 5S “se encuentra ligada a la orientación hacia la calidad que se originó en Japón bajo la visión de Deming y que se encuentra incluida dentro de la mejora continua o kaizen” (González, 2007, p. 93).

La implantación de las 5S’s sigue un proceso establecido por cinco fases cuyo desarrollo implica la asignación de recursos, adaptación a la cultura de la empresa y consideración de aspectos humanos. Las cinco fases son:

- Seiri: Separar en el área de trabajo todos aquellos materiales que son útiles de aquellos que no lo son. Desechar todo aquello que resulta innecesario.
- Seiton: Ordenar los elementos necesarios e identificar su ubicación de modo que resulten de fácil uso, acceso y reposición. “Un lugar para cada cosa y cada cosa a su lugar”.

- Seiso: Efectuar una limpieza inteligente del área de trabajo que incluye diseñar aplicaciones que permitan identificar fuentes de suciedad, asegurando que todo se encuentre en perfecto estado.
 - Seiketsu: Es una limpieza estandarizada; es decir, establecer normas sencillas y visibles que permitan diferenciar comportamientos correctos de las anomalías. Estas normas deben permitir recordarles a los trabajadores que es lo que deben hacer respecto a su área de trabajo y como la deben mantener.
 - Shitsuke: Significa disciplina; es decir, evitar que se rompan los procedimientos ya establecidos manteniendo y respetando diariamente los estándares y condiciones anteriormente definidas. Es el hilo entre las 5S y la mejora continua.
- Mantenimiento Productivo Total (Total Productive Maintenance TPM): Es un innovador concepto japonés que fue introducido por Seiichi Nakajima, quién es considerado como el pionero del TPM. El Mantenimiento Productivo Total es “una metodología compuesta por una serie de actividades ordenadas que a su vez implantadas ayudan a mejorar la competitividad de la organización” (Maldonado, 2008, p.58).

El TPM es responsable de que las máquinas y equipos se encuentren en perfectas condiciones cuando se les requiera y que continuamente se fabriquen productos de acuerdo a los estándares de calidad en un tiempo de ciclo adecuado enfocándose día a día a Cero Accidentes, Cero Defectos, Cero Pérdidas, Cero Averías, Cero Tiempo Ocioso.

Dentro de la metodología TPM hay procesos fundamentales denominados los 8 pilares (Ver figura 2), los cuales sirven de soporte para la implementación del modelo. Se deben analizar las causas que provocan pérdidas en el sistema y a partir de estas implementar programas de mantenimiento autónomo y preventivo, así como programas de formación donde el operario se identifique con el equipo y el rendimiento de éste.

Figura 2. Pilares del TPM



Fuente: www.cdiconsultoria.es

- Kanban: Es un sistema japonés de control y programación sincronizada de la producción basado en tarjetas o cualquier otra señal visual que “consiste en que cada proceso retira los conjuntos que necesita de los procesos anteriores y estos comienzan a producir solo

si piezas, subconjuntos y conjuntos se han retirado, sincronizándose el flujo de materiales desde los proveedores hasta el montaje final” (Rajadell y Sánchez, 2010, p. 96).

Según Gross y Mcinnis (2003) el objetivo de este sistema es controlar y reducir los costes de almacenamiento de materiales, incrementando la disponibilidad de materiales y eliminando las paradas de producción a consecuencia de falta de materiales necesarios.

Controla la producción al integrar los procesos en base al sistema Pull transmitiendo una orden que viene del cliente final pasando por los clientes internos ubicados aguas abajo. La mejora de procesos Kanban se ve reflejada al reducir desperdicios, organizar el área de trabajo, evitar la sobreproducción y reducir inventarios con el control de una proceso al siguiente, disminuyendo de manera notable el WIP (Cabrera, 2012, p. 225)

- Single Minute Exchange of Die (SMED): Para De la Fuente et al. (2006) el sistema SMED nació como un conjunto de conceptos y técnicas destinadas a reducir el tiempo de preparación/cambio en menos de 10 minutos. SMED reduce de forma considerable los tiempos de cambio (setup) evitando la necesidad de trabajar con grandes lotes de producción.

Se entiende por tiempo de cambio como el tiempo entre la última pieza producida de producto A y la primera pieza producida del producto B. La mejora en la reducción de tiempo aporta ventajas competitivas para la empresa ya que aumenta la capacidad de adaptarse a los cambios de la demanda y la reducción de inventarios (Maldonado, 2008, p. 42).

- Despliegue de la Función de Calidad (Quality Function Deployment – QFD): Es una metodología que ayuda a la eliminación de despilfarros o “mudas desde la fase de concepción y diseño de los productos teniendo en cuenta la voz del cliente traduciéndolas en características de diseño y operación que satisfacen las expectativas del mercado.

El QFD persigue tres objetivos como son dar prioridad a las necesidades de los clientes, traducir esas necesidades en especificaciones y características del producto y por último, diseñar, producir y entregar un producto o servicio de calidad centrándose en la satisfacción del cliente.

Con la aplicación del QFD se eliminan costosas correcciones y modificaciones sucesivas en los productos y procesos antes de la puesta en marcha, con lo que se consigue reducir costes y tiempo invertido en las etapas de diseño y desarrollo (Torrubiano, 2007, p.36).

- Jidoka: Es uno de los principios básicos del Sistema de Producción Toyota. Jidoka “significa la aplicación del toque humano para hacer frente a los problemas de fabricación en el momento inmediato en el que son detectados” (García-Alcaraz et al, 2014, p. 9). Como ya se comentó anteriormente el éxito de la implementación de la metodología Lean es la delegación de la autoridad a los operarios para que estos puedan tomar iniciativas ante problemas en la línea de producción.

Así pues, Jidoka es usado para capacitar a cualquier operario a detener la línea de montaje cuando se detecta un problema. Cuando esto sucede el empleado pulsa un botón para detener la producción, activándose una lámpara que alerta a los compañeros de sección los cuales se acercan al área de trabajo para juntos poder resolver el problema y evitar que trascienda en procesos posteriores.

Algunos de los beneficios de implementar Jidoka son incrementar la confianza e implicación de los empleados, mejorar la comunicación entre ellos, crear señales de urgencia inmediata para resolver problemas, reconocimiento de la causa del problema y “a largo plazo reduce accidentes, costes y reestablece la confianza de los clientes” (Bodek, 2011).

- Heijunka: Es una palabra japonesa que se traduce como “producción equilibrada”. Consiste en la planificación de la producción en pequeños lotes de diferentes modelos de en periodos cortos de tiempo producidos en la misma línea, amortiguando las variaciones de la demanda del cliente. “Al equilibrar la producción se pasa de una línea dedicada a fabricar un solo producto y se establece una línea flexible capaz de fabricar varios productos” (Cabrera, 2012, p. 318).

Esta técnica conecta toda la cadena de valor, desde proveedores hasta clientes, acercándose a una cadencia de producción a la cual debe ser fabricado un producto para satisfacer la demanda del cliente conocido como Takt Time (Torrubiano, 2007, p. 29).

Como señala Cabrera (2012) para usar Heijunka se debe impulsar a la estandarización para que no se vuelva a repetir el mismo problema, así pues se tendrá que perfeccionar otras técnicas como SMED, TPM, Kanban, Poka Yoke, Personal Multihabilidad y Capacitación continua. Si no se cuenta con dichas herramientas, no será posible la correcta implementación de la caja Heijunka para realizar la mezcla de productos en una producción lean multiproducto.

- Trabajo estandarizado: Es un conjunto de procedimientos de trabajo que establecen el mejor método y secuencia para cada proceso. Para ello se cuenta con una Hoja de Trabajo Estandarizado que “es el método de trabajo por el cual se elimina la variación, desperdicio y desequilibrio realizando las operaciones con mayor facilidad, rapidez y menor costo teniendo siempre como prioridad la seguridad y la satisfacción de los clientes” (González, 2007, p. 103).

Se debe documentar las modificaciones al procedimiento de trabajo estandarizado existente en base a la mejora lograda. El involucramiento de los operarios es clave para desarrollar ideas kaizen y determinar métodos de trabajo más eficientes logrando consenso entre todos que permitan asegurar la calidad, seguridad y satisfacción de los clientes (Cabrera, 2012).

- Justo a tiempo: Existen varias definiciones de JIT, desde el sentido estricto de la producción justo a tiempo hasta el de una filosofía de gestión para satisfacer a los clientes y obtener una ventaja competitiva en el mercado (Chang y Lee, 1996). Singh y Garg (2011) proponen que el sistema de fabricación JIT se basa en una filosofía de eliminación de desperdicios, donde la idea central es exponer los problemas y utilizar la capacidad de cada trabajador para obtener el máximo beneficio.

Con el JIT se busca “fabricar los productos necesarios en las cantidades requeridas en el instante preciso” (Rajadell y Sánchez, 2010, p. 15). Varias investigaciones han demostrado que una implementación exitosa de JIT tiene el potencial de incrementar la eficiencia y eficacia organizacional (García-Alcaraz et al, 2014, p. 208).

Algunos beneficios de su implementación son el incremento de la calidad de los productos, reducción del WIP y desechos en cada etapa del proceso, reducción del coste unitario de fabricación así como los tiempos de preparación de máquina, además de un

sistema pull conectado a los clientes y proveedores que permiten que haya una producción más ágil y que mejore la fiabilidad de los tiempos de entrega.

3.1.9 Indicadores

Una vez revisadas las diferentes herramientas lean que pueden ser implementadas un factor importante es saber cómo estas mejoras implementadas son beneficiosas para la empresa. Para poder medir su rendimiento y eficacia será necesario utilizar indicadores que traduzcan en número las acciones realizadas.

Según Rajadell y Sanchez (2010) la mejor manera que las personas contribuyan con la implantación de las técnicas lean es que puedan medir sus esfuerzos en actividades de mejora. Sostienen que la medición es la clave para un cambio exitoso y sostenible y que la correcta implantación de un sistema de medibles y la revisión de los mismos son elementos importantes para la mejora continua. Por tanto la recolección de los datos debe ser de forma fácil, fiable y en el momento oportuno.

Existen infinidad de indicadores lean pero de acuerdo a las herramientas usadas y a las características de cada proceso de la organización deberán usarse los más adecuados. A continuación se presentan los más comunes:

- Eficiencia global de equipos (Overall efficiency equipment –OEE): Es un indicador clave de mejora de la eficiencia. El OEE establece la comparación entre el número de piezas que podrían haberse producido a velocidad nominal y sin averiarse y las unidades que realmente se han producido.
- Calidad a la primera (First time through – FTT): Este indicador nos muestra la calidad de un proceso se calcula “el porcentaje de piezas fabricadas bien hechas a la primera para las cuales no ha sido necesario el reproceso. Además permite conocer la efectividad de la estandarización del trabajo” (Martín, 2013, p. 64).
- Tiempo de paro por línea (Non productive hours – NPH): Considera los minutos totales de paro de operarios que se han producido en una línea.
- Lead Time interno (Dock to dock – DTD): Es el tiempo transcurrido desde la descarga de la materia prima en planta hasta el embarque de productos terminados para su envío. Con este se busca que el tiempo de fabricación interno total sea el menor posible ya que ofrece ventajas como “mayor flexibilidad, mayor capacidad de respuesta reducción de costes, inventarios y tiempos de entrega” (Martín, 2013, p. 73).
- Tiempo por pieza (Time per unit – TPU): Es el tiempo que se necesita para fabricar una unidad de producto, para su cálculo se consideran solo los operarios de la línea.
- Tiempo de cambio de producto: Es el tiempo que se tarda en realizar el cambio de fabricación de un producto A a otro producto B. Se mide con cronómetro y el ahorro de tiempo representa una reducción del tiempo de cambio.
- Pedidos entregados a tiempo (On time delivery – OTD): “Miden el nivel de cumplimiento de la entrega de los pedidos en la fecha o periodo de tiempo pactado con el cliente” (Martín, 2013, p. 77). Se busca que las entregas de pedidos a tiempo sea siempre sobre el 95% de cumplimiento.

- Rotación de inventario: Es un indicador usado para el control de gestión de la función logística de una empresa, se busca rotar el inventario tan rápidamente que se recibe el pago de los productos antes de pagar la materia prima. Expresa el número de veces que el inventario ha sido repuesto durante un periodo de tiempo.
- Defectos por unidad: Mide el nivel de defectos de un proceso, relaciona el número de unidades producidas que tienen uno o más defectos con el número total de unidades producidas.

3.2 Six Sigma

En la actualidad, las empresas están enfocadas en desarrollar diferentes estrategias y métodos que le permitan incrementar la calidad de sus productos, procesos y servicios y reducir sus costes en orden de satisfacer las necesidades de sus clientes. Una de las metodologías que incorporan a sus procesos es el Seis Sigma, el cual “ha sido adoptado por muchas compañías para reducir la variación de sus procesos y productos” (García-Alcaraz et al, 2014, p. 88).

El Seis Sigma es “una metodología rigurosa de mejoramiento desarrollada por Motorola en los años 80, cuyo principal enfoque es el cliente” (Mantilla y Sanchez, 2012, p. 27). Algunos autores como Harry, Schroeder y Linsenmann (1999) definen SS como un proceso de negocio que le permite a las empresas mejorar drásticamente sus ganancias al diseñar y monitorear cada actividad de forma que minimicen desperdicio y recursos, mientras aumenta la satisfacción del cliente.

3.2.1 Objetivos de Seis Sigma

Como ya se dijo líneas arriba, Seis Sigma es una métrica para medir el rendimiento del proceso y la calidad del producto. Sigma es una letra del alfabeto griego usado por los estadísticos para medir la variación (desviación estándar). El objetivo específico de esta metodología es alcanzar un punto crítico para la calidad, característico de productos y procesos al reducir la variabilidad entre límites de especificación (García-Alcaraz et al, 2014, p. 89).

Seis Sigma se enfoca en tres aspectos principales como son mejorar la satisfacción del cliente, reducir los tiempos de ciclo y reducir defectos (Mantilla y Sánchez, 2012, p. 28). SS es una filosofía de calidad basada en la asignación de metas alcanzables a corto plazo enfocadas a objetivos a largo plazo; el cual es diseñar e implementar procesos más robustos en los que los defectos se miden a niveles de unos pocos por millón de oportunidades y que tiene como visión reducir los defectos hasta menos de 3 defectos por millón de oportunidades.

Según Gómez, Vilar y Tejero (2002) esta metodología presenta la importancia de reducir la variación, los defectos y los errores en todos los procesos a través de una organización para así lograr aumentar la cuota de mercado, minimizar los costos e incrementar márgenes de ganancia.

3.2.2 Metodología DMAIC

La metodología Seis Sigma se caracteriza por cinco etapas concretas las cuales son Definir, Medir, Analizar y Control (Define, Measure, Analyze, Improve y Control en inglés). Cada etapa se enfoca en obtener los mejores resultados posibles para minimizar la posibilidad de error mediante el uso de diversos pasos y herramientas por etapa que pueden ser usadas de acuerdo al tipo de proyecto a enfrentar.

A continuación se hará una breve descripción de cada etapa:

- **Definir:** Es la fase inicial, aquí se identifican los proyectos potenciales del Seis Sigma. Se lleva a cabo un análisis completo de la información de la empresa, que incluyen entradas y variables del proceso de producción, medibles e indicadores claves de rendimiento, retroalimentación del cliente, empleados, tasa de defectos, capacidad de proceso, entre otros con el fin de determinar el rendimiento actual (García-Alcaraz et al, 2014, p. 101).

Una vez seleccionado el proyecto, se selecciona el equipo más adecuado para su ejecución, asignándole la prioridad necesaria. En esta fase es esencial la determinación de factores que intervienen en la calidad del proceso, a través de herramientas adecuadas una de ellas el Diagrama de Pareto. Los resultados obtenidos son graficados con la finalidad de mostrar que factores afectan más los problemas de calidad, para ello se utilizan los gráficos de Ishikawa y por último los diagramas de correlación que permiten ver si hay relación entre las características de calidad (Valderrey, 2010, p.31)

- **Medir:** El siguiente paso es establecer el rendimiento del proceso actual, para ello se mide la línea base de rendimiento (baseline) antes de intentar identificar mejoras. En esta fase se definen los defectos, se recopila la información primordial para el producto o proceso y se establecen metas de mejora.

El propósito es identificar y documentar los parámetros del proceso que afectan el rendimiento y características del producto que interesen al cliente. A medida que el proyecto avanza los datos son actualizados, el equipo planifica la recopilación de información para las siguientes fases (análisis) para la posterior validación del sistema de medición además de procesos y capacidades (De Feo y Barnard, 2004, p. 223)

- **Analizar:** En esta fase se analizan los datos de rendimiento actual y pasado con el objetivo de generar una lista de prioridades de las fuentes de variación. Se desarrollan y prueban hipótesis sobre las relaciones causa-efecto posible. En esta fase se confirman los determinantes del rendimiento del proceso mediante la separación de las pocas variables vitales (responsables de la variación) de las muchas variables triviales. Se utilizan herramientas como histogramas, box plots, análisis multivariantes, correlaciones y regresiones, prueba de hipótesis, tablas de contingencia y análisis de varianzas (ANOVA).
- **Mejorar:** “Se busca determinar la relación causa-efecto (relación matemática entre las variables de entrada y variables de respuesta de interés) para predecir, mejorar y optimizar el funcionamiento de los procesos” (Valderrey, 2010, p. 199).

Aquí se experimenta mediante la prueba de la solución a pequeña escala en un ambiente real de negocio. El equipo puede optimizar el rendimiento del proceso utilizando técnicas tales como métodos de superficie de respuesta y operación evolutiva.

- **Control:** La fase de control tiene por finalidad diseñar y documentar los controles necesarios para asegurar que los beneficios de la mejora Seis Sigma se mantengan una vez que se han implementado los cambios. “Se requiere de estandarización de métodos de trabajo y monitoreo continuo de las operaciones” (García-Alcaraz et al, 2014, p. 109).

Se utilizarán herramientas como gráficos de control por variables y por atributos, pruebas de error, se revisan los procedimientos estándar (SOP) e instructivos de trabajo. Además se actualiza la documentación de procesos y se desarrollan planes de control de procesos. La implementación y el rendimiento actual del proceso deben ser

monitoreados por un período de tiempo para asegurar que los beneficios sean mantenidos.

3.2.3 Estructura humana en el Seis Sigma

Para el desarrollo de la metodología Seis Sigma de forma eficiente se requiere de una estructura humana comprometida, donde cada persona tiene un papel importante en avance del proyecto y búsqueda de la mejora continua. Dentro de esta estructura organizacional se cuenta con cuatro roles importantísimos en el éxito de la implantación de SS:

- Los Campeones (Champions): Por lo general, los Champions son miembros de la dirección o un ejecutivo o directivo clave con la responsabilidad de hacer que los equipos multifuncionales se centren en el desarrollo del proyecto. Es quien identifica los proyectos de mejora que satisfacen objetivos estratégicos. Son los responsables de identificar y seleccionar a los Black Belt competentes y miembros el equipo que difundirán los conocimientos Seis Sigma por toda la empresa y coordinarán un determinado número de proyectos.

Un Champion debe ser “un entusiasta del proyecto y perseguir desde un inicio el efecto de resistencia al cambio, debe ser capaz de crear el nivel de confianza que permita superar la más arraigadas resistencias mentales” (Gómez et al, 2002, p. 112). En términos generales: dirige, apoya, defiende, protege, pelea por, mantiene, sostiene y ampara los esfuerzos de Seis Sigma.

- Los cinturones negros máster (Master Black Belt): Asumen la función de entrenadores, mentores o consultores para los Black Belts. Reciben un entrenamiento y coordinación posterior a la de un Black Belt y son; por lo general, expertos en herramientas analíticas de Six Sigma. Como entrenadores, los Master Black Belt tienen la tarea de asegurarse que los Black Belt y su equipo se encuentren enfocados en el proyecto.

Juegan un papel importante para mantener vivo el proceso de cambio, los ahorros de costos y mejorar la experiencia del cliente, también apoyan y aconsejan a los Champions y a la dirección ejecutiva.

- Los cinturones negros (Black Belts): “Son los expertos en la implantación de SS con la habilidad para desarrollar, coordinar y liderar equipos de mejora de procesos interfuncionales” (De Feo y Barnard, 2004, p. 241).

La elección de un Black Belt debe basarse en la experiencia en el área a mejorar, conocimientos en estadística y herramientas SS, deber ser dinámico, líder nato y tener disposición de realizar cambios además de contar con la habilidad para organizar, comprar proyectos y coordinar equipos multifuncionales. Los Black Belt dedican el 100% de su tiempo al programa Seis Sigma, considerando que reciben una formación rigurosa y altamente exigente y deben ser certificados para ejercer como tales. Por todo esto son considerados el papel más crítico en Seis Sigma.

- Los cinturones verdes (Green Belts): Son aquellas personas de la organización que se dedican a tiempo parcial al proyecto Seis Sigma. Un Green Belt aplica sus conocimientos a las actividades del día a día del negocio, recibe un nivel inferior de especialización en SS teniendo un enfoque más técnico y menos directivo que un Black Belt.

Tiene como tareas principales auxiliar a los Black Belts en la recogida de datos y liderar pequeños proyectos de mejora en sus respectivas áreas de actuación.

3.2.4 Herramientas Seis Sigma

Existen muchas herramientas de Seis Sigma relacionadas a la mejora de la calidad, así como análisis de datos cuantitativos y estadísticos y posteriormente de control y mejora continua de procesos. Para entender un poco más se clasificaran por cada una de las etapas del Seis Sigma.

3.2.4.1 Definir

- Diagrama de Ishikawa o causa-efecto: También llamado diagrama de espina de pescado fue creado como herramienta de trabajo en los círculos de calidad. “Se utiliza para representar de forma gráfica, clara y precisa qué factores afectan a un problema de calidad” (Valderrey, 2010, p. 45).

Se puede utilizar para estructurar el resultado de una sesión de tormenta de ideas para detectar las causas y consecuencias de los problemas de un proceso, así las causas se clasifican en categorías debiendo utilizarse aquellas categorías principales que ayuden a que emerja la creatividad de las personas. Este diagrama se utiliza para dar solución a problemas de calidad, aunque puede usarse en la resolución e problemas de cualquier actividad.

- Diagrama de Pareto o análisis ABC: “Consiste en la clasificación de los elementos o factores que intervienen en un proceso por su orden de importancia, para poder tratar casa uno de ellos de una forma distinta según su peso específico” (Valderrey, 2010, p. 32).

Este gráfico está basado en el principio de Pareto en el cuál el 80% de los problemas provienen del 20% de las causas. A pesar de que los porcentajes no siempre son exactamente 80/20, usualmente sí se cumple esta relación entre los “pocos y vitales y muchos y triviales (Gómez et all, 2002, p. 227)

- Diagrama de correlación: Es una herramienta que sirve para investigar si existe relación entre dos características de calidad X e Y de un proceso. Se utiliza después de una sesión de tormenta de ideas (brainstorming) con el objetivo de determinar su una causa y un efecto se encuentran relacionados o también cuando dos efectos que parecen estar relacionado ente si tienen la misma causa.

3.2.4.2 Medir

- Histogramas: Es un gráfico de barras que muestra la distribución de una serie de mediciones individuales tomadas del resultado de un proceso, aquí se refleja la dispersión de los valores respecto a la media. En un histograma se ven los resultados de un proceso para todas las causas. Es una herramienta muy visual donde se resume de forma rápida una gran cantidad de datos que proporciona información para reducir variación y eliminar la causa de los problemas.
- Gráfico de tendencia: Según Valderrey (2010) en la metodología Seis Sigma un componente importante de la evolución en el tiempo de una serie de datos de una característica de calidad es su tendencia o movimiento a largo plazo de la serie.
- Fiabilidad: En estadística, la fiabilidad es un concepto que determina la precisión de las mediciones. Por tanto, la fiabilidad estadística determina si un experimento es reproducible o no. En un análisis de fiabilidad se entiende por escala cualquier tipo de

instrumento de medida como cuestionarios, pruebas de rendimiento, encuestas de opinión, etc. La fiabilidad es la capacidad de la escala de medir, de forma consistente, precisa y sin error, la característica que se desea medir. Por tanto, cuando se aplica la escala a los mismos sujetos en situaciones diferentes ha de obtenerse la misma medición.

3.2.4.3 Analizar

- **Contraste de hipótesis:** Una hipótesis estadística es una afirmación que se hace sobre una o más características de una población. Por lo general, para la comprobación de hipótesis en características de calidad, se contrasta la observación con muestras aleatorias simples de la población ya que ésta última suele ser muy grande.
- **Análisis de capacidad de procesos:** Es la herramienta básica dentro de cualquier programa de control de calidad. Sirve para evaluar si la característica de control de un producto o proceso es capaz de satisfacer los requerimientos. El objetivo principal de esta herramienta es “determinar la variación natural de un proceso cuando se han minimizado los efectos de todos los factores ajenos que no contribuyen al mismo” (Valderrey, 2010, p. 187).

3.2.4.4 Mejorar

- **Diseño y análisis de experimentos:** Es una herramienta que consiste en una prueba o serie de pruebas en las cuales se inducen cambios deliberados en las entradas a los procesos bajo estudio de forma que sea posible observar los efectos en los resultados obtenidos (Gómez et al, 2002, p. 351).

Una vez que se identifican las variables importantes que afectan la salida del proceso, suele ser necesario modelar la relación entre las variables de entradas y las características de calidad de la salida. Para elaborar estos modelos se incluyen técnicas estadísticas como el análisis de regresión y el análisis de series de tiempo que permiten encontrar funciones con un determinado error medible. La mejor manera de evitar problemas futuros de calidad es utilizar el Diseño y Análisis de Experimentos desde las primeras etapas del ciclo de producto, requiere el uso de prototipos o simulaciones para evaluar los diferentes diseños de los componentes de un conjunto.

3.2.4.5 Controlar

- **Gráficos de control por atributos y/o variables:** El objetivo final es controlar los procesos mejorados a través de la identificación de los valores establecidos para los parámetros de control del proceso. Una vez determinada en qué momento del proceso se van a realizar estas mediciones se evalúa qué tipo de gráfico es conveniente utilizar si el de variables o el de atributos.

Los gráficos de control permiten detectar la actuación de causas especiales de variación sobre el proceso. El gráfico de control por variables se usa para contrastar características de calidad cuantitativas permitiendo el uso de procedimientos de control más eficientes y que nos dan más información sobre el rendimiento del proceso.

Por otro lado, los gráficos de control por atributos son utilizados para contrastar características de calidad cualitativas que no pueden representarse convenientemente con

números y por lo general suele ser clasificado como conforme/disconforme o no defectuoso o defectuoso.

3.3 Lean Seis Sigma

3.3.1 Qué es LSS

Según George (2002) en su libro *Lean Sigma: Combining Six Sigma quality with Lean production speed*, LSS es una metodología que maximiza el valor de los grupos de interés mediante la consecución de mejores ratios en la satisfacción del cliente, costes, calidad, velocidad de proceso y capital invertido.

Así pues la fusión de Lean y Seis Sigma se requiere debido a:

- Lean no puede hacer que un proceso esté bajo control estadístico.
- SS por sí solo no puede mejorar dramáticamente la velocidad del proceso y reducir la inversión de capital.

Muchos autores coinciden que ambos enfoques contienen una gama de herramientas y técnicas que se complementan y refuerzan uno al otro y que en muchos proyectos la combinación de Lean y Seis Sigma pueden brindar notables resultados y ser al día de hoy, el más poderoso motor disponible para la creación de valor sostenible.

Aunque continúan siendo dos prácticas y filosofías distintas, la integración de Lean y Seis Sigma ha creado un enfoque que es más flexible y aplicable a la hora de abordar retos empresariales. (Shaffie & Shahbazi, 2012).

Según Jugulum y Samuel (2008) la adopción y mezcla de estos dos enfoques no están exentas de problemas. Por un lado, cuando se mejora la velocidad de los procesos, la calidad o los costes pueden verse dañados. Por otra parte cuando se reducen defectos y se mejora la calidad podrían incrementarse los costes, reducirse la velocidad de los procesos o degradar el medio ambiente. La clave de la integración de estas dos metodologías en un solo enfoque para hacer las cosas más rápido, mejor, más barato, más seguro y más verde.

3.3.2 Integración Lean Seis Sigma

Lean Manufacturing y Seis Sigma son dos metodologías enfocadas en los requerimientos del cliente, Lean está basada en el Sistema de Producción Toyota (TPS) y su utilidad se ve reflejada en la eliminación sistemática de desperdicios. Por su parte Seis Sigma busca reducir las variaciones en los procesos consiguiendo reducir fallos en el producto.

Ahora bien, ¿en qué radica la importancia de integrar ambas metodologías? Según Anthony (2003) cuando se aplica Seis Sigma de manera aislada no se trabaja en mejorar la variabilidad del proceso y puede que uno de las necesidades del cliente como los tiempos de entrega no se vean favorecidos. De igual manera, las mejoras propuestas utilizando Lean podrían verse limitadas al no tener el marco de la infraestructura cultural de Seis Sigma.

En la siguiente tabla propuesta por Pyzdek (2003) nos indica que los dos enfoques pueden verse como complemento uno de otro.

Tabla 1. Sinergia de Lean y Seis Sigma

Lean	Seis Sigma
Metodología establecida para mejoras	Despliegue de una metodología de políticas
Centrado en la cadena de valor hacia cliente	Medición de requerimientos del cliente y gestión de funciones cruzadas
Aplicación basada en proyectos	Habilidades de administración de proyectos
Entender las condiciones actuales	Descubrimiento del conocimiento
Recoger datos del producto y de la producción	Herramientas de recolección y análisis de datos
Diseño actual y flujo de documentos	Mapeo de procesos y diagramas de flujo
Medir el tiempo del proceso	Herramientas y técnicas de recolección de datos y control estadístico de procesos (CEP)
Calcular la capacidad del proceso y el Takt time	Plan de control de procesos
Crear hojas de combinación de estándares de proceso	Diagrama causa- efecto, Análisis de Modo y Efecto de fallas (FMEA)
Evaluar opciones	Habilidades de trabajo en equipo
Planificar nuevos diseños	Métodos estadísticos para la comparación válida
Poner a prueba para confirmar la mejora	Siete herramientas estadísticas, siete herramientas de control de calidad, diseño de experimentos
Reducir tiempos de ciclo, defectos de productos, tiempos de recambio, fallos de equipo, etc.	

Fuente: The Six Sigma Handbook (Pyzdek, 2003)

En la siguiente tabla resumen propuesta por Anthony (2003) nos muestra las diferencias fundamentales entre las dos metodologías así como la complementariedad de las mismas.

Tabla 2. Diferencia entre Lean y Seis Sigma

Características	Seis Sigma	Lean Manufacturing
Enfoque hacia el cliente	No	Sí
Enfoque en crear un área de gestión visual	No	Sí
Creación de hojas de estándares de trabajo	No	Sí
Ataque al inventario de trabajo en proceso	No	Sí
Buen mantenimiento del lugar de trabajo	No	Sí
Planeación y monitoreo de control de procesos	Sí	No
Reducir variación y lograr salidas del proceso uniformes	Sí	No
Fuerte aplicación de herramientas y técnicas estadísticas	Sí	No
Emplea metodología de solución de problemas estructurada, rigurosa y bien planeada	Sí	No
Ataca desperdicios debido a esperas, sobreprocesos, movimientos, etc.	No	Sí

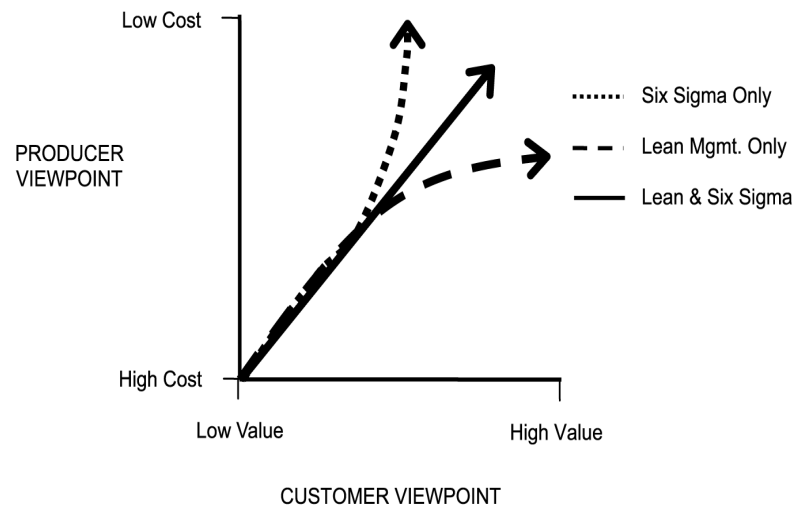
Fuente: Anthony (2003).

De acuerdo al artículo “The integration of lean management and Six Sigma” de Arnheiter y Maleyeff (2005) en la figura 3 resume el tipo de mejoras que pueden darse en organizaciones que practican Lean, Seis Sigma o la integración de ambas puede ofrecer. El eje horizontal representa la perspectiva del valor del cliente, incluyendo la calidad y el rendimiento de entrega. El eje vertical representa el coste que incurre el fabricante para ofrecer el producto o servicio al cliente. Bajo cualquier sistema las mejoras serán ejecutadas, pero éstas comenzarán a estabilizarse en un punto determinado en el tiempo.

Solo con Seis Sigma, la nivelación de las mejoras decae debido al énfasis en la optimización de la calidad y la entrega de productos pero hace caso omiso en los sistemas operativos básicos para eliminar las actividades de despilfarro.

Solo con Lean Manufacturing la nivelación de la mejora se da debido al énfasis en la racionalización del flujo del producto, pero el beneficio de hacerlo es menor que usando métodos de análisis de datos y controles estadísticos de calidad.

Figura 3. Naturaleza de la ventaja competitiva.



Fuente: The integration of lean management and Six Sigma (Arnheiter, 2005)

La complementación de ambas metodologías se resume en la siguiente tabla, las herramientas y técnicas utilizadas por Lean y Seis Sigma a pesar de ser diferentes pueden alcanzar mejoras en búsqueda de la excelencia con una mayor flexibilidad.

Tabla 3. Razones por las que Lean y Seis Sigma se complementan

Lean necesita Seis Sigma por que	Seis Sigma necesita Lean por que
Lean no prescribe explícitamente los roles necesarios para alcanzar resultados sustentables.	Se identifica el desperdicio. Seis Sigma sub optimiza procesos.
Provee una serie de herramientas para entender problemas y fuentes de variación.	Mejora el tiempo de ciclo y la velocidad de los procesos.
Lean no reconoce el impacto de la variación.	Incluye métodos de rápida acción (Kaizen).
Lean no es tan fuerte en las fases de medición y análisis como en el DMAIC.	Seis Sigma se hace más rápido si con Lean se eliminan los pasos que no agregan valor.

Fuente: George (2003).

3.3.3 Modelos de despliegue de herramientas

Se han encontrado cuatro modelos de despliegue de la metodología Lean Seis Sigma, estos nos muestran que se debe integrar los dos enfoques de manera holística.

3.3.3.1 Despliegue según Michael George

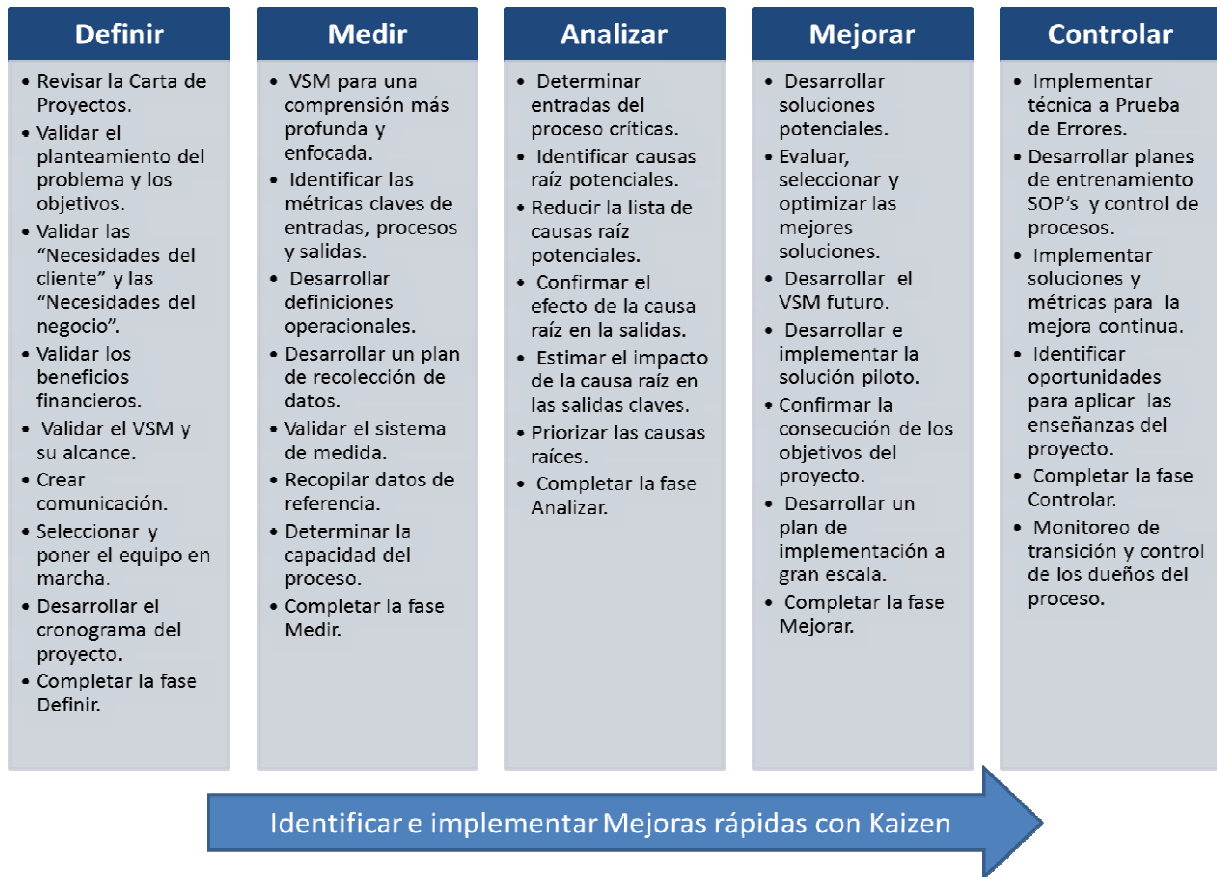
De acuerdo a George (2002) el principio de Lean Six Sigma es que las actividades que causa problemas críticos a la calidad que el cliente requiere y crean retrasos de tiempo más largos que cualquier otro proceso, ofrecen mayor oportunidad de mejora en el coste, calidad, capital y plazo de ejecución.

Utiliza como marco de referencia la metodología DMAIC la cual ayuda a encontrar soluciones permanentes a largo plazo a problemas de negocio difíciles. Según George hay dos premisas que nos indican si debemos utilizar DMAIC:

- El problema es complejo: Si el problema es complejo las soluciones no son del todo obvias. Por tanto para saber la causa raíz se necesita de personas de distintas áreas con conocimientos y experiencia en el proceso. También se deberá reunir mucha información antes de descubrir los patrones que nos darán pistas acerca de la causa.
- Los riesgos de la solución son altos: Una parte clave de la metodología DMAIC es desarrollar, probar, refinar ideas antes de aplicarlas en el centro de trabajo y en los clientes. Se debería usar DMAIC cada que vez que los riesgos de implementación sean altos incluso si se piensa que la solución es obvia.

El autor nos presenta la siguiente estructura para el despliegue de las herramientas y técnicas:

Figura 4. Estructura de despliegue según Michael George



Fuente: Lean Six Sigma Pocket Toolbox.

3.3.3.2 Despliegue según Pivotal Resources

Pivotal Resources es una consultora que trabaja con grandes firmas, ofrece servicios para la mejora de procesos y administración de procesos de negocio. El enfoque de Pivotal se basa en que la aplicación de Lean Seis Sigma en cada organización es única. Para poder asegurar el éxito de la implementación se hacen las siguientes preguntas:

- ¿Dónde nos encontramos al día de hoy?
- ¿Hacia dónde queremos llevar nuestra mejora o la capacidad de Seis Sigma?
- ¿Cómo podemos hacer el mejor plan para lograrlo y llegar a los resultados en el camino?

Ellos aplican un efectivo pero flexible Modelo de Despliegue que hace hincapié en la preparación eficaz y perfeccionamiento continuo; en la práctica a menudo se convierte en un ciclo ya que los esfuerzos se mueven desde el piloto para la puesta en práctica de una organización más abierta. Estas fases de trabajo funcionan desde un piloto a pequeña escala hasta un despliegue LSS a gran nivel corporativo.

La siguiente gráfica representa las fases del modelo de despliegue propuesto:

Figura 5. Modelo de despliegue según Pivotal Resources



Fuente: Pivotal Resources.

Este modelo se desglosa en las siguientes actividades por cada fase:

Tabla 4. Despliegue actividades según Pivotal Resources

Modelo de despliegue de Pivotal Resources	
Fases	Actividades
Orientar	1. Entrevista con los líderes y actores claves para evaluar la situación actual y las metas/expectativas.
	2. Desarrollar un taller de alto nivel y sesiones de trabajo para brindar mejor comprensión del sistema LSS, opciones y claves del éxito.
	3. Apoyo consultivo para el equipo de implementación en la preparación de los líderes y la evaluación de oportunidades potenciales.
	4. Decisión de "Ir/No ir" por la alta dirección.
Diagnosticar	1. Entrevista a los responsables claves y comprometidos con procesos específicos.
	2. Análisis de datos, incluyendo cuadros de mando, mapa de procesos y datos referente a necesidades del Cliente.
	3. Creación de mapas de procesos de alto nivel de los niveles de negocio y flujos de valor incluidos en el alcance del trabajo.
	4. Identificación de oportunidades de mejora con un impacto estimado en el negocio.
Planificar	1. Plan de gestión del proyecto.
	2. Decisiones en torno a los requisitos IT (mapeo de procesos, software de seguimiento de proyectos, herramientas de cuadro de mando, software de análisis estadístico).
	3. Plan de comunicación.
	4. Plan de evaluación del programa (métodos para medir resultados e indicadores de mejora de habilidades/capacidad de cambio).
	5. Plan de entrenamiento para proporcionar conocimientos y habilidades.
	6. Actividades de análisis de las partes interesadas y gestión de cambio para el desarrollo de soluciones a necesidades
	7. Una lista inicial de proyectos de mejora priorizados por factores como el impacto financiero, en el cliente, facilidad de aplicación, etc.
	8. Plan inicial de proyectos de aquellos seleccionados (incluyendo la identificación de posibles miembros del equipo).
Integrar	1. Reuniones trimestrales con el equipo de implementación y comité de dirección.
	2. Publicación de resultados incluyendo las lecciones aprendidas, éxitos y logros individuales.
	3. Refinamiento de la estrategia de implementación basada en los resultados y aprendizaje hasta la fecha.
	4. Un mayor desarrollo de la infraestructura de procesos, incluidos sistemas de medición más robustos y técnicas de gestión de cartera de proyectos.
	5. Expansión de esfuerzos en nuevos departamentos, divisiones y/o unidades de negocio.
	6. Expansión de esfuerzos para incluir a clientes y proveedores.

Fuente: Pivotal Resources.

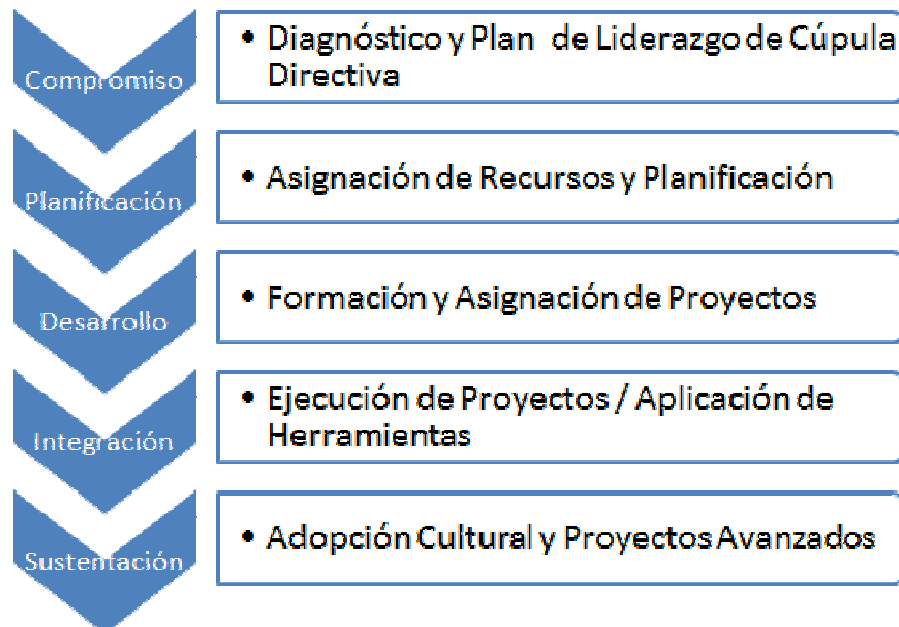
3.3.3.3 Despliegue según Lean Six Sigma Sis

Lean Six Sigma Sis es una consultora que ofrece servicios de implementación y formación de LSS en tres áreas fundamentales como consultoría, implementación y formación. Ofrece soluciones globales y a medida a empresas que quieran mejorar sus procesos y re direccionar la forma de trabajo.

De acuerdo a la información encontrada en su página web (http://www.ehowenespanol.com/citar-sitio-web-apa-citas-del-texto-como_32368/), Lean Six Sigma Sis aplica un modelo de despliegue efectivo y flexible, su valor añadido radica en el

coaching y la formación que brindan para facilitar el cambio cultural y al mismo tiempo desarrollar competencias internas en sus clientes. El modelo de despliegue se divide en cinco fases las vemos a continuación.

Figura 6. Modelo de despliegue Lean Six Sigma Sis



Fuente: Página web Lean Six Sigma Sis (<https://sites.google.com/a/leansixsigmasis.com/es3/>)

- **Compromiso:** Proceso de aprendizaje donde se proporciona un entendimiento claro de los beneficios, desafíos y opciones de la iniciativa LSS a los líderes y equipo de implementación. Su objetivo es confirmar el compromiso de la directiva y alinear la organización en la iniciativa tomada.
- **Planificación:** Su enfoque se basa en asegurar que la empresa establece una fundación fuerte para sustentar la capacidad de cambio alineada con la visión y los objetivos fijados por la dirección.
- **Desarrollo:** Consiste en actividades de coaching y orientación al equipo de proyecto y especialistas durante las iniciativas de mejora.
- **Integración:** Ayuda a buscar formas para que los líderes monitoricen los resultados y encaren problemas que puedan impedir el éxito.
- **Sustentación:** Se implementan sesiones de evaluación del programa LSS implementado para ver sus fortalezas y debilidades. Para medir si la inversión rinde frutos se evaluará los resultados de los proyectos, efectividad de infraestructura, dinamismo de equipo, aceptación cultural, entre otros.

Tabla 5. Despliegue actividades según Lean Six Sigma Sis.

Fases	Actividades
Compromiso	1. Entrevistas con líderes y personas llave para diagnosticar las perspectivas actuales y las expectativas/objetivos.
	2. Ejecutar Workshop / sesiones de trabajo para proporcionar un entendimiento profundo del modelo Lean Six Sigma , opciones y factores críticos de éxito.
	3. Apoyo de consultoría para que el equipo de implementación consiga el compromiso de los líderes y evaluación de oportunidades potenciales
	4. Creación de un mapa de proceso de alto nivel de los procesos de negocio y cadenas de valor incluidas dentro del ámbito del proyecto
	5. Análisis de datos, incluidos dashboards, mapas de proceso y datos de voz del cliente.
	6. Identificación de oportunidades de mejora con estimativa de impacto en el negocio
	7. Establecer métricas para despliegue de Lean Six Sigma
	8. Identificar y planificar las barreras
	9. Entrevistas con personal clave responsable por o involucrado en el proceso objetivo
	10. Decisión "Go / No Go" de la iniciativa por parte de la dirección
Planificar	1. Listado de proyectos potenciales y plan de gestión de proyectos
	2. Decisiones al redor de los requerimientos en IT (por ejemplo, mapeamiento de proceso, gestión de proyectos, dashboard, software de análisis estadístico, etc.)
	3. Plan de comunicación del programa
	4. Plan de diagnóstico del programa (métodos para medir los resultados y indicadores organizacionales de mejora de competencias y capacidad de cambio)
	5. Planes y programas de formación para proporcionar el conocimiento y las competencias necesarias
	6. Análisis de las personas clave y actividades de gestión del cambio para desarrollar la adopción requerida
	7. Listado inicial de proyectos de mejora, priorizados por factores como el impacto financiero, impacto en el cliente, facilidad de implementación, etc.
Desarrollar	1. Selección de proyectos
	2. Participación interna / proceso de selección
	3. Plan inicial de proyecto / A3 para los proyectos seleccionados (incluyendo la identificación del potencial equipo de proyecto)
	4. Proceso de formación
	5. Reuniones de seguimiento de proyectos
Integrar	1. Reuniones trimestrales con el equipo de despliegue del programa y junta directiva
	2. Estandarización de herramientas y plantillas
	3. Establecer beneficios iniciales
	4. Informes de proyecto (Handover)
	5. Certificación
	6. Reconocimiento de los empleados involucrados
	7. Comunidad interna
Sustentar	1. Publicación de resultados incluyendo las lecciones aprendidas, éxitos, logros individuales, etc.
	2. Refinamiento de la estrategia de despliegue basada en los resultados y aprendizaje hasta el momento
	3. Despliegues siguientes en términos de infraestructura, como sistemas de medición más robustos y técnicas de gestión del portfolio de proyectos
	4. Esfuerzos de expansión en nuevos departamentos, divisiones y/o áreas de negocio
	5. Esfuerzos de expansión en incluir proveedores y/o clientes

 Fuente: Página web Lean Six Sigma Sis (<https://sites.google.com/a/leansixsigmasis.com/es3/>)

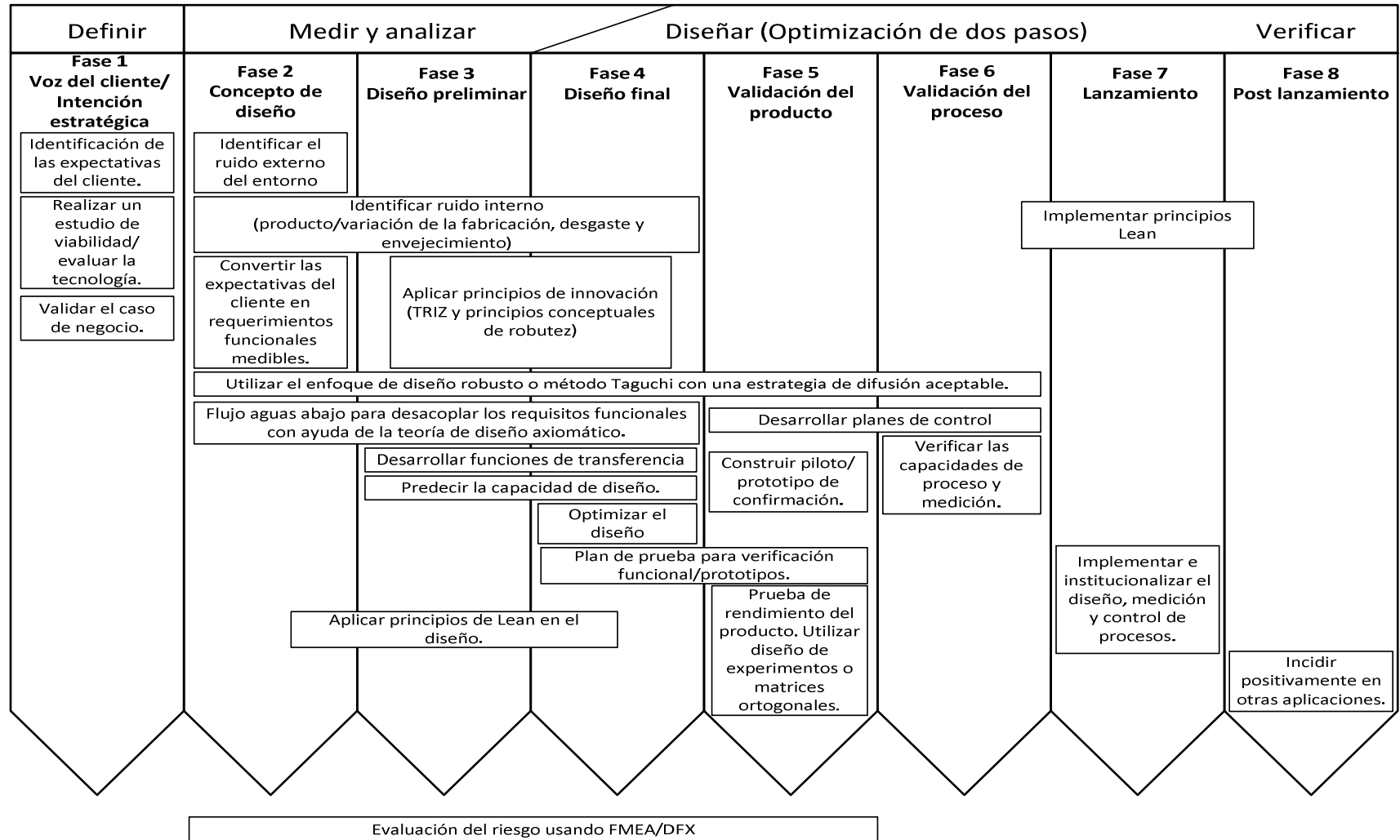
3.3.3.4 Despliegue según BMGI

Como lo explican en su libro Jugulum y Samuel (2008), el enfoque general para el cumplimiento de objetivos está basado en una hoja de ruta para desplegar Design for Lean Six Sigma (DFLSS) en todo tipo de industria alrededor del mundo. Este enfoque permite una metodología flexible que es adaptable a cada diseño de proceso nuevo o existente, independientemente del modelo elegido o usado en las organizaciones.

Como se ve en la figura 6 hay seis fases de la metodología DFLSS. Varios conceptos, herramientas de ingeniería, gestión y estadística son integrados y usados de forma sistémica para lograr los niveles de Seis Sigma. Esta hoja de ruta se basa en la metodología DMADV (definir, medir, analizar, diseñar y verificar). Es un enfoque de ocho fases que cubre todos los requerimientos de DMADV y se encuentra alineado con los siguientes pasos principales:

- Definir: Identificar las necesidades del cliente y el propósito estratégico.
- Medir y analizar: Entregar un diseño detallado evaluando diversas alternativas.
- Diseño: Diseño desde el punto de vista de la productividad (requerimientos del negocio) y la calidad (requerimientos del cliente) y llevarlos a cabo.
- Verificar: Piloto el diseño, actualizar según sea necesario y preparar el lanzamiento del nuevo diseño.

Figura 7. Mapa de ruta DFLSS usando enfoque DMADV.



Fuente: Design for Lean Six Sigma, Jugulum y Samuel (2008)

4 Estado del arte

Para la investigación se ha revisado minuciosamente la bibliografía existente tanto de Lean y Six Sigma así como de Lean Sigma y mejora continua. Se ha recopilado información tanto de libros, publicaciones, artículos, tesis doctorales, etc. Existe mucha información en español y reciente sobre Lean así como Six Sigma, tomándolas todas ellas por separado.

Se encontró muy poca información en español acerca de la integración de ambas corrientes a diferencia de literatura en inglés el cual abarca gran parte de la investigación realizada. Todas ellas tienen similitudes entre sí pero cada una plantea una metodología de aplicación distinta estructurando las herramientas y la gestión del proyecto a diferentes niveles. A continuación se hablará un poco sobre ellas para tener una visión de lo que ofrecen. Al final del capítulo se presenta un cuadro resumen del marco referencial encontrado referente a Lean Sigma.

- Lean Sigma & Minitab, the complete toolbox guide for business improvement (Quentin Brook, 2014): Como su nombre lo indica este libro es una guía didáctica de introducción a Lean Sigma. Utiliza la metodología DMAIC para presentar de forma práctica y en un formato amigable desglosando cada paso a realizar estructurando el uso cada una de las herramientas a utilizar para el desarrollo del proyecto. Asimismo brinda instrucciones para cada herramienta y técnica y al final de cada fase ofrece un checklist para revisar su cumplimiento. Hace hincapié en el uso del Minitab como aliado para el desarrollo del Lean Sigma mostrándonos su uso de forma sencilla y visual.
- Implementing Lean Sigma in a Indian rotary switches manufacturing organisation (S. Vinodh et al, 2012): Es un artículo en el cual se propone integrar las herramientas de Lean dentro de la metodología Seis Sigma para mejorar los resultados finales y ganar la lealtad del cliente. El informe presenta un caso de estudio en el cual se lleva a cabo la implementación de Lean Sigma en una industria manufacturera india. Presenta la metodología utilizada la cual también se basa en el DMAIC en el cual parte de un estudio de los productos fabricados, la importancia de Voice of Customer (VOC) o “voz del cliente”, un Mapa de flujo de valor, una carta del proyecto donde se definen los alcances, objetivos, equipo de trabajo y entregables, definición de indicadores claves del proceso como es el “Perfil de Coste Tiempo”. Así también en base a la experiencia nos presenta las limitantes presentadas como son la reacción de los empleados a nuevos cambios, la falta de compromiso de la gerencia en el coste de producción para la mejora de calidad.
- Metodología de despliegue Lean Six Sigma basada en la metodología de Sistemas Suaves – Edición Única (Martínez, 2008): Es un proyecto de fin de Máster donde se plantea una metodología basada en los Sistemas Suaves de Checkland y la Teoría de Restricciones (TOC) para dar una estructura y un enfoque sistémico a la integración Lean Sigma. Utiliza como base la metodología DMAIE (Definición, Medición, Análisis, Innovación y Estandarización), el cual es una adaptación del DMAIC. Tiene soporte en una investigación de campo en las empresas del sector, la metodología planteada hace hincapié en la Estandarización para lo cual plantea una serie de medidas como un organigrama Lean, un entrenamiento estandarizado, un Sistema Contable Lean Sigma y un manual para difundir la cultura de la nueva metodología.
- Propuesta de metodología Lean Seis Sigma en empresas Pymes (Barbosa, Gracia y Dzul, 2013): Este artículo nos muestra la aplicación de Lean y Seis Sigma en 4 pymes en México basándose en su importancia en la contribución del PIB y su capacidad generadora de

empleo. Radica su importancia en que la metodología que ellos plantean aterriza en las necesidades de las Pymes las cuales tienen una serie de limitaciones financieras, personal capacitado y conocimiento de las herramientas y/o software de soporte; para ello plantea un trabajo conjunto entre la empresa y la Universidad para formar el equipo de trabajo en la que ambas se vean beneficiadas de este vínculo.

- Lean Manufacturing in the developing world (García Alcaraz et al, 2014): el libro presenta un resumen de las contribuciones de diferentes autores sobre Lean Manufacturing aplicadas en América Latina. No solo habla acerca de Lean sino también Seis Sigma y las poderosas herramientas que ambas utilizan para luego en un capítulo aparte explorar acerca de la creación de sinergia entre ambos enfoques para concluir que ambos pueden “pueden conducir a mejorar en el rendimiento de hasta cinco niveles sigma y lograr una solución rápida a algún problema en un corto período de tiempo” (García Alcaraz et al, 2014).

También nos presenta un caso de estudio el cual parte de una falla en la producción de una pieza, el equipo de mejora continua actúa como siempre bajo Seis Sigma para eliminar variaciones pero se plantea eliminar otros problemas que conlleva como defectos, reprocesos, WIP entre otros para ello se plantea utilizar la herramienta DMAIC.

- Lean Six Sigma Pocket Toolbook (I. George, Rowlands, Price y Maxey, 2005): Este libro utiliza la metodología DMAIC para presentarnos cada una de las herramientas utilizadas en cada fase de la implementación. En cada capítulo nos hace describe las técnicas y herramientas claves de Lean Sigma explicándolas de manera didáctica. Resaltar que da mucha importancia al soporte estadístico para el desarrollo del proyecto.
- Design for Lean Six Sigma (Jugulum y Samuel, 2008): Es un libro que desarrolla una metodología estructurada, sistemática y disciplinada que pueden ser utilizadas en las empresas que quieran innovar sus procesos o mejorar el desarrollo de procesos de nuevos productos o servicios. Utiliza la metodología DMADV (definir, medir, analizar, diseñar y verificar). Profundiza en temas como la innovación de procesos para obtener mejores resultados y rendimiento de los productos, así como Voice of Customer (voz del cliente) para entender las necesidades del cliente, la Teoría para resolver problemas de inventiva (TRIZ), el desarrollo de un sistema de medición multivariante como Estrategia Mahalanobis – Taguchi (MTS).

Tabla 6. Cuadro resumen de bibliografía revisada.

Nombre	Autor	Año publicación	Importancia	Metodología usada
Lean Sigma & Minitab, the complete toolbox guide for business improvement.	Quentin Brook	2014	Desglosa de forma didáctica las fases del DMAIC en herramientas y técnicas. Guía de uso del Minitab.	DMAIC
Implementing Lean Sigma in a Indian rotary switches manufacturing organisation	S. Vinodh et al	2012	Propone metricas claves como "Perfil Coste Tiempo", Mapa de flujo de valor y la Integración de Lean Seis Sigma con Kaizen	DMAIC
Metodología de despliegue Lean Six Sigma basada en la metodología de Sistemas Suaves –Edición Única	Ana Laura Martinez Martinez	2008	Metodología de despliegue basada en Sistema Suaves de Checkland y Teoría de Restricciones. Nueva fase de Estandarización.	DMAIE
Propuesta de metodología Lean Seis Sigma en empresas Pymes	Barbosa et al	2013	Plantea una metodología enfocada a las pymes y sus necesidades. Forman parte del equipo de trabajo empresa y universidad.	DMAIC
Lean Manufacturing in the developing world	García Alcaraz et al	2014	Aplicadas a empresa de América Latina, desarrollo de un caso de estudio para eliminar defectos, reprocesos y WIP.	DMAIC
Lean Six Sigma Pocket Toolkit	I. George et al	2005	Describe herramientas y técnicas de forma sencilla. Importancia del soporte estadístico.	DMAIC
Design for Lean Six Sigma	Jugulum y Samuel	2008	Profundiza temas de innovación de procesos y productos, VOC, TRIZ Y MTS.	DMADV

Elaboración: Propia

5 Planteamiento de metodología

Como ya se ha visto en los capítulos anteriores Lean y Seis Sigma son herramientas poderosas que por sí sola ofrecen lograr objetivos valiosos para la organización pero integrarlas puede resultar más beneficioso para la organización ya que las herramientas y técnicas se complementan entre sí que nos permiten encontrar la mejor solución al problema planteado.

En base a las metodologías propuestas por diferentes autores aplicadas tanto en el sector manufactura y servicios en empresas distinto magnitud se ha propuesto una metodología que tome en cuenta las necesidades de las Pymes y que sea traducida a un lenguaje más fácil de entender por cualquier persona involucrada en el proceso.

5.1 Factores críticos para el desarrollo de la metodología

Las Pymes son valoradas por su papel importante en el sustento de la mayoría de las economías nacionales. Sin embargo, muchas de ellas son vulnerables ya que operan en sectores en los que hay pocas barreras para nuevos operadores y en los que tienen poco poder con respecto a sus proveedores.

En la actualidad cada vez más Pymes están adoptando estrategias de competitividad implementando proyectos de mejora continua pero muchas de ellas “requieren que los costes de implementación y los posteriores beneficios en la adopción de estas metodologías puedan proyectar por adelantado antes de que sean capaces de comprometerse” (Achanga, Shehab, Roy & Nelder, 2006, p. 3).

Según Romero, Noriega, Escobar & Ávila (2009) la necesidad de las empresas de ser competitivas y permanecer en un mercado cambiante las ha llevado a implementar metodologías y herramientas con la finalidad de mejorar sus procesos, reducir sus costes y mejorar la calidad en los productos/servicios ofrecidos. Sin embargo, casi siempre no es posible identificar con claridad las prioridades y acciones que se deben tomar para administrar un proyecto.

Por ello, es necesario tomar en cuenta aquellas variables que pueden llevar a afectar el curso del proyecto y sus resultados. Al revisar la literatura existente hemos encontrado los siguientes factores críticos de acuerdo a cada uno de los autores mencionados.

- **Identificación de proyecto:** Al plantear un nuevo proyecto este debe estar alineado con las necesidades del negocio, misión, visión y objetivos que la empresa contempla. Además se debe dar una estructura y secuencia detallada de las actividades, fases y resultados esperados del proyecto.

“Debe ser un proceso formal en el cual las ideas sobre aquello que debe ser mejorado son clasificadas y convertidas en parámetros críticos que representan los requerimientos del cliente” (Torres, 2010, p.4).

Holland y Light (1999) afirman que para poner en práctica cualquier proyecto de mejora de la productividad una empresa debe tener una visión clara, estrategia en la previsión de costes y la duración probable del proyecto.

- **Liderazgo:** De acuerdo a lo expresado por Achanga et al (2006) el espíritu de liderazgo fuerte y apoyo a la gestión es la piedra angular para el éxito de la implementación de una idea en la organización. Las empresas deben albergar rasgos de liderazgo fuertes capaces de exhibir excelentes estilos de gestión de proyectos.

El liderazgo debe capacitar, motivar y recompensar a los equipos que participan en actividades que requieren estilos que son contrarias a las suyas (Adaptación frente a innovación).

- Entrenamiento y capacitación de recurso humano: Las empresas que invierten en formación tienen más posibilidades de triunfar que aquellas que no invierten. Se deberá entrenar a los miembros del equipo y empleado clave en temas como Lean, Seis Sigma y Kaizen. Otro punto importante es definir la estructura de entrenamiento (Black Belt, Green Belt, etc.) para el desenvolvimiento del proyecto y sobretodo respetarla para que se tome en serio la metodología.

El objetivo debe ser transformar a las personas en los activos de conocimiento en las áreas de análisis de causa raíz, la resolución de problemas innovadora y mejoras en los procesos para que puedan aportar valor a la organización (Nemana, 2016).

- Compromiso de la Alta Dirección: Se sabe que todo proyecto que no cuenta con el soporte de la Gerencia está destinado al fracaso. Se requiere que este compromiso se vea reflejado en una serie de acciones y que su apoyo sea consistente y visible. Deberá asegurar la conexión entre las estrategias corporativas y Lean Seis Sigma, además de dar soporte en cuanto a recursos, acceso a información, presencia en reuniones y revisiones periódicas para asegurar y verificar el progreso del proyecto.
- Cultura organizacional: La creación de una cultura organizacional de apoyo es una plataforma esencial para la implementación del sistema LSS. Según Achanga et al (2006) es altamente deseable tener cierto grado de habilidades comunicación, enfoque a largo plazo y un equipo estratégico para poder poner en práctica cualquier iniciativa.

Es por ello que el equipo consultor y los participantes del equipo involucrado entiendan el propósito de la implementación, así como el contexto y la cultura de la organización.

- Enfoque en el cliente: Según Jugulum y Samuel (2008) las empresas que están enfocadas en la conservación conocen las expectativas de sus clientes con respecto a sus productos y servicios, esto les permite cumplir in problemas sus promesas. Estas expectativas se dividen en dos categorías "Expectativas de rendimiento" las cuales son objetivas y medibles, "Expectativas de percepción", subjetivas y difíciles de medir y por último "Expectativas de resultado".

Dicho esto las compañías deben ser capaces de identificar estas expectativas, trabajar en productos y servicios con lo necesario para generar valor en el cliente por ende su satisfacción.

5.2 Fases de la metodología

Como hemos visto anteriormente en la literatura expuesta muchos de los autores y distintas consultoras utilizan su propio despliegue de actividades y herramientas para Lean Six Sigma, teniendo en común la mayoría de ellas la metodología DMAIC.

Si bien es cierto no existe una forma estandarizada para el despliegue de actividades de LSS, muchos de ellos se basan en el DMAIC siempre y cuando se trate de mejoras en productos y procesos existentes.

Sabemos que los dos enfoques tienen distintos objetivos y para ello cuentan con herramientas y técnicas que las soportan, lo que se busca con la integración, por tanto, el planteamiento de esta metodología es potenciar el uso de dichas herramientas para encontrar la mejor solución.

Se tiene en cuenta también que las Pymes tienen características diferentes a grandes empresas en cuanto a personal, capacitación, financiamiento, organización y sobretodo necesidades de negocio.

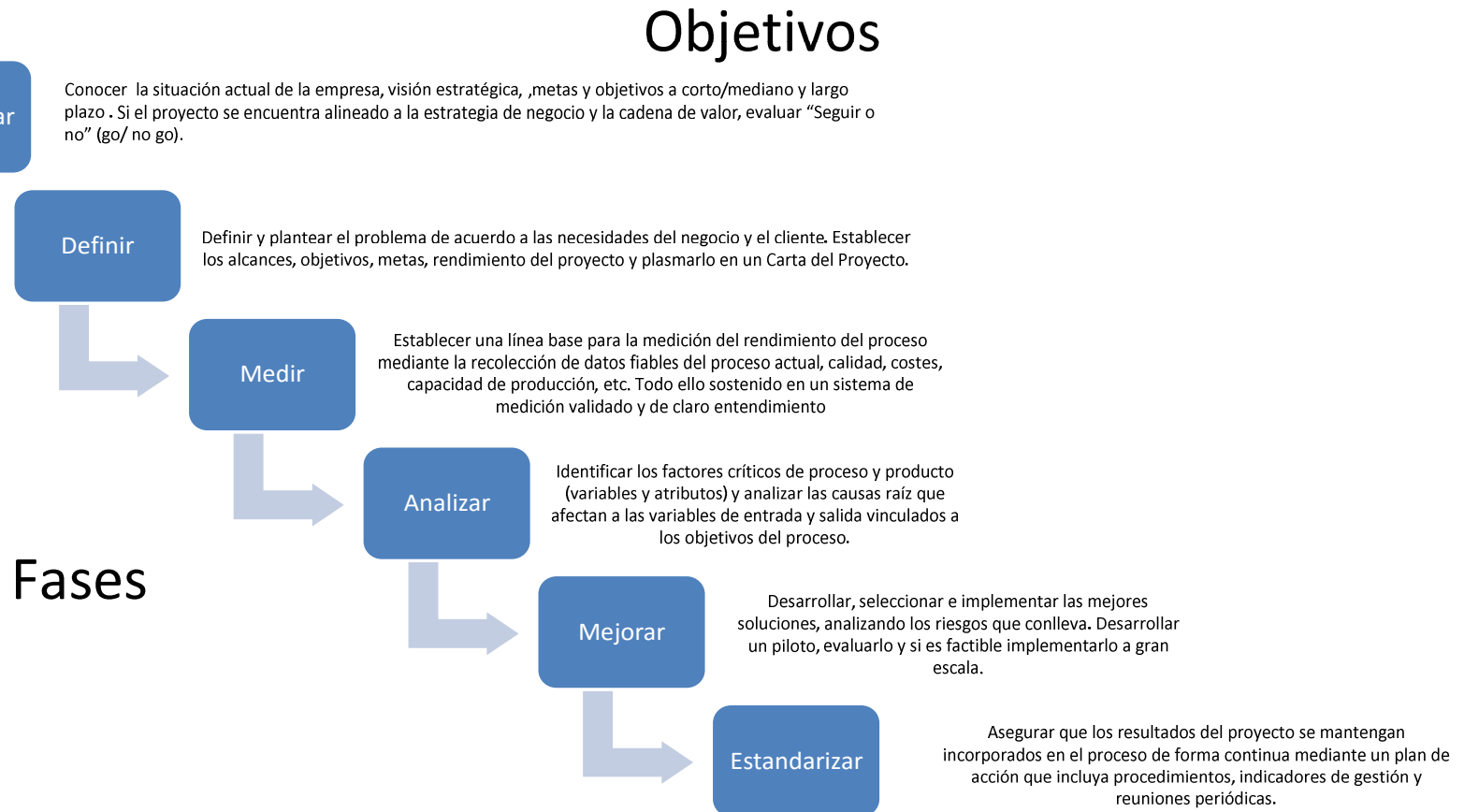
Uniendo lo dicho en los párrafos anteriores se plantea una metodología basada en el DMAIC pero enfocada en las Pymes para ello se ha variado un poco las fases enfocándonos en una etapa preliminar denominada *Diagnóstico* que busca conocer un poco más sobre la empresa, su cadena de valor y las necesidades que ella y sus clientes tienen para luego enfocarnos en el proyecto y lo que esta metodología puede hacer por la empresa.

Luego tendremos las mismas fases de definición, medición, análisis y mejora que nos plantea la metodología DMAIC pero incorporando herramientas Lean y Kaizen a ellas. Y por último se ha decidido variar la última fase denominada Estandarización en la cual se desarrollará un Plan de Control para monitorear el desempeño, procedimientos, indicadores, planes de capacitación, revisiones y reuniones periódicas con el fin de que la mejora implementada sea interiorizada por todos los involucrados en el proceso.

Parte importante de la metodología es también integrar Kaizen a ella a través de pequeñas acciones a lo largo de todo el proyecto que permitan lograr soluciones de una manera rápida y enfocada.

En la siguiente figura podemos resumir las fases de la metodología planteada y los objetivos de cada una de ellas.

Figura 8. Fases de la metodología planteada



Fuente: Propia

5.3 Participantes de equipo de trabajo

Metodologías de Mejora continua como Lean, Six Sigma, TQM entre otras utilizan una estructura de organización de equipo definida (Champions, Master Black Belts, Black Belts, entre otros). Como lo menciona la consultora Six Sigma CR (2014) en su blog, cuando se imparten entrenamientos en Lean Six Sigma no se toma en cuenta el tamaño de la empresa en el diseño de la estructura de mejoramiento continuo.

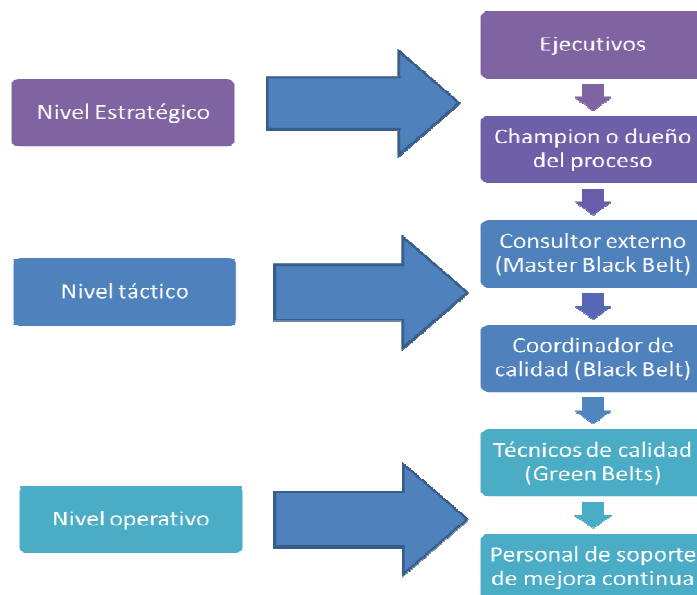
Sostienen que lo primero que se debe hacer es entender la estructura operativa de trabajo, ya que en muchas de ellas no se desempeñan labores enfocadas a la mejora continua, por tanto se debe tratar de que la organización actual sea capaz de ajustar sus funciones para dedicarse a proyectos de mejora continua.

5.3.1 Roles y responsabilidades

Tomando en cuenta la estructura de las pymes y que muchas de ellas no cuentan con personal especializado para temas de Seis Sigma o Lean; a pesar de ello, que cada vez son más las que incorporan personal cualificado para desarrollar funciones relacionadas a estos temas.

Es de gran discusión pues si la estructura que propone la metodología sobre personal altamente cualificado en la mejora de procesos y herramientas es aplicable a una Pyme. Se cree que si es posible, en primera instancia una Pyme que aplica por primera vez este tipo de iniciativas no contará con Black ni Green Belts en su organigrama pero se cree que puede recurrir a asesoría externa para el proyecto, siempre y cuando la consultora en la primera reunión de diagnóstico evalúe la situación actual de la empresa y sus posibilidades de continuar con el proyecto.

Figura 9. Estructura humana para despliegue de LSS



Elaboración: Propia

En la Figura 8 podemos observar la estructura y los puestos que se requieren para el desarrollo del proceso en los diferentes niveles de negocio que explicaremos a continuación:

- Ejecutivos: Son los encargados de establecer el compromiso con el proyecto a implementar y la metodología a utilizar. Son los encargados de aprobar el proyecto, asignar recursos y comprometerse con la ejecución y difusión del mismo en la empresa.

“Es responsabilidad de los ejecutivos quitar obstáculos y bloqueos en el camino que puedan surgir en contra del despliegue de LSS” (Jugulum y Samuel, 2008, p.67).

Por tanto deberán asumir un liderazgo estratégico alineando los objetivos de la metodología con los de la compañía, asegurar su progreso brindando los recursos necesarios, seguimiento y revisión de los resultados del equipo para el logro de los objetivos. Por último deberá liderar un cambio cultural comunicando la visión y beneficios de la incorporación de LSS en su organización.

En una pyme es el Director de la empresa y/o Gerente General.

- Champion o dueño del proceso: En una pyme son aquellos gerentes o directores de área y que reportan al Director General. De acuerdo a su posición táctica son denominados los “Dueños del proceso” así pues tienen voto en la elección del proyecto a implementar. Una vez que los Ejecutivos les hayan dado la guía y el asesoramiento para el desarrollo del proyecto “deberán asegurar que las estrategias de LSS estén vinculadas, a través de la calidad del despliegue de la metodología, con los planes del negocio” (Pyzdek, 2003, p. 39).

De acuerdo a Martínez (2008) son los más próximos a los procesos por ende se les conoce como “dueños o propietarios”, como tales tienen la responsabilidad diaria de supervisar y dirigir cada uno de sus elementos críticos. Son ellos quienes evalúan y eligen a los miembros del equipo (Black belts, Green belts y personal de apoyo).

- Consultor externo (Master Black Belt): Si la empresa no cuenta con uno dentro de sus filas se recomienda que sea una persona externa que pueda brindar sus conocimientos y experiencia para esta posición.

Según el estudio realizado por Hilton & Sohal (2012) los atributos necesarios para ser un Master Black Belt son un alto nivel de entendimiento y experiencia traducidos en desarrollo y afinamiento de la metodología, entrenamiento a los Black Belt, proporcionar asesoramiento técnico y revisar el trabajo del proyecto, en especial cuando se involucra el uso de herramientas avanzadas.

Otra característica importante es también el don de gestión y liderazgo que debe de tener esta persona para impulsar al rendimiento de la empresa. Así pues el trabajo conjunto con los Champions es esencial para el desarrollo de estrategias de ejecución que luego deben ser difundidas a los Black Belt para su desarrollo a nivel táctico.

Según expone Martínez (2008) un Master Black Belt es un maestro, mentor y agente principal de cambio el cual deberá asegurar que la infraestructura necesaria esté disponible y que los Black Belts estén formados. Su rol debe enfocarse en la mejora de procesos a 100%.

- Black Belt: Se considera que este papel (previa formación) lo puede asumir el Coordinador o responsable de Calidad en la empresa ya que cuenta con conocimientos

de Gestión de Calidad y mejora de procesos. Se dedica tiempo completo al proyecto y está enfocado en la aplicación práctica de herramientas y técnicas de la metodología por tanto son quienes despliegan a nivel operativo las decisiones tomadas a nivel táctico.

Deberán ser previamente entrenados para ser líderes técnicos en el uso de herramientas y métodos de Lean Six Sigma para poder solucionar problemas por tanto se pide que tenga atributos mínimos de liderazgo, gestión de proyectos, comunicación, agentes de cambio, enfoque hacia resultados ya que estos a su vez serán encargados de desplegar sus conocimientos a los Green Belts y personal de soporte de mejora continua.

- Green Belt: Este puesto podrá ser asumido por el técnico de calidad y su dedicación será de tiempo parcial. “Aplican herramientas específicas de Lean Six Sigma para examinar y solucionar problemas crónicos en proyectos dentro de sus trabajos normales” (Martínez, 2008, p. 188).

Es una especie de líder del área o mejora encomendada, como cualidades resaltan su capacidad de lograr resultados, dominio de herramientas, capacidad de síntesis y enfoque hacia el cliente. Una de sus tareas importantes es la recolección y análisis de datos así como la realización de experimentos.

- Personal de soporte de mejora continua: Pueden ser cualquier miembro de la organización que se encuentre involucrado en el proceso a mejorar o también aquella que cuente con conocimientos del proceso, métodos o herramientas utilizadas. Brindan soporte operativo a los Black y Green Belts en cada una de las etapas del proyecto.

En la siguiente tabla tomada de The Six Sigma Handbook (Pyzdek, 2003) podemos ver los roles y responsabilidades de los miembros del equipo.

Tabla 7. Lean Six Sigma roles y responsabilidades

Miembro	Rol	Funciones
Ejecutivo	Liderazgo estratégico	1. Asegurar que los objetivos de LSS estén vinculados a los objetivos de la empresa.
		2. Desarrollar nuevas políticas según sea necesario.
		3. Alinea los esfuerzos de excelencia en los procesos a través de la organización.
		4. Aprueba la estrategia de selección de proyectos.
	Asegurar el progreso	5. Proporciona recursos.
		6. Monitorea y controla el progreso hacia la meta.
		7. Revisa los resultados de los equipos de mejora.
		8. Revisa la eficacia del despliegue de la metodología: sistemas, procesos, infraestructura, etc.
	Transformación cultural	9. Comunicar la visión.
10. Elimina las barreras formales e informales.		
11. Modificación de comisiones de compensación, incentivos, premios y sistemas de reconocimiento		
Dueño del proceso (Champion)	Gestiona LSS, infraestructura y recursos	1. Ejecuta el despliegue de LSS
		2. Es propietario de la selección y priorización de proyectos.
		3. Asegura estrategias de Lean Seis Sigma y proyectos están vinculados a través de la calidad despliegue de la función de los planes de negocio.
		4. Lograr la reducción de defectos y los objetivos de costes llevados a través de las actividades de LSS
		5. Conduce y evalúa el desempeño de los Black Belts.
		6. Comunica los avances de LSS a las partes interesadas el negocio (stakeholders).
		7. Recompensa a los miembros del equipo según corresponda.
Master Black Belt (consultor externo)	Experto en LSS	1. Altamente competente en el uso de la metodología LSS para lograr resultados tangibles para el negocio.
	Conocimientos especializados y experiencia útil para el despliegue	2. Experto técnico en la mejora de procesos y sus herramientas (análisis estadístico avanzado, gestión de proyectos, administración de programas, enseñanza y entrenamiento).
		3. Identificar oportunidades de gran influencia para la aplicación del enfoque en toda la empresa.
		4. Formar y entrenar a los Black Belt y Green Belt.
Black Belt (Coordinador de Calidad)	Experto técnico en LSS	1. Conduce la mejora de procesos del negocio según enfoque LSS.
	Puesto temporal, agente de cambio a tiempo completo	2. Completar exitosamente proyectos de alto impacto con beneficios tangibles a la empresa.
		3. Demostrar capacidad de logro de resultados.
		4. Consultor de mejora de procesos internos para áreas funcionales.
		5. Formación de Green Belts.
Green Belt (Técnico de calidad)	Agente de cambio de tiempo parcial	1. Demostrar capacidad de logro de resultados a través de la aplicación de LSS.
	Líder de proyecto en área local	2. Recomienda proyectos de LSS.
		3. Trabaja en estrecha colaboración con líderes de mejora continua para aplicar un enfoque formal de análisis de datos.
		4. Recoger información y datos para su análisis
		5. Soporte en la fase de experimentación de la mejora.
Personal de soporte	Aprende y aplica herramientas LSS	1. Participa activamente en la tareas del equipo.
		2. Apoyo en todas las actividades de "piso o campo".

Fuente: The Six Sigma Handbook (Pyzdek, 2003)

5.3.2 Entrenamiento y formación

Una organización logra alcanzar el éxito a través del funcionamiento integrado de las personas, procesos y tecnología. La fuerza del desarrollo de la organización reside en sus raíces, en su comportamiento, dinámica y la aplicación de la investigación y acciones para mejorar el rendimiento y la eficiencia de la organización humana (Hilton y Sohan, 2012, p. 56).

Por tanto el nivel de conocimiento, habilidades y experiencia es sumamente valorable para la ejecución del proyecto.

Como se mencionó anteriormente la formación es un punto crítico en el desarrollo del proyecto. Hilton y Sohan (2012) en su publicación sostienen que existe una relación entre el éxito del despliegue de Lean Seis Sigma como variable dependiente y las siguientes variables explicativas:

- Nivel de formación técnica del facilitador (Champions y Master Black belt).
- Nivel de habilidades interpersonales del facilitador del despliegue (Champions y Master Black belt).
- Nivel de influencia de la facilitador despliegue (Champions y Master Black belt).
- Capacidad técnica de los responsables del proyecto de mejora.
- Habilidades interpersonales de los responsables del proyecto de mejora.
- Competencia de la organización medida por la adhesión de diversos factores críticos de éxito.

Según Pyzdek (2003) el primer paso para el desarrollo de un plan de formación es saber las necesidades de formación del personal. La evaluación de las necesidades de formación proporciona el fondo necesario para el diseño de un programa de capacitación. Por tanto será necesario realizar una auditoría de las tareas y funciones de los involucrados para saber que se está haciendo y compararlo con lo que se quiere.

A los empleados no solo se les debe dar sus nuevas responsabilidades, sino también la oportunidad de adquirir nuevos conocimientos necesarios para llevar a cabo con éxito sus funciones. Esto significa que si se le pide a un empleado asumir nuevas funciones como miembro del equipo de LSS, se le debe dar formación en habilidades de equipo.

Pyzdek (2003) considera también que la actitud de los empleados, para que pueda acceder a formación estos deben tener una actitud positiva para interiorizar los conocimientos impartidos.

Un plan de formación describe las brechas identificadas en las necesidades de formación. Este plan contiene también una descripción detallada de las prestaciones de formación, las actividades principales a realizar, responsabilidades, recursos, plazos y horarios.

Como bien se sabe la formación requiere de inversión, “en el caso de las Pymes los horarios y la estructura del programa pueden variar respecto a las grandes compañías, esto dependerá de la capacidad financiera, disponibilidad de tiempo del personal que participa y las necesidades específicas de acuerdo al tipo de empresa” (Felizzola y Luna, 2014)

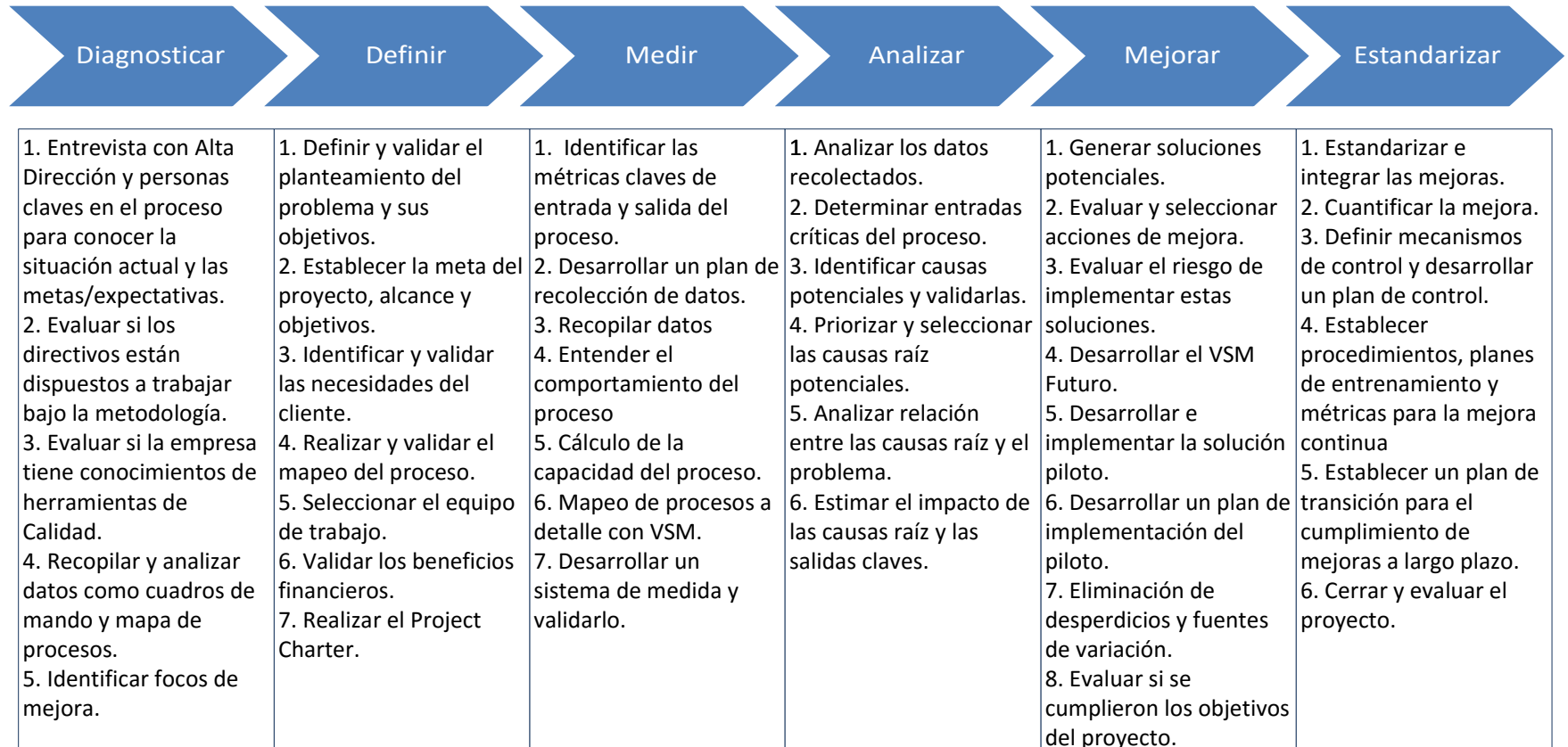
5.4 Despliegue de la metodología

Como ya se ha mencionado la metodología planteada se basará en el modelo DMAIC el cual cuenta con las fases de diagnóstico, definición, medición, análisis, mejora y estandarización. En este capítulo se hará el despliegue de las actividades y cada una de las herramientas y técnicas que la soportan para su desarrollo.

5.4.1 Actividades para la implementación de la metodología.

En la figura 9 podemos observar un listado de actividades importantes en cada fase del proyecto, las cuales desarrollaremos a continuación:

Figura 10. Metodología para la implementación de LSS.



Cultura de mejora Kaizen

Elaboración: Propia

5.4.1.1 Diagnosticar

Esta etapa tiene como objetivo conocer la situación actual de la empresa y que buscan con la implementación de la metodología, asimismo el compromiso para la implementación del proyecto. Se establece el primer contacto con las cabezas de la organización para conocer sus necesidades.

Esta fase está compuesta por las siguientes actividades:

- Entrevista con Alta Dirección y personas claves del proceso: Se realizan entrevistas al Director General y Gerentes de áreas involucradas para conocer el planeamiento estratégico de la empresa, es decir, su misión, visión, estrategias, objetivos y metas. Si la empresa no cuenta con ella al menos saber la proyección que tienen como negocio a mediano y largo plazo.
- Evaluar compromiso de los directivos con el proyecto: En esta etapa se busca conocer las necesidades de la empresa que desean cubrir con la aplicación de la metodología, se evalúa si están dispuestos a trabajar bajo el enfoque LSS el cual involucrará recursos, infraestructura, personal en el plazo de 4 - 5 meses.
- Evaluar si la empresa tiene conocimientos de herramientas de calidad: Conocer en qué situación se encuentran los procesos de la empresa, si tienen implementado algún sistema de calidad y si sus empleados tienen conocimientos previos de herramientas de calidad. De acuerdo a ello diseñar un plan de formación como se menciona en el punto 5 de acuerdo a la disponibilidad y recursos de las Pyme.
- Recopilar y analizar datos del negocio: En primera instancia se requiere recoger información referente al nivel estratégico de la empresa, es decir cuadros de mando, mapas de proceso, indicadores de gestión y financieros que nos permita conocer clientes, productos importantes, situación financiera de la empresa y sean de soporte para la toma de decisión inicial de avanzar o no con el proyecto (Go/No go).
- Identificar focos de mejora: Mediante una reunión, la Alta Dirección debe decidir cuál será el enfoque de los proyectos de LSS. Por tanto, debemos analizar qué es lo que queremos lograr con la implementación de LSS y sobre qué área, proceso, producto o servicio se debe trabajar para lograr los objetivos estratégicos. Mediante un Brainstorming (Lluvia de ideas) se desarrollan ideas y se agrupan de acuerdo su afinidad, hecho esto ya podemos tener aquellos proyectos potenciales.

5.4.1.2 Definir

La fase de definición tiene como objetivo plantear el problema del proyecto de acuerdo a las necesidades del negocio y el cliente. Se busca establecer todo lo relacionado a la planeación y proyección del proyecto alcance, tiempos, recursos, objetivos y metas. En esta fase se desarrollan las siguientes actividades:

- Definir y validar el planteamiento del problema: El equipo de trabajo deberá definir el enunciado del problema detallando ¿Cuál es el problema?, ¿Dónde ocurre el problema?, ¿Cuándo se ha visto?, ¿Qué magnitud tiene el problema? y ¿Cuál es su impacto o consecuencia? Se debe asegurar que el planteamiento del problema se centra solo en los síntomas y no en las causas o las soluciones.

- Establecer la meta y el alcance del proyecto: De igual manera definir la meta del proyecto el cual debe responder al planteamiento del problema y definir el objetivo del proyecto, deberá ser monitoreado hasta el final del proyecto. Se recomienda que sea breve, que use la misma métrica del planteamiento del problema, especifique el periodo de tiempo en el que se quiere lograr y se evite llegar a la solución o causa raíz.

Definir el alcance del proyecto es definir de forma clara los objetivos que se persiguen con el proyecto y cuyo logro marcarán la finalización del mismo. Si el proyecto está dividido por fases lo más lógico es plantearse un objetivo para cada fase.

- Identificar y validar las necesidades del cliente: Implica la recolección de información sobre las necesidades del cliente mediante entrevistas, encuestas, datos del mercado con el fin de priorizar qué cambios se deben lograr para satisfacerlos. Se pueden usar herramientas de Voice of Customer que detallaremos luego y el modelo Kano para priorizar estas necesidades traducidas en el producto o proceso a mejorar.
- Realizar y validar el mapeo del proceso: Crear un mapa de proceso alrededor de la fuente donde se define el problema, que muestre las actividades principales, también se deberá identificar los proveedores principales, entradas, límites del proceso, salidas, clientes. Para ello se recomienda el uso del diagrama SIPOC el cual es una herramienta importante que nos ayuda a traducir las necesidades del cliente en requisitos de salida e identificar las variables clave de salida del proceso (KPOVs).
- Seleccionar el equipo de trabajo: Como se ha comentado en el punto 5.3 se deberá definir la estructura del equipo estableciendo sus funciones, responsabilidades en cada una de las etapas. Asegurarse que todos los procesos importantes estén representados en el equipo que se elija (multifuncional). No reclutar demasiada gente en un principio 6 personas es un número adecuado.
- Validar los beneficios financieros: La validación debe estar respaldada por la empresa ya que hace al proyecto atractivo en términos de dinero ahorrado y reducción de costes y valor agregado para el cliente (Barbosa, 2012, p. 102).

Mediante el uso de datos existentes se debe calcular los costes incurridos, ganancias, márgenes y otras métricas financieras relevantes para el proyecto. Estos deberán ser validados por el Champion o el Gerente financiero responsable estimando el impacto del proyecto junto con los objetivos y verificando que cumpla las expectativas de la gestión.

Una vez que se tenga el estimado preliminar del proyecto, este deberá revisarse en cada etapa para su ajuste después de la mejora a partir del estado futuro de la metodología. (Barbosa, 2012, p. 102).

- Realizar la Carta del Proyecto: Una Carta del Proyecto se utiliza para resumir los resultados de la fase de definición del proyecto. Este es un documento de una página que permite a todas las partes interesadas (stakeholders) a revisar el proyecto y comprometerse con su apoyo. En el siguiente punto del capítulo se resumirá todo lo que debe contener.

5.4.1.3 Medir

Esta fase tiene como objetivo establecer una línea base para la medición del rendimiento del proceso para ello se recogen datos fiables del procesos actual que serán analizados mediante un sistema de medición validado.

Las actividades a desarrollar en esta fase son las siguientes:

- Identificar las métricas claves de entrada y salida del proceso: Se desea recoger datos relacionados con los objetivos del proyecto y del cliente. Primero se debe listar las variables claves de salida del proceso (KPOVs), variables del proceso y variables de entrada (KPIVs) identificadas y verificadas en el diagrama SIPOC. Luego indicar cómo KPOVs están vinculados con los Parámetros de calidad críticos (CTQ) de las necesidades de los clientes.
- Desarrollar un plan de recolección de datos: De acuerdo a Felizzola y Luna (2014) se debe diseñar un plan de recolección de datos basado en los conceptos de muestro, esto con el fin de recopilar información necesaria para hacer seguimiento a las medidas de desempeño y realizar análisis estadístico que permita identificar la causa raíz.

Un buen plan de recolección de datos ayuda a asegurar que los datos sean útiles y estadísticamente válidos. Para crear un plan de recolección se debe decidir qué datos recoger usando una matriz de selección para ayudar a tomar la decisión, decidir sobre los factores de estratificación, desarrollar definiciones operacionales, determinar el tamaño de muestra, identificar la fuente y desarrollar formularios de recogida de datos/hoja de verificación.

- Recopilar datos: En base al plan de recolección de datos establecer la línea base del proceso.
- Cálculo de la capacidad del proceso: La capacidad del proceso es la evaluación de la calidad del proceso cumple con lo que el cliente quiere. Los datos deben estar ordenados por tiempo recogidos en las salidas del proceso, trazados en un gráfico de control y analizados por causas especiales y comunes.

Se definen adecuadamente los límites de especificación para el cálculo de capacidad y se clasifican los datos (corto y largo plazo). Con ayuda del Minitab se realizan pruebas de normalidad, luego se calculará capacidad potencial (C_p) y la capacidad actual (C_{pk}) cuyos valores deben ser mínimos 1.0 para ser considerados aceptables y relacionarlo con la métrica del proceso.

- Mapeo de procesos a detalle: A partir del mapeo de proceso realizado con el Diagrama SIPOC y de la definición del producto a mejorar de acuerdo a la información recibida en el Voice of Customer (VOC), se creará un Mapa de flujo de valor (VSM) actual del proceso. Para ello se determinará el personal que trabajará en el levantamiento de información, se recomienda que sean colaboradores involucrados en el proceso como operarios, técnicos, supervisores y proveedores.

Este mapa muestra el proceso principal y las actividades relevantes para el alcance del proyecto, junto con el inventario, trabajo en proceso (WIP), lead times, colas, ratio de demanda del cliente (takt rate) y ciclos de tiempo. Los lazos entre proveedores clientes deben estar claramente identificados y las entradas y salidas claramente entendidos.

- Desarrollar un sistema de medidas y validarlo: Un sistema de medidas debe usarse para asegurarse que las diferencias en los datos se deben a diferencias reales en lo que se está midiendo y no a la variación en los métodos de medición.

Desde el punto de vista estadístico hay características deseables relacionadas a precisión y exactitud en una data continua: sesgo, linealidad, estabilidad, repetibilidad, reproducibilidad y sensibilidad. Según los tipos de datos se pueden utilizar diferentes métodos estadísticos

como Análisis R&R y Estudio de Linealidad y Sesgo para datos continuos; y Análisis de Concordancia, cuando se evalúan atributos.

5.4.1.4 Analizar

Esta fase busca identificar los factores críticos del proceso y producto (variables y atributos) y analizar las causas raíz que afectan a las variables de entrada y salida vinculadas a los objetivos del proceso. Las actividades a realizar en esta fase son:

- Analizar los datos recolectados: A partir de los datos recogidos en la fase anterior se debe identificar las variables que agregan valor (VA) y las variables que no aportan valor (VNA). Así como el cálculo de la Eficiencia del ciclo de proceso (FCE) compararlo con los puntos de referencia de clase mundial (benchmarking) para ayudar a determinar la mejora que se necesita. También se pide identificar los cuellos de botella y restricciones del proceso, puntos de reproceso y evaluar su impacto en el rendimiento del proceso y si es capaz de satisfacer la demanda del cliente y los Parámetros críticos para la calidad (CTQ).
- Determinar entradas críticas del proceso: Una vez identificadas las entradas y salidas durante el mapeo del proceso, mediante el uso de la Matriz C&E (causa y efecto) podemos identificar cuál de estas entradas son las más importantes en relación con los requerimientos del cliente (salidas).
- Identificar las causas potenciales y validarlas: Primero es necesario realizar una lluvia de ideas con las personas involucradas en el proceso a mejorar para conocer las posibles causas a los fallos.
- Priorizar y seleccionar las causas raíz potenciales: Una vez que tengamos las causas potenciales debemos definir cuáles de ellas tiene mayor incidencia en el proceso el diagrama de afinidad permite identificar las categorías claves dentro de la data, seguido de los 5 porqués, herramienta que nos permite investigar sobre un fallo específico para encontrar la causa principal al problema y por último un Análisis modal de fallos y efectos (FMEA) para localizar aquellas causas que deban ser consideradas para establecer una mejora.
- Analizar la relación entre las causas raíz y el problema: para esto se pueden utilizar herramientas como las pruebas de hipótesis, el Análisis de Varianza (ANOVA), el análisis de correlación, los Diseños de Experimentos (DOE), métodos estadísticos no paramétricos y los métodos estadísticos multivariados.
- Estimar el impacto de las causas raíz y las salidas claves: Luego de validarlas mediante pruebas estadísticas se deben priorizar de acuerdo a su contribución sobre el problema o la variabilidad del proceso.

5.4.1.5 Mejorar

La fase Mejorar busca desarrollar, seleccionar e implementar las mejores soluciones, analizando los riesgos que conlleva su aplicación. Estas soluciones implican que sean acciones de rápido cumplimiento o un conjunto de acciones basadas en buenas prácticas de gestión. Se validará la mejora mediante el desarrollo de un piloto y su posterior evaluación y si es factible se implementará a gran escala. Las actividades a desarrollar en esta etapa son:

- Generar soluciones potenciales: Aquí se pueden utilizar herramientas estadísticas y de gestión no solo para generar ideas sino también para estructurarlas en un plan de acción de soluciones concretas. Se sugieren ideas (hipótesis) acerca de los factores (X) que están contribuyendo a los problemas en el proceso o producto. Para identificarlas podemos se puede usar el diagrama causa-efecto para ayudar a centrarse en la fuente vital del problema. A continuación, puede enfocarse esfuerzos en la identificación en las áreas en las tienen el mayor impacto usando los 5 porqués, Diagrama de Ishikawa o la matriz C&E.
- Evaluar y seleccionar acciones de mejora: A continuación se debe cuantificar la magnitud del efecto de dichas hipótesis. Se pueden usar Gráficos de datos estratificados, gráficos de dispersión de las variables versus el resultado de interés o haciendo pruebas rápidas para ver qué sucede si se quita una causa potencial y cómo afecta en el proceso.
- Evaluar el riesgo de implementar estas soluciones: Se debe evaluar que riesgos conlleva la implementación mediante una lluvia de ideas y un análisis modal de fallos y efectos (FMEA).
- Desarrollar el VSM futuro: Se crea un VSM futuro en donde se planteen las metas de eliminación y refleje como se verá el proceso después de realizar los cambios. Se incluirán estimaciones de ahorro de tiempo, mejoras de calidad, etc.
- Desarrollar e implementar la solución piloto: Un estudio piloto es un ensayo localizado y controlado de la solución con el fin de comprobar su eficacia antes de la implementación. Todo este proceso será documentado, se incluirán visualización de datos, análisis estadísticos u otra documentación que muestren los resultados de piloto. También se añadirá lo que se aprendió en la prueba piloto y los planes de implementación en la prueba a gran escala. Por último, incluir datos donde se confirme que la prueba piloto alcanzó las metas del proyecto.
- Eliminación de desperdicios y fuentes de variación: Se involucra al personal del proceso a mejorar y se les presenta el VSM futuro, una vez identificados los desperdicios se aplican las 5's y los ajustes que deben hacerse identificados previamente. Se genera un plan de implementación de estas actividades.
- Evaluar si se cumplieron los objetivos del proyecto: Se realiza la comparación entre el VSM actual y el futuro, debiendo ser lo más cercano a este último.

5.4.1.6 Estandarizar

En esta fase del proyecto se busca estandarizar los cambios realizados en la etapa de mejora para asegurar que los resultados obtenidos se mantengan a lo largo del proceso de forma continua mediante el diseño de un plan de acción que incluya procedimientos, indicadores de gestión y reuniones periódicas. Las actividades a realizar son:

- Estandarizar e integrar las mejoras: Mediante gráficas de control y controles estadísticos medir los resultados de la implementación de la mejora. Una vez que se tengan establecer mecanismos de control para acoplarlas en el proceso actual.
- Cuantificar las mejoras: Establecer mecanismos de gestión como indicadores que permiten visualizar los avances realizados comparados con el proceso anterior.
- Definir mecanismos de control y desarrollar un plan de control: Desarrollar herramientas que sean de uso amigable para los involucrados en el proceso (gestión visual, instructivos) incluirlas en un plan de control donde se define las características, sus medidas,

especificaciones, capacidad, método de medición usado y un plan de respuesta si se encuentra algún producto fuera de especificación.

- Establecer procedimientos, planes de entrenamiento y métricas para la mejora continua: Establecer procedimientos para los procesos donde se indique los actores, alcance, tareas involucradas y métricas de control que sea de lenguaje sencillo y accesible para las personas que desenvuelven la tarea. Capacitarlo en la nueva forma de realizar los procesos, indicadores de calidad, llenado de formatos y planes de contingencia.
- Establecer un plan de transición para el cumplimiento de las mejoras a largo plazo: Establecer un plan de transición realista en el que se plantee reuniones, eventos de capacitación y controles de progreso regulares entre el equipo y los participantes del proceso. Tomar en cuenta que el Director General y el Director Financiero estén presentes en la validación de los resultados.
- Cerrar y evaluar el proyecto: Una vez que se hayan alcanzado los objetivos del proyecto se elaborará un informe de cierre del proyecto, mediante el cual se pueda comunicar a las partes interesadas los resultados del proyecto. Incluir en este informe el impacto en los resultados globales, resultados financieros, satisfacción del cliente, niveles de calidad, eficiencia y productividad.

5.4.2 Técnicas y herramientas

Muchas de las actividades se encuentran soportadas en una serie de métodos, técnicas y herramientas de Lean y Seis Sigma a continuación se hará una breve explicación del uso de cada una de ellas para cada fase del proyecto:

5.4.2.1 Entrevistas

Este será el primer contacto con la Alta Dirección para saber qué espera la organización con el desarrollo del proyecto por tanto se recomienda lo siguiente:

- Cada sesión deberá durar entre una y dos horas.
- Se realizarán como mínimo dos sesiones: en la primera para conocer de primera fuente el planeamiento estratégico de la compañía, qué espera con la aplicación de esta metodología, explicarles cómo funciona la metodología y el compromiso que se requiere de la Alta Gerencia. En la segunda reunión, una vez analizados los datos entregados como mapas de proceso, cuadros de mando, indicadores así como evaluación de sus procesos y personal capacitado, presentar las conclusiones iniciales de la evaluación y definir si se implementa el proyecto.
- Todo este trabajo de diagnóstico durará alrededor de una semana.
- Enviar a los entrevistados las preguntas a realizar y los documentos necesarios para la fase de diagnóstico para que la entrevista fluya de la mejor manera.

5.4.2.2 Lluvia de ideas (Brainstorming)

Esta herramienta está presente en las distintas fases de la implementación, es una técnica valiosa que se puede utilizar en muchos entornos y para muchos propósitos (Brook, 2014, p.108).

Según George et al (2005) la lluvia de ideas:

- Produce muchas ideas y soluciones en un corto período de tiempo.
- Estimula el proceso de pensamiento creativo.
- Ayuda a asegurar que se consideren las ideas de todos los miembros del grupo.

Una sesión de Brainstorming requiere del papel de un facilitador. Por lo general, si las ideas surgen de forma lenta el facilitador puede hacer preguntas para ayudar al grupo a enfocarse en un área específica. Si alguien no se siente capaz de participar, el facilitador verá la manera de ayudarlo. El equipo que participa en la sesión incluirá personas de distintos niveles de la organización para que nos brinden impresiones diferentes sobre el problema (Brook 2014, p.108).

Pyzdek (2003) nos propone los siguientes pasos:

- Revisar la definición del problema.
- Aclarar la meta y proporcionar toda la información pertinente.
- Escribir las ideas en pequeños trozos de papel.
- Dar al equipo unos cuantos minutos en silencio para organizar las ideas en categorías separadas.
- Las agrupaciones finales son revisadas y discutidas por el equipo. Por lo general, la agrupación ayuda a desarrollar un plan coherente.

5.4.2.3 Costes de mala calidad (COPQ)

Los costes de mala calidad (COPQ) se refieren a todos los costes asociados con el problema. Estos son fácilmente reconocidos como reproceso, rechazos, inspecciones, pruebas, devoluciones y quejas del cliente, etc. Detrás de estos, hay también un largo número de COPQ que han llegado a ser tan comunes que los vemos con normalidad en el proceso como el exceso de inventario, retrasos en los pagos, costes de transporte, alta rotación de empleados, etc.

El planteamiento del problema debe contener como los costes de mala calidad afectan financieramente en el negocio. Cuando se resuelve un problema los Costes de Mala Calidad (COPQ) ayudan a definir una serie de beneficios “duros” (medido financieramente) y “blandos” (no financieros). El proyecto se basa en beneficios duros para la empresa, sin embargo los beneficios blandos como la satisfacción del cliente no deben pasar por alto ya que con el tiempo pueden convertirse en beneficios duros (Brook, 2014, p. 18).

Existen diferentes tipos de costes de mala calidad:

- Evaluación: Sistemas, procesos y procedimientos que existen para la búsqueda de problema tales como la inspección.
- Prevención: sistemas y procedimientos para prevenir que las cosas salgan mal. Así sea beneficioso sigue siendo Costes de Mala Calidad.
- Fallos internos: Problemas que ocurren dentro de la organización y que pueden no tener impacto directo en el cliente. Usualmente estos costes se cargan al cliente en altos precios y demoras.
- Fallos externos: Es el coste de cualquier defecto que afecta al cliente directamente, los costes de fallos pueden ser muy significativos.

5.4.2.4 Carta del proyecto

La Carta del proyecto sirve para resumir los resultados de la fase Definir del proyecto. Esta fase debe ser vista como un proceso de selección, aquí se definen el alcance, los casos de negocio y el equipo del proyecto. Una revisión rápida indica que el proyecto tiene el apoyo y cuenta con los recursos que necesita para tener éxito. Este debe ser un documento de una página que permite a las partes interesadas su revisión y compromiso con el proyecto. Una carta del Proyecto tiene los siguientes elementos:

- Título del proyecto: indica que es lo que se va a hacer en el proyecto.
- Estructura del equipo: promotor del proyecto, líder del proyecto, miembros del equipo.
- Definición del problema, objetivos y metas.
- Costes de mala calidad (COPQ): Resumen de los costes relacionados al problema que afectan al negocio.
- Necesidades del cliente (VOC): Los clientes claves y los parámetros críticos de calidad (CTQ).
- Alcance: El alcance del proyecto en términos de productos, departamentos, ubicaciones y procesos.
- Partes interesadas (stakeholders): lista de stakeholders claves.
- Plan del proyecto: Fechas previstas para la finalización de las fases del DMAIC.

El siguiente es un modelo de la Carta del Proyecto:

Figura 11. Carta del proyecto (Project charter)

CARTA DEL PROYECTO			
Título del proyecto:			
Equipo del proyecto		Partes interesadas	
Rol	Nombre	Rol	Nombre
Promotor:		Champion	
Líder:		Master Black Belt	
Miembros:			
Planteamiento del problema		Declaración de la meta	
Resumen Costes de mala calidad (COPQ)		Necesidades del cliente (VOC) - Clientes claves	
Alcance	Plan del proyecto	Estimado	Actual
	Comienzo del proyecto:		
	Fin de Diagnóstico:		
	Fin de Definición:		
	Fin de Medición:		
	Fin de Análisis:		
	Fin de Mejora:		
	Fin de Estandarización:		

Fuente: Lean Six Sigma & Minitab (2014)

5.4.2.5 Análisis de las necesidades el cliente (VOC)

Esta herramienta busca averiguar lo que les importa a los clientes, establecer prioridades y objetivos acorde con las necesidades de ellos y determinar si estas se pueden satisfacer de manera rentable (George et al, 2005, p. 55).

Existen diferentes métodos de investigación de VOC:

- Quejas de clientes: es un buen comienzo pero hay que ser cuidadosos con posibles sesgos.
- Contacto directo: mediante entrevistas, llamadas y focus group.
- Métodos menos directos: encuestas, retroalimentación, estudios de mercado y análisis de competidores, etc.

- Convertirse en un cliente de la organización: establecer una compra de incognito para ver cómo es la atención de la compañía.

George et all (2005) recomiendan lo siguiente:

- Cuando existe un contacto directo con el cliente se recomienda dejar una buena impresión, ser organizados y profesionales.
- Trabajar en conjunto con el área de marketing o ventas si la hubiera, para identificar y contactar con los clientes. Lidar con los clientes a veces puede ser difícil, por tanto se recomienda que se asesoren de alguien que haya tenido contacto con ellos previamente.

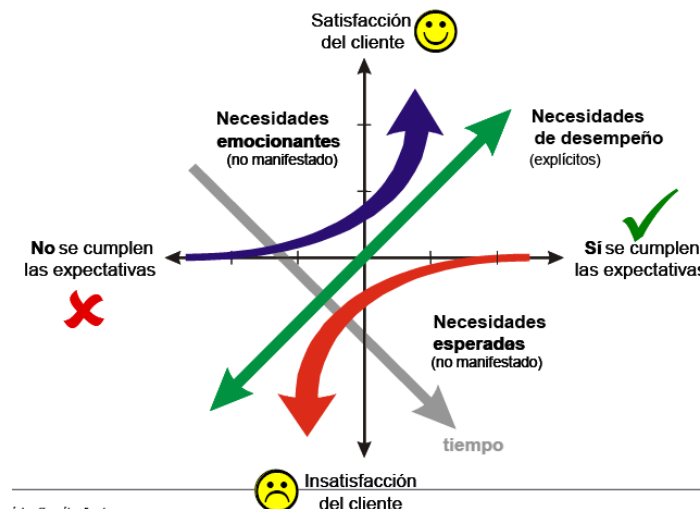
5.4.2.6 Modelo Kano

El modelo Kano es un marco de referencia para categorizar los diferentes rendimientos de un producto o servicio, con el cual se pueden reducir riesgos de entregar productos o servicios que enfatizen características de poca importancia o que se pierda características/atributos críticos hacia la calidad.

De acuerdo a George et all (2005) se deben seguir los siguientes pasos para el uso de la herramienta:

- Recoger datos de las Necesidades de los clientes (VOC) e identificarlas.
- Para cada necesidad potencial, preguntar a los clientes para evaluar cómo se sentirían si la necesidad se tomara en cuenta o si no lo fuera.
- Basada en la respuesta de los clientes, clasificar cada necesidad como satisfecho, insatisfecho, muy satisfecho.
- Incorporar esta información en los productos o servicios para desarrollar esfuerzos

Figura 12. Modelo Kano



Fuente: <https://thepathtomastery.wordpress.com/>

5.4.2.7 Árbol de parámetros críticos de la calidad (CTQ)

El árbol CTQ ayuda a brindar una clara estructura a las Necesidades de los Clientes (VOC), ésta a veces puede ser muy amplia y con frecuencia difícil de identificar los requerimientos claves del cliente y cómo se encuentran relacionados. El CTQ es útil ya que brinda un resumen visual de las necesidades del cliente en el cual los requerimientos claves son claramente identificados.

El proceso de desarrollo de un Árbol de Parámetros de Calidad es el siguiente:

- Definir un evento específico: Se coloca en la parte superior del árbol un evento específico que ha sido experimentado por el cliente. Es mejor que sea un evento que un proceso y así evitar que la información sea vaga.
- Identificar las necesidades del cliente de forma amplia: es posible resumir las expectativas del cliente en tres o cuatro requerimientos.
- Desplegar estos requerimientos en unos más específicos: el siguiente paso es descomponer estos requerimientos amplios en unos más específicos que proporcionen mayor detalle de las expectativas de los clientes.
- Desarrollar estas especificaciones: Traducir estas especificaciones en características medibles. Estas luego serán usadas en la fase de Medición para desarrollar KPI's orientados al cliente.

5.4.2.8 SIPOC

Esta herramienta muestra un mapeo simple del proceso, en esta etapa puede ayudar a asegurar que todos entiendan el proceso central (Brook, 2014, p. 25).

El diagrama SIPOC ayuda al equipo y al promotor a estar de acuerdo sobre el alcance y los límites del proyecto. Ayuda a los equipos verificar que las entradas del proceso estén en concordancia con las salidas del proceso aguas arriba y entradas / expectativas de proceso aguas abajo (George et al, 2005, p. 38).

George et al (2005) nos propone las siguientes actividades claves:

- Identificar los límites del proceso y las actividades claves (al menos 6 actividades).
- Identificar las salidas claves (Ys) y los clientes de estas salidas, para ello realizar una lluvia de ideas, si se tuvieran muchos enfocarse en unos pocos críticos.
- Identificar entradas (Xs) y proveedores, realizar una lluvia de ideas para saber cuáles son, de igual manera enfocarse en los más críticos.
- Identificar Parámetros críticos de calidad (CTQ) para las entradas, pasos del proceso y salidas y verificarlas con los datos obtenidos en la siguiente fase.

5.4.2.9 Indicadores claves de rendimiento (KPI's)

Los indicadores claves del proceso son métricas que reflejan el rendimiento del proceso. Los KPI's reflejan las Necesidades del cliente (VOC). El árbol de los KPI's es una herramienta que nos muestra un rango de métricas que son relevantes para el proceso, está estructurado en categorías y por último verificar que se tenga una mezcla de indicadores de rendimiento que representen a cada categoría.

El árbol debe contener un balance de métricas que cubran tanto la eficacia como la eficiencia del proceso.

5.4.2.10 Value stream Mapping (VSM)

Según (Rother y Shook, 1999), el mapa de la cadena de valor es una herramienta que ayuda a ver y comprender el flujo de material e información mientras el producto pasa por la cadena de valor. Su importancia radica en:

- Ayuda a visualizar más allá del proceso de un solo nivel.
- Ayudan a ver no solo el desperdicio sino también la fuente.
- Suministra un lenguaje común para hablar acerca de los procesos de fabricación.
- Forma la base de un plan de ejecución al ayudar a diseñar como debería funcionar el flujo puerta a puerta.
- Muestra el enlace entre el flujo de información y el de material.
- Es mucho más útil que las herramientas cuantitativas y los diagramas formales que generan un conjunto de pasos sin valor agregado, plazos de entrega, distancias recorridas, cantidad de inventario, etc.

Un punto importante a entender antes de empezar es la necesidad de enfocarse en una familia de productos ya que el cliente tiene interés en ciertos productos especiales. Una familia es un grupo de productos que pasan a través de etapas similares durante la transformación y pasan por equipos comunes en los procesos. En caso la combinación de productos sea complicada, se puede crear una matriz colocando los pasos de ensamblaje y el equipo en un eje y los productos en otro eje.

Figura 13. Familia de productos

		Tipos de proceso							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Productos	A	X	X	X		X	X		
	B	X	X	X	X	X	X		
	C	X	X	X		X	X	X	
	D		X	X	X		X	X	
	E		X	X	X			X	X
	F	X		X		X	X	X	
	G	X		X		X	X	X	

Fuente: <http://mapadelflujodevalor.blogspot.com.es/>

Algunos consejos útiles para el trazado de mapas según Rother y Shook (1999) son:

- Recoger información del estado actual recorriendo a pie el trayecto de los flujos de material e información.
- Comenzar con una inspección rápida a lo largo de la cadena de valor entera, de puerta a puerta, para hacerse una idea el flujo y la secuencia de los procesos.

- Tomar el proceso de expedición como punto de partida e ir hacia atrás, de esta manera se comienza por procesos que estén directamente relacionados con el cliente.
- Llevar un cronómetro en mano y solo confiar en la información que se obtenga personalmente.
- El mapeo de procesos debe realizarlo uno mismo, así se cuenta con la ayuda del equipo. La finalidad del VSM es entenderlo como un todo si lo dibujan distintas personas se dificultará.
- Trazar los mapas a mano, a medida que se va analizando el estado actual, pasarlo a limpio.

Según George et al (2005) recomienda las siguientes actividades para el trazado:

- Determinar sobre qué producto o familia de producto se va a realizar el VSM.
- Dibujar el flujo del proceso desde el final del proceso que es la expedición hacia aguas arriba, identificar las actividades principales y ubicarlas según la secuencia en el mapa.
- Agregar el flujo de material agrupando los mismos materiales que pasan por el mismo flujo, dibujar todos los subprocesos incluidos inspecciones de entrada, actividades de prueba de material y procesos. Agregar los proveedores al comienzo del proceso.
- Dibujar el flujo de información entre actividades, documentar las órdenes de producción asociadas con las piezas a través del proceso, documentar el sistema de programación y seguimiento de piezas, así como la comunicación con el cliente y los proveedores.
- Recoger los datos del proceso y anotarlos en el mapa, algunos de ellos son tiempos de preparación, tiempo por unidad de procesamiento, takt rate (tasa de la demanda de los clientes), porcentaje de defectos, tasa de desperdicios, número de personas involucradas, tamaño de lote, material en proceso, lead time, demoras, tiempos en cola, etc.
- Verificar el trazado del mapa con una persona que no sea parte del proyecto pero forme parte del proceso, revisar si los proveedores y clientes están relacionados de forma correcta. Realizar los cambios que sean necesarios y por último revisar los resultados finales.

5.4.2.11 Indicadores claves de rendimiento (KPI's)

- La eficiencia del ciclo del proceso: Es un indicador lean primario que mide la eficiencia con la que un proceso utiliza el capital de la organización a la hora de crear valor para los clientes (George, 2011, p. 35).

Representa el porcentaje de tiempo invertido de un proceso para la fabricación de un producto, es la adición de valor para el cliente.

$$\text{Eficiencia del ciclo del proceso} = \frac{\text{Tiempo de valor agregado para el cliente}}{\text{Tiempo total de ciclo}}$$

- Lead time: Es el tiempo que requiere un producto para ser fabricado, es decir desde que se genera la orden de fabricación hasta que esté terminado. Este indicador contempla tanto las actividades que generan valor y las que no como esperas, reprocesos, inventarios, etc.

$$\text{Lead Time promedio} = \text{Trabajo en proceso} \times \text{Tiempo de ciclo}$$

- Takt time (ciclo de producción): El ciclo de producción se calcula con el objeto de sincronizar el ritmo del ciclo de producción con el volumen de ventas. Representa la tasa de demanda de los clientes y se calcula dividiendo el tiempo de trabajo disponible en un día por el número de productos requeridos por el cliente en un día.

$$\text{Ciclo de producción} = \frac{\text{Tiempo de trabajo disponible por turno}}{\text{Demanda de la clientela por turno}}$$

5.4.2.12 Análisis del sistema de medición (MSA)

Un sistema de medición incluye a las personas, estándares y procedimientos que rodean al propio proceso de medición. Este sistema se refiere a un conjunto de técnicas que pueden ayudar a identificar y medir las fuentes de error de los datos.

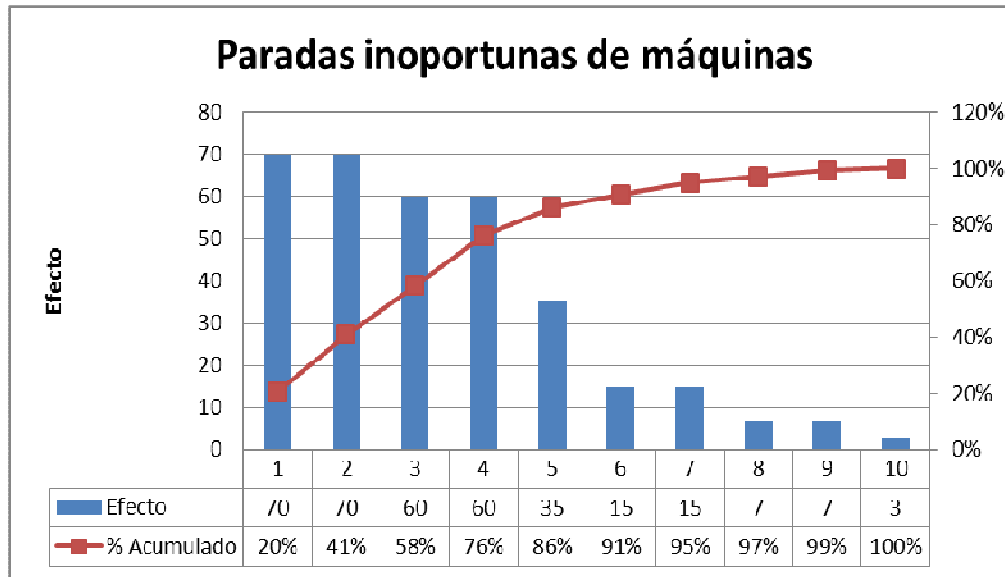
Algunos tipos de MSA son:

- Estudio Gage R&R: Un estudio R&R del sistema de medición le permite investigar si la variabilidad de su sistema de medición es pequeña en comparación con la variabilidad del proceso, cuánta variabilidad en el sistema de medición es causada por diferencias entre operadores y si el sistema de medición es capaz de distinguir entre partes diferentes (George et al, 2005, p. 89).
- Análisis de sesgo y linealidad: determina si el sistema de medición está realizando las mediciones con precisión. El estudio evalúa la linealidad (qué tan precisas son las medidas a través del rango de mediciones esperado) y el sesgo (hasta qué punto las mediciones son comparables con un valor de referencia).
- Análisis de discriminación: es la habilidad de detectar los cambios en las características. Un sistema de medición es inaceptable si no puede detectar variación de los procesos o no puede diferenciar entre causas de nivel de variaciones comunes y especiales.

5.4.2.13 Gráfico de Pareto

Son un tipo de gráfico de barras en el cual el eje horizontal representa las categorías en lugar de una escala continua. Las categorías por lo general son errores, defectos, o causas de defectos; la altura de las barras representa un porcentaje de errores o defectos o su impacto en términos de reprocesos, costes, retrasos, etc. Este gráfico ayuda a determinar cuál categoría producirá mayores ganancias si se toman en cuenta para la mejora y cuáles tienen una menor contribución en el problema (George et al, 2005, p.143).

Figura 14. Gráfico de Pareto



Elaboración: Propia

5.4.2.14 Análisis modal de fallos y efectos (FMEA)

El FMEA por sus siglas en inglés Failure Mode and Effect Analysis es una herramienta de análisis de riesgos que puede ser usado para prevenir un evento o suceso donde se identifican problemas potenciales y sus posibles efectos en el sistema para darles prioridad y concentrar recursos en planes de prevención, supervisión y respuesta. Por lo general se usa cuando un proceso es mejorado o rediseñado como es el caso de la metodología.

Los pasos a seguir son:

- Identificar las actividades del proceso o los componentes del producto.
- Para cada actividad listar los diferentes modos de fallo que pueden ocurrir asignándole un grado de severidad o consecuencia de que ocurra.
- Por cada modo de fallo, considerar las diferentes causas potenciales y la probabilidad de ocurrencia.
- Para cada causa potencial, considerar los controles que hay para prevenir que suceda o se detecte un fallo si la causa ocurre y calcular su probabilidad de detección.
- Calcular el Número prioritario de riesgo (NPR) de cada efecto multiplicando la severidad por la ocurrencia por la detección.
- Priorizar los modos de falla y tomar acciones para reducir el riesgo del modo de falla.
- Calcular el nuevo NPR para ver si el riesgo ha sido reducido.

5.4.2.15 Diseño de experimentos (DOE)

El diseño de experimentos es una de las herramientas más poderosas para entender y reducir la variación en cualquier proceso. DOE es útil ya que permite encontrar configuraciones óptimas del proceso para producir los mejores resultados al menor coste, identificar y cuantificar los

factores que tienen mayor impacto en las salidas del proceso y reduce el tiempo y el número de experimentos necesarios para probar factores múltiples.

Para desarrollar un plan experimental se tienen las siguientes actividades según George et al (2005):

- Definir el problema en términos de negocio, tales como el coste, el tiempo de respuesta, la satisfacción del cliente y nivel de servicio.
- Identificar un objetivo medible que se pueda cuantificar como una variable de respuesta.
- Identificar las variables de entrada y sus niveles.
- Determinar la estrategia experimental a ser usada, determinar si se harán medianos o grandes experimentos o varios pequeños que permitirá rápidos ciclos de aprendizaje. Qué tipo de diseño factorial se realizará, se puede usar Minitab para identificar las combinaciones de factores a ser probados y el orden en el que se harán.
- Planear la ejecución de todas las fases incluido un experimento de confirmación.
- Realizar un experimento y analizar los resultados. ¿Qué se ha aprendido?, ¿Cuál es el siguiente curso de acción? Llevar a cabo más experimentos o aplicar los conocimientos adquiridos para estabilizar el proceso en el nuevo nivel de rendimiento.

5.4.2.16 Gestión visual

La Gestión Visual se refiere al uso de métodos gráficos para mostrar y comunicar cómo un lugar de trabajo o proceso es gestionado, controlado y realizado en tiempo real siempre que sea posible. Su uso permite:

- Establecer y publicar las prioridades de trabajo.
- Mostrar visualmente si el rendimiento diario esperado se cumplió.
- Mejor entendimiento de las entradas y salidas del proceso.
- Identifica rápidamente condiciones anormales.
- Muestra métodos estandarizados en uso.
- Comunica métricas de rendimiento.
- Muestra el estado de todos los elementos críticos para operaciones seguras y eficaces.
- Provee una retroalimentación a los miembros del equipo, supervisores y gerentes.

La gestión visual integrada con muchas herramientas de la metodología LSS es usada para mejorar la limpieza en el programa de 5's, incrementa la calidad como parte del programa prueba de error, minimiza el inventario de trabajo en proceso (WIP) a través del Kanban visual y reduce accidentes como parte del programa de seguridad (Brook, 2014, p.241).

Figura 15. Ejemplo de Gestión Visual

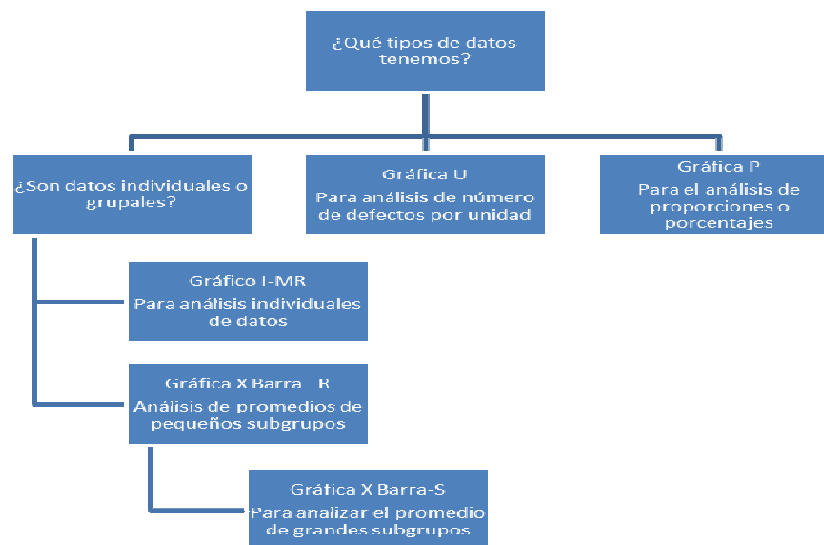


Fuente: <http://www.leansolutions.co/conceptos/gestion-visual/>

5.4.2.17 Estadística de control de procesos

Los gráficos estadísticos de control de procesos son una trama de series temporales que permiten la estabilidad del proceso y que el tipo de variación involucrada sea entendida. Estos gráficos detectan cambios en el promedio del proceso, variación del proceso y cambios que solo ocurren una vez como causas especiales. Brook (2014) en su libro Lean Six Sigma & Minitab nos propone un mapa de ruta para la selección apropiada del gráfico de control estadístico de procesos basado en el tipo de datos que tenemos disponibles.

Figura 16. Mapa de ruta para gráficos estadísticos



Fuente: Lean Six Sigma & Minitab – Brook (2014)

5.4.2.18 Plan de control

Un plan de control define las características que son medidas, sus especificaciones, capacidad, método de medición usado y un plan de respuesta si está fuera de especificación. Este es un documento de gestión del proceso que resume detalles de medición para cada paso del proceso. En la figura 14 podemos ver un ejemplo de un plan de control.

Figura 17. Ejemplo de Plan de Control

Nro. de plan de control			Contacto clave/Teléfono				Fecha (origen)		Fecha (revisión)			
Nro. De parte/Revisión			Equipo de trabajo				Aprobación de ingeniería del cliente (si es requerido)					
Descripción del producto			Fecha de aprobación				Aprobación de calidad del cliente (si es requerido)					
Planta/proveedor		Código	Otras aprobaciones				Fecha de otras aprobaciones					
Nro. Parte/proceso	Descripción de la operación o proceso	Máquina o equipo de manufactura	Características			Parámetro crítico de calidad	Métodos					Plan de reacción
			Nro.	Producto	Proceso		Especificaciones producto/proceso	Técnicas de medición	Muestra		Método de control	
								Tamaño	Frecuencia			

Elaboración: Propia

En la siguiente tabla podemos resumir las técnicas y herramientas usadas con frecuencia en cada fase del proceso.

Tabla 8. Resumen herramientas y técnicas de Lean Seis Sigma

Fases del proyecto	Herramientas y técnicas LSS
Diagnosticar	Entrevistas
	Brainstorming (Lluvia de ideas)
Definir	Coste de mala calidad (COPQ)
	Carta del proyecto (Project Charter)
	Herramientas de Analisis de las necesidades del cliente (VOC)
	Modelo Kano
	Árbol de parámetros críticos de calidad (CTQ)
	Benchmarking
	SIPOC
Medir	Indicadores claves de rendimiento (KPIs)
	Value Stream Mapping (VSM)
	Medidas Lean: Eficiencia del ciclo del proceso, Lead, Takt time y OEE.
	Estadística descriptiva
	Análisis exploratorio de datos
	Análisis del sistema de medición (MSA)
Analizar	Gráfico de Pareto
	Diagrama de causa-efecto
	5 porques
	Brainstorming (Lluvia de ideas)
	Diagrama de afinidad
	Modo de fallos y análisis de efectos (FMEA)
	Minitab: tipos de datos, manipulación de datos y gráficos
	Diseño de experimentos
Análisis residual en la prueba de hipótesis	
Mejorar	Lluvia de ideas negativas (negative brainstorming)
	Matriz de priorización
	SMED
	TPM
	Kanban
	5S
	Poka yoke
Balance de línea	
Estandarizar	Control estadístico de procesos
	Árbol de KPIs
	Gestión visual
	Estandarización de procesos
	Evaluación de hipótesis
	Sistema de reporte

Elaboración: Propia

6 Validación de la metodología

La validación de la metodología está a cargo de un panel de expertos, los cuales llenarán las siguientes preguntas relacionadas al trabajo en mención y su aporte a las empresas de la Comunidad valenciana.

Estas se encuentran relacionadas a los objetivos del proyecto, la estructura del equipo de trabajo, el beneficio de su aplicación en las empresas y su integración con otras metodologías.

La encuesta fue realizada a 10 expertos en temas con calidad, gestión de procesos, implementación de sistemas de mejora y productividad, innovación entre otros. Cada una de estas preguntas tiene una puntuación del 1 al 5 siendo 5 totalmente de acuerdo con la pregunta planteada. Así también podrán realizar observaciones para el proyecto que serán consideradas en la evaluación.

Así pues se promediaron las puntuaciones obtenidas por experto y pregunta:

Tabla 9. Resumen puntuaciones de encuestas de validación

Preguntas	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	Promedio
1) ¿La Metodología planteada facilita la implantación de Lean Seis Sigma en las PYMES de la Comunidad Valenciana?	4	5	4	4	5	5	5	4	5	4	5
2) Según su criterio, ¿la metodología cumple con los objetivos para los que ha sido diseñada?	5	5	5	4	5	5	5	4	4	4	5
3) ¿Considera adecuados, en términos generales, los objetivos que pretende alcanzar la metodología diseñada?	5	5	5	3	4	5	5	4	4	4	4
4) ¿La metodología toma en cuenta requisitos de gestión de calidad contemplados en la Norma ISO 9001?	3	4	4	3	3	2	3	4	4	4	3
5) ¿Cree que la estructura para el equipo del proyecto se adecua a realidad de las pymes?	4	5	4	4	4	4	5	4	5	3	4
6) ¿Considera adecuado, en términos generales, el lenguaje y la terminología usada en la guía de implantación?	5	5	4	5	5	4	5	4	5	5	5
7) ¿Cree que la metodología es adecuada para ser utilizada por cualquier PYME, independientemente del tamaño, del sector, de la antigüedad, etc.?	4	3	3	4	4	4	3	4	5	5	4
8) ¿Considera que el uso de la metodología facilitara la implantación de otras herramientas de calidad por parte de la PYMES de la Comunidad Valenciana?	4	5	5	4	4	4	4	4	5	5	4
9) ¿Considera que la aplicación de la metodología brindará ventajas a las pymes sobre gestión de la calidad?	5	5	5	5	5	4	4	4	4	3	4
Promedio general	4	5	4	4	4	4	4	4	5	4	4.26

Fuente: Propia

También realizaron observaciones para el proyecto, algunas de ellas coinciden en qué es aplicable a medianas y pequeñas empresas de la Comunidad pero a partir de un número de trabajadores y con puestos definidos. También se debe considerar para líneas futuras de investigación la integración de la metodología con la Norma ISO 9001.

En términos generales se obtiene una puntuación de 4,26 siendo la metodología aceptable para la aplicación, coinciden que cuenta con un lenguaje claro y conciso. Como puntos por mejorar se puede realizar una integración con Lean Sigma con la ISO 9001, qué no son tomadas en profundidad en este trabajo. Las encuestas en su totalidad se encontrarán en la parte de anexos.

Figura 18. Encuesta de validación de metodología

Nombre del experto:		Firma: <input type="text"/>
Pregunta	* Puntuación escalada (1: totalmente en desacuerdo;... 5: totalmente de acuerdo). ** Observaciones, aspectos a mejorar, consideraciones, matizaciones, etc.	Puntuación*
		Observaciones **
1) ¿La Metodología planteada facilita la implantación de Lean Seis Sigma en las PYMES de la Comunidad Valenciana?	5	
2) Según su criterio, ¿la metodología cumple con los objetivos para los que ha sido diseñada? (ver página 5 de TFM)	5	
3) ¿Considera adecuados, en términos generales, los objetivos que pretende alcanzar la metodología diseñada?	4	
4) ¿La metodología toma en cuenta requisitos de gestión de calidad contemplados en la Norma ISO 9001?	3	
5) ¿Cree que la estructura para el equipo del proyecto se adecua a realidad de las pymes?	4	
6) ¿Considera adecuado, en términos generales, el lenguaje y la terminología usada en la guía de implantación?	5	
7) ¿Cree que la metodología es adecuada para ser utilizada por cualquier PYME, independientemente del tamaño, del sector, de la antigüedad, etc.?	3	
8) ¿Considera que el uso de la metodología facilitara la implantación de otras herramientas de calidad por parte de la PYMES de la Comunidad Valenciana?	4	
9) ¿Considera que la aplicación de la metodología brindará ventajas a las pymes sobre gestión de la calidad?	4	
Observaciones generales del experto		

Elaboración: Propia

7 Conclusiones y líneas futuras de investigación

- La investigación ha demostrado que la hipótesis de integración de Lean y Seis Sigma es posible mediante una metodología que da una estructura para el desarrollo de actividades y uso de las herramientas para su implementación. Se basa en el DMAIC para las fases del proyecto adecuándolas de acuerdo a las necesidades de las empresas.
- Los objetivos generales y específicos de la investigación han sido cubiertos en el trabajo ya que se realizó un estudio previo de cada uno de estos enfoques, análisis de las metodologías existentes y diseño de una nueva que sintetice de forma clara y concisa el despliegue de actividades y herramientas necesarias para la aplicación de la misma en las pymes.
- La aplicación de la metodología requiere del total apoyo de la Gerencia y/o dueños de la pyme ya que se ven implicados recursos humanos, materiales y tecnológicos para el cumplimiento con éxito del alcance y los objetivos planteados en el proyecto.
- Al ser las pymes, en su mayoría, empresas con poco personal y presupuesto limitado, la metodología considera la participación de los mismos colaboradores como parte del equipo siendo previamente capacitados por un consultor o asesor externo que sea experto en el uso de las herramientas estadísticas, sumado a la contribución de responsables de calidad de la misma empresa y personal que conoce el proceso llevará a lograr el propósito del proyecto.
- Para la aplicación de la metodología Lean Seis Sigma se requiere ver al sistema como un todo para poder aplicar alguna herramienta y antes de ponerla en marcha se requerirá un análisis de las variables de entrada y salida que forman parte del proceso. No se puede mejorar aquello que no es medido.
- El despliegue de cualquier metodología de calidad como LSS requiere de un cambio cultural de la organización y que los esfuerzos realizados en el proyecto formen parte a largo plazo en el proceso.

La investigación realizada da lugar a nuevas interrogantes que pueden desarrollarse en un futuro. Según el proyecto la estructura del equipo considera trabajar con el personal de la empresa que desarrolla tareas de gestión de calidad. ¿Cómo se permite recompensar a estas personas por el desarrollo de tareas mediante un sistema de incentivos, logros, etc.?

Al ser un cambio cultural para la empresa y que implique a todos los empleados involucrados en sistemas de mejora continua como Lean Seis Sigma. ¿Cómo se desarrollará el plan de comunicación? ¿De qué manera se puede hacer posible o mediante qué mecanismos se puede concientizar a la interiorización de la cultura de mejora?


Hemos visto como Lean y Seis Sigma pueden integrarse ya que son enfoques que refuerzan la búsqueda de la mejor calidad para el cliente. ¿Lean Six Sigma puede integrarse con Sistemas de gestión como la ISO 9001?

Referencias bibliográficas

- Wilson, Lonnie. (2010). How to implement lean manufacturing. USA: McGraw - Hill.
- Valderrey Sanz, Pablo. (2010). Seis Sigma. Madrid: Starbook Editorial.
- De Feo, Joseph A. (2004). Más allá de seis sigma: [estrategias para generar valor]. USA: S.A. McGraw-Hill / Interamericana De España.
- Torrubiano Galante, Juan. (2007). Lean manufacturing. Madrid: CYAN Editores.
- Rajadell Carreras, Manuel. (2010). Lean manufacturing: la evidencia de una necesidad. España: Ediciones Díaz de Santos.
- Cabrera, Rafael. (2012). *Manual de Lean Manufacturing: Simplificado para PYMES*. Barcelona: Editorial Académica Español.
- García Alcaraz, J., Maldonado Macías, A. and Cortes-Robles, G. (2014.). *Lean manufacturing in the developing world*. Suiza: Springer.
- Fermín Gómez Fraile, José Francisco Villar Barrio, Miguel Tejero Monzón. (2003). *Seis Sigma*. Madrid: FC Editorial.
- George, M. & Rowlands, D. & Pice, M. & Maxey, J. (2005). *The Lean Six Sigma Pocket Toolbook*. USA: McGraw-Hill.
- Brook, Quentin. (2014). *Lean Six Sigma & Minitab (4th Edition)*. UK: OPEX Resources.
- Rother, Michael & Shook, John. (1999). *Observar para crear valor: Cartografía de la cadena de valor para agregar valor y eliminar muda*. USA: The Lean Enterprise Institute.
- Jugulum, Rajesh & Samuel, Philip. (2008). *Design for Lean Six Sigma: A holistic approach to design and innovation*. USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Oakland, J. (1993), *Total quality management: The route to improving performance*, Butterworth – Heinemann, Oxford.
- Womack & Jones (1996). *Lean Thinking*. New York: Simon & Schuster.
- Bodek, N. (2011). *Jidoka simple tool a complex problem*. Morro Bay: Strategies Group LLC.
- Thomas Pyzdek. (2003). *The Six Sigma Handbook*. USA: TMcGraw-Hill Companies.
- Hilton, Roger & Sohal, Amrik. (2012). A conceptual model for the successful deployment of Lean Six Sigma. *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 29 No. 1, pp. 54-70.
- Pius Achanga Esam Shehab Rajkumar Roy Geoff Nelder, (2006), Critical success factors for lean implementation within SMEs, *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 17 Iss 4 pp. 460 – 471
- Romero, R. & Noriega, S. & Escobar, C. & Ávila, V. (2009). Factores críticos de éxito: una estrategia de competitividad. *Culcyt, Año 6, No 31*, pp 5-13.
- S. Vinodh, S. Vasanth Kumar & K.E.K Vimal. (2014). Implementing lean sigma in an Indian rotary switches manufacturing organisation. *Production Planning & Control*, Vol. 25, No. 4, pp. 288–302

- Barbosa s., E. (2012). *Metodología para la integración de Seis Sigma y Lean en una empresa PyME: Un enfoque participativo entre la academia y las PyMEs Tamaulipecas*. Doctorado. Universidad de León.
- Martínez Martínez, A. (2016). *Metodología de despliegue Lean Six Sigma basada en metodología de sistemas suaves*. Máster. Tecnológico de Monterrey.
- Pivotal Resources. (2016). *Lean Six Sigma Strategy & Deployment - Pivotal Resources*. [online] Disponible: <http://www.pivotalresources.com/lean-six-sigma-strategy-deployment/> [Acceso 20 Junio 2016].
- Bmgi.com. (2016). *Design for Lean Six Sigma (DFLSS) | Training | BMGI*. [online] Disponible en: <https://www.bmgi.com/training/design-lean-six-sigma-dflss> [Acceso 3 mayo. 2016].
- 3.4DPMO Six Sigma. (2014). *Tres errores comunes en el despliegue de LEAN Six Sigma*. [online] Disponible en: <https://sixsigmacr.wordpress.com/2014/01/05/tres-errores-comunes-en-el-despliegue-de-lean-six-sigma/> [Acceso 3 agosto 2016].
- Felizzola Jiménez, H. and Luna Amaya, C. (2014). *Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas: un enfoque metodológico*. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, [online] 22(2), pp.263-277. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052014000200012 [Acceso 5 Agosto 2016].

Anexos

Nombre del experto: Francisco Antón Sánchez		Firma: 	
Consultor en la implantación de sistemas de gestión, herramientas Lean y Six Sigma			
Pregunta	* Puntuación escalada (1: totalmente en desacuerdo;... 5: totalmente de acuerdo). ** Observaciones, aspectos a mejorar, consideraciones, matizaciones, etc.	Puntuación*	Observaciones **
1) ¿La Metodología planteada facilita la implantación de Lean Seis Sigma en las PYMES de la Comunidad Valenciana?		4	
2) Según su criterio, ¿la metodología cumple con los objetivos para los que ha sido diseñada? (ver página 5 de TFM)		5	
3) ¿Considera adecuados, en términos generales, los objetivos que pretende alcanzar la metodología diseñada?		5	
4) ¿La metodología toma en cuenta requisitos de gestión de calidad contemplados en la Norma ISO 9001?		3	Es totalmente integrable, aunque en el trabajo no se profundiza en esta integración
5) ¿Cree que la estructura para el equipo del proyecto se adecua a realidad de las pymes?		4	Para las medianas y grandes sí.
6) ¿Considera adecuado, en términos generales, el lenguaje y la terminología usada en la guía de implantación?		5	
7) ¿Cree que la metodología es adecuada para ser utilizada por cualquier PYME, independientemente del tamaño, del sector, de la antigüedad, etc.?		4	Para las micropymes o más pequeñas es muy complicada la implementación
8) ¿Considera que el uso de la metodología facilitara la implantación de otras herramientas de calidad por parte de la PYMES de la Comunidad Valenciana?		4	
9) ¿Considera que la aplicación de la metodología brindará ventajas a las pymes sobre gestión de la calidad?		5	
Observaciones generales del experto			
El trabajo está bien planteado, es claro y conciso. Para un futuro trabajo se podría desarrollar la integración de Lean Six con una ISO 9001:2015			


Nombre del experto: José Luis Castelló		Firma:
Director de Global Certificación, acreditada UKAS		
Pregunta	* Puntuación escalada (1: totalmente en desacuerdo,... 5: totalmente de acuerdo).	Puntuación*
	** Observaciones, aspectos a mejorar, consideraciones, matizaciones, etc.	Observaciones **
1) ¿La Metodología planteada facilita la implantación de Lean Seis Sigma en las PYMES de la Comunidad Valenciana?	5	No solo de la Comunidad Valenciana, al menos de todo el arco mediterráneo
2) Según su criterio, ¿la metodología cumple con los objetivos para los que ha sido diseñada? (ver página 5 de TFM)	5	
3) ¿Considera adecuados, en términos generales, los objetivos que pretende alcanzar la metodología diseñada?	5	
4) ¿La metodología toma en cuenta requisitos de gestión de calidad contemplados en la Norma ISO 9001?	4	Las herramientas de Lean Six son integrables en su fase de estandarización en la nueva ISO 9001:15
5) ¿Cree que la estructura para el equipo del proyecto se adecua a realidad de las pymes?	5	
6) ¿Considera adecuado, en términos generales, el lenguaje y la terminología usada en la guía de implantación?	5	
7) ¿Cree que la metodología es adecuada para ser utilizada por cualquier PYME, independientemente del tamaño, del sector, de la antigüedad, etc.?	3	A partir de 50 empleados si, con menos es muy complicado
8) ¿Considera que el uso de la metodología facilitara la implantación de otras herramientas de calidad por parte de la PYMES de la Comunidad Valenciana?	5	
9) ¿Considera que la aplicación de la metodología brindará ventajas a las pymes sobre gestión de la calidad?	5	
Observaciones generales del experto		
Me parece un buen trabajo		


Nombre del experto: Ana I. Pérez Molina Freelance, consultora de innovación y productividad. Doctora. Profesora del DEIOAC de la UPV		Firma:
Pregunta	* Puntuación escalada (1: totalmente en desacuerdo;... 5: totalmente de acuerdo). ** Observaciones, aspectos a mejorar, consideraciones, matizaciones, etc.	Puntuación* Observaciones **
1) ¿La Metodología planteada facilita la implantación de Lean Seis Sigma en las PYMES de la Comunidad Valenciana?	4	
2) Según su criterio, ¿la metodología cumple con los objetivos para los que ha sido diseñada? (ver página 5 de TFM)	5	
3) ¿Considera adecuados, en términos generales, los objetivos que pretende alcanzar la metodología diseñada?	5	
4) ¿La metodología toma en cuenta requisitos de gestión de calidad contemplados en la Norma ISO 9001?	4	
5) ¿Cree que la estructura para el equipo del proyecto se adecua a realidad de las pymes?	4	
6) ¿Considera adecuado, en términos generales, el lenguaje y la terminología usada en la guía de implantación?	4	
7) ¿Cree que la metodología es adecuada para ser utilizada por cualquier PYME, independientemente del tamaño, del sector, de la antigüedad, etc.?	3	Solo es factible en empresas medianas o grandes
8) ¿Considera que el uso de la metodología facilitara la implantación de otras herramientas de calidad por parte de la PYMES de la Comunidad Valenciana?	5	
9) ¿Considera que la aplicación de la metodología brindará ventajas a las pymes sobre gestión de la calidad?	5	
Observaciones generales del experto		
<p>En base a estos cuestionarios de validación, la autora debiera concluir con respecto a la hipótesis establecida y los objetivos marcados</p>		

Nombre del experto: María J. Vilaplana Aparicio Administradora consultora innovación y mejora productividad. Profesora de la Universidad de Alicante		Firma:
Pregunta	* Puntuación escalada (1: totalmente en desacuerdo;... 5: totalmente de acuerdo). ** Observaciones, aspectos a mejorar, consideraciones, matizaciones, etc.	Puntuación* Observaciones **
1) ¿La Metodología planteada facilita la implantación de Lean Seis Sigma en las PYMES de la Comunidad Valenciana?	4	
2) Según su criterio, ¿la metodología cumple con los objetivos para los que ha sido diseñada? (ver página 5 de TFM)	4	
3) ¿Considera adecuados, en términos generales, los objetivos que pretende alcanzar la metodología diseñada?	3	Tengo dudas si los objetivos específicos no debieran estar recogidos como una estrategia para conseguir los resultados
4) ¿La metodología toma en cuenta requisitos de gestión de calidad contemplados en la Norma ISO 9001?	-	Desconozco la nueva norma ISO 9001:15
5) ¿Cree que la estructura para el equipo del proyecto se adecua a realidad de las pymes?	4	Es clara
6) ¿Considera adecuado, en términos generales, el lenguaje y la terminología usada en la guía de implantación?	5	El lenguaje es muy claro
7) ¿Cree que la metodología es adecuada para ser utilizada por cualquier PYME, independientemente del tamaño, del sector, de la antigüedad, etc.?	4	
8) ¿Considera que el uso de la metodología facilitara la implantación de otras herramientas de calidad por parte de la PYMES de la Comunidad Valenciana?	4	Para aquellas empresas medianas y grandes si
9) ¿Considera que la aplicación de la metodología brindará ventajas a las pymes sobre gestión de la calidad?	-	Desconozco su integración y aplicación con la ISO 9001
Observaciones generales del experto Creo que se debiera incluir un apartado de validación, en el que se recoja las opiniones de los expertos, en su caso, las modificaciones propuestas, así como concluir con respecto a la hipótesis y objetivos		

Nombre del experto: Vicente Fran		Firma:
Freelance. Implementación sistemas de mejora de productividad		
Pregunta	* Puntuación escalada (1: totalmente en desacuerdo,... 5: totalmente de acuerdo). ** Observaciones, aspectos a mejorar, consideraciones, matizaciones, etc.	Puntuación* Observaciones **
1) ¿La Metodología planteada facilita la implantación de Lean Seis Sigma en las PYMES de la Comunidad Valenciana?		5
2) Según su criterio, ¿la metodología cumple con los objetivos para los que ha sido diseñada? (ver página 5 de TFM)		5
3) ¿Considera adecuados, en términos generales, los objetivos que pretende alcanzar la metodología diseñada?		4 Solo hay un objetivo
4) ¿La metodología toma en cuenta requisitos de gestión de calidad contemplados en la Norma ISO 9001?		3 Es integrable aunque en el texto no se indica como
5) ¿Cree que la estructura para el equipo del proyecto se adecua a realidad de las pymes?		4
6) ¿Considera adecuado, en términos generales, el lenguaje y la terminología usada en la guía de implantación?		5
7) ¿Cree que la metodología es adecuada para ser utilizada por cualquier PYME, independientemente del tamaño, del sector, de la antigüedad, etc.?		4
8) ¿Considera que el uso de la metodología facilitara la implantación de otras herramientas de calidad por parte de la PYMES de la Comunidad Valenciana?		4 Para aquellas empresas medianas y grandes si
9) ¿Considera que la aplicación de la metodología brindará ventajas a las pymes sobre gestión de la calidad?		5
Observaciones generales del experto		
El trabajo es bueno y breve		

Nombre del experto: Amparo Ros Freelance. Implementación Calidad - Lean		Firma:	
Pregunta	* Puntuación escalada (1: totalmente en desacuerdo,... 5: totalmente de acuerdo).	Puntuación*	Observaciones **
1) ¿La Metodología planteada facilita la implantación de Lean Seis Sigma en las PYMES de la Comunidad Valenciana?		5	
2) Según su criterio, ¿la metodología cumple con los objetivos para los que ha sido diseñada? (ver página 5 de TFM)		5	
3) ¿Considera adecuados, en términos generales, los objetivos que pretende alcanzar la metodología diseñada?		5	
4) ¿La metodología toma en cuenta requisitos de gestión de calidad contemplados en la Norma ISO 9001?		3	No se indica nada en el trabajo sobre cumplimiento de requisitos de ISO 9001
5) ¿Cree que la estructura para el equipo del proyecto se adecua a realidad de las pymes?		4	
6) ¿Considera adecuado, en términos generales, el lenguaje y la terminología usada en la guía de implantación?		4	
7) ¿Cree que la metodología es adecuada para ser utilizada por cualquier PYME, independientemente del tamaño, del sector, de la antigüedad, etc.?		4	
8) ¿Considera que el uso de la metodología facilitara la implantación de otras herramientas de calidad por parte de la PYMES de la Comunidad Valenciana?		4	
9) ¿Considera que la aplicación de la metodología brindará ventajas a las pymes sobre gestión de la calidad?		4	
Observaciones generales del experto Yo trabajo normalmente empresas de la región de Murcia. Entiendo que no deben existir diferencias significativas con las de la Comunidad Valenciana			

Nombre del experto: Jon Franco		Firma: 	
Consultor sistemas de gestión			
Pregunta	* Puntuación escalada (1: totalmente en desacuerdo;... 5: totalmente de acuerdo).	Puntuación*	Observaciones **
** Observaciones, aspectos a mejorar, consideraciones, matizaciones, etc.			
1) ¿La Metodología planteada facilita la implantación de Lean Seis Sigma en las PYMES de la Comunidad Valenciana?		5	
2) Según su criterio, ¿la metodología cumple con los objetivos para los que ha sido diseñada? (ver página 5 de TFM)		5	
3) ¿Considera adecuados, en términos generales, los objetivos que pretende alcanzar la metodología diseñada?		5	
4) ¿La metodología toma en cuenta requisitos de gestión de calidad contemplados en la Norma ISO 9001?		2	No se especifica como tal en la memoria
5) ¿Cree que la estructura para el equipo del proyecto se adecua a realidad de las pymes?		5	
6) ¿Considera adecuado, en términos generales, el lenguaje y la terminología usada en la guía de implantación?		5	
7) ¿Cree que la metodología es adecuada para ser utilizada por cualquier PYME, independientemente del tamaño, del sector, de la antigüedad, etc.?		3	No es aplicable a cualquier tipo de empresa. El punto de partida debe ser muy elevado
8) ¿Considera que el uso de la metodología facilitara la implantación de otras herramientas de calidad por parte de la PYMES de la Comunidad Valenciana?		4	
9) ¿Considera que la aplicación de la metodología brindará ventajas a las pymes sobre gestión de la calidad?		4	
Observaciones generales del experto			

Nombre del experto: Miguel A. Rodriguez		Firma: 	
Director Técnico Certificadora INORCON			
Pregunta	* Puntuación escalada (1: totalmente en desacuerdo,... 5: totalmente de acuerdo).	Puntuación*	Observaciones **
** Observaciones, aspectos a mejorar, consideraciones, matizaciones, etc.			
1) ¿La Metodología planteada facilita la implantación de Lean Seis Sigma en las PYMES de la Comunidad Valenciana?		4	
2) Según su criterio, ¿la metodología cumple con los objetivos para los que ha sido diseñada? (ver página 5 de TFM)		4	
3) ¿Considera adecuados, en términos generales, los objetivos que pretende alcanzar la metodología diseñada?		4	
4) ¿La metodología toma en cuenta requisitos de gestión de calidad contemplados en la Norma ISO 9001?		3	Si los contempla aunque no están especificados en la memoria
5) ¿Cree que la estructura para el equipo del proyecto se adecua a realidad de las pymes?		4	
6) ¿Considera adecuado, en términos generales, el lenguaje y la terminología usada en la guía de implantación?		4	
7) ¿Cree que la metodología es adecuada para ser utilizada por cualquier PYME, independientemente del tamaño, del sector, de la antigüedad, etc.?		4	
8) ¿Considera que el uso de la metodología facilitara la implantación de otras herramientas de calidad por parte de la PYMES de la Comunidad Valenciana?		4	
9) ¿Considera que la aplicación de la metodología brindará ventajas a las pymes sobre gestión de la calidad?		4	
Observaciones generales del experto			
Desconozco alguna de las herramientas expuestas aunque a nivel metodológico me parece perfecto			

Nombre del experto: Lirios García		Firma: 	
Asociación Empresarial			
Pregunta	* Puntuación escalada (1: totalmente en desacuerdo;... 5: totalmente de acuerdo).	Puntuación*	Observaciones **
** Observaciones, aspectos a mejorar, consideraciones, matizaciones, etc.			
1) ¿La Metodología planteada facilita la implantación de Lean Seis Sigma en las PYMES de la Comunidad Valenciana?		5	
2) Según su criterio, ¿la metodología cumple con los objetivos para los que ha sido diseñada? (ver página 5 de TFM)		4	
3) ¿Considera adecuados, en términos generales, los objetivos que pretende alcanzar la metodología diseñada?		4	
4) ¿La metodología toma en cuenta requisitos de gestión de calidad contemplados en la Norma ISO 9001?		4	
5) ¿Cree que la estructura para el equipo del proyecto se adecua a realidad de las pymes?		5	
6) ¿Considera adecuado, en términos generales, el lenguaje y la terminología usada en la guía de implantación?		5	
7) ¿Cree que la metodología es adecuada para ser utilizada por cualquier PYME, independientemente del tamaño, del sector, de la antigüedad, etc.?		5	
8) ¿Considera que el uso de la metodología facilitara la implantación de otras herramientas de calidad por parte de la PYMES de la Comunidad Valenciana?		5	
9) ¿Considera que la aplicación de la metodología brindará ventajas a las pymes sobre gestión de la calidad?		4	
Observaciones generales del experto			

Nombre del experto: Teresa Marco, Directora Mejora Vidrinvest		Firma:
Pregunta	* Puntuación escalada (1: totalmente en desacuerdo,... 5: totalmente de acuerdo). ** Observaciones, aspectos a mejorar, consideraciones, matizaciones, etc.	Puntuación* Observaciones **
1) ¿La Metodología planteada facilita la implantación de Lean Seis Sigma en las PYMES de la Comunidad Valenciana?		4
2) Según su criterio, ¿la metodología cumple con los objetivos para los que ha sido diseñada? (ver página 5 de TFM)		4
3) ¿Considera adecuados, en términos generales, los objetivos que pretende alcanzar la metodología diseñada?		4
4) ¿La metodología toma en cuenta requisitos de gestión de calidad contemplados en la Norma ISO 9001?		4
5) ¿Cree que la estructura para el equipo del proyecto se adecua a realidad de las pymes?		3
6) ¿Considera adecuado, en términos generales, el lenguaje y la terminología usada en la guía de implantación?		5
7) ¿Cree que la metodología es adecuada para ser utilizada por cualquier PYME, independientemente del tamaño, del sector, de la antigüedad, etc.?		5
8) ¿Considera que el uso de la metodología facilitara la implantación de otras herramientas de calidad por parte de la PYMES de la Comunidad Valenciana?		5
9) ¿Considera que la aplicación de la metodología brindará ventajas a las pymes sobre gestión de la calidad?		4
Observaciones generales del experto		