

**LEAN SIX SIGMA PARA MEJORAR LA CALIDAD EN LABORATORIOS DE OIL  
AND GAS**



ANDREA PAOLA GONZÁLEZ PADILLA

Docente:

CRISTHIAN CAMILO ROJAS GUTIÉRREZ

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

Facultad de Ciencias Económicas

Especialización en Alta Gerencia

Bogotá D.C

2018

## Contenido

Resumen.....	v
Abstract.....	v
Introducción .....	6
Justificación .....	8
Pregunta de investigación .....	8
Objetivo general.....	9
Objetivos específicos .....	9
1. Marco teórico.....	10
1.1 Lean Manufacturing .....	10
1.1.1 Metodología Lean Manufacturing. ....	10
1.1.2 Beneficios de la implementación de Lean Manufacturing. ....	11
1.1.3 Los 5 principios de Lean Manufacturing. ....	11
1.1.4 Técnicas y herramientas Lean Manufacturing. ....	12
1.2 Six Sigma .....	12
1.2.1 Objetivos del Six Sigma.....	14
1.2.2 Principios de Six Sigma. ....	15
1.2.3 Estructura organizacional de Six Sigma. ....	16
1.2.4 Fases de la metodología Six Sigma. ....	19
1.3 Lean Six Sigma .....	21
1.3.1 Ventajas de Lean Six Sigma. ....	21
2 Desarrollo .....	23
2.1 Casos de éxito de la aplicabilidad de Lean Six Sigma en laboratorios de análisis .....	23
2.2 Criterios iniciales para implementar Lean Six Sigma como metodología de mejora de la calidad en laboratorios de análisis.....	27
2.3 Estrategias para lograr preservar en el tiempo los resultados positivos de las investigaciones empleando Lean Six Sigma .....	30
Conclusiones.....	33
Bibliografía .....	35

## Lista de Figuras

Figura 1. Técnicas y herramientas de Lean Manufacturing.....	12
Figura 2. Desviación estándar Six Sigma. ....	14

**Lista de Tablas**

Tabla 1 DPMO por niveles Sigma .....	13
Tabla 2 Principios de Six Sigma.....	15
Tabla 3 Estructura humana Six Sigma.....	17
Tabla 4 Fases de la metodología Six Sigma .....	19

## Resumen

Lean Six Sigma es una poderosa metodología de mejora continua de procesos y servicios, que ha demostrado óptimos resultados en las áreas que ha sido aplicada. El presente ensayo tiene como principal objetivo conocer y entender la metodología desde la aplicación a los procesos de los laboratorios de análisis y los beneficios que su implementación trae al interior de las organizaciones, haciendo procesos más eficaces y eficientes, reduciendo costos, aumentando la satisfacción del cliente, mejorando la calidad en los servicios y disminuyendo tiempos de proceso. Con este documento se concluye que la metodología puede ser aplicada a laboratorios de Oil and Gas, alcanzando grandes beneficios, como lo son disminución de reprocesos, aumento en la productividad y la disminución en los tiempos de respuesta al cliente, indicador vital en la operación de los laboratorios.

**Palabras clave:** Lean six sigma, eficiencia, eficacia, productividad, calidad.

## Abstract

Lean Six Sigma is a powerful methodology for continuous improvement of processes and services, which has shown excellent results in the areas that have been applied. The main objective of this document is to know and understand the methodology from the application to the processes of the analysis laboratories and the benefits that its implementation brings to the interior of the organizations, making more effective and efficient processes, reducing costs, increasing the satisfaction of the client, improving the quality of services and decreasing process times. With this document it is concluded that the methodology can be applied to Oil and Gas laboratories, achieving great benefits, such as reduction of reprocessing, increasing productivity and decreasing turnaround times, vital indicator in the operation of laboratories.

**Key words:** Lean six sigma, efficiency, efficacy, productivity, quality.

## Introducción

El constante crecimiento y desarrollo de las industrias, donde la calidad y la cantidad de producción son determinantes, hace importante que los laboratorios se fortalezcan, evalúen y minimicen sus pérdidas, aseguren sus procesos y puedan dar respuesta a todas las necesidades que el mercado impone, haciendo planificaciones eficaces para afrontar los retos de una competencia agresiva y garantizar la entrega resultados confiables en tiempos óptimos de respuesta.

En esta investigación se analizara el modelo Lean Six Sigma como estrategia de gestión de calidad cuyo objetivo primordial es disminuir la variabilidad en los procesos, y así llevar el número de defectos en el proceso a cero, garantizando calidad y agilidad. Esta variación es el principal enemigo de la industria, dado que tiende a propiciar mayores costos y menores beneficios, distribuidos en aumentos en los costos de operación por reprocesos, perdidas en los ingresos debido a entregas por fuera del tiempo pactado.

Six sigma es una metodología implementada en 1980 por Motorola, que representa una mejora continua de procesos y productos, esta incluye principalmente el uso de herramientas estadísticas, que genera valor al no producir servicios o productos defectuosos.

La metodología Six Sigma está fundamentada en la curva de distribución normal para conocer el nivel de variación de un proceso o actividad. La mayoría de los procesos productivos siguen una distribución normal, con una distribución de frecuencias siguiendo la campana de Gauss, y con una probabilidad de que algunos valores queden fuera de los límites de especificación (superior e inferior), esta probabilidad es lo que se entiende como probabilidad de defecto.

En el desarrollo del presente trabajo se revisaran los casos de éxito en la implementación del Lean Six Sigma y sus aportes en la industria, se identificarán los conceptos necesarios para su implementación y por último se analizarán las metodologías que permitan mantener en el tiempo los resultados positivos de su implementación. De tal manera que se cuente con la información suficiente para determinar si es una estrategia exitosa la implementación de la metodología Lean Six Sigma en los laboratorios de Oil and Gas para disminuir los tiempos de entrega de resultados de alta calidad optimizando los procesos.

### **Justificación**

En los últimos años el servicio de análisis de lubricantes ha tomado fuerza en los diversos sectores industriales del país, lo cual ha llevado a los laboratorios que prestan este servicio a mantener sus altos estándares de calidad con un mayor volumen de muestras para analizar, fidelizando a los clientes con resultados confiables y entregas de resultados en cortos periodos de tiempo. Sin embargo, esta no ha sido una labor fácil para los laboratorios, ya que en la mayoría de casos no se está cumpliendo con los tiempos pactados contractualmente, lo cual conlleva a pérdidas en los ingresos del laboratorio, esta situación se está presentando por diversos factores, entre los que se encuentran la confiabilidad de los equipos por el número de muestras analizadas, reprocesos asociados a falta de verificación de resultados y mala planeación en los diagnósticos de las muestras.

El objetivo de esta investigación es identificar la metodología más adecuada para verificar los procesos del laboratorio, optimizarlos, medirlos y controlarlos a fin de entregar resultados de calidad en tiempos establecidos.

### **Pregunta de investigación**

¿Cómo la metodología Lean Six Sigma puede contribuir a mejorar la calidad de los tiempos de respuesta en los laboratorios de Oil and Gas?

### **Objetivo general**

Revisar y analizar la metodología Lean Six Sigma y su impacto en el mejoramiento de la calidad en la entrega de resultados en laboratorios de Oil and Gas.

### **Objetivos específicos**

- Recopilar casos de éxito de la aplicabilidad de Lean Six Sigma y seleccionar los más representativos a fin de reconocer sus principales aportes a los laboratorios de análisis.
- Definir los criterios iniciales para implementar Lean Six Sigma como metodología de mejora de la calidad en laboratorios de análisis.
- Identificar estrategias para lograr preservar en el tiempo los resultados positivos de las investigaciones empleando Lean Six Sigma.

## **1. Marco teórico**

### **1.1 Lean Manufacturing**

#### **1.1.1 Metodología Lean Manufacturing.**

El término Lean fue planteado por el (Massachussets Institute of Technology) para nombrar una filosofía que busca hacer “más y más con menos y menos”, menos esfuerzo humano, menos equipamiento, menos tiempo, menos espacio. Esta filosofía, que ha sido implementada inicialmente en el área automotriz, se ha extendido a otros sectores industriales con éxito. La filosofía Lean puede ser implementada tanto en sectores industriales como de servicios, aunque exige una mentalidad abierta así como una manera de pensar y hacer, acorde con la filosofía. (Baena, Entrambasaguas, & Guilloto, 2007).

La filosofía Lean Manufacturing se enfoca la continua eliminación de “desperdicios”, definidos como aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios, mediante la aplicación del ciclo de mejora continua de Deming (Planea, Hacer, Verificar y Actuar). Lean Manufacturing identifica varios tipos de “desperdicios” que se observan en la producción tales como sobreproducción, sobreinventario, productos defectuosos, movimiento, procesamiento, tiempo de espera, transporte. Esta metodología identifica lo que no deberíamos estar haciendo porque no agrega valor al cliente y tiende a eliminarlo. Para alcanzar los objetivos, Lean Manufacturing contempla un conjunto extenso de técnicas sistemáticas que cubren la totalidad de las áreas operativas de fabricación: organización de puestos de trabajo, gestión de la calidad, flujo interno de producción, mantenimiento, gestión de la cadena de suministro (Hernández Matias & Vizán Idolpe, 2013).

### 1.1.2 Beneficios de la implementación de Lean Manufacturing.

Con la implementación de la metodología Lean Manufacturing las organizaciones de clase mundial desean competir con éxito en el mercado actual planteándose objetivos que les permitan alcanzar los siguientes beneficios: reducir los tiempos de entrega, reducción de inventarios, mejora del conocimiento de los procesos, procesos más robustos, mejora de la distribución de planta para aumentar la flexibilidad, reducción de pérdidas de calidad, reducción de retrabajos, ahorros financieros.

### 1.1.3 Los 5 principios de Lean Manufacturing.

La metodología Lean Manufacturing esta soportada en 5 principios básicos, asociados al sistema, buscando generar mayores salidas con menores recursos (Felizzola Jiménez & Luna Amaya, 2014):

- **Value:** Identificar y definir lo que el cliente percibe como valor, comprender sus necesidades, expectativas y requerimientos e incluirlos en los procesos.
- **Value Stream:** Identificar los flujos de valor con el propósito de eliminar los desperdicios.
- **Flow:** Alinear las acciones de la organización con los flujos de valor, para tener un movimiento continuo del proceso se deben eliminar los obstáculos y los transportes innecesarios debido a malos diseños.
- **Pull:** Permitir que las necesidades y expectativas del cliente tiren, producir a demanda del cliente, tratando de dar una respuesta rápida a sus necesidades.
- **Perfection:** Perseguir la perfección y gestionarla para eliminar los desperdicios.

### 1.1.4 Técnicas y herramientas Lean Manufacturing.

Teniendo en cuenta los principios de la metodología Lean Manufacturing, existe una gran variedad de técnicas y herramientas que permitirán implementar con éxito este sistema, entre las más conocidas se encuentran (Espejo Ruiz, 2010):



**Figura 1. Técnicas y herramientas de Lean Manufacturing.**

**Fuente:** Autoría propia.

## 1.2 Six Sigma

Six Sigma es considerada una evolución de las teorías clásicas sobre calidad de más éxito desarrollada después de la II guerra mundial. Se puede considerarse precursora directa del TQM (Total Quality Managment) y del SPC (Statistical Process Control). Six Sigma tiene como fin la

mejora continua de los procesos y productos apoyada en la aplicación de una metodología propia, que incluye principalmente el uso de herramientas estadísticas, además de otras de apoyo.

Six Sigma determina que el proceso admite hasta seis desviaciones estándar entre la media de una cierta variable y el límite de su especificación (inferior o superior). En términos estadísticos implica que una determinada variable tiene menos de 3,4 probabilidades por millón de estar fuera de los límites de especificación (DPMO) es decir, un 99,99966% de servicios y procesos sin defectos. Hablando de calidad, entre mayor sea el número de sigma, mejor será la calidad (Ver tabla 2).

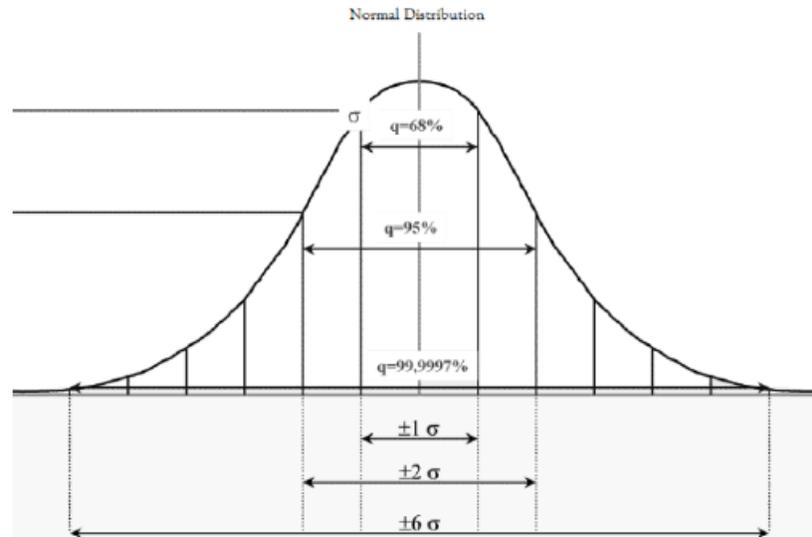
Sigma ( $\sigma$ ) es una letra del alfabeto griego utilizada como un símbolo para denominar la desviación estándar de un proceso, la medida de la variación (Babé Romero, 2004).

**Tabla 1**

*DPMO por niveles Sigma*

Nivel Sigma	Defectos por millón de oportunidades	Rendimiento
6	3,4	99.9997%
5	233	99.997%
4	6.210	99.379%
3	66.807	93.32%
2	308.537	69.2%
1	690.000	31%

**Nota:** Fuente, Elaboración propia.



**Figura 2. Desviación estándar Six Sigma.**

**Fuente:** Bussines Process Improvement using Lean Six Sigma: An example of improving the Onboarding Process (2016).

### 1.2.1 Objetivos del Six Sigma.

Six Sigma basa sus objetivos en la reducción de variaciones y el mejoramiento del desempeño de los procesos y productos, fundamentado en la identificación, medición y minimización de errores, defectos y retrasos que afectan los costos y la satisfacción de los clientes.

Los esfuerzos de Six Sigma se dirigen a tres áreas principales:

- Mejorar la satisfacción del cliente
- Reducir el tiempo de ciclo
- Reducir los defectos

Teniendo en cuenta lo anterior Six Sigma debe permitir ahorros en los costos y oportunidades para retener a clientes, incursionar en nuevos mercados y desarrollar un enfoque de clase mundial (Barrera & Gómez Montoya, 2011).

### 1.2.2 Principios de Six Sigma.

La metodología Six Sigma está basada en unos principios que tiene como base la organización y la estructura de los procesos, que permite de manera estratégica el alcance de sus objetivos (Romero Hernández, 2012).

**Tabla 2**

*Principios de Six Sigma*

<b>Principios Six Sigma</b>	<b>Concepto</b>
<b>Enfoque en el cliente</b>	Los clientes son la prioridad de las empresas. Con el uso del Six Sigma se identifican las necesidades de los clientes, de tal manera las mejoras en la implementación se identifican con el aumento en los niveles de satisfacción y creación de valor para el cliente.
<b>Dirección basada en datos y hechos</b>	Six Sigma establece indicadores para medir, analizar y determinar el desempeño en los procesos y productos, de manera que los problemas puedan ser definidos y resueltos de una manera efectiva y permanente.
<b>Orientado a procesos</b>	Los proyectos de Six Sigma se deben enfocar en procesos, con independencia si se requiere medir el desempeño, eficiencia, productividad, satisfacción del cliente. La implementación de Six Sigma es un medio para aumentar la ventaja competitiva y aumentar la eficiencia.
<b>Dirección proactiva</b>	La proactividad en el ámbito empresarial, hace referencia a las prácticas orientadas a la planificación, análisis y desarrollo de planes de contingencia que permitan reducir los errores, variaciones o desperdicios en los procesos de las empresas.
<b>Colaboración en la organización</b>	Un factor determinante en la metodología es la eliminación de las barreras que dificultan el trabajo en equipo entre los miembros de la

organización y diseñar estrategias que permitan el flujo correcto de la comunicación, la colaboración y coordinación en pro de la satisfacción al cliente y la generación de valor.

**Búsqueda de la perfección**

Con la implementación de Six Sigma las compañías tienen como objetivo principal lograr cada día mayor calidad, estando siempre dispuestas a aceptar cambios ocasionales para lograrlo.

---

**Nota:** Fuente: Aplicación de la metodología Six Sigma en ayuntamientos y administraciones públicas, Romero Hernández (2012).

### **1.2.3 Estructura organizacional de Six Sigma.**

Six Sigma no es una metodología que se encargue únicamente de los procesos, también involucra al capital humano de las organizaciones, y para esto se debe realizar una estructuración o mejora en la organización, y es de vital importancia que los líderes, expertos, facilitadores y empleados se involucren y apoyen el proceso, de esta manera se podrá aumentar la satisfacción del cliente, reducir los tiempos de ciclo y los desperdicios (Barrera & Gómez Montoya, 2011).

Teniendo en cuenta lo anterior se debe tener un área en la organización que coordine los procesos de la gestión del talento humano y desarrolle los perfiles de la estructura Six Sigma, además de la estrategia de gestión del cambio que contribuya a la consecución de los objetivos planteados por la metodología (Barrera & Gómez Montoya, 2011).

A continuación se describen los distintos actores y roles que existen en la metodología Six Sigma y se identificaran los responsables de cada proceso como lo indica.

**Tabla 3***Estructura humana Six Sigma*

<b>Estructura Six Sigma</b>	<b>Roles</b>
<b>Líder de Six Sigma</b>	De esta manera se identifica al ejecutivo de más alto nivel en la organización que forma parte del proyecto Six Sigma, su responsabilidad principal es elegir e impulsar Six Sigma como estrategia organizacional, y asegurar los recursos para lograr la correcta implementación de la misma.
<b>Champions</b>	Se designa este nombre a los directores de cada proyecto, directores de áreas que asumen las responsabilidades de Six Sigma, responsables de las áreas donde se va a implementar la metodología. Su responsabilidad es guiar al equipo de trabajo de acuerdo con la estrategia organizacional, proveer recursos y ayudar a eliminar las barreras para la ejecución de proyectos.
<b>Master Black Belt</b>	Primer rol en la estructura con dedicación 100% a la implementación de Six Sigma, es un experto en la metodología, herramientas y tácticas. Responsable de trabajar con los Black belts y Green belts en el desarrollo de los proyectos, proporcionar apoyo en la traducción de ahorros financieros, ayudar a establecer prioridades para los posibles proyectos de Six Sigma y es el primer agente de cambio dentro de las organizaciones

---

<b>Black Belts</b>	<p>Personas dedicadas al 100% en la implementación del Six Sigma, con alta formación en las técnicas de la metodología.</p> <p>Líder en el desarrollo, ejecución y seguimiento de proyectos Six Sigma en su equipo de trabajo, capacita en las herramientas de la metodología y son agentes de cambio dentro de la organización.</p> <p>Responsable de medir, analizar, mejorar y controlar procesos que afectan la satisfacción del cliente, la productividad y la calidad.</p>
<b>Green Belts</b>	<p>Miembros del equipo que apoyan a los Black belts. Poseen formación técnica sobre la metodología Six Sigma. Trabajan bajo la dirección de los miembros de mayor nivel, identifican oportunidades de mejora en la organización y prestan apoyo en la capacitación en herramientas Six Sigma a los miembros de la organización.</p>
<b>Yellow Belts</b>	<p>Son el último escalón en la estructura, con dominio en los principios y herramientas Six Sigma, genera e identifica oportunidades de mejora en la organización. Su función es dar soporte a los Green belts, liderar y participar en eventos Kaizen.</p>

---

**Nota:** Fuente: Seis sigma: un enfoque teórico y aplicado en el ámbito empresarial basándose en información científica, Barrera & Gómez Montoya (2011).

### 1.2.4 Fases de la metodología Six Sigma.

La metodología Six Sigma está estructurada en cinco etapas las cuales son Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Control (DMAMC). Estas etapas siguen un orden lógico en un modelo cíclico de mejora continua, a continuación se explica cada una de las etapas (Miluska Aylin, 2016):

**Tabla 4**

*Fases de la metodología Six Sigma*

Fases	Concepto
<b>Definir</b>	Fase inicial en la cual se seleccionan los proyectos y se definen los objetivos y su alcance. Seleccionado el proyecto se conforma el equipo de trabajo para su ejecución. Las herramientas más adecuadas para llevar a cabo esta fase son las líneas de tiempo, mapas de proceso, diagramas de Pareto, espinas de pescado, las cuales darán elementos de juicio dentro de la etapa de definición.
<b>Medir</b>	En esta fase se definen las necesidades del cliente, se describe el proceso y se evalúan los sistemas de medición actual. Se definen los defectos, se recopila la información (primaria y secundaria) de los procesos y se establecen las metas. Con los avances del proyecto los datos son actualizados. En esta fase es válido usar mapas de proceso, su comprensión permitirá enfocarse en las oportunidades de mejora, también se puede hacer uso de los diagramas IPO (Input-Process-Output).
<b>Analizar</b>	En la tercera fase se analizan los datos y la información recopilada en la fase anterior, conviene revisar los objetivos del

proyecto y el alcance, por si se hace necesario realizar algún cambio en el planteamiento inicial. En este punto se debe plantear la hipótesis sobre las causas de la variabilidad y/o errores que se están presentando, y definir si existen oportunidades de mejora. Los diagramas de Causa y efecto, ANOVA, histogramas son algunas de las herramientas empleadas en esta fase

### **Mejorar**

En la cuarta fase se diseñan soluciones que ataquen la causa raíz de los problemas y se obtengan los resultados que cumplan con las necesidades de los clientes. Se desarrolla el plan de implementación y se ponen en práctica las soluciones propuestas, se prueban y se validan. En esta etapa es válido hacer uso de la herramienta FMEA (Failure Mode Effect Analysis).

### **Control**

En la última fase de la metodología se tiene como objetivo diseñar y asegurar un sistema para controlar y mantener las mejoras logradas con el Six Sigma una vez implementados los cambios. En esta fase se utilizan herramientas como gráficos de control, Poka-Yoke, estandarización, documentación y reportes finales.

**Nota:** Fuente: Integración Lean Manufacturing y Seis Sigma. Aplicacion Pymes, Miluska Ailyn (2016).

### **1.3 Lean Six Sigma**

Lean Six Sigma es una metodología que integra dos corrientes, Lean y Six Sigma, las cuales maximizan la mejora en la satisfacción de los clientes, la calidad, velocidad en los procesos, la productividad y minimiza los costos. La fusión de estas dos corrientes se da porque Lean no puede hacer que un proceso esté bajo control estadístico y Six Sigma por su cuenta no puede mejorar la velocidad en los procesos y reducir la inversión de capital (Romero Hernández, 2012), Lean Six Sigma integra al empleado con el proceso con el fin de mejorar la calidad y los procesos.

La combinación de ambas metodologías, proporciona herramientas de mejora basadas en datos para dar soluciones rápidas a problemas a un bajo costo. Lean Six Sigma se enfoca en los requerimientos del cliente, prevención de defectos, reducción de los ciclos de tiempo y los ahorros económicos (Hernández Martínez, 2014).

El gran reto de Lean Six Sigma está en buscar la efectividad y la eficiencia en los procesos, logrando generar una cultura en las organizaciones, integrando al personal manteniendo la mejora continua. Lean Six Sigma no solo busca hacer las cosas mejor, sino hacer mejores cosas (Zabaleta Moreno, 2017).

#### **1.3.1 Ventajas de Lean Six Sigma.**

La metodología Lean Six Sigma es una disciplina de rendimiento comprobado que integra dos filosofías de la administración de negocios. La ventaja principal de Lean Six Sigma es que al alcanzar los resultados esperados, los costos por producción se reducen y se consigue una producción más eficiente, lo cual se traduce en aumento en las ganancias. Entre otras ventajas, se resalta el cambio en la cultura organizacional, dando valor a los datos, incluyendo al personal de distintos niveles del proceso en la metodología y haciéndolos sentir valorados. Lean Six Sigma es

una metodología que puede ser aplicada a un producto, un proceso, un departamento de una empresa o en toda la organización con resultados positivos (Hernández Martínez, 2014).

## 2 Desarrollo

### 2.1 Casos de éxito de la aplicabilidad de Lean Six Sigma en laboratorios de análisis

El objetivo de este apartado es conocer los diferentes casos de éxito que se han presentado en la implementación de la metodología Lean Six Sigma en procesos y servicios. Se realiza una búsqueda exhaustiva de casos aplicados a laboratorios de Oil and Gas, sin obtener resultados con éxito. Por tal motivo se redirecciona la búsqueda a laboratorios de otros sectores ya que los procesos internos son similares, y adicionalmente la dinámica de la metodología permite que sea aplicable en cualquier tipo de industria.

#### **Caso 1.**

En el estudio de (Alipour Sarvari & Umut, 2016) en su análisis “Applying lean tools in the clinical laboratory to reduce turnaround time for blood test results” se realiza la implementación de la metodología Lean Six Sigma para disminuir los retrasos en los resultados de análisis de cateterismo, se realizó la medición de los tiempos de espera de los pacientes en cada proceso, desde el ingreso hasta la entrega del resultado, donde se evidencio que el retraso en la entrega de los resultados de sangre eran el factor principal que estaba afectando el cumplimiento a los pacientes. Con el análisis Pareto, se evidencio que el mayor contribuyente de los retrasos en el laboratorio de cateterismo (30%) se debía a las demoras presentadas en el laboratorio de análisis de sangre (97 resultados con retraso de 324 en total, presentaron la novedad debido a las demoras en la entrega de resultados de análisis de sangre). El análisis que más afecta la operación es el de Creatinina el cual puede tardar entre 180 y 210 minutos, luego de la implementación se logró reducir este tiempo a 90 minutos. Adicionalmente, se logra disminuir el tiempo de entrega de resultados (desperdicio), pasando de 97 minutos a 29 minutos, se aumenta la satisfacción del cliente y adicionalmente se mejora la eficiencia y la productividad de los dos laboratorios. Esto

gracias al uso las diferentes herramientas de la metodología Lean, realizando mapas de proceso para identificar desperdicios, Heijunka (nivel de carga del trabajo y demanda del paciente), 5S, gestión visual, corrección de errores, Kanban, JIT, Pull, estandarización del trabajo, cambio de diseño son otras herramientas lean utilizadas durante este estudio.

## **Caso 2.**

Para el desarrollo de la metodología Lean Six Sigma en el laboratorio del Hospital Çukurova University Teaching, los autores (Cetiner, y otros, 2016) indican las fases realizadas para implementar con éxito la metodología y obtener resultados contundentes, ya que están presentando retrasos en sus entregas de resultados, para esto tienen en cuenta el tiempo de respuesta del laboratorio para las pruebas individuales, el tiempo de demora total en el área de recepción de la muestra y el porcentaje de pasos que implican riesgos de errores médicos y riesgos biológicos en el proceso general. Entre los resultados obtenidos se mencionan los siguientes:

- El número de etiquetas defectuosas se redujo de 30 a 25 por día, esto redujo el tiempo perdido de 3 horas y 45 minutos a 22 minutos, eliminando 3 horas y 22,5 minutos de trabajo sin valor agregado.
- El tiempo de respuesta también mejoró pasando de 68 a 59 minutos después de aplicar Lean Six Sigma.
- Los pasos propensos a errores médicos y que presentan riesgos biológicos potenciales para los recepcionistas se redujeron del 30% al 3%, logrado bajo entrenamiento al personal y verificación de procesos.

Estos logros fueron alcanzados gracias al desarrollo de técnicas que evidenciaron actividades que no generaban valor tales como mapas de proceso y de flujo de trabajo, eliminando todo desperdicio que generara mayores tiempos de proceso de muestras y pusiera en riesgo la

integridad de los colaboradores. Es de vital importancia la participación de la administración del laboratorio para disminuir los costos, aumentar la eficiencia y promover la satisfacción del usuario enfatizando la calidad.

### **Caso 3.**

En Bezmialen Foundation University los autores (Arici, y otros, 2016) realizaron un análisis y posterior implementación de la metodología Lean Six Sigma para reducir los errores (pre analíticos, analíticos, pos analíticos) presentados en el laboratorio de Patología, para esto tomaron los datos comprendidos entre abril de 2014 y abril de 2015 registrados por el personal de patología. Los formatos de seguimiento de error fueron revisados por el supervisor de control de calidad, administrativo y el jefe del departamento. Implementando la metodología Lean Six Sigma, la tasa de errores se midió mensualmente y la estrategia de mejora se fortaleció mediante reuniones y se proporcionó el control de las unidades con altas tasas de error.

Los resultados obtenidos en esta aplicabilidad fueron los siguientes:

- 56 de los 107 errores registrados en total estuvieron en la fase pre analítica (52.4 %).
- 45 errores se registraron como analíticos (42%).
- 6 errores se registraron como pos analíticos (5,6%).
- 2 de los 45 errores fueron importantes e irrevocables.
- La tasa de error fue de 6.8 por millón en la primera mitad del año y de 1.3 por millón en la segunda mitad, disminuyendo en 79.77%.

### **Caso 4.**

En North Shore Long Island Jewish Laboratory se realizan el 65% de los análisis solicitados por North Shore Long Island Jewish Health System, en este laboratorio se realizan análisis especiales, de microbiología, diagnósticos moleculares, y muestreos de referencia. De

acuerdo a (Condon, Gopen, & Riebling, 2004) como parte del proceso de mejora continua del rendimiento del laboratorio, los errores se han medido históricamente durante años. Para este problema consultores han participado anteriormente sin llegar a una resolución exitosa, debido a esto en el laboratorio central se armó un equipo multidisciplinario de personal de gestión técnica, cumplimiento, marketing y calidad y enfocaron su proyecto en Six Sigma utilizando la metodología definir, medir, analizar, mejorar y controlar (DMAMC)

El proyecto Six Sigma se alineó con el plan estratégico del laboratorio central de aumentar su presencia en el mercado de la región y convertirse en el número uno entre sus competidores en medidas de satisfacción del cliente. Se consideran clientes del laboratorio a pacientes, hospitales, oficinas de médicos privados.

Mediante una cuidadosa recopilación y análisis de datos, el equipo descubrió que el 5% de las muestras ingresadas en el laboratorio central tenían información inexacta o incompleta, este problema genero retraso en el análisis de las muestras y baja satisfacción del cliente.

Los resultados obtenidos al finalizar la implementación de la metodología Six Sigma fueron importantes, de los cuales vale la pena resaltar el pasó de 3.9 sigma a 4.5 sigma. El laboratorio aumento su volumen de muestras en un 43% sin empleados adicionales a tiempo completo. Las mejoras de este proyecto dejo como resultado una adición de ingresos de \$ 339,000 y una mayor reducción de costos.

## **2.2 Criterios iniciales para implementar Lean Six Sigma como metodología de mejora de la calidad en laboratorios de análisis**

En este apartado se realizara una conceptualización de los criterios iniciales para la implementación de la metodología Lean Six Sigma en procesos y servicios. Para alcanzar este objetivo se hace una revisión de los casos de aplicación de la metodología Lean Six Sigma en laboratorios, sin embargo no se han encontrado aplicaciones en laboratorios de Oil and Gas, pero se tomara como referencia aplicaciones en laboratorios de otros sectores ya que los procesos internos son similares, y adicionalmente la metodología es aplicable a cualquier industria.

### **Caso 1.**

En el estudio realizado por (Alipour Sarvari & Umut, 2016) en Awentiagroup Healthcare Consulting para reducir los tiempos de proceso en los análisis de sangre, se toma como población los pacientes que requieran análisis de cateterismo durante el año 2013. Se realiza una evaluación inicial donde el equipo elabora un VSM, lo cual ayuda a identificar potenciales cuellos de botella en un flujo de trabajo continuo, y sirve de ayuda para seleccionar las áreas de mejora, y los residuos en el laboratorio. Dentro de las consideraciones, adicionalmente se tiene en cuenta el aumento en el volumen de muestras en los últimos 3 años (60%), aumento en los costos operativos, disminución de la calidad de los resultados, aumento en los tiempos de espera del cliente, baja satisfacción del cliente.

Tras reconocer las faltas y teniendo en cuenta las anteriores consideraciones se realiza la implementación de la metodología que ayuda a subsanar las dificultades presentadas bajo el apoyo del equipo Lean Six Sigma.

**Caso 2.**

En el caso aplicado al laboratorio del Hospital Çukurova University Teaching se pueden evidenciar los criterios a tener en cuenta previo a la implementación de la metodología DMAMC de Lean Six Sigma. De acuerdo a (Cetiner, y otros, 2016) el primer paso es realizar un mapeo de los procesos que están ocasionando retrasos en el procesamiento y entrega de resultados, riesgos potenciales y etapas en las cuales se pueden presentar errores para la recepción de las muestras y sesiones de brainstorming. Esto se hace para comprender el proceso que existe entre la recolección de muestras, transporte, recepción, análisis, validación y entrega de resultados. Se fijan los objetivos del proyecto con base en los requerimientos del cliente (interno y externo), que en este caso son reducir los tiempos de proceso al simplificar actividades, aumentar la calidad al reducir errores y proteger la integridad de los colaboradores. Se realiza un mapa de proceso y se diagnostican los problemas potenciales que están afectando los tiempos de proceso y se justifica la necesidad de implementar la metodología que los lleve a disminuir sus tiempos de respuesta al eliminar los pasos que no generan valor. El proyecto cuenta con la aprobación y se designan los recursos necesarios para la implementación (monetarios, físicos, digitales, personal), se entrena a los integrantes de los equipos para participar en los ejercicios de la metodología Lean Six Sigma.

**Caso 3.**

En Bezmialen Foundation University los autores (Arici, y otros, 2016) indican que para el estudio de Lean Six Sigma los errores fueron clasificados como pre analíticos, analíticos y pos analíticos. Los errores pre analíticos incluyen errores durante el proceso desde la entrada hasta el análisis macroscópico, y los errores analíticos incluyen errores desde el análisis macroscópico hasta la fase de informe y por último los errores pos analíticos incluyen errores de informe/diagnóstico. Los trabajadores de patología (en todos los niveles) cuando evidencian un

error deben registrar las características del error en un formulario de seguimiento, incluyendo sus propios errores. Para el desarrollo de esta fase se hace uso principalmente de dos herramientas, la voz del cliente (interno y externo) y el análisis causa raíz (RCA), gracias a este sistema se dio paso a la programación de chequeos cruzados de verificación por el laboratorio, disminuyendo la tasa de error en un 79.77%.

#### **Caso 4.**

En North Shore Long Island Jewish Laboratory de acuerdo a lo documentado por (Condon, Gopen, & Riebling, 2004) en la fase de definición el equipo desarrolla un mapa de proceso de alto nivel, el cual inicia con el registro de las solicitudes médicas y finaliza con la entrega del resultado al paciente.

En esta fase se realizan encuestas para obtener la opinión del cliente (satisfacción del cliente) sobre las prácticas médicas y los resultados obtenidos por el laboratorio, adicionalmente el equipo de Six Sigma desarrolla una guía con los códigos de diagnóstico comunes para disminuir la tasa de error en el envío de las muestras al laboratorio

Mediante una cuidadosa recopilación y análisis de datos, el equipo descubrió que el 5% de las muestras ingresadas en el laboratorio tenían información inexacta o incompleta. Esta tasa de problemas estaba registrada en los datos históricos, y estaban provocaron retrasos en la entrega de resultados y una baja satisfacción del cliente.

## **2.3 Estrategias para lograr preservar en el tiempo los resultados positivos de las investigaciones empleando Lean Six Sigma**

En la etapa final se hace una revisión de las diferentes estrategias que han adoptado las organizaciones para mantener en el tiempo las buenas prácticas y resultados obtenidos con la implementación de Lean Six Sigma.

### **Caso 1.**

En el análisis realizado por (Alipour Sarvari & Umut, 2016) como medida de control se generan unos KPI's (key performance indicator) como herramienta para identificar desviaciones en el proceso con unos límites operacionales definidos, las revisiones de esta herramienta se realizan periódicamente (semanal y mensualmente) de manera que ayude a mantener los logros alcanzados mediante la metodología Lean Six Sigma y sea un agente activo de mejora continua al detectar desviaciones en el proceso de manera temprana. La meta es reducir los desperdicios en más del 90% de las operaciones generales, para esto se creó un área encargada especialmente en mejorar la eficiencia y el desempeño del laboratorio.

### **Caso 2.**

En el desarrollo llevado a cabo por (Cetiner, y otros, 2016) en el laboratorio clínico de Çukurova, se enfatizó en la estrategia de cambio cultural de la organización hacia la filosofía Kaizen, entrenando e involucrando al personal de todos los niveles en el desarrollo de los ejercicios Lean para mejorar su comprensión en la importancia de disminuir los tiempos que no generan valor y aumentar la satisfacción del cliente y la calidad. Otro parámetro determinante para medir la mejora continua en los laboratorios es la voz del cliente, y esto se hace mediante encuestas de satisfacción, con un parámetro ya establecido que debe aumentar o por lo menos mantener.

**Caso 3.**

El objetivo principal de (Arici, y otros, 2016) en la reducción de errores en el laboratorio de patología, es llevar a 0 su tasa de error, para esto se llevan a cabo reuniones intradepartamentales en períodos mensuales, adicional a los análisis de causa raíz. Se organizan reuniones extradepartamentales con el personal clínico responsable a fin de optimizar los procedimientos de entrega de muestras. En las reuniones intradepartamentales se involucra al personal para que expresen sus opiniones y sugerencias de los procesos, y además se enfatiza en las posibles dimensiones legales de los errores, se realizan actividades destinadas a aumentar la eficiencia y disminuir los errores. De tal manera cuando se presentan tasas de error por fuera de los límites establecidos como normales se realizan chequeos entre los empleados para analizar la causa raíz y encontrar su solución definitiva, y por último se hace la divulgación de la lección aprendida.

**Caso 4.**

Según (Condon, Gopen, & Riebling, 2004) el North Shore Long Island Jewish Laboratory frente a las problemáticas encontradas en su proceso, determino que la mayoría de los errores en el análisis de las muestras ocurre en la fase pre analítica (70% a 85%), para esto adoptan medidas de control para disminuir los errores en el proceso:

- Se realizan sensibilizaciones con los clientes periódicamente para hacer énfasis en la correcta identificación de las muestras cuando son enviadas al laboratorio.
- Implementación de gráficos de control con rangos individuales para monitorear la productividad de los trabajadores luego de realizadas las correcciones.
- Se realiza medición del DPMO mensualmente, para mantener una baja tasa de defectos y controlar el sistema.

- La metodología Six Sigma se incorporó en el programa de gestión de calidad del laboratorio.
- Se realizan encuestas de satisfacción al cliente para mantener o aumentar el indicador.

## Conclusiones

- La implementación de la metodología Lean Six Sigma permite reducir los tiempos de proceso en un 30% en laboratorios de análisis de sangre (Alipour Sarvari & Umut, 2016), con lo anterior se espera obtener resultados similares al realizar la implementación en laboratorios de Oil and Gas debido a la similitud en los procesos pre análisis, análisis y post análisis, reduciendo los tiempos de respuesta para no afectar la operación de los equipos muestreados y aumentando la satisfacción del cliente.
- La metodología Lean Six Sigma ha sido aplicada con gran éxito en laboratorios clínicos disminuyendo los tiempos de proceso y optimizando los recursos mediante un análisis en el proceso y minimizando los pasos que no generan valor, de la misma manera se puede replicar el proceso en los laboratorios de Oil and Gas, para alcanzar los objetivos planteados ofreciendo un mejor servicio al cliente, entrega resultados en un menor tiempo y aumentando la confiabilidad del cliente en el servicio.
- El aumento en la satisfacción del cliente (interno y externo) es lo primordial en la mejora de la calidad y la disminución de los tiempos de proceso en los laboratorios de acuerdo a la metodología Lean Six Sima. Por lo tanto es importante velar por la satisfacción del personal de los laboratorios e involucrarlos en los ejercicios lean para obtener mejores resultados direccionándolos hacia la filosofía Kaizen, de esta manera es más fácil la comprensión de las necesidades de cambio en pro de la mejor continua y la búsqueda de la calidad traducida en tiempos de entrega de resultados óptimos.
- Con la revisión de los casos de éxito en la implementación de la metodología Lean Six Sigma en laboratorios se puede concluir que el uso de las herramientas FMEA y mapa de procesos permiten identificar las variables de entrada que afectaran las variables de salida del

servicio, proceso o producto, y de esta manera se diseñan estrategias de mejora para aumentar la calidad y satisfacción en el cliente.

- Es determinante en el desarrollo de la metodología Lean Six Sigma la formación de equipos de trabajo comprometidos y entrenados en el tema, partiendo por la alta dirección de las organizaciones quienes serán los líderes encargados de fomentar el cambio en la cultura organizacional y apoyara la gestión de los proyectos.

- Los errores a tener en cuenta en la fase de definición en la implementación de la metodología Lean Six Sigma, deben haber estado registrados, sin embargo también se deben tener presentes los errores que no han sido registrados, porque pueden llegar a dañar las métricas resultantes que no están reflejando la situación real en las organizaciones, como mejora en el proceso se debe implementar un sistema de registro de errores/desperdicios, que permitan el análisis en el tiempo con datos confiables para diseñar estrategias de mejora contundentes.

- La implementación de KPI's y gráficos de control permitirá mantener los beneficios de la implementación de la metodología Lean Six Sigma en los procesos, evidenciando de manera temprana anomalías y permitiendo corregirlas rápidamente de manera que no afecte la calidad y productividad en los procesos.

- El éxito de la implementación de la metodología Lean Six Sigma está en la adecuada planeación, ejecución y control de cada una de sus etapas, además de un verdadero compromiso por parte de la gerencia para suministrar el apoyo (dinero, personal, tiempos, etc) y capacitar a las personas involucradas en el proceso.

## Bibliografía

- Alipour Sarvari, P., & Umut, B. (2016). Applying lean tools in the clinical laboratory to reduce turnaround time for blood test results. *International Journal of Advances in Science Engineering and Technology*, 164-169.
- Arici, D. S., Büyükpınarbaşıli, N., Gücin, Z., Kiran, T., Taşkıran, O., Tosuner, Z., & Turna, S. (2016). A Six Sigma trial for reduction of error rates in pathology laboratory. *Turkish Journal of Pathology*, 171-177.
- Babé Romero, I. (2004). Seis Sigma: una herramienta estratégica para la calidad. *Petrotecnica*, 34-44.
- Baena, C., Entrambasaguas, G., & Guilloto, F. (2007). *Guía Lean Manufacturing*. Andaluz: Instituto Andaluz de Tecnología.
- Barrera, S., & Gómez Montoya, R. A. (2011). Seis sigma: un enfoque teórico y aplicado en el ámbito empresarial basándose en información científica. Antioquia: Corporación Universitaria Lasallista.
- Cetiner, S., Daglioglu, G., Goruroglu Ozturk, O., Inal, T. C., Kibar, F., Matyar, S., & Yaman, A. (2016). Lean six sigma methodologies improve clinical laboratory efficiency and reduce turnaround times. *Journal of Clinical Laboratory Analysis*, 1-5.
- Condon, S., Gopen, D., & Riebling, N. B. (2004). Toward error free lab work. *Six sigma forum magazine*, 23-29.
- Espejo Ruiz, L. (2010). *Aplicación de herramientas y técnicas de mejora de la productividad en una planta de fabricación de artículos de escritura*. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya.
- Felizzola Jiménez, H., & Luna Amaya, C. (2014). Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas: un enfoque metodológico. *Ingeniare*, 263 - 277.
- Hernández Martínez, C. (Diciembre de 2014). La metodología Lean Seis Sigma, sus herramientas y ventajas (tesis de maestría). Veracruz, México: Universidad Veracruzana.
- Hernández Matias, J. C., & Vizán Idolpe, A. (2013). *Lean Manufacturing, conceptos, técnicas e implantación*. Madrid: Fundación EOI.
- Míluska Aylin, A. Y. (Septiembre de 2016). Integración Lean Manufacturing y Seis Sigma. Aplicacion Pymes (Tesis de maestría). Valencia, Colombia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Romero Hernández, S. (Mayo de 2012). Aplicación de la metodología Six Sigma en ayuntamientos y administraciones públicas (tesis de maestría). Bogotá, Colombia.
- Zabaleta Moreno, A. (Marzo de 2017). Impacto en resultados en la banca mundial de la aplicación de metodologías de gestion de procesos (tesis doctoral). Madrid, España: Universidad Autónoma de Madrid.