

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES
UCC – CAMPUS MANAGUA**



COORDINACIÓN DE INGENIERÍA

Culminación de pensum

Proyecto de Graduación para optar al título de grado Ingeniero Industrial

**EXCELENCIA OPERACIONAL CON EL MODELO LEAN SIX SIGMA EN
NICARAGUA SUGAR STATE LIMITED, CHINANDEGA. II SEMESTRE 2023.**

ELABORADO POR

Br. Alexa Raneé Gutiérrez Sandino

Br. Irvin de Jesús Membreño Estrada

NOMBRE DEL TUTOR: MSc. JOSÉ MARÍA SILVA

Managua, Nicaragua

Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
Somos la Universidad de la Gente que Triunfa

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES

UCC – SEDE MANAGUA



COORDINACIÓN DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Proyecto de graduación para optar al título de grado en Ingeniería Industrial.

AVAL DEL TUTOR

Yo, **Msc. José María Silva Guzmán** tengo a bien

CERTIFICAR

Que: El Proyecto de Investigación con el título: “**Excelencia Operacional en el modelo Lean Six Sigma en Nicaragua Sugar State Limited, Chinandega. Julio- noviembre 2023**”, elaborado por los estudiantes: **Br. Alexa Renee Gutiérrez Sandino, Br. Irvin de Jesús Membreño** ha sido dirigida por los suscritos.

Al haber cumplido con los requisitos académicos y metodológicos del trabajo monográfico, doy fe de conformidad a la presentación de dicho trabajo de culminación de estudios para proceder a su lectura y defensa, de acuerdo con la normativa vigente del Reglamento de Régimen Académico Estudiantil y Reglamento de Investigación, Innovación y Transferencia.

Firmo el presente aval en la Universidad de Ciencias Comerciales a los cinco días del mes de noviembre del año dos mil veintitrés.

Ms. José María Silva Guzmán
Tutor Técnico

Ms. José María Silva Guzmán
Tutor Metodológico

DEDICATORIA

Este esfuerzo es dedicado primeramente a Dios nuestro padre celestial, quien con su gran amor nos ha dado la fuerza para seguir adelante y nos ha guiado para y nos ha guiado para llegar hasta donde estamos el día de hoy. Con el podemos llegar a cabo nuestras metas propuestas y cada día enriquecer nuestros conocimientos como futuros profesionales.

También a nuestros padres quienes se han esforzado para darnos todo su apoyo incondicional, tanto económico como moral para que seamos mejores personas y excelente profesionales.

A nuestros maestros quienes han mostrado interés en colaborar con nuestros crecimientos profesionales en especial al ing. David Alfaro, ing. José María Silva quienes nos brindaron apoyo y disponibilidad para llevar acabo nuestra investigación.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente Damos infinitas gracias a Dios quien es el que hace posible todo nuestro logro porque gracias a el somos mejores personas y nuestras metas se han hecho realidad, porque sin el nada de lo que hemos logrado seria.

A nuestros padres por brindarnos su amor y apoyo incondicional, gracias por estar siempre con nosotros en cada momento de nuestras vidas, por ser el motor que nos impulsa a seguir adelante y ser mejor cada día.

Gracias a nuestros maestros por formar parte de este y muchos más logros, por brindarnos su ayuda, comprensión y compartir sus conocimientos.

ÍNDICE

ÍNDICE.....	5
RESUMEN	6
ABSTRACT.....	7
INTRODUCCIÓN.....	8
1. CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	9
1.1. Antecedentes y Contexto del Problema	9
1.2. Objetivos del Proyecto	13
1.3. Descripción del problema y Preguntas de Investigación	14
1.4. Justificación	15
1.5. Alcance y limitaciones del Proyecto	16
2. CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL.....	17
2.1. Marco teórico	17
2.2. Marco conceptual.....	20
3. CAPÍTULO III. DISEÑO METODOLÓGICO.....	44
3.1. Tipo de investigación del proyecto	44
3.2. Área de estudio. Macro y Micro localización.....	45

RESUMEN

La investigación se llevó a cabo en el Ingenio Azucarero San Antonio, situado en el departamento de Chinandega durante el tercer cuatrimestre del año 2021. La muestra seleccionada se centró en la Dirección Agroindustrial y tuvo como objetivo principal la creación de una estructura organizacional diseñada para adecuarse a los roles y principios de Lean Six Sigma, con el propósito de impulsar la estrategia de mejora continua.

A pesar de la destacada posición de la compañía en el ámbito nacional y regional, se identificó un desafío fundamental relacionado con la gestión de procesos. El modelo de gestión actual no incorpora una metodología enfocada en la reducción de desperdicios que no aportan valor, lo que motiva esta investigación. La propuesta busca contribuir a elevar el desempeño de los procesos y maximizar el valor generado para los accionistas, con el objetivo de alcanzar un nivel de excelencia operacional y competir a nivel mundial.

El enfoque metodológico adoptado es cuantitativo, con un alcance descriptivo y carácter no experimental. La investigación se basó en diversas fuentes de información, incluyendo entrevistas, revisión de indicadores, observación directa y el sistema documental de la empresa.

Las etapas del estudio incluyeron el diagnóstico del modelo organizacional existente en la Dirección Agroindustrial, el desarrollo de una propuesta de modelo basado en la metodología Lean Six Sigma, la evaluación de tres opciones de entrenamiento para los nuevos roles y la valoración de aspectos técnicos y económicos utilizando indicadores como el Valor Presente Neto (VPN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Índice de Rentabilidad (IR). Además, se presentó un proyecto prototipo de mejora bajo el modelo Lean Six Sigma, enfocado en el mantenimiento de cosechadoras.

Como conclusión, se identificaron posiciones de liderazgo clave en la organización de la Dirección Agroindustrial que pueden ser capacitadas y certificadas en el modelo de roles de Lean Six Sigma. Esto contribuirá a elevar el desempeño de los procesos a un nivel de clase mundial y promover una nueva cultura de mejora continua en la organización.

ABSTRACT

The research was conducted at the San Antonio Sugar Mill, located in the Chinandega department, during the third quarter of 2021. The sample selected focused on the Agroindustrial Department and had as its main objective the creation of an organizational structure designed to adapt to Lean Six Sigma roles and principles, with the purpose of driving the continuous improvement strategy.

Despite the company's prominent position at the national and regional level, a fundamental challenge related to process management was identified. The current management model does not incorporate a methodology focused on reducing wasteful processes that do not add value, motivating this research. The proposal seeks to contribute to raising process performance and maximizing value generated for shareholders, with the goal of achieving a level of operational excellence and competing globally.

The methodological approach adopted is quantitative, with a descriptive scope and a non-experimental character. The research was based on various sources of information, including interviews, review of indicators, direct observation, and the company's document system.

The stages of the study included the diagnosis of the existing organizational model in the Agroindustrial Department, the development of a proposal for a model based on the Lean Six Sigma methodology, the evaluation of three training options for new roles, and the assessment of technical and economic aspects using indicators such as Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), and Profitability Index (PI). In addition, a prototype improvement project was presented under the Lean Six Sigma model, focused on harvester maintenance.

In conclusion, key leadership positions were identified in the organization of the Agroindustrial Department that can be trained and certified in the Lean Six Sigma roles model. This will contribute to raising process performance to a world-class level and promoting a new culture of continuous improvement within the organization.

INTRODUCCIÓN

La investigación se efectuó en el Ingenio Azucarero San Antonio en Chinandega durante el tercer trimestre de 2021. Se centró en la Dirección Agroindustrial y tenía como objetivo diseñar una estructura organizativa acorde al modelo de roles de Lean Six Sigma, buscando mejorar continuamente.

La empresa está entre las mejores a nivel nacional y regional, pero su modelo de gestión no aborda eficazmente la reducción de ineficiencias. Por tanto, esta investigación propone una solución para elevar la eficiencia y el valor de la empresa para sus accionistas.

La metodología se basó en un enfoque cuantitativo descriptivo y no experimental, utilizando entrevistas, indicadores, observación y documentos de la empresa.

Se realizó un diagnóstico del modelo organizativo actual, se propuso uno basado en Lean Six Sigma, se evaluaron opciones de capacitación y se analizaron aspectos técnicos y económicos mediante VPN, TIR e IR. También se presentó un proyecto de mejora centrado en el mantenimiento de cosechadoras.

En resumen, se identificaron roles clave en la Dirección Agroindustrial que podrían ser capacitados en Lean Six Sigma, lo que mejoraría el rendimiento de los procesos y fomentaría una cultura de mejora continua en la organización.

Esta investigación tiene como objetivo principal mejorar la eficiencia de la empresa, alineando su estructura organizativa con el modelo de Lean Six Sigma. La empresa ya es reconocida a nivel nacional y regional, pero busca elevar su desempeño a nivel mundial. La metodología empleada es cuantitativa y descriptiva, utilizando diversas fuentes de información. La propuesta incluye la capacitación de roles clave en Lean Six Sigma y un proyecto piloto de mejora en el mantenimiento de cosechadoras. En definitiva, se busca impulsar la eficiencia y la cultura de mejora continua en la organización, mejorando su competitividad y su capacidad para generar valor para los accionistas.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Antecedentes y Contexto del Problema

Según (Sampieri, 2014) , el antecedente es la información que identifica y describe la historia y el problema que se investiga sobre literatura existente.

En el campo nacional, regional e internacional se muestran los siguientes estudios en relación con la investigación planteada:

1.1.1. Internacionales

A nivel internacional se encontró la investigación perteneciente a (Torres et al, 2021), llamada “Propuesta de mejora en la gestión del mantenimiento a partir de la implementación del mantenimiento autónomo en la línea de desprese automático en una empresa productora de pollos”.

Dicha tesis se centra en una metodología de carácter mixta que busca dar un diagnóstico actual de Eficiencia General del proceso donde se produce pollo, implementando un sistema de Gestión del mantenimiento autónomo para de las máquinas que se encuentran en la etapa media de este, con los objetivos de reducir tiempos de paros, elevar la producción y la disponibilidad de las máquinas.

Se propusieron una hipótesis; Diseñar acciones que deben implementarse en el sistema de gestión de mantenimiento en la línea de desprese automático en la planta de beneficio de pollos el Bucanero S.A que basado en el mantenimiento autónomo se mejora la gestión y operación de mantenimiento y se ajusta la línea a los tiempos programados de producción.

Se utilizo como fuente de recolección de datos la revisión documental, ya que se recopilo todos los informes presentados por el departamento de producción, el departamento de mantenimiento, contabilidad y la alta gerencia de la empresa productora de pollos para la línea de desprese automático.

Al final llegaron a la conclusión de que el análisis de los tiempos en la línea de desprese automático determinó que las pérdidas por paros no programados durante

el año 2019 fueron del 38,8%, las fallas mecánicas con un 19.98%; las fallas eléctricas con una participación de 10.16%; seguidas por reproceso, ajuste de máquina y limpieza y desinfección. La eficiencia global fue del 49,01 %, lo que indica que es necesario implementar los pasos de la metodología de mantenimiento autónomo para mejorar la eficiencia en la línea. Las causas que influyen en los tiempos de parada no programadas son: las fallas mecánicas con un 19.98%; las fallas eléctricas con una participación de 10.16%; seguidas por reproceso, ajuste de máquina y limpieza y desinfección y son el efecto de la falta de conocimiento de los operarios del mantenimiento preventivo de las líneas de desprese automático. Se proponen las actividades que se deben implementar en el mantenimiento autónomo en la línea de desprese automático que reducirán los tiempos no programados en un 80% y los actuales programados para el mantenimiento en un 60% incrementando la eficiencia global de la línea. El costo de implementación de la propuesta en mención es de \$11.048.626 y la reducción que puede llegar a tener la empresa productora de pollos con la implementación del mantenimiento autónomo en la línea de desprese automático es de \$40.331.512.000

1.1.2. Regional

A nivel regional se encontró la investigación perteneciente (Arias et al, 2021), llamada “Implementación de TPM en una industria química” que ha demostrado ser una herramienta esencial para mejorar la eficiencia operativa, la calidad del producto y la seguridad en el lugar de trabajo. El TPM es una filosofía de gestión que busca la participación de todos los miembros de una organización en la mejora continua de los procesos de producción y mantenimiento. El alcance del estudio es de carácter descriptivo y exploratorio, con un enfoque cuantitativo ya que utiliza, por un lado, la recolección de datos a través de encuestas que permitirán conocer el perfil de los operarios.

Detalla elementos relacionados con la gestión de capacidades y competencias en una organización. Se hace referencia a un formato de lección punto a punto, donde se detallan aspectos como la fecha, el área, la línea, el instructor, los participantes, entre otros. También se mencionan fichas de equipos en un software llamado PMC.

Además, se habla de la evaluación de programas vigentes, la elaboración de un programa para la mejora de capacidades, el sistema de formación de capacidades a largo plazo y la estimulación del autodesarrollo. Por último, se muestra una matriz de identificación de competencias.

Realiza una evaluación de programas vigentes y para la mejora de capacidades sistema de formación a largo plazo, estimulación del autodesarrollo, evaluación de actividades y planificación futura.

Estos factores sugieren que el documento menciona la importancia de evaluar y mejorar las habilidades y competencias de los empleados de una organización a través de programas de formación y desarrollo a largo plazo, desarrollo personal y evaluación continua. También se menciona la propuesta de documentos, la evaluación de resultados y la recomendación de desarrollo de capacidades, habilidades de acuerdo a las necesidades identificadas.

1.1.3. Nacional

Ruiz, S., & Sandino, M. (2013). Realizó una investigación con el tema: Propuesta metodológica para la gestión de residuos en la industria azucarera usando Lean Manufacturing

En el proceso, se realizó un diagnóstico para conocer el manejo dado a los residuos de cada etapa del proceso, mediante la recopilación de información en algunos ingenios azucareros del Valle del Cauca; luego, se diseñó la propuesta metodológica del plan de lean manufacturing

El trabajo realizado incluyó las etapas de diagnóstico, fuentes de generación y clasificación de residuos; identificación de la estrategia a seguir, determinación del tratamiento o destino, determinación del transporte y almacenamiento, medición y control.

La difusión de las técnicas de gestión Lean ha venido acompañada de los conceptos de “excelencia en fabricación” o “empresa de clase mundial”. El conocimiento de los objetivos que implican estos conceptos es muy conveniente de cara a iniciarse en las nuevas técnicas, clave para la competitividad de las empresas. Desde el punto de vista

de “excelencia” las empresas que desean competir con éxito en el mercado actual deben plantearse los siguientes objetivos:

- Diseñar para “fabricar”.
- Reducir los tiempos de preparación de máquinas para incrementar la flexibilidad y disminuir los plazos de ejecución.
- Lograr una distribución de la planta que asegure un bajo inventario, minimice recorridos

y facilite el control directo por visibilidad.

- Usar la tecnología para disminuir la variabilidad del proceso.

1.2.Objetivos del Proyecto

Objetivos General

Establecer los lineamientos organizacionales para el desarrollo de las competencias técnicas en la metodología Lean Six Sigma como el nuevo sistema de mejora continua y excelencia operacional en Nicaragua Sugar Real State.

Objetivos Específico

Caracterizar la estructura de mejora continua actual para la identificación de las brechas mediante un diagnóstico inicial con los requisitos establecidos en el estándar ISO 18404:2015

Diseñar un modelo de mejora continua para el mejoramiento de los niveles de calidad y eficiencia operativa de los procesos con base en las herramientas de Lean Six Sigma.

Evaluar los resultados obtenidos en los proyectos pilotos con la metodología Lean Six Sigma para la determinación del mejoramiento en el desempeño de los procesos.

1.3.Descripción del problema y Preguntas de Investigación

En el Ingenio Azucarero San Antonio, específicamente en la Dirección Agroindustrial, se identifica un desafío significativo relacionado con la gestión de procesos y la eficiencia operativa. A pesar de su destacada posición a nivel nacional y regional, la organización no ha implementado una metodología que enfoque de manera efectiva la reducción de ineficiencias y la promoción de una cultura de calidad y productividad. Esto plantea un problema crítico, ya que limita la capacidad de la empresa para alcanzar un desempeño de clase mundial y agregar un mayor valor para sus accionistas.

El problema se manifiesta en la falta de una estructura organizacional adecuada que respalde la mejora continua y la implementación del modelo de excelencia operacional de Lean Six Sigma. Además, la ausencia de una metodología eficaz para la reducción de desperdicios que no aportan valor en los procesos de la organización afecta su competitividad en el mercado.

Por lo tanto, se plantea la necesidad de abordar este problema mediante la investigación y diseño de una estructura organizacional paralela que permita la adopción efectiva del modelo Lean Six Sigma. Este planteamiento busca mejorar la eficiencia de los procesos y fomentar una cultura de calidad y productividad en la Dirección Agroindustrial del Ingenio San Antonio, con el fin de elevar su desempeño a nivel de clase mundial y maximizar el valor generado para sus accionistas.

Preguntas de investigación:

- ¿Cuáles son las brechas actuales que la empresa tiene para mejorar con un sistema Lean Six Sigma?
- ¿Es el modelo Lean Six Sigma adecuado para esta empresa?

1.4. Justificación

La justificación de este tema se basa en la necesidad imperante de mejorar la eficiencia operativa y la calidad de los procesos en el Ingenio Azucarero San Antonio, específicamente en la Dirección Agroindustrial. Desde una perspectiva técnica, se argumenta que la implementación de un modelo de excelencia operacional como Lean Six Sigma es fundamental para abordar ineficiencias, reducir desperdicios y optimizar la producción de azúcar y productos relacionados. Esta metodología ha demostrado ser altamente efectiva en diversas industrias y sectores, permitiendo una gestión más precisa y eficiente de los procesos.

Lean Six Sigma ofrece herramientas probadas para la identificación y eliminación de ineficiencias, la estandarización de procesos y la mejora continua. Esto es particularmente relevante en la industria azucarera, que se caracteriza por operar con márgenes ajustados y enfrentar desafíos en términos de eficiencia y calidad. La aplicación de Lean Six Sigma puede conducir a una mayor productividad, reducción de costos, mayor satisfacción del cliente y una posición más competitiva en el mercado.

Desde una perspectiva metodológica, la justificación de este tema se apoya en la necesidad de contar con un enfoque riguroso y estructurado para llevar a cabo la investigación y el diseño de la nueva estructura organizacional. Lean Six Sigma proporciona un marco metodológico sólido que incorpora métodos cuantitativos, herramientas de análisis de datos y un enfoque sistemático para abordar problemas y mejorar procesos.

La metodología Lean Six Sigma permite una investigación estructurada y basada en datos, lo que garantiza la objetividad en la toma de decisiones. Además, su enfoque en la mejora continua y la definición de métricas claras de desempeño garantiza que los resultados de la investigación sean medibles y tangibles. Esto es esencial para evaluar el impacto de la nueva estructura organizacional en la eficiencia y la calidad de los procesos en la Dirección Agroindustrial.

En resumen, desde una perspectiva metodológica, la justificación se basa en la necesidad de adoptar un enfoque científico y estructurado que garantice la efectividad de la investigación y el diseño propuestos, y que permita una implementación exitosa de mejoras en la organización. La metodología Lean Six Sigma proporciona un marco sólido para lograr estos objetivos.

1.5. Alcance y limitaciones del Proyecto

Dentro del alcance de la investigación se incluyen los siguientes aspectos:

Análisis Organizacional: Se llevará a cabo un análisis exhaustivo de la estructura organizacional actual de la Dirección Agroindustrial para identificar áreas de mejora y oportunidades de optimización.

Diseño y Propuesta: Se diseñará una estructura organizacional paralela que se alinee con los principios de Lean Six Sigma y que promueva la mejora continua y la cultura de calidad y productividad.

Evaluación de Impacto: Se evaluará el impacto de la nueva estructura en términos de eficiencia de procesos, calidad, productividad y participación de los empleados en actividades de mejora continua.

No se consideran limitación para esta investigación.

CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL

2.1.Marco teórico

2.1.1. Estado del arte

Tabla 1:Estado del arte

Base de datos científicas utilizadas.	No. De publicaciones relacionadas con la investigación de acuerdo con la base de datos	No. De Publicaciones con mayor reconocimiento científico	Tipos de publicaciones identificadas
Google Académico.	Aproximadamente 16,000 resultados	4 publicaciones encontradas citadas entre 22 - 162 veces.	Artículos de revisión Otros tipos de publicación
Scielo	Resultados: 54	3 publicaciones citables.	Colección Revista
Dialnet	Resultados: 182	1600 publicaciones citables.	Tesis, Artículos de revista, Artículos de libros.

Nota: La información de la tabla contiene la información de la implementación de la metodología del TPM en la industria.

Tabla 2: Síntesis de Propuestas conceptuales

Síntesis de Propuestas conceptuales	
Autores y años.	Principales teorías y aporte al tema de investigación.
(Álvarez, 2018)– 2 versiones. citado 21 veces - 63 páginas	El Mantenimiento Productivo Total (TPM, por sus siglas en inglés) es un sistema japonés de mantenimiento industrial que se basa en el concepto de "mantenimiento preventivo" originado en la industria de Estados Unidos.
(JG Ramírez Flores, 2021)Citado 4 veces, 18 páginas.	<p>Resumen</p> <p>Los altos tiempos productivos de los procesos ha llevado a que los costos de producción dentro de una empresa se incrementen. Debido a ello, muchos autores propusieron el uso de distintas herramientas que puedan solucionar este problema. Este trabajo de investigación propone el uso de las herramientas de mantenimiento autónomo, 5´s, distribución de planta y la automatización para mejorar el proceso de llenado de una empresa de agua embotellada. El propósito de este estudio es reducir el tiempo del proceso de llenado reduciendo el tiempo no productivo y organizando el lugar de trabajo. Se han aplicado varios métodos para encontrar y seleccionar las mejores herramientas que puedan solucionar las causas que ocasionan este problema. De esta manera, se logró diseñar una solución que abarque todas las causas que ocasionan este problema. Al finalizar la implementación en el programa Arena, se pudo aumentar el OEE en un 54.21%, reducir el índice de productos entregados</p>

	fuera de tiempo en un 37.54% y aumentar la eficiencia de la máquina en un 19.16%.
<p>(Teonas Bartz et al, 2014)</p> <p>Revista de Calidad en Ingeniería de Mantenimiento</p> <p>ISSN: 1355-2511</p> <p>Fecha de publicación del artículo: 4 de marzo de 2014, 19 páginas.</p> <p>Citado 22 veces.</p>	<p>El ángulo, desde el cual el documento aborda el problema de TPM, es original para la empresa estudiada y muestra resultados positivos. Permite a la empresa aplicar el modelo en sus otras líneas de producción y fábricas para lograr una mejora en el rendimiento industrial y la competitividad.</p>

Fuente: Elaboración grupal

2.2.Marco conceptual

Este trabajo pretende dar una visión más detallada sobre la metodología Lean Six Sigma y brindarles a las personas que han tomado la decisión de implementar la Manufactura Esbelta o Six Sigma, una nueva opción que les permita reducir los costos de capacitación e implementación debido a que unifica criterios de ambas metodologías.

2.2.1. Fundamentos de la calidad

La finalidad de darle un sentido homogéneo a la palabra calidad es para eliminar la ambigüedad en el uso de esta, por tanto, se presentan las siguientes definiciones:

Etimológicamente procede del vocablo griego kalos que significa: bueno, hermoso, noble, honesto, el placer y la felicidad, y del latín qualitas, que significa calidad. Si se aplica este término a los productos industriales puede producir confusión por no ser entendido por todos de igual modo; por lo que se le añade un adjetivo: calidad buena, mala, alta, baja, superior, inferior, entre otros, que le aporta el contenido de grado que necesita para que desaparezca la confusión (Kindwell, 1971)

El término castellano calidad está definido por la Real Academia Española de la Lengua como: " Propiedad o conjunto de propiedades inherentes a algo, que permiten juzgar su valor,"(R.A.E. 2014).

Por otra parte, la International Standar Organization (ISO) en su norma 8402, define la calidad como: "el conjunto de características de una entidad que le confieren la aptitud para satisfacer las necesidades establecidas o implícitas". Esta definición, junto con la norma ISO 9000, ha permitido la armonización a escala mundial y ha supuesto el crecimiento del impacto de la calidad en el mercado internacional (Jiménez, 1996). Por otro lado, hay que destacar la gran cantidad de disciplinas que se han ocupado de ella (Garvin, 1984). De ahí que Quintanilla (1998), planteara el concepto de calidad como "es uno de esos que todo el mundo entiende, aunque nadie sabe definirlo".

En la actualidad, nadie identifica ya la calidad en base a un lujo, la complicación, el tamaño, la excelencia, el brillo, el peso, o que la calidad es intangible. La calidad es una característica fundamental, que hoy exige el cliente a todos los productos que adquiere; de ahí que los sistemas de calidad hayan experimentado en estos últimos años un gran desarrollo, desde que las empresas descubrieron que era posible conseguir productos de buena calidad sin tener que incrementar los costos para obtenerla, actuando preventivamente y responsabilizando al personal en la obtención de la misma. La calidad se ha convertido en uno de los pilares básicos sobre los que se ha cimentado la competitividad de las empresas; más aún, en un mercado tan competitivo como el actual, donde el fabricar productos sin defectos es un requisito imprescindible para poder trabajar en el mismo.

Si bien la calidad y los sistemas de mejora continua son temas muy polémicos y aún hay mitos o falsas creencias. Existen compañías que creen que la calidad no les atañe, o que creen que ésta es una moda que, como otras, pasará (Adamson, 1989); otras empresas sólo buscan un papel, en donde se certifique que tienen calidad, para su utilización simplemente comercial y para poder lucir en sus catálogos que disponen de productos de calidad. Mientras que algunas creen que sólo es un costo extra y que genera burocracia.

Hay instituciones que deciden implantar los sistemas de forma autoritaria, forzándolo. Mientras tanto, otras que creen que la calidad simplemente es una receta que se compra y se toma, y a partir de ese momento todos los problemas de la organización se solucionan de forma milagrosa.

En ambos casos, las expectativas se verán defraudadas, ya que fallará la implantación del sistema de calidad y sus objetivos no se verán cumplidos; entre otras cosas porque no se verán afectadas las actitudes y los valores de las personas que integran la organización, en este sentido Blanco (1995), manifiesta: "un proceso de mejora fundamentado en bases poco sólidas no acostumbra a tener éxito, ya que no se dan las condiciones precisas para el cambio cultural que la organización debe experimentar".

En otras ocasiones, cuando una empresa decide implantar el sistema de calidad sólo lo hace de forma parcial, en algunas de las cuestiones que le parecen más apropiadas. Esto sólo puede llevar a un gran fracaso, ya que para la implantación del sistema de calidad se requiere una visión global, que cambie profundamente la cultura de la organización y afecte a todas y cada una de las actividades (Pérez, 1986), para ello será necesario un periodo de implantación bastante largo.

Las normas ISO 9000, son sólo un modelo para el aseguramiento de la calidad y no abarcan lo que se entiende por una gestión de la calidad total, por lo que sólo asegura al comprador un nivel de calidad adecuado en el bien o servicio que adquiere (Rotgeri, 1996), sin embargo, esto no significa que las empresas que tienen el certificado de ISO 9000 no estén identificadas con los sistemas de gestión de calidad total y con la mejora continua. Aunque, el hecho de tener la certificación no asegura la gestión integral de un sistema de calidad total, ya que el estar certificadas ya es un síntoma de que estas empresas tienen una conciencia mayor de la calidad.

Mientras que también pueden existir empresas no certificadas que estén muy involucradas en la gestión de la calidad total. Lo que nunca se debe de permitir es que la certificación sea como un trámite engorroso que hay que soportar porque así lo exigen los clientes; lo cual llevará a pensar que la calidad es sinónimo de algo molesto, caro y burocrático, que exige mucha documentación y que consume mucho tiempo.

En base a lo planteado anteriormente, se difiere con Prado y Fernández (1999) que opinan que para las Pymes el desarrollo de un sistema de calidad normalmente se entiende como una inversión que incrementa el costo de los productos, pero que se debe acometer para obtener la certificación en calidad por exigencia de los clientes, y no se aprecian los potenciales beneficios de este proceso. No parece ser así en las empresas del estudio realizado por Climent y Escuder (2001), realizado en empresas que disponen del certificado de calidad ISO 9000 en la Comunidad Valenciana, en el que se pone de manifiesto que, aunque sí que hay empresas que se certifican porque se lo exigían los clientes, estas obtenían mejores resultados que las que no se lo exigía.

Está claro que la mejor forma de operar en una empresa es hacer las cosas bien a la primera y dejar satisfechos a los clientes, tanto internos como externos; mejorando día a día y sin interrupción. Esto hará que las empresas sean más competitivas en un mercado cada vez más globalizado. Si la base de la actividad de una empresa es crear valor añadido, los sistemas de calidad asegurarán que ese valor llegue íntegro al cliente. Por lo tanto, la calidad es un medio fundamental para mejorar los beneficios de las empresas y asegurar su competitividad, mediante la mejora continua y la satisfacción del cliente (Garvín, 1984). El mejor rasgo de excelencia en el servicio al cliente es darle a éste un producto que cubra sus expectativas, que le satisfaga plenamente, ajustado a sus deseos y necesidades.

Cuando el objetivo de la organización es la calidad, ésta debe crear una visión de conjunto que oriente a todos los miembros de la organización en sus decisiones hacia un fin común, (Latko, 1988). Para lo cual, será necesario formar a todos los interesados, en estos conceptos y mejorar la comunicación, fomentando la cooperación. La calidad permite fortalecer los contactos entre departamentos y ampliar los horizontes de la gente, para conocer más los departamentos de etapas anteriores y posteriores en el proceso productivo; por lo que se entenderán mejor las necesidades de los clientes internos y se llevará un trabajo enfocado a la empresa y no a un determinado departamento

Para que el proceso de implantación del sistema de calidad se afiance, hace falta una profunda modificación en la cultura de la empresa (Herbig et al; 1994); para lo cual deben pasar varios años. Esto no significa que no se pongan de manifiesto las ventajas del programa hasta el final de la implantación; ya que, aunque es un cambio lento, las mejoras se verán al poco tiempo de comenzar, pues es un proceso sin fin.

Barbosa (1993) menciona que: la implementación de una cultura de calidad total, obliga a desarrollar adaptaciones y cambios filosóficos, estructurales y de estilos de liderazgo en la alta gerencia. Para ello, el primer requisito a considerar será la implicación total de sus líderes y que éstos estén comprometidos con los objetivos de la organización (Castro, 2000). No basta con declaraciones de intenciones, sino que hace falta involucrarse en el proceso de mejora y participar activamente en las actividades.

Los directivos deben de recibir la formación adecuada para poder dominar y saber en qué se comprometen. Los líderes son los responsables de transmitir a toda la organización la visión de la calidad, e ilusionar e implicar a todos sus miembros; para ello, tienen que tener una visión muy clara de lo que se quiere conseguir. Tienen que favorecer la participación, delegando responsabilidades. No se debe de ejercer un control rígido sobre los trabajadores.

Éstos deben de saber lo que la empresa espera de ellos, para lo cual deben de disponer de los medios que les sean precisos y la autoridad suficiente, así se depositará la confianza en los trabajadores y se podrá valorar su capacidad.

Una visión nueva que aparece en la filosofía de calidad total, es la importancia del cliente interno; Puesto que cada persona en la organización es proveedor de los que le siguen en el proceso productivo y cliente de los que le preceden. Es importante que cada persona conozca cómo y para qué se utiliza el bien o servicio que proporciona. El espíritu de mejora continua, enfoque desarrollado por Juran (1990) e Imai (1986), debe de expandirse entre todos los miembros de la empresa a nivel individual y de grupo. Así, cada uno buscará siempre la manera de ofrecer lo mejor de sí mismo, pensando en aquéllos que reciben los resultados de su labor y procurando adecuarse cada vez más a las necesidades de esos clientes internos.

Otra consideración a tener en cuenta es que los objetivos principales de todas las empresas es obtener beneficios y mantenerse en el mercado, puesto que la calidad es un medio para poder lograrlo, por lo que esta debe de estar acorde con las necesidades de los clientes y no se realicen productos o servicios de calidad superior a la que los clientes exigen, puesto que se estará incurriendo en un desaprovechamiento de los recursos y el cliente no estará dispuesto a pagar ese exceso de calidad. Por lo tanto, la calidad se debe de ajustar a las necesidades de los clientes a los cuales va dirigido el producto y no incluir más calidad de la necesaria, ya que el exceso no será valorado. Pérez (1994), afirma que el precio que el cliente asigna al producto está estrechamente relacionado con el valor que recibe del mismo. Por lo que la empresa debe seleccionar el mercado objetivo y, una vez seleccionado, determinar los niveles óptimos de calidad, servicio al cliente, tiempo de entrega, entre otras.

Los sistemas de calidad actualmente se centran más en los procesos que en los productos. Sin embargo, de acuerdo con la revista CyTA (2014), el concepto de proceso en la actualidad también se ha visto ampliado, pasando del concepto de proceso de transformación al de proceso logístico integrado, el cual incluye la fase de concepción y diseño del producto, aprovisionamiento, producción y distribución del mismo, y va más allá de la entrega al cliente, considerando el uso del producto por el consumidor final, e incluso la eliminación del mismo una vez finalizado su uso. De ahí que las empresas deban tener la suficiente flexibilidad para responder con un costo bajo y un plazo breve a las nuevas exigencias de calidad.

Hoy en día se entiende el concepto de calidad como una de las variables clave en la determinación de los objetivos estratégicos de cualquier empresa que desee permanecer en el entorno competitivo actual. Siendo un factor de diferenciación que debe de estar en los objetivos estratégicos de la organización, mejorando los costos y cumpliendo con las entregas, etcétera.

2.2.2. La calidad en el mundo actual

En la constante búsqueda por alcanzar mayores ventajas, hoy en día en mayor o en menor grado, sin importar el sector de las organizaciones, las empresas están siendo presionadas por sus clientes con requerimientos cada vez más estrictos en cuanto al desarrollo e innovación de nuevos productos o servicios, así como mayor variedad de estos, en cuanto a la calidad y la confiabilidad no deben alterar los costos, solicitudes de entrega de lotes más pequeños, más frecuentes y con cláusulas de penalización con cargos de tipo monetario en incumplimientos en tiempos de entrega.

Esta situación ha derivado en que las empresas busquen nuevas alternativas para garantizar cumplir con los requerimientos de sus clientes, por lo que una de las principales ha sido el establecimiento de un sistema de gestión de calidad, basándose en las normas internacionales de calidad ISO 9000 ya que permite estandarizar sus operaciones y proporcionar productos y servicios de manera constantes. En la actualidad los entornos de fabricación y de negocios, están llegando a un punto en que la competencia por la supervivencia y la cuota de mercado es una obligación. Y es que, al darle seguimiento a la economía global, esta mostrará que ser bueno no es suficiente, y, por ende, cada organización en el planeta realmente debe esforzarse por alcanzar la excelencia, si quiere competir y mantenerse en el mercado mundial. Por lo tanto, si se realiza una analogía en donde se realice una comparación entre competir en el mercado global y participar en una competencia internacional de natación de 200 metros estilo mariposa, se llegará a la conclusión de que el simple hecho de poder participar en la prueba es difícil y sin embargo varios lo logran, por otra parte, participar y ganar son dos cosas totalmente distintas y es aquí cuando muchos se dan por vencidos o simplemente se dan cuenta de que no son rivales para los competidores más preparados o experimentados y aun que den su mayor esfuerzo entienden que por su falta de preparación sus aptitudes son deficientes y no logran si quiera terminar la carrera.

Lo mismo sucede con las empresas que logran llegar a los mercados internacionales y simplemente no están preparadas ya que son lentas y poco flexibles en su reacción ante los cambios, entre las causas principales de lo anterior se encuentran: la burocracia organizacional que causa lentitud en la toma de decisiones que a su vez es centralizada.

Siguen manteniendo inventarios altos, llevan a cabo muchas actividades que no agregan valor tales como inspecciones, transportes, papeleos engorrosos, almacenamientos innecesarios y hasta retrasos en la toma de decisiones, entre otros; existe muy poca comunicación horizontal entre otros departamentos tienden a desgastar al recurso humano imponiendo extenuantes jornadas de trabajo. Por lo tanto, para ganar la competencia, se debe minimizar el uso de recursos, volverse más flexibles y cuidar al recurso humano.

2.2.3. Mejoramiento de la calidad

Para entender mejor a Lean Six Sigma, primero se debe profundizar en las metodologías que la preceden, ya que de esta manera se puede comprender en qué puntos difieren la una de la otra y en cuáles otros convergen, así como también permite conocer sus herramientas, cuáles son sus enfoques y en resumen por qué se unificaron para dar origen a esta metodología.

Como se ha mencionado, ya existen muchas compañías que cuentan con equipos de Manufactura Esbelta y Six Sigma asignan proyectos a cada uno, obteniendo buenos resultados, sin embargo, han llegado a la conclusión de que la mejor metodología consiste en combinar aspectos de ambas. Tratando de unificar al máximo estas metodologías como lo hicieron a finales del año 1990, AlliedSignal y Maytag que de manera independientemente diseñaron programas que combinaban varios aspectos de las metodologías antes mencionadas y a su vez cruzaron empleados formados en las dos metodologías, que lograron crear marcos de proyectos que combinan las dos técnicas, que si bien de forma separada, buscan la maximización de la productividad. Sin embargo, unidas bajo una misma metodología, no sólo se orientan a reducir costos, sino también a maximizar la eficiencia en los procesos y, por lo tanto, a que las empresas que la implementen sean más competitivas en sus respectivos mercados al lograr eliminar el desperdicio y mejorar la calidad a no más de 3.4 defectos por millón (CNIC. 2014).

Para lograr lo anterior, muchas empresas están comenzando a implementar la Manufactura Esbelta {Lean Manufacturing), que para Castillo (2009), son varias herramientas que ayudan a eliminar todas las operaciones que no le agregan valor al producto, servicio y a los procesos, aumentando el valor de cada actividad realizada y eliminando lo que no se requiere. Es decir, reducir desperdicios y mejorar las operaciones.

Otras empresas están implementando Six Sigma, y a decir de Anthony, (2006) define como una estrategia de negocios y de mejora continua que busca encontrar y eliminar causas de errores, defectos y reducir el costo, mejorando los procesos enfocándose en las variables de importancia crítica para exceder las necesidades y expectativas de los clientes. A su vez esta metodología ayuda a mejorar la calidad en sus productos y a aumentar su productividad, complementando así las normas ISO 9000 que algunas organizaciones han adoptado con la finalidad de reducir costos, así como mejorar su posición competitiva a través de la reducción de la variación en sus procesos,

utilizando casi todas las herramientas conocidas en el mundo de la calidad tradicional como gestión de la calidad total o por sus siglas en inglés TQM.

2.2.4. Herramientas para el mejoramiento de la calidad

Los mecanismos para el mejoramiento de la calidad de Six Sigma y de la Manufactura Esbelta, pueden pasar de ser básicas o elaboradas, dependiendo tanto de la preparación del equipo de trabajo como de la complejidad del problema, sin embargo, según menciona López (2014), la metodología Six Sigma utiliza principalmente herramientas estadísticas para mejorar la calidad; estas permiten conocer los problemas en el área de producción y saber el porqué de los defectos. Mientras que las herramientas de la Manufactura Esbelta, son las que llevarán tras su aplicación, a la detección y posterior eliminación de los desperdicios y a su vez al cumplimiento de los distintos objetivos y principios establecidos.

Debido a que cada vez son más las organizaciones a nivel mundial que están pasando de aplicar principios de Six Sigma y de Manufactura Esbelta a utilizar una combinación de ambas, las cuales dan lugar a una nueva metodología denominada Lean Six Sigma (la cual combina elementos de ambas metodologías). En los siguientes apartados se describen las herramientas utilizadas por esta metodología.

2.2.5. Metodología Six Sigma

Six Sigma es una metodología de mejora de procesos, centrada en la reducción de la variabilidad de los mismos, consiguiendo reducir o eliminar los defectos o fallas en la entrega de un producto o servicio al cliente. La meta de Six Sigma es llegar a un máximo de 3.4 defectos por millón de eventos u oportunidades (DPMO), entendiéndose como defecto cualquier evento en que un producto o servicio no logra cumplir los requisitos del cliente (Gutiérrez, 2009)

Six Sigma utiliza herramientas estadísticas para la caracterización y el estudio de los procesos, de ahí el nombre de la herramienta, ya que sigma es la desviación típica que da una idea de la variabilidad en un proceso y el objetivo de la metodología Six Sigma es reducir ésta de modo que el proceso se encuentre siempre dentro de los límites establecidos por los requisitos del cliente.

2.2.6. Antecedentes de Six Sigma

Six Sigma ha ido evolucionando desde su aplicación meramente como herramienta de calidad a incluirse dentro de los valores clave de algunas empresas, como parte de su filosofía de actuación. Y es que, aunque esta metodología nació en las empresas del sector industrial, muchas de sus herramientas se aplican con éxito en el sector servicios en la actualidad.

Esta metodología, según Almudéver (2014), representa hoy en día el mejor sistema de mejora continua para los procesos de calidad, bien sean de producción o gestión, muchas son las compañías que han adoptado su metodología, tanto en Estados Unidos como en Europa. Si bien no siempre se puede realizar una implementación

integral por la idiosincrasia de la compañía, el lograrlo en algunos proyectos o departamentos consigue que su expansión al resto de la empresa sea irremediable. Es por esto que se ha visto influida por el éxito de otras herramientas, como la Manufactura Esbelta, con la que comparte algunos objetivos y que pueden ser complementarias, lo que ha dado pie a la creación una nueva metodología conocida como Lean Six Sigma.

2.2.7. Críticas a la metodología Six Sigma

Las principales críticas de Six Sigma se resumen a las siguientes según Hiñes et al, (2004) son:

- No se considera interacción del sistema - proyectos no coordinados
- Mejora de los procesos de forma independiente
- La falta de consideración de los factores humanos
- Importante inversión en infraestructura necesaria.
- Más detallado y complicado para algunas tareas
- Es el nuevo sabor del mes
- El objetivo de Six Sigma (3.4 defectos por millón de oportunidades) es absoluta, sin embargo, esto no siempre es un objetivo adecuado y no necesita ser planteado a todos los casos rigurosamente.
- Sólo se trata de la calidad.

2.2.8. Principios de Six Sigma

Six Sigma es una metodología de mejora de los procesos y servicios fundamentada en la toma de decisiones en base a datos. Para ello, existe una propuesta organizacional que se basa de acuerdo con Gutiérrez (2009), en los principios ya que son estos los que dan cuerpo a Six Sigma y le permiten conseguir que esta metodología se implemente de manera eficaz y por lo tanto implican un cambio en la forma de realizar las operaciones y de tomar decisiones en la organización.

A continuación, se describen los principios de la metodología Six Sigma:

Liderazgo comprometido de arriba hacia abajo. Esta metodología implica un cambio en la forma de realizar las operaciones y de tomar decisiones. La estrategia se apoya y compromete desde los niveles más altos de la dirección y la organización

La metodología Six Sigma se apoya en una estructura directiva que incluye personal a tiempo completo. La forma de manifestar el compromiso por Six Sigma es creando una estructura directiva que integre líderes de negocio, de proyectos, expertos y facilitadores. Cada uno de los líderes tiene roles y responsabilidades específicas para formar proyectos de mejora.

Entrenamiento. Cada uno de los actores del programa de Six Sigma requiere de entrenamientos específicos. Varios de ellos deben tomar un entrenamiento amplio, conocido como curriculum de un black belt.

Orientada al cliente y enfocada a los procesos. Esta metodología busca que todos los procesos cumplan con los requerimientos del cliente y que los niveles de calidad y desempeño cumplan con los estándares de Six Sigma. Al desarrollar esta metodología se requiere profundizar en el entendimiento del cliente y sus necesidades. Con base en ese estudio sobre el cliente se diseñan y mejoran los procesos.

Dirigida con datos. Los datos y el pensamiento estadístico orientan los esfuerzos de esta metodología. Los datos son necesarios para identificar las variables de calidad y los procesos y áreas que tienen que ser mejorados.

Se apoya en una metodología robusta. Se requiere de una metodología para resolver los problemas del cliente, a través del análisis y tratamiento de los datos obtenidos.

2.2.9. Los proyectos generan ahorros o aumento en ventas.

La metodología Six Sigma plantea proyectos largos. Six Sigma es una iniciativa con horizonte de varios años, con lo cual integra y refuerza otros tipos de iniciativa.

Six Sigma se comunica. Los programas de Six Sigma se basan en una política intensa de comunicación entre todos los miembros y departamentos de una organización, y fuera de la organización. Con esto se adopta esta filosofía en toda la organización.

2.2.10. Fases de Six Sigma

La metodología Six Sigma para Almudevér (2014), se caracteriza por 5 etapas concretas bien diferenciadas, definir, medir, analizar, mejorar y controlar, lo que se conoce por DMAMC,

Definir, consiste en concretar el objetivo del problema o defecto y validarlo, a la vez que se definen los participantes del programa. Mientras que:

- Medir, consiste en entender el funcionamiento actual del problema o defecto.
- Analizar, pretende averiguar las causas reales del problema o defecto.
- Mejorar, permite determinar las mejoras procurando minimizar la inversión a realizar.
- Controlar, se basa en tomar medidas con el fin de garantizar la continuidad de la mejora y valorarla en términos económicos y de satisfacción del cliente.

Según Alderete (2003). A continuación, se desarrollan estas fases describiendo cuales la relación que existe entre cada una de ellas:

Definir

Por definir se entiende la fase en la que asientan las bases del proyecto. Desde el punto de partida del cliente, se centran cuales van a ser los objetivos de la implementación de Six Sigma, cuál va ser el impacto en la empresa y quienes van a ostentar las responsabilidades. Se establecerá cual es el propósito de la implementación, cuales son los parámetros de inicio y hasta qué nivel se quiere involucrar al equipo.

Mediante un mapa de procesos debe concretarse el ámbito del proyecto, que actividades resultarán implicadas y como se conectarán entre sí, sin dejar de lado la identificación de cada uno de los responsables.

Identificar cuáles son las características críticas para la calidad (CTQ), tanto externas como internas. Siendo las primeras las que rigen por exigencias de los clientes y las segundas las que dan rentabilidad a la compañía. Al fin y al cabo, centrarse en los procesos que mayor importancia puedan tener.

Por último, intentar cuantificar los objetivos que se quieran alcanzar mientras el proyecto exista.

Además de realizar el diagrama de flujos que se ha mencionado, deben de realizarse otro tipo de análisis gráficos que proporcionen elementos de juicio dentro de la fase de definición del proyecto. Como por ejemplo puedan ser los diagramas de Pareto, válidos para resaltar que procesos tienen más importancia dentro del problema. También debe ayudarse mediante el diagrama de Ishikawa o espina de pez, que analiza los factores que afectan a un problema determinado. Como último ejemplo, mencionar los diagramas de correlación, que muestran la relación entre dos características de calidad de un proceso. Todas estas herramientas se definirán en su apartado correspondiente.

Medir

La fase de medición consiste en localizar el origen de la variación que se está produciendo en el proceso.

Es decir, se trata de acotar las causas que están produciendo los problemas y encontrar la raíz de dichos problemas. Se analiza su dimensión a través de las mediciones del proceso y que datos permitirán su resolución.

En este sentido se convierte en un factor clave la recogida de datos. Esta etapa es la que más recursos suele consumir, puesto que de ello depende en gran medida el éxito de las fases posteriores. Al fin y al cabo, se trata de comprender que factores de los que intervienen en el proceso producen variaciones o defectos y porque, volviendo otra vez a buscar la causa raíz.

Debe volver a utilizarse el diagrama de procesos realizado en la fase anterior, pero esta vez ampliado a los procesos que hemos decidido analizar. Su comprensión permitirá centrarse en las oportunidades de mejora que puedan existir.

Es importante definir cómo van a realizarse las mediciones y sobre todo como van a plantearse para su posterior estudio. Se realizarán distintos tipos de gráficos para la exploración de los datos obtenidos, estos gráficos deben mostrar la dispersión de los valores obtenidos, siempre con referencia a una media o intervalo.

Los más comunes son los histogramas, que analizan los resultados de un proceso para todas las causas. Otro muy utilizado es el gráfico de simetría, que analiza visualmente el grado de simetría de una variable. También se dispone habitualmente de los diagramas de tendencias, que analizan los procesos a través de la evolución del tiempo.

Analizar

Aldere, et al. (2003) define:

“Analizar el sistema con el fin de eliminar la brecha entre el desempeño actual y el objetivo deseado”.

Gracias a la fase de medir, se ha alcanzado un gran conocimiento del proceso objeto de mejora, así pues, se realizarán las correspondientes revisiones de los objetivos, así como los cambios que se estimen oportunos en el enfoque del proyecto.

Con los conocimientos alcanzados y los correspondientes replanteos, es el momento de plantear hipótesis sobre las causas de la variabilidad o errores que se están produciendo en los procesos, incluso donde pueden existir oportunidades de mejora.

Mediante la verificación de las hipótesis planteadas se pretende llegar a identificar de manera científica el origen de los problemas u oportunidades. Como unas variables X_1 , X_2 , pueden afectar a unas características de calidad o resultados Y_1 , Y_2 , y como se interrelacionan entre sí.

Utilizaremos instrumentos similares a los de la fase de definir, puesto que se trata de la evolución lógica de la misma fase, pero con conocimientos avanzados de los procesos. Los diagramas de Pareto, los de Ishikawa, dispersión, entre otros, son los que mejor representarán nuestros resultados.

Mejorar

Esta fase consiste en aplicar los cambios o las mejoras que se han propuesto en las hipótesis de la fase analizar. El equipo deberá tomar conciencia de que cambios son viables y como realizarlos, asumiendo las decisiones correspondientes.

De todos los posibles cambios en el proceso, se seleccionarán aquellos que mayor incidencia de mejora puedan tener, del mismo modo, deberán evaluarse los riesgos inherentes a las modificaciones realizadas para su análisis en su posterior implantación.

Dentro de la fase mejorar deben incluirse las pruebas piloto que consistirán en realizar algunos experimentos antes de la implementación completa, ello repercutirá en poder verificar a pequeña escala que los caminos elegidos son los correctos.

Por último, se abordará la implementación propiamente dicha, comenzando por su correcta planificación, en la que incidiremos en desglosar las tareas en tiempo y forma, su presupuesto, la matriz de responsabilidades, etc.

Dentro de la implementación se debe tener especial atención en comprobar que los cambios seleccionados cumplen realmente con su cometido y como solucionar las dificultades que puedan aparecer.

Puede darse el caso que la evolución del cambio necesite más tiempo del que realmente hay asignado para la implementación del sistema, por lo que no sería necesario su finalización para cerrar la fase.

Para esta fase deberán modelarse los procesos para estudio entre las variables y elegidas y las características de calidad solicitadas, preferentemente mediante análisis de regresión.

Controlar

Una vez realizados todos los cambios estimados en los distintos procesos del proyecto, el objetivo es garantizar que las variables están dentro de los límites aceptables especificados.

Pero no se trata simplemente de seguimiento y control, esta fase debe dar fin al proyecto y por tanto deber dejarse bien documentado. Todas las fases ejecutadas quedarán reflejadas, desde su entendimiento a sus mejoras pasando por sus mediciones.

Se debe crear el proceso de control para el proyecto, de modo que el seguimiento sea duradero y sin alteraciones externas, de modo que permita la evolución de la mejora. Su correcto funcionamiento debe dar lugar a la mejora continua.

Resulta muy importante cuantificar que se ha invertido y logrado, tanto en valor añadido para los clientes como en valor económico o beneficio. Extremadamente útil es la cuantificación del beneficio si se hace de modo que pueda incorporarse al balance de la empresa.

Dar por cerrado el proyecto es el último paso. Si bien, en un primer periodo de tiempo, concreto según el proceso, debe hacerse un seguimiento cercano para controlar su evolución.

Las herramientas que ayudarán en esta fase serán sobre todo las gráficas de control, tanto por variables, que controlan características cuantitativas, como las de por atributos, que controlan las características cualitativas.

Sin embargo, debido a las diferentes naturalezas de los procesos en lo que la Six Sigma puede ser implementada es necesario adaptar la metodología tomando en cuenta las fases siguientes.

5.2.6. Fases alternativas

Aunque el ciclo de Six Sigma es bastante claro, DMAMC, existen determinados tipos de proyectos que por sus características es conveniente realizar alguna alteración del ciclo que permitan una mejor adecuación, sobre todo cuando se trata de nuevos procesos.

Entre estas alternativas nos encontramos principalmente con DMADV, siendo las tres primeras iniciales idénticas al método ya explicado y correspondiendo la segunda D a Design y la V a verijy.

Así pues, design se refiere a definir el proceso en detalle, no a mejorarlo como anteriormente si no a realizar un nuevo diseño, esto es fácilmente, aplicable cuando se empieza de cero en un nuevo proyecto. Recordemos que siempre desde el cumplimiento de las expectativas del cliente.

Por otro lado, verijy, comprueba que el diseño se adapta a las características definidas en los objetivos (Almudevér, 2014).

2.2.11. Enfoque de Six Sigma

La filosofía Six Sigma busca ofrecer mejores productos o servicios, de una manera cada vez más rápida y a más bajo costo, mediante la reducción de la variación de cualquiera de los procesos. Quesada (2014), dice que, aunque a muchas personas les ha costado entender, una de las grandes enseñanzas del Deming fue buscar el control de variación de los procesos lo cual es medido por medio de la desviación estándar. Decía Deming: “el enemigo de todo proceso es la variación, por lo que es ahí en donde debemos concentrar el esfuerzo hacia la mejora continua”, pero sobre todo porque “La variación es el enemigo de la satisfacción de nuestros clientes”.

Por otra parte, Gutiérrez (2009), dice que esta metodología está orientada al cliente y con enfoque a los procesos. Otras de las características clave de Six Sigma es buscar que todos los procesos cumplan con los requerimientos del cliente (en cantidad o volumen, calidad, tiempo y servicio) y que los niveles de desempeño a lo largo y ancho de la organización tiendan al nivel de calidad Six Sigma.

De aquí que al desarrollar la estrategia Six Sigma en una organización, se tenga que profundizar en el entendimiento del cliente y sus necesidades, y para responder a ello, es necesario revisar de manera crítica los procesos de la organización.

A partir de ahí, es preciso establecer prioridades y trabajar para desarrollar nuevos conceptos, procesos, productos y servicios que atiendan y excedan las expectativas del cliente.

2.2.12. Responsabilidades en Six Sigma

Para una exitosa implementación de Six Sigma se deben seguir prácticas sensatas de personal y en metodologías técnicas. Para la implementación de Six Sigma se deben seguir las siguientes prácticas de personal:

Líderes ejecutivos comprometidos con Six Sigma y que promuevan en toda la organización sus actividades. Líderes que se apropien de los procesos que deben mejorarse.

1. Capacitación corporativa en los conceptos y herramientas de Six Sigma. Todos los trabajadores que llevarán a cabo labores de Six Sigma sin excepción deberán estar capacitados de acuerdo al currículo Six Sigma.
2. Determinación de la dificultad de los objetivos de mejoramiento.
3. Refuerzo continuo y estímulos. Debe existir una completa disposición por parte de los trabajadores, por lo que es de suma importancia que se estimule al personal constantemente (Chase, et al., 2009).

2.2.13. Antecedentes Lean Six Sigma

Con el paso de los años se le ha dado más importancia a una de las herramientas de las que se compone esta metodología Six Sigma y es que si bien no es una metodología que sea anticuada, si se desea complementar para tener mejores resultados, esta se debe complementar con otra herramienta y para una organización esto se traduce en más tiempo para la implementación, para la certificación y por ende más dinero, por lo que no todas las empresas tienen la capacidad de implementar más de dos metodologías.

Sin embargo, en el mundo la metodología Lean Six Sigma se está implementando cada vez más, un ejemplo de esto es el servicio nacional de salud inglés (NHS) es el sistema de atención médica más grande en el mundo. Su presupuesto anual es de más de £ 70 mil millones y emplea a 1.3 millones de empleados. El año pasado, hubo 325 millones de consultas de los pacientes con los médicos de atención primaria y enfermeras. Más de 13 millones de personas asistieron a la primera cita con el especialista en el hospital y 14 millones de personas asistieron al servicio de urgencias (NHS, 2014).

El NHS está en el medio de un programa de 10 años de un cambio transformador. El objetivo es proporcionar un servicio de salud y la atención sanitaria que responda a las necesidades de toda la vida de los ciudadanos de Inglaterra. Objetivos ambiciosos se han establecido para reducir la carga de la enfermedad y mejorar los resultados de la atención de: reducir los ingresos hospitalarios mediante el apoyo a las personas con condiciones a largo plazo en la gestión de su propio cuidado y por la prestación de servicios de prevención, basadas en la comunidad; para mejorar la calidad y seguridad clínica; para mejorar el acceso a la atención, eliminar las desigualdades en salud y eliminar los retrasos.

Por un lado, se requiere nada menos que el rediseño fundamental del sistema de salud. En otro nivel, se necesita la mejora continua gradual de los servicios existentes. Se han probado y utilizado una amplia gama de estrategias de mejora en la búsqueda para crear un cambio más rápido, más eficaz. Esto ha incluido Lean Six Sigma, los cuales han dado resultados prometedores, sobre todo cuando se combina con otras herramientas y técnicas.

2.2.14. Lean Six Sigma, una visión general

Lean es un enfoque que busca mejorar el flujo en la cadena de valor y eliminar los residuos, es decir, se trata de hacer las cosas rápidamente mientras que Six Sigma utiliza un potente marco (DMAIC) y herramientas estadísticas para descubrir las causas fundamentales para entender y reducir la variación, tratando de hacer las cosas bien y sin defectos.

Por lo tanto, una combinación de ambas metodologías, proporciona una filosofía de mejora que incorpora herramientas basadas en datos de gran alcance para resolver problemas y crear una rápida mejoría de transformación a un costo menor.

La clave es encontrar la combinación óptima de ambos enfoques. Por ejemplo, la adopción de la idea de Lean de centrarse en lo que agrega valor y el uso de herramientas de Six Sigma para ayudar a entender y reducir la variación, cuando se acordó la cadena de valor.

A nivel mundial, muchas de las organizaciones industriales, están adoptando una estrategia de Lean Six Sigma. Esto es particularmente cierto para las organizaciones que se concentraron previamente en Six Sigma. Como por ejemplo General Electric, uno de los pioneros en el uso de Six Sigma, en la actualidad está incorporando un enfoque Lean Six Sigma para lograr cambios transformadores, rápidos aún menor costo (NHS, 2014).

2.2.15. Project Charter

Una herramienta crucial para el desarrollo de toda actividad es el Project Charter o Acta de Constitución de Proyecto, en la cual se detallan cada uno de los aspectos fundamentales y cruciales de todo Proyecto, es aquí donde delimitamos nuestro alcance, definimos los objetivos, establecemos los entregables, definimos las posiciones (Stakeholder, Clientes), asignamos responsabilidades, definimos los planes (Financieros, Recursos, Calidad) y las consideraciones (Riesgos, asunciones, restricciones).

Es por esto que el pmbok nos dice que “Desarrollar el acta de constitución del proyecto o Project charter es el proceso que consiste en desarrollar un documento que autoriza formalmente un proyecto o una fase y en documentar los requisitos iniciales que satisfacen las necesidades y expectativas de los interesados. En proyectos de fase múltiple este proceso se usa para validar o refinar las decisiones tomadas durante la repetición anterior del proceso Desarrollar el Project Charter”. (García, 2013)

Este documento requiere ser aprobado por: El Sponsor, Grupo de Revisión de Proyecto, Gerente de Proyecto, Gerente de Calidad y todo aquel que tomara decisiones en el desarrollo del proyecto. De forma que todas las decisiones serán consensuadas y las consecuencias podrán ser asumidas por todos, dando a conocer a todos los involucrados los riesgos que están en juego. (García, 2013)

Una redacción deficiente o mediocre de un Acta de Constitución de Proyecto puede causar el fracaso o el incremento significativos de los costes totales de un proyecto. (García, 2013)

2.2.16. Mejora continua y desperdicios

Mauricio Lefcovich (2004) opina que el sistema Kaizen de mejora continua tiene como uno de sus pilares fundamentales la lucha permanente en la eliminación de desperdicios y despilfarros (mudas, en japonés): una lucha implacable y sin respiro en la necesidad de eliminar los factores generadores de improproductividades, altos costos, largos ciclos, costosas y largas esperas, desaprovechamiento de recursos, pérdida de clientes y defectos de calidad; todo lo cual origina la pérdida de participación en el mercado, caída en la rentabilidad y en los niveles de satisfacción de los consumidores.

Lefcovich (2004) manifiesta:

“una empresa que no controla sus desperdicios, que no tiene noción de ellos, y que por tanto no adopta medidas para prevenirlos o eliminar sus causas gestará productos y servicios de mala calidad, con altos costos y malos servicios, o sea bienes con un bajo valor para los clientes, por lo que ellos no estarán dispuestos a su adquisición o sólo lo harán a un muy bajo precio.” (p. 8)

Las maquinarias fallan en los procesos productivos, debido a la ausencia de mantenimiento por parte de la empresa o por la inadecuada utilización del personal. En nuestro entorno no se tiene la cultura de utilizar racionalmente los recursos, especialmente si no nos pertenece; el personal debe realizar su trabajo con eficiencia y prestar mucha atención en aquellos puntos críticos del proceso productivo en donde se genera cierta cantidad de desperdicios, necesitan un control y un cuidado por parte del personal para evitar el aumento de los mismos. (Mena, 2012)

La subactividad del personal puede ocasionar a la empresa pérdidas importantes de material, por esto es primordial que sus empleados cumplan en forma adecuada las tareas encomendadas por sus superiores y la parte administrativa deba brindar motivación permanente, evaluaciones de desempeño y otros instrumentos administrativos para poder incrementar la productividad de sus trabajadores. (Mena, 2012)

De las causas señaladas en los párrafos anteriores, se producen los siguientes efectos que detallaremos a continuación.

Como uno de los principales efectos del proceso productivo es la baja productividad que puede ocasionar al perder cantidades de materia prima necesaria para la elaboración de los productos, esto provoca irregular cumplimiento de metas por el Área de Producción. (Mena, 2012)

Sin duda alguna en el proceso productivo se origina un alto índice de tiempos muertos ya sea al inicio, intermedio o final de cada proceso, generando excesivos costos de producción para la empresa en lo referente a materia prima, maquinaria, mano de obra, etc., así como también los gastos indirectos de fabricación como son los servicios básicos, es decir el costo de los productos se incrementan a causa de los desperdicios generados y los recursos utilizados en la producción. (Mena, 2012)

Además, este desperdicio afecta al rendimiento productivo, la empresa incumple los niveles establecidos de producción por las causas anteriormente mencionadas, tomando en cuenta que el bajo rendimiento podría originar inestabilidad laboral lo cual se vería afectada la empresa con este tipo de situaciones. (Mena, 2012)

Por último, los desperdicios en el proceso afectan a la rentabilidad de la empresa y esto genera una pérdida de recursos, provocando menor capacidad de producción, y hace que la empresa no cumpla sus expectativas, se reduzcan sus ventas, debido a que sus productos no tendrán aceptación dentro del mercado por el costo elevado que tendrá en relación a la competencia. (Mena, 2012)

2.2.17. Flujo de valor

El mapa de flujo de valor. En inglés Value Stream Mapping, abreviado VSM, proporciona una visión del ciclo completo del flujo de trabajo, desde una solicitud de algún tipo para cumplir con el pedido. (Coasaca, 2007)

El mapa de flujo de valor es una técnica de optimización, para elaborar un producto con el máximo valor agregado, eliminando actividades que no agregan valor al producto. Permite visualizar fuentes de desperdicio, restricciones del proceso. (Coasaca, 2007)

La metodología para la utilización del VSM es la siguiente:

- Preparación. Seleccionar la familia de productos que pasan a través de procesos similares y equipos comunes.
- Dibujar el estado actual del sistema de producción. En esta fase se recoge toda la información necesaria de la planta.
- Dibujar el sistema futuro de producción. Se plantean acciones para optimizar el sistema productivo actual.
- Plan de trabajo e implementación. Se empieza a preparar un plan de optimización para alcanzar el estado futuro. (Coasaca, 2007)

Según Primitivo Reyes (2007), el VSM también proporciona los siguientes beneficios:

- Resaltar las conexiones entre actividades y el flujo de información y materiales que afectan el tiempo de respuesta.
- Ayudar a comprender el flujo de valor completo de las operaciones en lugar de hacerlo de manera aislada.
- Mejorar el proceso de toma de decisiones de los equipos.
- Crear un lenguaje común entre los empleados a través del uso de símbolos estándar en los mapas de flujo de valor.
- Permitir el reconocimiento de las actividades que agregan valor de las actividades que no agregan valor.
- Proporcionar un método para identificar desperdicios.

El mapa de cadena de valor de Porter fue más allá del concepto de amplios niveles funcionales, describe las actividades individuales, agrega las fuentes de ventaja competitiva. Tiene un enfoque de macro perspectiva de la empresa. (Coasaca, 2007)

Mientras que el mapa de flujo de valor es una técnica utilizada para conocer a profundidad los procesos, tanto en la organización como en la cadena de abastecimiento.

El objetivo del VSM consiste en identificar las actividades que no agregan valor al producto y el tiempo asociado a dichas actividades. El VSM es una actividad esencial para la formulación de planes de mejora, forma parte del diagnóstico del proceso (VSM actual) y de la proposición de estrategias de optimización de las operaciones (VSM futuro) (Coasaca, 2007)

2.2.18. Defectos Por Millón de Oportunidades (DPMO)

En muchas metodologías de gestión de la calidad, como Six Sigma, se utilizan varias métricas para el control de calidad. Una de las métricas más importantes es la DPMO, que también se conoce como la métrica de defectos por millón de oportunidades. Esta métrica se utiliza para medir el desempeño de un proceso específico. Para comprender mejor la DPMO, es importante definir el término defecto en el contexto de la gestión de la calidad. Un defecto se define como la no conformidad de una característica de calidad específica con su especificación planificada. La característica de calidad puede ser el ancho de un producto terminado, el tiempo de respuesta de un servicio en particular o la durabilidad de un producto terminado. Al considerar DPMO, se considera que los procesos son de alta calidad si el defecto por millón de unidades producidas o los servicios prestados son pocos. (Ricardo, 2020)

Para calcular DPMO en un proceso, es importante que las organizaciones identifiquen y definan las características de calidad. Las características de calidad se pueden obtener de las siguientes formas:

- Tener una comprensión muy clara de todos los requisitos necesarios para que se lleve a cabo un proceso en particular.
- Mediante estándares y especificaciones de la industria
- Priorizar diferentes tipos de defectos desde el menor al más crítico (Ricardo, 2020)

DPMO se ha definido como la relación del número de defectos (según la característica de calidad definida para el proceso) en 1 millón de oportunidades cuando un artículo terminado puede tener uno o más defectos. Para calcular DPMO, es fundamental conocer el número total de oportunidades de defectos. (Ricardo, 2020)

2.2.19. Diagrama SIPOC

SIPOC es una herramienta que resume las entradas y salidas de uno o más procesos en forma de tabla. Es un acrónimo que significa Suministros, Entradas, Procesos, Productos y Clientes. Algunas organizaciones utilizan el acrónimo COPIS, que coloca al cliente en primer lugar e ilustra el valor del cliente para la organización. (ProyectAdmin, 2018)

El término SIPOC se origina en la década de 1980 y forma parte del movimiento de calidad total. Hoy encontrará SIPOC como parte de las disciplinas de Six Sigma, Lean manufacturing y gestión de procesos de negocios. (ProyectAdmin, 2018)

Según la audiencia, hay tres formas de abordar SIPOC:

1. Con una visión general del proceso para aquellos que no son familiares.
2. Con un curso de actualización para actualizar a aquellos que están familiarizados pero oxidados.
3. Al redefinir el enfoque SIPOC para aquellos que ya están familiarizados.

2.2.20. Componentes de SIPOC

Siguiendo con el acrónimo, comencemos con Lo que es la primera o la última letra: proveedores y clientes. Estos pueden ser internos o externos a la organización. Las entradas y salidas en el proceso pueden ser materiales, servicios o información. (ProyectAdmin, 2018)

El objetivo es capturar el conjunto de entradas o salidas en lugar de los pasos individuales del proceso.

2.2.21. Las 7 herramientas de la calidad

Las siete herramientas básicas de la calidad, es una nomenclatura que se otorga a un conjunto de técnicas o gráficas que se identifican como las más útiles en la solución de problemas enfocadas a la calidad de los productos y servicios. Se les conoce como herramientas básicas debido a que son adecuadas para personas con poca experiencia en materia de estadística. (SPC Consulting Group, 2019)

2.2.22. Antecedentes

Estas herramientas fueron concebidas y distribuidas en Japón por Kaoru Ishikawa. Luego se extendieron a todo el mundo con el nombre de “las 7 herramientas básicas de Ishikawa”, “herramientas básicas para la mejora de la calidad” entre otras denominaciones similares. (SPC Consulting Group, 2019)

Las siete herramientas básicas de Calidad

2.2.23. Diagrama Causa – Efecto (Ishikawa o de pescado).

El enunciado o problema se coloca en la cabeza del diagrama y se utiliza como punto de partida para la búsqueda del origen del problema o causa raíz.

La mecánica para encontrar las causas de esta herramienta es preguntarse “por qué” hasta que se llegue a la causa raíz o hasta que agote las opciones razonables en cada espina o categoría del diagrama. (SPC Consulting Group, 2019)

2.2.24. Diagrama de Flujo

Esta herramienta muestra gráficamente los pasos y secuencia de los procesos, así como las posibles ramificaciones que se encuentran en el proceso. También muestran las actividades, descripciones y el orden de secuencia del proceso. (SPC Consulting Group, 2019)

Los diagramas de flujo de proceso son útiles para entender el proceso y estimar el costo de la calidad de un proceso.

No existe una metodología o formato estándar para el armado de un diagrama de flujo de proceso, cada organización define el nivel de detalle de sus diagramas de flujo del proceso.

2.2.25. Hojas de Verificación

Son conocidas también como hojas de chequeo o de control. En esta hoja de verificación o formato se registran los datos que la organización necesita dar seguimiento o como medida de control para contar con evidencia objetiva de las actividades a realizar con la frecuencia de tiempo señalada. (SPC Consulting Group, 2019)

La información a ser recolectada no debería ser extensa en tiempo para la persona que realizará la actividad de recolección de datos. Las hojas de verificación pueden tener diferentes tipos de diseño o formato que nos ayudarán tanto a registrar resultados, monitorear tendencias. (SPC Consulting Group, 2019)

2.2.26. Diagrama de Pareto

El diagrama o gráfica de Pareto, es una gráfica que nos ayuda a organizar los datos de manera que los datos queden en orden descendente y de izquierda a derecha.

El principio de Pareto, conocido también como regla 80-20, indica que hay muchos problemas sin importancia frente a otros que podrían ser catalogados como graves. Consiste en enfocarse solo en la mayor parte de los efectos de los problemas, la gráfica de Pareto nos mostrará las prioridades a ser consideradas. (SPC Consulting Group, 2019)

2.2.27. Histogramas

El Histograma es una gráfica de barras que representa una variable en forma de barras, en la gráfica de Histograma se observarán las frecuencias de los valores representados. La gráfica de histograma nos describirá la tendencia central, dispersión de los datos y forma de una distribución de los valores o datos.

En el eje y se representa la frecuencia y en el eje x los valores de las variables comúnmente agrupados en clases o en agrupamiento de datos.

2.2.28. Gráficos de Control

Es un gráfico que representa los diferentes valores de una característica correspondiente a un proceso. Su función es brindar información para determinar si un proceso es estable. Las gráficas de Control nos ayudan también a saber la tendencia de la característica del proceso a través del tiempo, comparados con límites de control (calculados con datos reales del mismo proceso) que servirán para tomar decisiones relativas al proceso. (SPC Consulting Group, 2019)

La gráfica de control se compone de una línea central que representa el promedio de los datos y dos límites de control, inferior y superior. Donde se espera que los datos del proceso se vean reflejados alrededor de la línea central.

Existen diferentes tipos de graficas de control, tanto para valores continuos como de atributos, será necesario saber o determinar el tipo de datos y alcance que requiramos para poder determinar tipo de gráfico de control a utilizar. (SPC Consulting Group, 2019)

2.2.29. Diagrama de Dispersión

Es una tipo de gráfica que muestra los datos como un conjunto de puntos, esta grafica utiliza el método de coordenadas cartesianas (x,y) para ubicar los puntos en el diagrama. Común mente se le llama también diagrama de correlación, entre los tipos de correlación podemos encontrar la correlación positiva, negativa o bien correlación cero. (SPC Consulting Group, 2019)

2.2.30. Estudio de capacidad de procesos

Davis R. Bothe definió la capacidad de procesos en su libro “Measuring Process Capability: Techniques and Calculations for Quality and Manufacturing Engineers” como la habilidad de un proceso de cumplir con las expectativas del cliente. (Atlas Consultora, 2020)

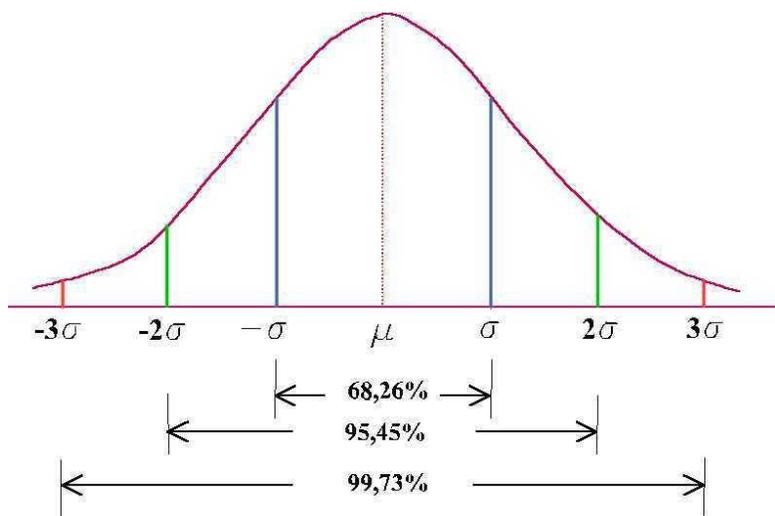
En efecto, aunque el término en español no sea el más agraciado por la confusión que genera (somos muchos los que creemos que la RAE debería permitir el anglicismo “capabilidad” para diferenciarlo de capacidad de producción), la capacidad de procesos es la manera de medir qué tanto se ajusta nuestro proceso a las expectativas del cliente.

Es por eso que nos muestra la variabilidad inherente de un proceso en ausencia de cualquier causa especial indeseable. Esto implica que la variabilidad del mismo es debida exclusivamente a causas comunes. (Atlas Consultora, 2020)

Una característica de calidad cuya variable de respuesta sigue una distribución normal, podemos decir que la curva representa lo que está entregando el proceso, es decir, es la “voz del proceso” e indica lo que está ocurriendo. Por su parte, los límites de especificación definen lo que se considera una falla y, por ende, representan la “voz del cliente” e indica lo que debe ocurrir.

Se puede ver, entonces, que sería deseable que la “voz del proceso” esté siempre dentro de la “voz del cliente”, pero existen varias maneras de evaluar la habilidad o la capacidad de un proceso, que no necesariamente son variantes, sino que a menudo se complementan entre sí. (Atlas Consultora, 2020)

Gráfico 1. Distribución normal Six Sigma



Fuente: cesuma.mx

2.2.31. Índice de capacidad potencial del proceso (Cp)

Uno de los índices más utilizados es el Cp, que mide la capacidad potencial de un proceso. Es decir, evalúa si el proceso es potencialmente capaz de cumplir con las especificaciones del cliente. Para hacerlo, compara la variación tolerada con la variación real. (Atlas Consultora, 2020)

Se puede interpretar que lo deseable es que los procesos tengan un índice Cp mayor a 1 y, por el contrario, si fuese menor a 1, es evidencia suficiente de que el proceso no será capaz de cumplir con las especificaciones.

2.2.32. Índice de capacidad real del proceso (Cpk)

Para evaluar la capacidad de procesos no centrados, se utilizan dos índices complementarios: Cpi y Cps. Estos evalúan al proceso contra cada uno de sus límites, es decir, Cpi mide la capacidad del proceso de cumplir con la especificación inferior mientras que Cps lo hace con la especificación superior. (Atlas Consultora, 2020)

Sin embargo, para expresar la capacidad global del proceso, consideramos el caso menos favorable: aquel en el cual la media se encuentra más cerca del límite de especificación. Es decir: el menor valor entre Cpi y Cps. A este valor lo denominamos Cpk.

A fin de apoyar la interpretación del mismo, podemos identificar algunas consideraciones:

- Cp es siempre positivo
- Si el proceso está centrado $Cpk = Cp$
- Cpk puede ser positivo, cero o negativo
- Si Cpk es cero, el 50% del producto está fuera de especificación

CAPÍTULO III. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Tipo de investigación del proyecto

Se considera de enfoque **cuantitativo** por que se utilizarán variables cuantificables que sirvan como indicadores y estadísticas que demuestren realidades particulares con cifras; de esta manera este enfoque revelará características exactas del fenómeno, sujeto o población a estudiar.

Por su naturaleza el enfoque cuantitativo, sus análisis se interpretan a la luz de predicciones iniciales y de estudios previos, la interpretación constituye una explicación de cómo los resultados encajan en el contenido existente, este tipo de investigación debe ser lo más objetiva posible. Los fenómenos que se observan o miren no deben ser afectados por el investigador, este debe evitar en lo posible que sus creencias y tendencias influyen en los resultados del estudio o interfieran en los procesos. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista, 2011).

El presente trabajo está diseñado bajo un alcance **descriptivo** donde se intenta caracterizar el modelo de la estructura organizacional actual y describir los posibles resultados una vez que el modelo propuesto de Lean Six Sigma se ponga en marcha.

Es de **diseño no experimental** debido a que es una investigación sistemática en la que el investigador no tiene control sobre las variables independientes porque ya ocurrieron los hechos o porque son intrínsecamente manipulables. El estudio se considera no experimental, porque, no se manipulan las variables, solo se observan para luego analizarlas.

De tipo transversal ya que la investigación transeccional o transversal recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Es como tomar una fotografía de algo que sucede.

3.2. Área de estudio. Macro y Micro localización

El estudio se realizó en la Dirección Agroindustrial del Ingenio San Antonio, municipio de Chichigalpa, Chinandega.

La producción Lean Six Sigma es un modelo de gestión que se enfoca en minimizar las pérdidas de los sistemas de manufactura al mismo tiempo que maximiza la creación de valor para el cliente final. Para ello utiliza la mínima cantidad de recursos, es decir, los estrictamente necesarios para el crecimiento.

3.3. Unidad de análisis. Población y Muestra

La unidad de análisis de esta investigación es la "Dirección Agroindustrial" del Ingenio Azucarero San Antonio ubicado en el departamento de Chinandega. En otras palabras, se centra en analizar y evaluar los procesos, estructura organizacional, roles, actividades y dinámicas específicas que ocurren dentro de la Dirección Agroindustrial de la empresa.

La investigación se enfoca en comprender y mejorar esta unidad específica de la organización, con el propósito de diseñar e implementar una estructura organizacional paralela basada en el modelo de excelencia operacional de Lean Six Sigma, con el fin de promover la mejora continua y la cultura de calidad y productividad en este departamento en particular.

Para esta investigación se considera que la población está conformada por 33 puestos de trabajo (posiciones dentro del organigrama) que son parte de la estructura organizacional actual bajo la Dirección Agroindustrial del Ingenio San Antonio. En este proyecto aplicamos una muestra no probabilística porque no pretendemos que los casos sean estadísticamente representativos de la población.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Objetivo	Variable	Definición	Técnica de recolección de datos	Instrumento
OE 1	Eficiencia de la estructura de mejora continua existente	En términos de su capacidad para identificar brechas en los procesos y actividades actuales	<ol style="list-style-type: none"> 1. Análisis documental 2. Entrevista 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lista de verificación de la ISO 18404:2015 2. Cuestionario de entrevista.
OE2	Eficiencia operativa	La eficiencia operativa generalmente se mide a través de indicadores de desempeño como la productividad, el tiempo de ciclo, la reducción de desperdicios y otros factores relacionados con la eficiencia en la ejecución de procesos.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Entrevista 2. Observación directa. 3. Revisión de documentos y registros. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guía de entrevista. 2. Hoja de registro 3. Diagramas de flujo

4. RESULTADOS

4.1. Diagnóstico de la estructura organizacional actual en la Dirección Agroindustrial

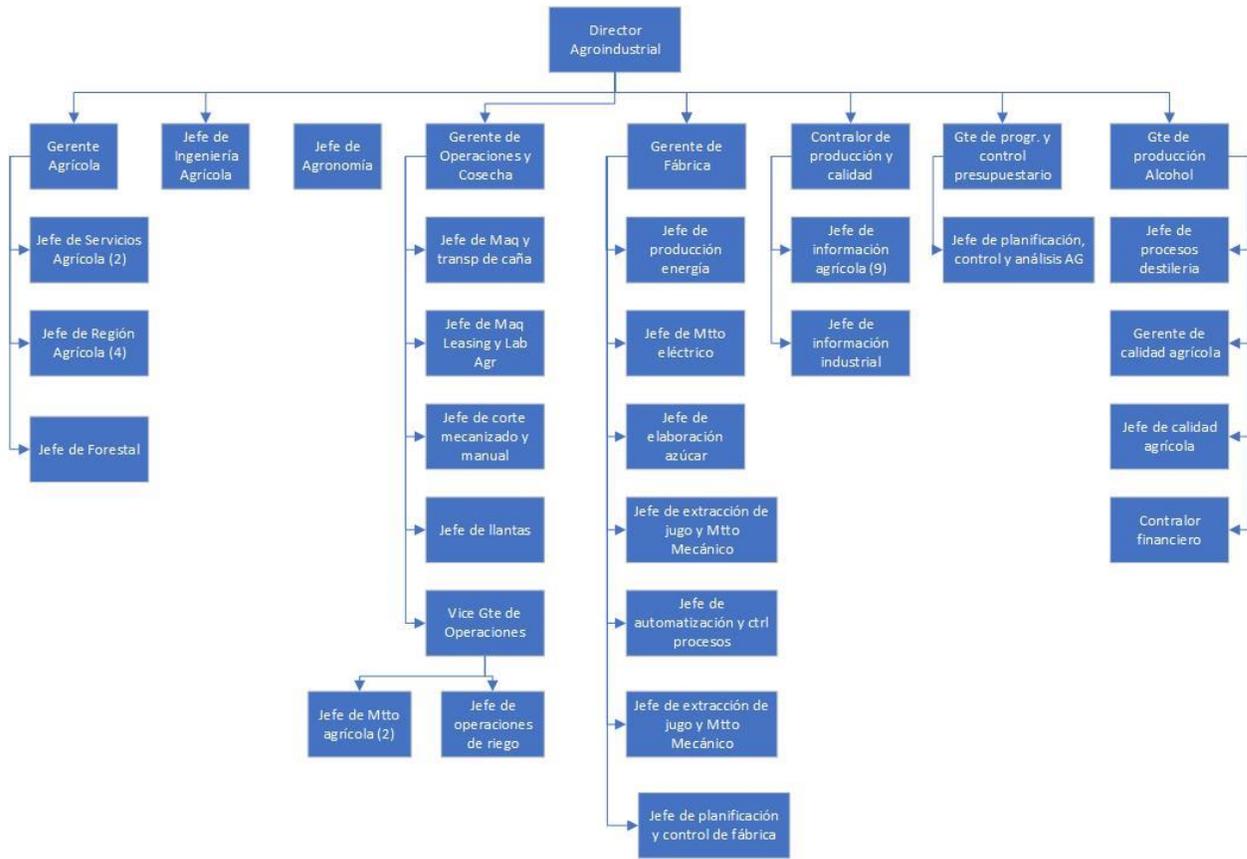


Gráfico 1. Organigrama actual de la Dirección Agroindustrial

La estructura organizacional representa la conversión de las estrategias en una herramienta de actuación. En primera instancia debe conceputar un organigrama en función de su razón de ser y competencias centrales para que le sea útil, apegándose a criterios tales como precisión, sencillez, uniformidad, presentación y vigencia. Asimismo, debe conocer los elementos que tiene que observar de acuerdo con su naturaleza y contenido.

Tabla 2: Checklist de cumplimiento para las competencias del personal clave

REQUISITO DE LA NORMA ISO 18404:2015 (MÉTODOS CUANTITATIVOS EN MEJORA DE PROCESOS - SEIS SIGMA – COMPETENCIAS PARA PERSONAL CLAVE Y SUS ORGANIZACIONES EN RELACIÓN CON LA IMPLEMENTACIÓN DE SEIS SIGMA Y LEAN)	Requisitos cumplidos	Requisitos	Porcentaje de cumplimiento
5. ADECUACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN	6	22	27.27%
5.1 General	0	3	0.00%
5.2 Adecuación de la estrategia seis sigma	0	3	0.00%
5.3 Adecuación de la arquitectura seis sigma	1	4	25.00%
5.4 Adecuación de las competencias del personal clave	5	8	62.50%
5.5 Adecuación y mejora continua de la implementación organizacional	0	4	0.00%
6. ADMINISTRACIÓN DE LOS RECURSOS	3	16	18.75%
6.1 General	1	1	100.00%
6.2 Provisión de recursos	2	3	66.67%
6.3 Monitoreo de los requerimientos	0	1	0.00%
6.4 Personal clave	0	4	0.00%
6.5 La organización	0	5	0.00%
6.6 Competencia de la organización	0	2	0.00%
TOTALES	9	38	23.68%

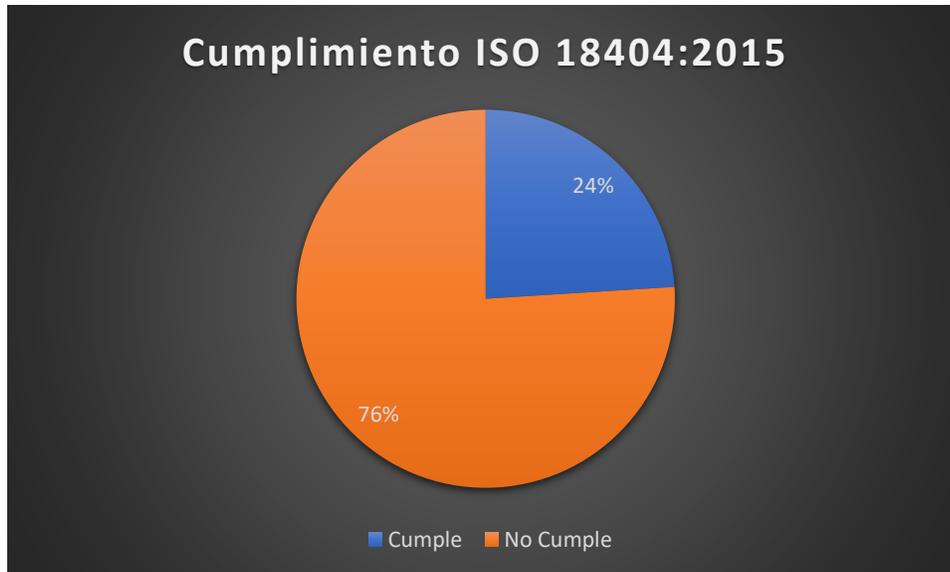


Gráfico 1: Cumplimiento de las competencias para personal clave

En el diagnóstico se determinó en base a la entrevista de la Gerencia de Calidad en la Dirección Agroindustrial del Ingenio San Antonio, cumple con 24% de lo requerido por la norma ISO 18404:2015: Métodos cuantitativos en mejora de procesos - Seis Sigma – competencias para personal clave y sus organizaciones en relación con la implementación de Seis Sigma y Lean.

Por otra parte, Lean Six Sigma (LSS) es una estrategia de mejora continua del negocio que busca mejorar el desempeño de los procesos de la organización y reducir su variación; con ello, es posible encontrar y eliminar las causas de los errores, defectos y retrasos en los procesos del negocio. En todo momento se toma como punto de referencia a los clientes y sus necesidades. La estrategia LSS se apoya en una metodología fundamentada en las herramientas y el pensamiento estadístico. Asimismo, tiene tres áreas prioritarias de acción: satisfacción del cliente, reducción del tiempo de ciclo y disminución de los defectos.

4.2. Modelo de roles en la estructura organizacional propuesta

La propuesta de esta tesis se apoya en una estructura directiva dentro de la Dirección Agroindustrial del Ingenio San Antonio que incluya personal de tiempo completo y otras posiciones que puedan ampliar su enfoque de gestión. La forma de manifestar el compromiso por Lean Six Sigma (LSS) es creando una estructura directiva que integre líderes del negocio, líderes de proyectos, expertos y facilitadores. Donde cada uno tiene roles y responsabilidades específicas para lograr proyectos de mejora exitosos.

Los roles, tomados de las artes marciales, que usualmente se reconocen dentro de los programas Six Sigma son:



En la parte directiva además del comité que dirige la estrategia LSS, los “Champions” tienen un rol vital, pues además de estar encargados de seleccionar los proyectos que deben ejecutarse, son los promotores y revisores de estos. La principal razón de esta iniciativa es que en general en las organizaciones, muchos proyectos ni siquiera concluyen debido a la falta de apoyo y seguimiento. Por su parte, los “Black Belts”, y sus mentores los “Master Black Belt” en una empresa con la dimensión del Ingenio San Antonio, normalmente se dedican por completo a la estrategia LSS.

En la figura 2 y tabla 3 se describen estos roles, la capacitación que reciben estas personas y la manera de acreditarse.

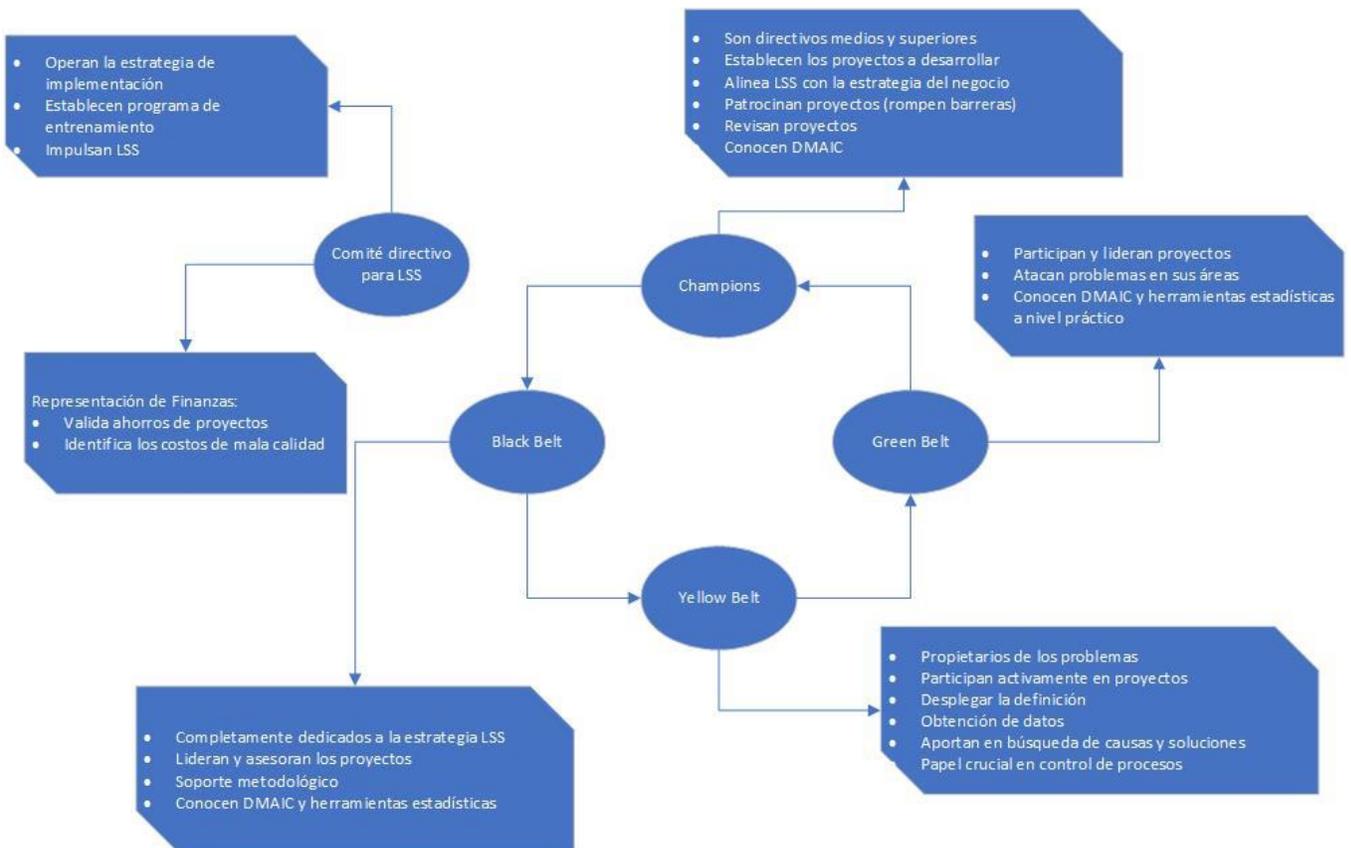


Figura 2. Estructura directiva y estrategia LSS propuesta.

Nombre	Rol	Características	Capacitación a recibir	Acreditación
Líder de implementación	Dirección del comité directivo para LSS. <i>Director Agroindustrial</i>	Profesional con experiencia en la mejora empresarial en calidad, es muy respetado en la estructura directiva	Liderazgo, calidad, conocimiento estadístico básico (pensamiento estadístico); entendimiento del programa LSS y de la metodología DMAIC	
Champions y/o Patrocinadores	Gerentes de área; son los dueños de los problemas; establecen problemas y prioridades. Responsables de garantizar el éxito de la implementación de LSS en sus áreas de influencia.	Dedicación, entusiasmo, fe en proyectos, capacidad para administrar.	Liderazgo, calidad, conocimiento estadístico básico, y un buen entendimiento del programa LSS, así como la metodología de desarrollo (DMAIC)	Aprobar un examen teórico práctico acerca de las generalidades de LSS y Proceso DMAIC
Master Black Belt (MBB)	Dedicados 100% a LSS, brindan asesoría y tienen	Habilidades y conocimientos técnicos,	Requieren amplia formación en estadística y en	Haber dirigido al menos un proyecto exitoso y

	la responsabilidad de mantener una cultura de calidad dentro de la empresa. Dirigen o asesoran proyectos claves. Son mentores de los BB	estadísticos y en liderazgo de proyectos.	los métodos de Lean Six Sigma (De preferencia Maestría en estadística o calidad) y recibir el entrenamiento BB.	asesorado 20 proyectos exitosos. Aprobar examen teórico práctico acerca de currículo BB y aspectos críticos de LSS.
Black Belt (BB)	Gente dedicada de tiempo completo a LSS, realizan y asesoran proyectos.	Capacidad de comunicación. Reconocido por el personal por su experiencia y conocimientos. Gente con futuro en la empresa.	Recibir el entrenamiento BB con una base estadística sólida.	Haber dirigido dos proyectos exitosos y asesorado cuatro. Aprobar examen teórico práctico sobre currículo BB y aspectos críticos de LSS.
Green Belt (GB)	Ingenieros, analistas financieros, expertos técnicos en el negocio; atacan problemas desde sus áreas y están dedicados de tiempo parcial a LSS. Participan	Trabajo en equipo, motivación, aplicación de métodos DMAIC capacidad para dar seguimiento.	Recibir el entrenamiento Green Belt	Haber sido el líder de dos proyectos exitosos. Aprobar examen teórico práctico acerca del currículo GB

	y lideran equipos LSS			
Yellow Belt (YB)	Personal de piso que tiene problemas en sus áreas.	Conocimiento de los problemas, motivación y voluntad de cambio.	Cultura básica de calidad y entrenamiento en herramientas estadísticas básicas, DMAIC y en solución de problemas.	Haber participado en un proyecto. Aprobar examen teórico práctico acerca del entrenamiento básico que recibe.

Tabla 3. Actores y roles en Lean Six Sigma

La propuesta de esta tesis se apoya en una metodología robusta, donde los datos por si solos no resuelven los problemas del cliente (interno/externo) y del negocio. En Lean Six Sigma (LSS) se desarrollan en forma rigurosa con la metodología de cinco fases: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar (en inglés DMAIC). En la figura 2 se muestran estas etapas y se describen brevemente.

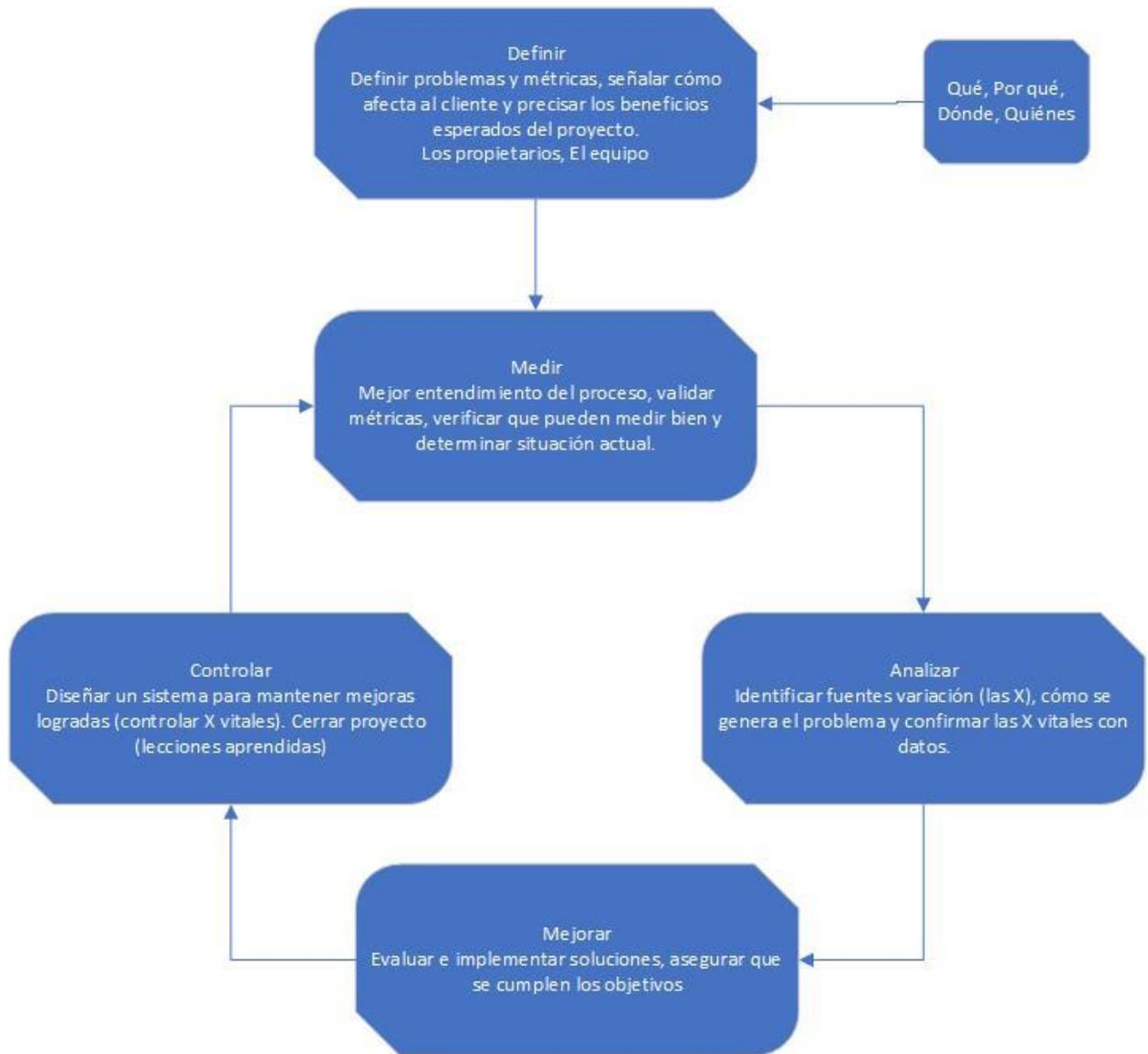


Figura 2. Las cinco etapas para la realización de un proyecto Lean Six Sigma

Para lograr implementar con éxito la metodología, se necesita la capacidad técnica y de liderazgo de un equipo multidisciplinario que domine la puesta en práctica del DMAIC: A continuación, se presenta una propuesta de estructura organizacional bajo un modelo de mejora continua Lean Six Sigma.

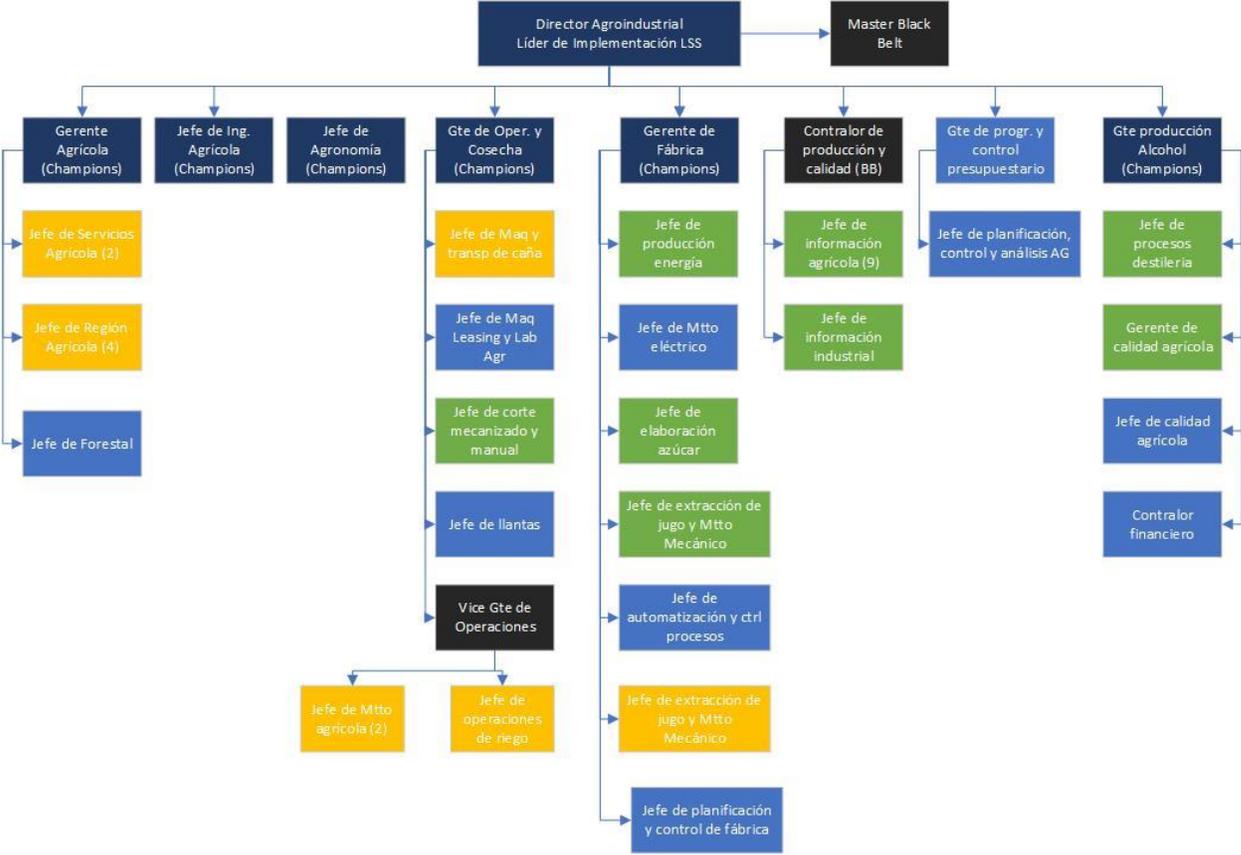


Figura 3. Organigrama propuesto de la Dirección Agroindustrial

La siguiente tabla muestra una planificación de las competencias claves del personal que estará involucrado en el programa Lean Six Sigma. Para esto se ha definido las competencias a alcanzar.

Habilidad	Master Black Belt	Black Belt	Green Belt	Yellow Belt
Enfoque sistémico del negocio de caña	3	2	1	1
Informática	3	3	1	1
Enfoque al cliente	3	3	3	3
Habilidades interpersonales	3	3	2	1
Aptitudes motivacionales	3	3	2	1
Aritmética	3	2	1	1
Solución de problemas	3	2	3	1
Gestión de proyectos	3	3	2	1
Gestión por procesos	3	3	2	1
Orientado a resultados	3	3	2	1
Conocimiento en LSS	3	3	1	1
Habilidades estadísticas	3	3	1	1
Uso de software Minitab	3	3	1	1
Habilidad de capacitación	3	3	1	0
Habilidad de coaching	3	2	2	0
Nivel 0: No es necesario Nivel 1: Competencia básica Nivel 2: Competente Nivel 3: Máxima capacidad				

Tabla 4: Competencias esperadas del personal LSS

4.3. Ofertas técnicas y económicas para la implementación del modelo propuesto de mejora continua.

La siguiente tabla muestra un cuadro comparativo de las ofertas de entrenamiento presentadas por las tres compañías consultoras.

Certificación	The Lean Six Sigma Company		Centro de Ingeniería de Calidad		Lean Six Sigma Institute	
	Costo	Horas Training	Costo	Horas Training	Costo	Horas Training
Black Belt	\$ 700.00	48	\$ 850.00	48	\$ 1,499.00	40
Green Belt	\$ 450.00	36	\$ 800.00	64	\$ 1,399.00	40
Yellow Belt	\$ 170.00	7.5	\$ 700.00	32	\$ 999.00	25

Tabla 5. Cuadro comparativo de ofertas de entrenamiento.

La siguiente tabla es una propuesta de necesidades de capacitación y entrenamiento para las posiciones que han sido seleccionadas en la estructura organizativa de la figura 3. En la propuesta encontramos la necesidad de abrir una posición nueva de tiempo completo para un Máster Black Belt que tenga la responsabilidad de la correcta implementación de la metodología en el resto de los roles.

Rol Lean Six Sigma	Colaboradores	Costo/Salario	Costo Total
Master BB (Nueva Contratación)	1.00	\$ 24,000.00	\$ 24,000.00
Black Belt	2.00	\$ 700.00	\$ 1,400.00
Green Belt	8.00	\$ 450.00	\$ 3,600.00
Yellow Belt	6.00	\$ 170.00	\$ 1,020.00
Total	17.00		\$ 30,020.00

Tabla 6. Necesidades de entrenamiento y contratación de personal LSS.

Las siguientes dos tablas presentan una evaluación financiera sobre la inversión del proyecto para la implantación de una nueva estructura organizativa bajo el modelo Lean Six Sigma. Se consideraron dos escenarios posibles asociados a la cantidad de proyectos de ahorro que se puedan generar a partir del primer año tomando como referencia el ahorro obtenido el proyecto prototipo que se presenta más adelante.

ESCENARIO PESIMISTA					
Año	0	1	2	3	4
Inversión del proyecto	\$ 6,020.00				
Mantenimiento del proyecto		\$ 24,000.00	\$ 24,000.00	\$ 24,000.00	\$ 24,000.00
Proyectos de ahorro		\$ 22,633.00	\$ 30,177.35	\$ 37,721.00	\$ 37,721.00
Ahorro Total		\$ -1,367.00	\$ 6,177.35	\$ 13,721.00	\$ 13,721.00
Flujo de efectivo	\$ -6,020.00	\$ -1,367.00	\$ 6,177.35	\$ 13,721.00	\$ 13,721.00

Indicadores Financieros	
VNA	\$ 15,929.94
TIR	68%
IR	2.65

Tabla 7. Evaluación financiera de la implementación en un escenario pesimista.

ESCENARIO OPTIMISTA					
Año	0	1	2	3	4
Inversión del proyecto	\$ 6,020.00				
Mantenimiento del proyecto		\$ 24,000.00	\$ 24,000.00	\$ 24,000.00	\$ 24,000.00
Proyectos de ahorro		\$ 37,721.00	\$ 37,721.00	\$ 37,721.00	\$ 37,721.00
Ahorro Total		\$ 13,721.00	\$ 13,721.00	\$ 13,721.00	\$ 13,721.00
Flujo de efectivo	\$ -6,020.00	\$ 13,721.00	\$ 13,721.00	\$ 13,721.00	\$ 13,721.00

Indicadores Financieros	
VNA	\$ 34,067.02
TIR	226%
IR	5.66

Tabla 8. Evaluación financiera de la implementación en un escenario optimista.

El análisis como resultado de la evaluación financiera en ambos escenarios es el siguiente:

- ✓ VNA: Ambos escenarios presentan resultados atractivos considerando una tasa de descuento del 10%. Los beneficios obtenidos en valor presente son rentables en ambos casos.
- ✓ TIR: En ambos escenarios el rendimiento de la inversión está por encima de la tasa de descuento del 10% considerada como la tasa mínima de rentabilidad exigida.
- ✓ IR: El índice de rentabilidad nos muestra que en el peor de los casos el proyecto devuelve \$2.65 por cada dólar invertido.

4.4. Proyectos de mejora Lean Six Sigma en la Dirección Agroindustrial

A continuación, se presenta el estatuto del proyecto prototipo de mejora como una muestra de las múltiples posibilidades de mejora continua que se pueden desarrollar bajo un modelo de gestión Lean Six Sigma

Título del proyecto	Mejora en el sistema de mantenimiento de cosechadoras en el taller RYMMA del Ingenio San Antonio	
Caso comercial	Oportunidad	
Con la ejecución de este proyecto se pretende contribuir al mejoramiento de la planificación, organización y ejecución del mantenimiento, siendo esto de gran ayuda para el taller, debido a que este podrá llevar una mejor ejecución y control de las actividades planeadas, así mismo podrá obtener una lista de posibles oportunidades de mejora para posteriormente realizar un plan de acción para trabajar en cada una de ellas, en resumen este proyecto servirá para plasmar en que parte del sistema de	Este proyecto podrá ser replicable en otras áreas de la empresa y en empresas de todo tipo, esto debido a que la filosofía Lean posee la característica peculiar de adaptarse a todo tipo de proceso, así mismo la aplicación de la metodología del Estudio de Trabajo es universal, por ende, es aplicable a cualquier tipo de organización.	

<p>mantenimiento se tiene más debilidades.</p>	
<p>Objetivo</p>	<p>Alcance</p>
<p>Diagnosticar el sistema actual de mantenimiento a las cosechadoras, en el taller RYMMA del Ingenio San Antonio, para la identificación de oportunidades de mejora.</p> <p>Evaluar la generación de los desperdicios en cada una de las etapas del proceso de mantenimiento a las cosechadoras.</p> <p>Elaborar Indicadores para la gestión del proceso de mantenimiento del taller.</p> <p>Proponer mejora al plan de mantenimiento de las cosechadoras del taller RYMMA del Ingenio San Antonio</p>	<p>Talleres RYMMA. Línea de Cosechadoras</p>

Tabla 9: Estatuto del proyecto Lean Six Sigma prototipo.

En el siguiente gráfico se presenta un mapa de flujo de valor (VSM) obtenido del proceso de mantenimiento de cosechadoras. Con esta herramienta de Lean Manufacturing se analiza el flujo de materiales que se requiere para el proceso de mantenimiento.

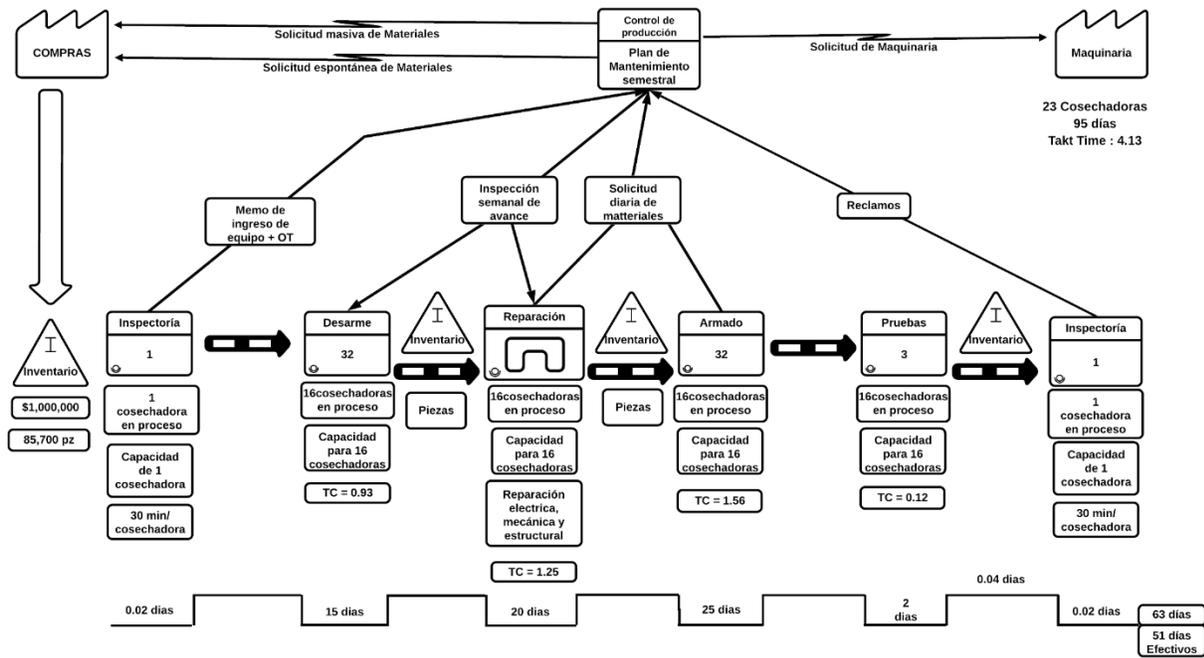


Figura 4. Mapa de flujo de valor para el proceso de mantenimiento de las cosechadoras.

El siguiente gráfico muestra los desperdicios significativos del proceso de mantenimiento de cosechadoras en relación a tiempos muertos. Se utilizó la herramienta de Pareto para el análisis.

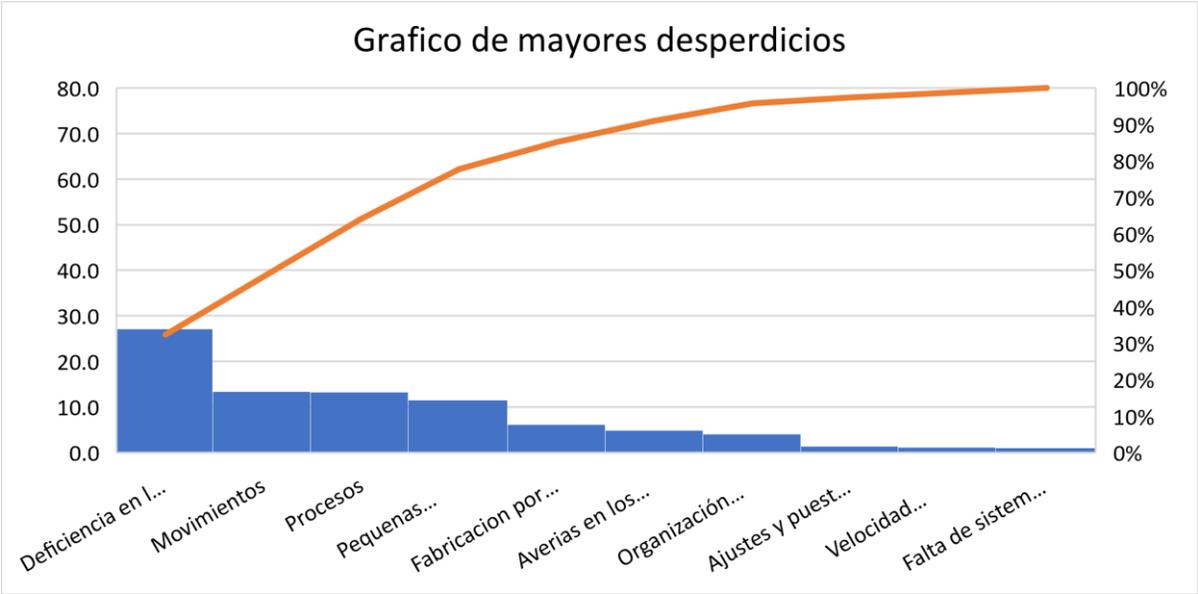
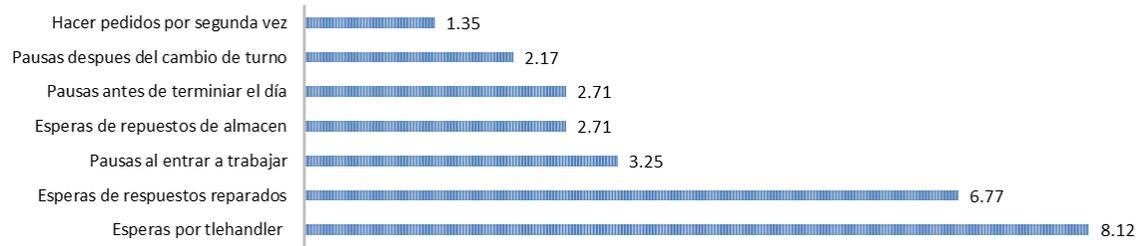


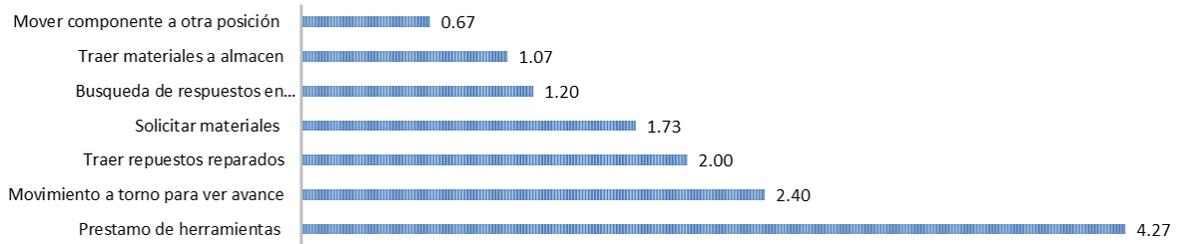
Gráfico 2. Gráfico de Pareto para tiempos de desperdicio en el mantenimiento de cosechadoras

Para lograr comprender la causa de cada uno de los desperdicios principales en el proceso se procedió a realizar un gráfico de frecuencia por cada uno de estos, en el cual se logró identificar las causas con más frecuencia dentro de estos.

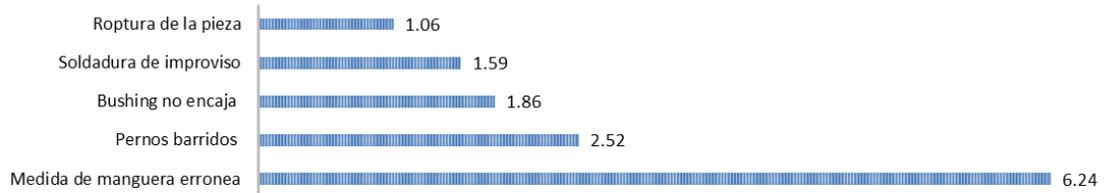
DEFICIENCIA EN LA GESTION



MOVIMIENTOS



PERDIDAS POR PROCESO



PEQUEÑAS PARADAS

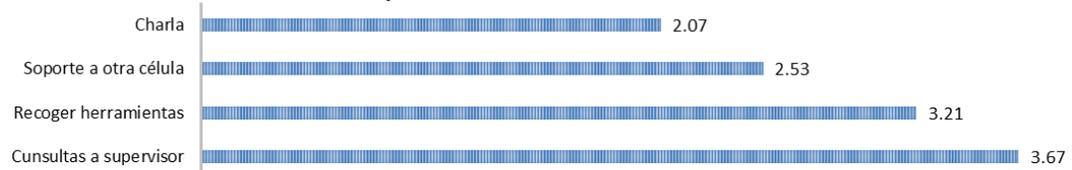


Gráfico 3. Causas principales por tipo de desperdicio identificado.

Luego de haber identificado aquellos desperdicios que están teniendo mayor impacto en el proceso y habiendo determinado sus causas principales se procede a seleccionar la herramienta optima a utilizar para generar una acción que permita reducir o eliminar el desperdicio.

Desperdicios	Causa	Acción	Herramienta	Fundamento
Deficiencia en la gestión	Esperar por Telehandler	Reducir	Trabajo Estándar	Mejora el método de trabajo
Movimientos	Movimientos a tornos para ver avance	Eliminar	ANDON	Gestión visual del avance en tornos
Procesos	Medida de manguera errónea	Eliminar	Trabajo Estándar	Mejora el método de trabajo
Pequeñas paradas	Recoger herramientas	Reducir	5s	Mejora en el orden y limpieza del área de trabajo

Tabla 10. Selección de las herramientas Lean a aplicar por tipo de desperdicio.

Con este plan de implementación se propone un ahorro en horas de trabajo de aproximadamente 340 horas, lo que representan, según la jornada real efectiva, 32 días de trabajo. Vale la pena explicar que no se deben ver como 32 días menos de trabajo, sino como días disponibles para realizar otra actividad o iniciar el mantenimiento de otro equipo.

Desperdicio	Causa	Tiempo antes de la mejora (Hrs/Cosechadora)	Tiempo después de la implementación (Hrs/Cosechadora)	Mejora (Hrs/Cosechadora)	
Deficiencia en la gestión	Esperar por Telehandler	8.12	4.06	4.06	
Movimientos	Movimientos a tornos para ver avance	2.4	0	2.4	
Procesos	Medida de manguera errónea	6.24	0.312	5.928	
Pequeñas Paradas	Recoger herramientas	3.21	0.8025	2.4075	
				Horas Jornada Normal	272.30
				Horas Jornada Extra	68.00
				Horas Totales	340.30
				Cosechadoras	23
				Costo MO/hora (JN)	C\$ 55.68
				Costo MO/hora (JE)	C\$ 96.00
				Costos Administrativos C\$/hora	C\$ 350.00
				Oportunidad C\$	C\$ 116,993.24

Tabla 11. Estructura de costos y ahorro del proyecto de mejora

La tabla anterior muestra el costo de oportunidad que se tiene actualmente en el proceso de mantenimiento de las cosechadoras de caña, el cual es de ciento dieciséis mil novecientos noventa y tres con veinticuatro (centavos de córdobas) (C\$ 116,993.24).

La implementación de la propuesta, tomando en cuenta mano de obra y utilidades varias, costará ochenta y tres mil, quinientos quince con 14 centavos de córdobas (C\$83,515.14), como se puede apreciar en el gráfico 16. El costo de la implementación representa el 71.38% de la oportunidad calculada en el primer período de mantenimiento.

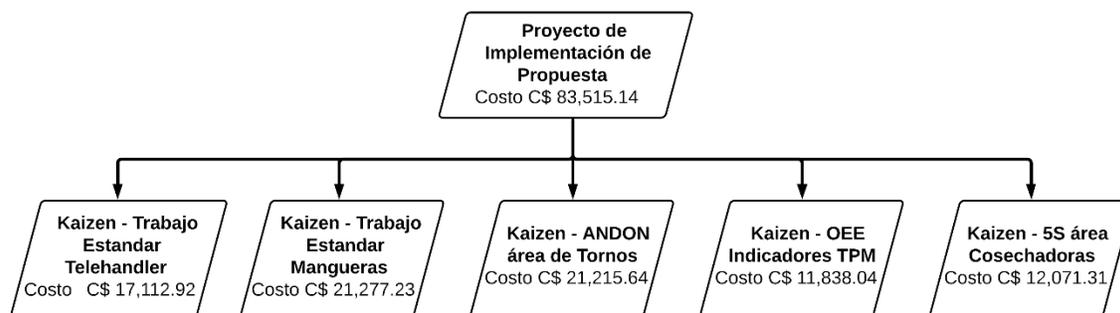


Gráfico 4. Estructura de costos por actividad en el proyecto de mejora.

La implementación de la mejora también traerá beneficios en la eficiencia del mantenimiento, partiendo de un 81.79% a una eficiencia de 83.45%, como se puede apreciar en el cálculo a continuación:

$$Eficiencia = \frac{Tiempo\ efectivo}{Tiempo\ Disponible} = \frac{13\ 957}{16\ 723} = 0.8345$$

El ahorro esperado del proyecto prototipo en el proceso de mantenimiento de cosechadoras es de C\$ 33,478.1 en el primer año de implementación.

5. CONCLUSIONES

La propuesta de esta tesis está fundamentada en el desarrollo de una estructura organizacional bajo el modelo de gestión de la mejora continua Lean Six Sigma. Luego de analizar la estructura actual, se muestran posiciones claves que van a tener un rol de liderazgo en el nuevo modelo de gestión.

Se ha elaborado una propuesta de modelo de roles basado en los cinturones de la metodología Six Sigma. La propuesta está diseñada con el nombre, rol, alcance de su gestión, habilidades técnicas y certificaciones. A su vez, se presenta como podría quedar la nueva estructura de la Dirección Agroindustrial.

A partir de una evaluación financiera donde se introducen los costos directos de capacitación y entrenamiento en la metodología Lean Six Sigma ofrecidos por tres empresas consultoras y estimando los ahorros potenciales como resultados de proyectos de mejora, se concluye que en el peor de los escenarios los beneficios son significativos y superan los costos de la implementación. Se espera un Valor Neto Actual entre \$15,929 y \$34,067, lo cual muestra que el proyecto es rentable.

Finalmente, la Dirección Agroindustrial ha venido implementando algunos proyectos prototipos bajo el modelo Lean, lo cuales han demostrado su eficacia en la mejora de los procesos y en la reducción de costos asociados a desperdicios. En esta tesis se presenta un caso de mejora en los procesos de mantenimiento de cosechadoras que resulta en un aumento de la eficiencia del 1.67% y un ahorro de C\$33,478 en el primer año.

6. RECOMENDACIONES

Para la correcta implantación de una cultura de mejora continua con el modelo Lean Six Sigma es importante dar a conocer a todos los niveles la importancia de la identificación de los desperdicios en los procesos productivos. En la experiencia que se ha tenido en otras organizaciones pasa por incentivar a los colaboradores para que presenten las mejores propuestas de mejora en temas como eficiencia, calidad y disponibilidad.

Se recomienda la contratación de un especialista en el modelo Lean Six Sigma que dedique 100% de su tiempo a la ejecución y seguimiento de los proyectos de mejora continua.

Mediante la revisión gerencial basada en el desempeño de los indicadores claves del negocio (KPI's) se pueden asignar múltiples proyectos de mejora enfocados en primera instancia en el ahorro. La razón de esta iniciativa es impactar rápidamente en las finanzas con este nuevo modelo de gestión.

Cuantificar con mayor precisión los ahorros potenciales como resultado de los proyectos que se pueden implementar a partir del primer año y recalcular el VNA, TIR, IR.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ✓ Fernandes, A., Choudhury, S., & Sapre, S. (2014). Myth Understanding. Six Sigma Forum Magazine, 3.
- ✓ González, F. (2012). Implementación de Seis Sigma en una empresa de transformación de resinas plásticas, por los procesos de inyección, extrusión-soplo y extrusión. Ciudad de Guatemala: USAC.
- ✓ González, F. (2016, Agosto 06). Sigma Masters. Retrieved from <http://sigmamasters.com/wp/>
- ✓ Gutiérrez, H., & De la Vara, R. (2009). Control estadístico de la Calidad y Seis Sigma. México D.F.: McGraw Hill.
- ✓ ISO / TC 176. (2005). ISO 10005:2005 Sistemas de gestión de Calidad - Directrices para los planes de calidad. Instituto uruguayo de normas técnicas, 32.
- ✓ ISO / TC 69. (2011). ISO 13053-1:2011 Quantitative methods in process improvement.
- ✓ International Organization for Standardization, 40.
- ✓ ISO / TC 69. (2011). ISO 13053-2:2011 Quantitative methods in process improvement - Six Sigma -. International Organization for Standardization, 56.
- ✓ ISO / TC 69. (2015). ISO 18404:2015 Quantitative methods in process improvement - Six Sigma - Competencies for key personnel and their

organizations in relation to Six Sigma and Lean implementation. International Organization for Standardization, 42.

- ✓ Jeanne, C. (2008). Six Sigma Green Belts, Black Belts, help manufacturer save nearly \$1.5 million. Six Sigma Forum Magazine, 4.
- ✓ Kelly, W. (2002). Three steps to project selection. Six Sigma Forum Magazine, 4.
- ✓ Kubiak, T., & Benbow, D. (2009). The Certified Six Sigma Black Belt Handbook. Milwaukee: ASQ Quality Press.
- ✓ Mader, D. (2007). How to identify and select Lean Six Sigma Projects. Six Sigma Forum Magazine, 3.
- ✓ Melgar, M., Villatoro, B., Pérez, O., & Otros. (2014). El cultivo de la caña de azúcar. Escuintla: Cengicaña.
- ✓ Nave, D. (2002). How to compare Six Sigma, Lean and the Theory of Constraints. Quality Progress, 6.
- ✓ Palmer, B. (2004). Making Change Work. Milwaukee: ASQ Quality Press.
- ✓ Pande, P., Neuman, R., & Cavanagh, R. (2000). The Six Sigma Way. New York: McGraw Hill.

9. ANEXOS

9.1. Lista de verificación para el cumplimiento de la norma ISO 18404:2015

1. ADECUACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN	CUMPLE		NO APLICA	OBSERVACIONES
	SI	NO		
1.1 GENERAL				
¿Se tienen definidos los roles de los Champions?				
La estrategia Seis Sigma, ¿se revisa a intervalos planificados?				
¿Está alineada la estrategia Seis Sigma a los objetivos organizacionales?				
1.2 ADECUACIÓN DE LA ESTRATEGIA SEIS SIGMA				
La estrategia Seis Sigma, ¿está definida, controlada y documentada?				
¿Se tienen definidos los objetivos del programa Seis Sigma?				
¿Se tienen definidos, controlados y documentados los planes para alcanzar los objetivos?				
1.3 ADECUACIÓN DE LA ARQUITECTURA SEIS SIGMA				
¿Existe una arquitectura definida, documentada, controlada y mantenida?				
La arquitectura, ¿incluye infraestructura, dirección, organización, responsabilidades y soporte?				
¿Se tiene definido un número apropiado de personal, de acuerdo a la Norma ISO 13053-1?				
¿Se tienen definidos, controlados y documentados los procesos de toma de decisiones de la implementación de Seis Sigma?				
1.4 ADECUACIÓN DE LAS COMPETENCIAS DEL PERSONAL CLAVE				
¿Se tienen definidas las competencias del personal clave?				

1.4 ADECUACIÓN DE LAS COMPETENCIAS DEL PERSONAL CLAVE	CUMPLE		NO APLICA	OBSERVACIONES
	SI	NO		
Las competencias, ¿se definieron en base a los anexos A, B y C de la norma ISO 18404:2015?				
¿Se provee entrenamiento necesario para cerrar las brechas de competencia?				
¿Se mantienen las competencias en los niveles adecuados?				
¿Se evalúa la efectividad de las acciones tomadas?				
¿Se tienen registros de la educación, formación, habilidades y experiencia del personal clave?				
¿Está el personal consciente de la relevancia de su trabajo como aporte para el logro de los objetivos?				
¿Los registros son legibles, están identificados y están al alcance?				
1.5 ADECUACIÓN Y MEJORA CONTINUA DE LA IMPLEMENTACIÓN ORGANIZACIONAL				
¿Se tienen definidos los indicadores que puedan evaluar la correcta implementación del programa y su mejora continua?				
¿Los objetivos tienen metas?				
¿Se revisan los logros contra las metas?				
¿Se revisa que los indicadores sean relevantes y se actualizan?				
2. ADMINISTRACIÓN DE LOS RECURSOS	CUMPLE		NO APLICA	OBSERVACIONES
	SI	NO		
2.1 GENERAL				
¿Está definido el personal clave?				
2.2 PROVISIÓN DE RECURSOS				
¿La organización da soporte gerencial para la implementación del programa?				
¿La organización provee los recursos para la implementación del programa?				
¿La organización provee los recursos para alcanzar los objetivos definidos?				
2.3 MONITOREO DE LOS REQUERIMIENTOS				
¿La organización revisa a intervalos planificados si los recursos provistos son adecuados para la implementación del programa?				

2.4 PERSONAL CLAVE	CUMPLE		NO APLICA	OBSERVACIONES
	SI	NO		
¿El personal tiene evidencia de que ha alcanzado las competencias y los objetivos definidos?				
¿El personal tiene evidencia de que mantiene y mejora sus competencias de forma continua?				
¿El personal tiene registros de sus habilidades, educación, formación y experiencia?				
¿Estos registros cumplen con lo requerido en el apartado 6.5 de la norma ISO 18404:2015?				
2.5 LA ORGANIZACIÓN				
¿Tiene la organización procesos definidos para la medición, análisis y mejora del programa?				
¿Se demuestra que el programa alcanza los objetivos y cumple con las métricas?				
¿Se asegura la organización de la continua aplicabilidad de los planes de acción?				
¿Permite la organización el aprendizaje organizacional y la mejora continua de la efectividad de la implementación?				
¿Se tienen las justificaciones apropiadas? Ej. Estadísticas, tendencias, etc.				
2.6 COMPETENCIA DE LA ORGANIZACIÓN				
¿Se revisa la competencia de la organización por un organismo externo a un intervalo máximo de cada tres años?				
¿Se revisa la competencia de la organización internamente?				

9.2. Oferta de entrenamiento # 1

Empresa consultora: The Lean Six Sigma Company

Origen: Holanda

Certificacion Yellow Belt

Esta certificación proporciona una comprensión de las metodologías fundamentales utilizadas para la resolución de problemas Six Sigma ya que cubre algunos de los procedimientos de mejoras básicas, junto con los sistemas de medición necesarios.

El programa permite que los empleados tengan una comprensión más profunda de la mejora de procesos. Esto se logra a través de la introducción de la gestión de procesos. Los participantes también se familiarizarán con las herramientas fundamentales relacionadas con Six Sigma. El objetivo de la certificación Yellow Belt es proporcionar las herramientas necesarias para que los participantes se conviertan en miembros importante dentro de grandes metas y objetivos de la empresa.

La certificación Yellow Belt ofrece lo siguiente:

- Tutoría por parte de un Master Lean Six Sigma Black Belt.
- Materiales del curso (libro de referencia en formato PDF)
- Examen y Certificación.

Beneficios de la certificación:

- Capacidad para ver un panorama más amplio y tener una mayor comprensión de las tareas diarias que se convierten en mejoras de calidad, disminución de desperdicios y mejores tiempos de ciclo.
- Estas personas reúnen los datos correctos y permiten que otros Yellow Belts adquieran conocimiento y experiencia en el proceso de resolución de problemas y que todos comprendan que el proceso es una parte integral de la metodología de mejora.

Duración: 7.5 horas

Precio: \$ 170.00

Metodología: Este curso distribuido en 3 sesiones de 2,5 horas cada una, explica qué es Lean Six Sigma, de dónde viene, dónde funciona y dónde no, qué significa Lean Six Sigma para una organización y cómo puede contribuir a agilizar los procesos. Es un entrenamiento en formato aula virtual que permite impartir el contenido teórico en un marco interactivo.

Plan del curso:

Parte 1: Lean

Introducción a Lean
Los 7+1 desperdicios
Principales herramientas de Lean

Mapeo del proceso

Parte 2: Six Sigma

Introducción a Six Sigma
La variación y la relación con el DPMO
Explicación del DMAIC
La organización Six Sigma

Parte 3: Examen

La última parte del tercer día será dedicada al examen. El examen es de libro abierto y consta de 11 preguntas. Al aprobar se obtiene la certificación Yellow Belt.

Certificación Green Belt

Los Green Belt son personas que trabajan en proyectos simples de mejora de procesos. Por lo general, su trabajo requiere menos del 50% de su tiempo para centrarse en proyectos Six Sigma. Sin embargo, los roles y requisitos laborales de Green Belt variarán de una compañía a otra.

Una certificación Green Belt es ideal para quienes tienen la tarea de mejorar los procesos existentes o para organizaciones que buscan reducir los errores o el tiempo de ciclo de sus procesos. Estos podrían ser procesos que no están estandarizados o que no tienen métricas establecidas.

La certificación Green Belt ofrece lo siguiente:

- Clases dictadas por un Master Black Belt Lean Six Sigma.
- Materiales del curso (libro de referencia en formato PDF).
- Visión general de formatos y herramientas.
- Examen y certificación.

Beneficios de la certificación:

- Seleccionarán proyectos Six Sigma.
- Movilizarán un equipo Six Sigma y organizarán su trabajo.
- Utilizarán de manera competente herramientas estadísticas para analizar métricas de procesos.
- Completarán proyectos Six Sigma utilizando gráficos, mapas de procesos, herramientas de priorización y planes de control.

Duración: 36 horas

Precio: \$ 450.00

Metodología: La formación se imparte en modalidad aula virtual utilizando Zoom. Las sesiones son de 4 horas y el alumno irá avanzando en el contenido teórica Lean y Six Sigma.

Plan del curso:

Parte 1: Lean Thinking

Los 5 principios de Womack
Value Stream Mapping
Técnicas de mejora múltiple
Control estadístico de procesos
Estudios multivariación

Parte 2: Six Sigma

Correlación y regresión
Introducción al DOE
Métodos de control
Estadísticas básicas
Presentaciones de proyectos

Parte 3: Examen

Se deberá aprobar un examen teórico para luego recibir su certificación Green Belt.

Certificación Black Belt

Un Lean Six Sigma Black Belt es un profesional de Mejora Continua que es un experto en optimizar procesos por proyecto. El curso Lean Six Sigma Black Belt es adecuado para profesionales con un gran interés y afinidad por la mejora de procesos.

Profesionales que dominan la metodología Lean Six Sigma y sus respectivas herramientas, proporcionan una valiosa experiencia a sus organizaciones. La organización mejorará la satisfacción del cliente y se mantendrá competitiva y financieramente sólida.

La certificación Black Belt ofrece lo siguiente:

- Tutoría por parte de un Master Lean Six Sigma Black Belt.
- Materiales del curso (libro de referencia en formato PDF)
- Suscripción de prueba de software de Minitab con capacidades completas.
- Examen y certificación.

Beneficios de la certificación:

- Reducción sustancial de costos y contar con agentes de cambio para la transformación de la cultura de trabajo.
- Mejora e innovación de procesos con enfoque de rentabilidad.

- Reducción de defectos totales.

Duración: 48 horas

Precio: \$ 700.00

Metodología: La formación se imparte en modalidad aula virtual utilizando Zoom. Las sesiones son de 4 horas y el alumno irá avanzando en el contenido teórica Lean y Six Sigma.

Plan del curso:

Parte 1: Lean Thinking

Teorema del limite central
Regresión múltiple
Diseño aleatorio de bloques
Planeación de experimentos diseñados
Experimentos de factoriales completos

Parte 2: Six Sigma

Diseños de optimización
Operaciones evolutivas
Diseños de experimento al atributo Ys

Planes de control
Gestión del cambio

Parte 3: Examen

Se deberá aprobar un examen teórico para luego recibir su certificación Black Belt.

Certificación Internacional Lean Six Sigma Yellow Belt

El Yellow Belt es un colaborador que cumple con su rol habitual dentro del negocio, pero que además está entrenado en las herramientas, métodos y habilidades necesarias para participar proactivamente en los equipos de mejora Six Sigma bajo la dirección de un Green Belt o de un Black Belt.

Logrará en el participante la comprensión de los conceptos básicos de la metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Implementar y Controlar), sus aplicaciones al medio empresarial, además de entender el rol de un Six Sigma Yellow Belt en la estructura organizacional de Six Sigma y adquirir habilidades en la aplicación de las herramientas básicas de Six Sigma.

Competencias adquiridas por participantes:

- Participar proactivamente en equipos de mejoramiento Six Sigma.
- Aplicar la metodología de desarrollo de proyectos Six Sigma.
- Ejecutar proyectos de mejora y reducción de costos a nivel de su área de trabajo.
- Utilizar efectivamente las Herramientas Básicas de Six Sigma.
- Utilizar efectivamente las principales Herramientas Estadísticas Básicas.

Duración: 32 horas

Precio: \$ 700.00

Metodología: Entrenamiento basado en casos semejantes a situaciones reales con ayudas didácticas y laboratorios diseñados por el Centro de Ingeniería de la Calidad y el apoyo de videos. El curso se realiza con ayuda del software especializado Minitab 16 y Excel 2003 o superior.

Plan del curso:

Fundamentos

Definiciones fundamentales Lean Six Sigma
Conceptos Estadísticos Básicos
Comparación entre Lean y Six Sigma
Historia y fundamentos de Lean
Historia y fundamentos de Six Sigma

Etapa Definir

Cómo desarrollar un proyecto bajo metodología DMAIC
Herramienta SIPOC para definición del proceso a Intervenir
Inventario de Variables

Etapa Medir

Cómo desarrollar un proyecto bajo metodología DMAIC
Herramienta SIPOC para definición del proceso a Intervenir
Inventario de Variables
Prueba de Normalidad
Estimación por Intervalos de Confianza
Diagrama de Afinidad

Etapa Analizar

Herramientas para análisis de datos
Análisis de Correlación y Regresión Simple
Análisis de Capacidad de Proceso
FMEA – Análisis de Modo de Fallas y sus Efectos
Método de los 5 Por qué
Diagrama Espina de Pescado

Etapa Controlar

Cartas para Control de Procesos

Análisis de Estabilidad de Proceso
Control Estadístico de Procesos

9.3. Oferta de entrenamiento #2

Empresa consultora: Centro de Ingeniería de Calidad.

Origen: Colombia

Certificación Internacional Lean Six Sigma Green Belt

El Green Belt es un colaborador que cumple con su rol habitual dentro del negocio, pero que además está entrenado en las herramientas, métodos y habilidades necesarias para llevar a cabo mejoramiento sistemático de procesos bajo la metodología Six Sigma combinando herramientas Six Sigma con herramientas de Lean Thinking, ya sea de manera individual o como parte de un equipo. En los equipos de mejora está bajo la dirección de un Black Belt, asistiéndolo en todas las fases de desarrollo del proyecto.

Logrará en el participante la comprensión de los conceptos básicos de la metodología DMAIC de Six Sigma (Definir, Medir, Analizar, Implementar y Controlar), sus

aplicaciones al medio empresarial, y la adquisición de habilidades en el manejo de las herramientas Six Sigma y Lean Thinking aplicables en cada una de las etapas DMAIC.

Competencias adquiridas por participantes:

- Establecer claramente las diferencias y sinergias entre las metodologías Lean Manufacturing y Six Sigma.
- Comprender el concepto integrado Lean Six Sigma.
- Participar proactivamente en equipos de mejoramiento Lean Six Sigma.
- Aplicar la metodología de desarrollo de proyectos Six Sigma DMAIC.
- Ejecutar proyectos de mejora y reducción de costos a nivel departamental.
- Utilizar efectivamente las herramientas de Six Sigma.
- Utilizar efectivamente herramientas de Lean Thinking.
- Utilizar efectivamente las principales herramientas estadísticas.

Prerrequisito: Certificación Yellow Belt

Duración: 64 horas

Precio: \$ 800.00

Metodología: Entrenamiento basado en casos semejantes a situaciones reales, con ayudas didácticas y laboratorios diseñados por el Centro de Ingeniería de la Calidad y el apoyo de videos; con énfasis en la interpretación de los indicadores estadísticos y la toma de decisiones basada en ellos. El curso se realiza con ayuda del software especializado Minitab 18 y Excel 2010 o superior.

Plan del curso:

Fundamentos

Conceptos fundamentales de Lean Thinking
Valor y Cadena de Valor
Integración de Lean Thinking y Six Sigma
Cultura de la medición y análisis
Estructura organizacional de Lean Six Sigma
Importancia del uso de software estadístico
Roles de Six Sigma

Etapa Definir

Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers
Estructura de un proyecto Six Sigma
Identificación de CLIENTES internos y externos
Identificación de STAKEHOLDERS
Definición de CTQ

Value Stream Mapping – VSM

Convertir requerimientos del cliente en objetivos del proyecto
--

Etapa Medir

Concepto de variabilidad

Causas asignables y causas aleatorias de variación
--

Estadística descriptiva

Representaciones gráficas

Muestreo del proceso

Estratificación de datos

Medir la calidad del proceso

Análisis del sistema de medición (R&R)
--

Métodos de estimación

Etapa Analizar

Tormenta de Ideas, Diagrama de Afinidad, Diagrama Causa-Efecto
--

FMEA – Análisis de Modo de Fallas y sus Efectos

Formulación de hipótesis sobre causas del problema
Análisis correlación (cuantitativo y cualitativo)
Análisis de regresión lineal simple
Análisis de varianza – ANOVA
Análisis Multi-vari
Verificación de hipótesis

Etapa Implementar

Conclusiones de la etapa Analizar
Técnicas de Creatividad
Matriz RACI, Matriz PICK, Matriz de evaluación de soluciones
Generación de soluciones con mayor probabilidad de éxito
Análisis de riesgos
Estimación de costo y retorno de la probable solución
Construcción de la propuesta de implementación
Definir cronograma de implementación (Diagrama de GANTT)

Etapa Controlar

Gráficos de control
Gráficos de control por etapas
Proceso de estandarización y documentación
PPM, DPMO, Yield, Cpk, y Nivel Sigma del Proceso
Cuantificación de la mejora
Divulgación de los resultados

Certificación Internacional Lean Six Sigma Black Belt

El Black Belt es un colaborador que dedica tiempo completo al desarrollo de proyectos Lean Six Sigma; estos proyectos son usualmente priorizados con base en el impacto financiero sobre el negocio. Los individuos asignados como Black Belt tienen un entrenamiento avanzado en herramientas estadísticas y son proficientes en la dirección de equipos de mejoramiento.

Competencias adquiridas por participantes:

- Formar y Dirigir exitosamente equipos de mejoramiento Six Sigma.
- Proponer, Dirigir y Ejecutar proyectos exitosos de mejora continua bajo la metodología Six Sigma.
- Utilizar efectivamente las Herramientas Estadísticas Avanzadas en beneficio de logro de la meta de los proyectos de mejora Six Sigma.
- Apropiarse del concepto de Flujo de Valor del Negocio.

Prerrequisito: Certificación Green Belt

Duración: 48 horas

Precio: \$ 850.00

Metodología: Entrenamiento basado en casos semejantes a situaciones reales, con ayudas didácticas y laboratorios, también con el apoyo de videos; con énfasis en la interpretación de los indicadores estadísticos y la toma de decisiones basada en ellos. El curso se realiza con ayuda del software especializado Minitab 18 y Excel 2010 o superior.

Plan del curso:

HERRAMIENTAS ESTADISTICAS AVANZADAS

Análisis de Regresión Múltiple
Diseños Factoriales
Metodología de optimización con Superficies de Respuesta
Análisis Estadístico e Interpretación de resultados
Pruebas Post-Anova
Análisis de Confiabilidad

Funciones Estadísticas para el Tiempo de Vida
Tiempo de Vida Esperado
Mean Time To Failure (MTTF)
Mean Time Between Failures (MTBF)
Mean Time Between Downing Event (MTBDE)
Funciones de Probabilidad aplicables a estudios de Confiabilidad

HERRAMIENTAS AVANZADAS LEAN THINKING

Eventos KAIZEN
Planeación Hoshin Kanri
SMED (Single-Minute Exchange of Dies)
TPM (Total Productive Maintenance)

9.4. Oferta de entrenamiento # 3

Empresa consultora: Lean Six Sigma Institute

Origen: México

Entrenamiento de certificación Lean Management

Herramientas Lean Estratégicas

El programa Lean Management ofrece un sistema probado para mejorar significativamente el rendimiento de la empresa. El entrenamiento está diseñado para desarrollar líderes en la implementación exitosa de herramientas y metodologías Lean Six Sigma y el logro de resultados excepcionales.

Después de completar este curso, los participantes comprenderán los principios de Lean Six Sigma y el papel que juegan los líderes en el proceso de transformación de una empresa. Además, los participantes podrán liderar el cambio mediante la aplicación de herramientas Lean Six Sigma

Entrenamiento Lean Management incluye:

- Lecciones avanzadas paso a paso

Aprendizaje de la metodología y herramientas Lean Six Sigma paso a paso.

- Demostraciones en video

Streaming de videos que demuestran cada técnica y herramienta. Los videos se encuentran directamente dentro de cada lección para una máxima facilidad de uso.

- Materiales de instrucción y formatos de trabajo

Contenido descargable para complementar el entrenamiento.

- Examen de Certificación Lean Six Sigma

Dos oportunidades incluidas en el curso.

Duración: 9 horas

Costo: \$ 399.00

Metodología: Explicativa con dinámicas de aprendizaje y con ejemplos reales.

Beneficios:

- Comprensión de los principios de Lean Six Sigma
- Equipo de gestión comprometido y experto
- Eficiencia y productividad mejoradas
- Liderazgo en mejora y trabajo en equipo
- Conocimiento para aumentar la rentabilidad
- Mejor uso de los recursos

Plan del Curso:

Recursos

Lean Management – Material Digital minutos	10
Lean Management – Material de apoyo minutos	5

Introducción a Lean Six Sigma

Introducción a Lean Management minutos	54
Introducción a LSS – Cuestionario de práctica preguntas	5

Modelo de Negocios Canvas

Modelo de Negocios CANVAS minutos	90
Canvas – Cuestionario de práctica preguntas	5

Planeación Estratégica: Hoshin Kanri

Planeación Estratégica: Hoshin Kanri	52
minutos	
HK – Cuestionario de práctica	5
preguntas	

Estructuras por Cadenas de Valor

Estructuras por Cadenas de Valor	58
minutos	
VSS – Cuestionario de práctica	5
preguntas	

Examen Final

Encuesta de Satisfacción LM ESP	3
minutos	
Examen final LSS Management	20
preguntas	

Entrenamiento de Certificación Lean Six Sigma White Belt

Herramientas Lean Esenciales

Este curso de certificación proporciona un conocimiento fundamental de Lean Six Sigma y una comprensión del papel y las responsabilidades de cada persona en el funcionamiento del sistema.

Desarrollarán los hábitos diarios necesarios para gestionar los procesos Lean Six Sigma y un lenguaje común para mantener la cultura. También aprenderán las habilidades y el conocimiento necesario para demostrar el liderazgo del equipo, definir y ejecutar pequeños proyectos Lean Six Sigma e implementar herramientas prácticas utilizando la metodología DMAIC.

Entrenamiento Lean Six Sigma White Belt incluye:

- Lecciones avanzadas paso a paso

Aprendizaje de la metodología y herramientas Lean Six Sigma paso a paso.

- Demostraciones en video

Streaming de videos que demuestran cada técnica y herramienta. Los videos se encuentran directamente dentro de cada lección para una máxima facilidad de uso.

- Materiales de instrucción y formatos de trabajo

Contenido descargable para complementar el entrenamiento.

- Examen de Certificación Lean Six Sigma

Dos oportunidades incluidas en el curso.

Prerrequisito: Certificado Lean Management

Costo: \$ 399.00

Duración: 6 horas

Metodología: Explicativa con dinámicas de aprendizaje y con ejemplos reales.

Beneficios:

- Preparación en el uso de herramientas esenciales.
- Creación de hábitos que soporten la filosofía empresarial.
- Incrementar la satisfacción en el trabajo.
- Un desempeño más productivo y de gran calidad.
- Trabajo en equipo, administración de tiempo y análisis de información.

Plan del Curso:

Recursos

White Belt – Material Digital minutos	10
White Belt – Material de apoyo minutos	5

Acceso a licencia de Minitab Workspace	5
minutos	

Introducción a White Belt

Introducción a White Belt	90
minutos	
Introducción a White Belt – Cuestionario de práctica	4
preguntas	

Gestión Personal

Gestión Personal	45
minutos	
Gestión Personal – Cuestionario de práctica	4
preguntas	

Solución de Problemas

Solución de Problemas	90
minutos	
Solución de problemas – Cuestionario de práctica	3
preguntas	

Orden y Limpieza con 5S

Orden y Limpieza con 5S minutos	90
5 S – Cuestionario de práctica preguntas	5

Gestión Visual

Gestión Visual (Andon) minutos	90
Andon – Cuestionario de práctica preguntas	5

Instrucción de Trabajo Estándar

Instrucción de Trabajo Estándar minutos	90
Instrucción de Trabajo Estándar – Cuestionario de práctica	4 preguntas

Examen Final

Encuesta de Satisfacción WB / ESP minutos	3
Examen final White Belt preguntas	20

Entrenamiento de Certificación Lean Six Sigma Yellow Belt

Herramientas de Mejora Continua

Un profesional de Lean Six Sigma certificado Yellow Belt es un experto en Lean que lidera y sostiene proyectos de implementación de Lean Six Sigma que se enfocan en eliminar actividades sin valor agregado y reducir costos.

Después de completar este curso de certificación, los participantes obtendrán los conocimientos necesarios para implementar herramientas Lean, utilizar técnicas flexibles de resolución de problemas y prevenir problemas antes de que sucedan.

Entrenamiento Lean Six Sigma Yellow Belt incluye:

- Lecciones avanzadas paso a paso

Aprendizaje de la metodología y herramientas Lean Six Sigma paso a paso.

- Demostraciones en video

Streaming de videos que demuestran cada técnica y herramienta. Los videos se encuentran directamente dentro de cada lección para una máxima facilidad de uso.

- Acceso de 6 meses a Minitab Workspace

Mejora su trabajo con el conjunto de herramientas definitivas para visualizar, optimizar y mapear claramente el valor de su negocio mejor que nunca.

- Materiales de instrucción y formatos de trabajo

Contenido descargable para complementar el entrenamiento.

- Examen de Certificación Lean Six Sigma

Dos oportunidades incluidas en el curso.

Prerrequisito: Certificado Lean Management y White Belt

Costo: \$ 999.00

Duración: 25 horas

Metodología: Explicativa con dinámicas de aprendizaje y con ejemplos reales.

Beneficios:

- Desarrolla un lenguaje común para la mejora empresarial.
- Establecer un sistema a gran escala para el ahorro de la empresa.

- Reducción significativa de los costos operativos.
- Mejor tiempo de respuesta de los procesos.
- Reducción significativa de inventario.

Plan del Curso:

Recursos

Acceso al software Kanbanize – YB minutos	30
Acceso a la licencia de Minitab Workspace minutos	5

Introducción a Yellow Belt

Introducción a Yellow Belt minutos	35
Introducción a Yellow Belt – Cuestionario de practica preguntas	5

Definir

Análisis de 4 cuadrantes minutos	31
Análisis de 4 cuadrantes – Cuestionario de practica preguntas	4
Definición del Proyecto A3 minutos	51
Definición del Proyecto – Cuestionario de practica preguntas	4

Medir

Recopilación de Datos minutos	22
Recopilación de Datos – Cuestionario de practica preguntas	3
Efectividad Total del Equipo (OEE) minutos	20
Efectividad Total del Equipo (OEE) – Cuestionario de practica preguntas	5
Estado Actual del Mapa de Flujo de Valor (VSM) minutos	77

Mapa de Flujo de Valor Actual – Cuestionario de practica preguntas	5
---	---

Analizar

Análisis de Modo de Falla y Efectos (FMEA) minutos	54
FMEA – Cuestionario de practica preguntas	5

Mejorar

Kaizen minutos	32
Kaizen – Cuestionario de practica preguntas	3
Flujo Continuo minutos	42

Flujo Continuo – Cuestionario de practica preguntas	5
Preparación Rápida (SMED) minutos	55
Preparación Rápida – Cuestionario de practica preguntas	5
Mantenimiento Productivo Total (TPM) minutos	44
TPM – Cuestionario de practica preguntas	5
Kanban minutos	45
Kanban – Cuestionario de practica preguntas	4
Estado Futuro del Mapa de Flujo de Valor minutos	33
Futuro VSM – Cuestionario de practica preguntas	5

Controlar

Trabajo Estándar minutos	37
Poka Yoke minutos	34
Poka Yoke – Cuestionario de practica preguntas	5
Kata minutos	46
Kata – Cuestionario de practica preguntas	5

Examen Final

Examen de Certificación Yellow Belt preguntas	40
Retroalimentación del participante minutos	3

Entrenamiento de Certificación Lean Six Sigma Green Belt

Herramientas Estadísticas Six Sigma

Los Green Belt son agentes de cambio capacitados en las metodologías de Lean Six Sigma y, como tales, son capaces de implementar proyectos de alto impacto.

Los participantes desarrollarán una comprensión profunda de las prácticas cotidianas necesarias para mantener una cultura de mejora continua, gestionar procesos y llevar a cabo proyectos Lean Six Sigma de alto impacto para cualquier tipo de organización.

Entrenamiento Lean Six Sigma Green Belt incluye:

- Lecciones avanzadas paso a paso

Aprendizaje de la metodología y herramientas Lean Six Sigma paso a paso.

- Demostraciones en video

Streaming de videos que demuestran cada técnica y herramienta. Los videos se encuentran directamente dentro de cada lección para una máxima facilidad de uso.

- Materiales de instrucción y formatos de trabajo

Contenido descargable para complementar el entrenamiento.

- Examen de Certificación Lean Six Sigma

Dos oportunidades incluidas en el curso.

Prerrequisito: Certificado Lean Six Sigma Yellow Belt

Costo: \$ 1,399.00

Duración: 40 horas

Metodología: Explicativa con dinámicas de aprendizaje y con ejemplos reales.

Beneficios:

- Aplicación de herramientas estadísticas para la mejora en calidad del servicio y productos.
- Desarrollo de proyectos de alto impacto en la reducción de variabilidad.
- Enfoque a la solución de problemas complejos.
- Reducción de costos rediseñando parámetros de los procesos.
- Reducción de riesgos y posibilidad de fallas.

Plan del Curso:

Recursos

Green Belt – Material Digital	30
minutos	

Software Estadístico Minitab-GB	5
minutos	

Introducción a Green Belt

Introducción a Green Belt	41
minutos	
Introducción a GB – Cuestionario de Práctica	2
preguntas	

Definir

Definición de Proyectos	28
minutos	
Definición de Proyectos – Cuestionario de Práctica	2
preguntas	
La Voz del Cliente	62
minutos	
La Voz del Cliente – Cuestionario de Práctica	2
preguntas	

Medir

Mapas de Proceso minutos	49
Mapas de Proceso – Cuestionario de Práctica preguntas	2
Análisis del Sistema de Medición (MSA) minutos	136
Análisis del Sistema de Medición – Cuestionario de Práctica preguntas	2
Estadística Básica minutos	42
Estadística Básica – Cuestionario de Práctica preguntas	2
Muestreo minutos	44
Muestreo – Cuestionario de Práctica preguntas	2
Histogramas minutos	29
Histogramas – Cuestionario de Práctica preguntas	2

Capacidad del proceso minutos	63
Capacidad del proceso – Cuestionario de Práctica preguntas	2
Desempeño del Proceso minutos	79
Desempeño del Proceso – Cuestionario de Práctica preguntas	2

Analizar

Gráficos de Cajas y Bigotes (Box Plots) minutos	30
Gráficos de Cajas y Bigotes (Box Plots) – Cuestionario de Práctica preguntas	2
Análisis Multivari minutos	30
Análisis Multivari – Cuestionario de Práctica preguntas	2
Pruebas de Hipótesis e Intervalos de Confianza minutos	119

Prueba de Hipótesis e Intervalo de Confianza – Cuestionario de Práctica	2
preguntas	
Análisis de Varianza (Anova)	109
minutos	
Análisis de Varianza (Anova) – Cuestionario de Práctica	2
preguntas	
Correlación	21
minutos	
Correlación – Cuestionario de Práctica	2
preguntas	

Mejorar

Diseño de Experimentos (DOE)	100
minutos	
Introducción al Diseño de Experimentos – Cuestionario de Práctica	2 preguntas

Controlar

Control Estadístico de Procesos (SPC)	103
minutos	

Control Estadístico de Procesos – Cuestionario de Práctica preguntas	2
Plan de Control minutos	24
Plan de Control – Cuestionario de Práctica preguntas	2

Examen Final

Encuesta de Satisfacción GB minutos	3
Examen Final Green Belt preguntas	40

Entrenamiento de Certificación Lean Six Sigma Black Belt

Herramientas avanzadas de Lean Six Sigma y liderazgo

Los Black Belt son expertos en metodologías Lean Six Sigma y dedican gran parte de su tiempo a implementar mejoras de la compañía, liderar proyectos y capacitación clave, o asesorar al personal. Las empresas que emplean los servicios de Black Belt suelen reconocer ahorros directos, cuantificables y sustanciales.

Proporciona a los participantes una comprensión de las habilidades necesarias para capacitar y orientar al personal, así como el conocimiento necesario para liderar proyectos de mejora complejos en cualquier tipo de organización.

Entrenamiento Lean Six Sigma Black Belt incluye:

- Lecciones avanzadas paso a paso

Aprendizaje de la metodología y herramientas Lean Six Sigma paso a paso.

- Demostraciones en video

Streaming de videos que demuestran cada técnica y herramienta. Los videos se encuentran directamente dentro de cada lección para una máxima facilidad de uso.

- Materiales de instrucción y formatos de trabajo

Contenido descargable para complementar el entrenamiento.

- Examen de Certificación Lean Six Sigma

Dos oportunidades incluidas en el curso.

Prerrequisito: Certificado Lean Six Sigma Green Belt

Costo: \$ 1,499.00

Duración: 40 horas

Metodología: Explicativa con dinámicas de aprendizaje y con ejemplos reales.

Beneficios:

- Personal experto y dedicado a la mejora.
- Desarrollo interno de proyectos de alto valor.
- Establecer el mayor sistema de ahorros de la empresa.
- Recuperación de beneficios 10 veces contra lo invertido en no más de 3 años.
- Lograr ventajas competitivas en calidad y velocidad sin precedentes ante la competencia.

Plan del Curso:

Recursos

Black Belt – Material Digital minutos	30
Software Estadístico Minitab-BB minutos	5

Introducción a Black Belt

Introducción a Black Belt minutos	18
--------------------------------------	----

Definir

Gestión Ágil de Proyectos con Scrum	103
minutos	
Entrenador / Coach	82
minutos	

Medir

Evaluación Financiera de Proyectos V20	72
minutos	

Analizar

Teoría de Restricciones (TOC)	30
minutos	
Distribuciones	30
minutos	

Mejorar

Diseño de Experimentos Fraccionados	30
minutos	

Análisis de Regresión minutos	244
Superficies de Respuesta minutos	30
Lean Company minutos	75
Lean Industry 4.0 minutos	78
Simulación con FlexSim minutos	80

Controlar

Trabajo Estándar de Líderes minutos	36
Caminatas Gemba minutos	37

Examen Final

Encuesta de Satisfacción – BB	4
minutos	
Examen Final Lean Six Sigma Black Belt	44
preguntas	