

Proceso para la toma de decisiones en la fase de definición de la metodología seis sigma

Diana Montiel-Pérez

mo229465@uaeh.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0002-1846-9574>

Gustavo Erick Anaya-Fuentes

gustavoerick_anay@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-3708-6763>

Sergio Blas Ramírez-Reyna

sramirez@uaeh.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0003-0827-7074>

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
Mineral de la Reforma, Hidalgo – México

RESUMEN

Seis sigma es una metodología enfocada en la minimización de las variaciones de los procesos de las organizaciones, considerada como una métrica, una meta y una la cual incluye un conjunto de herramientas a utilizar en cada una de las 5 fases que la constituyen, sin embargo, en nuestro conocimiento no existe una guía clara para el uso de tales herramientas ante situaciones específicas de la metodología, por lo anterior, el presente trabajo propone una metodología específica para la fase de definición de seis sigma, considerando las herramientas preestablecidas para esta fase, los resultados demuestran la utilidad de contar con una metodología para la fase de Definición, al contar con un instrumento de apoyo para seleccionar a las herramientas más apropiadas en la definición del proyecto que permita identificar las necesidades prioritarias del cliente y convertirá en especificaciones técnicas del producto. Adicionalmente, se incluye una aplicación de la metodología propuesta a una empresa del sector metal mecánico, la cual define el proyecto Seis Sigma siguiendo los pasos propuestos.

Palabras clave: seis sigma; mejora continua; manufactura esbelta; calidad.

Correspondencia: mo229465@uaeh.edu.mx

Artículo recibido 15 enero 2023 Aceptado para publicación: 15 febrero 2023

Conflictos de Interés: Ninguna que declarar

Todo el contenido de **Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar**, publicados en este sitio están disponibles bajo

Licencia [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) 

Cómo citar: Montiel-Pérez, D., Anaya-Fuentes, G. E., & Ramírez-Reyna, S. B. (2023). Proceso para la toma de decisiones en la fase de definición de la metodología seis sigma. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 9121-9136.
https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.5040

Process for decision making in the phase definition of the Six Sigma methodology

ABSTRACT

Six Sigma is a methodology focused on the minimization of the variations of the processes of the organizations, considered as a metric, a goal and one which includes a set of tools to be used in each of the 5 phases that constitute it, however, to our knowledge there is no clear guide for the use of such tools in specific situations of the methodology, therefore, the present work proposes a specific methodology for the definition phase of six sigma, considering the pre-established tools for this phase. The results show the usefulness of having a methodology for the definition phase, by having a support instrument to select the most appropriate tools in the definition of the project that allow identifying the priority needs of the client and destroying the technical specifications of the product. Additionally, an application of the proposed methodology to a company in the metal-mechanic sector is included, which defines the Six Sigma project following the proposed steps.

Keywords: *six sigma; continuous improvement; lean manufacturing; quality*

INTRODUCCIÓN

El término Seis Sigma es una nueva filosofía que surgió a finales del siglo XX como una estrategia sistemática y bien estructurada que permite la generación de productos y servicios cada vez más eficientes (Sánchez, 2005). Su objetivo principal es reducir la variabilidad e incrementar calidad y productividad de las organizaciones. Es considerada como metodología, meta, herramientas, métrica, que utiliza datos y herramientas estadísticas para evaluar y mejorar los procesos, satisfacer al cliente y elevar las utilidades de una organización. (Garza, 2016). Esta herramienta es considerada como la evolución de las teorías clásicas de la calidad y la mejora continua. Se enfoca en los críticos de satisfacción del cliente (CTS), basándose en la ejecución de proyectos de mejora; hace uso intensivo de datos y herramientas estadísticas, dando lugar a resultados medibles desde el punto operacional y financiero, generando así mayor compromiso con la gerencia y el personal de la organización. (Felizzola, 2014).

La calidad Seis Sigma implica acordar con un cliente qué características de un producto o servicio son importantes para él y luego dárselas de un modo casi perfecto, libre de fallos (Socconini, 2021). Se quiere que los procesos estén sin defectos para que los clientes estén satisfechos, por eso se miden periódicamente para así ver el progreso que se hace. El término Seis Sigma define la medida óptima de calidad, que utiliza en su nomenclatura la letra griega (σ) vinculada con la estadística, representa la variabilidad o dispersión de un conjunto de valores. La metodología permite identificar la capacidad de los procesos para reducir los defectos por millón de estos (Garza, 2016). El valor de sigma, o la desviación estándar, indican cómo cualquier proceso funciona. Mientras más alto el valor, menos serán los defectos por millón de oportunidades.

La puesta en práctica de la metodología está arraigada dentro de DMAIC, un acrónimo que significa: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y el Controlar. Estos instrumentos se aplican para entender totalmente tanto el funcionamiento como las variables claves que afectan la calidad de productos y servicios. (Sánchez, 2005).

En la actualidad la mayoría de las aplicaciones de la metodología Seis Sigma se ha llevado a cabo en la industria manufacturera y de la producción, sin embargo, se sugiere que las herramientas también pueden ser usadas en industrias desarrollo de software, industrias de servicios tales como centros de llamadas de clientes, en el sector de la educación o en funciones administrativas (García, Juárez, Guevara y García, 2021). La aplicación de la

metodología proporciona a las organizaciones herramientas que mejoran la capacidad de sus procesos de negocio, incrementando su nivel de funcionamiento y disminuyendo la variabilidad de estos. Así es como se reducen los defectos y se mejora el beneficio, la moral de los empleados y la calidad de los productos. (Romero, 2012).

La metodología Seis Sigma beneficia a la administración de operaciones para la mejora continua de las organizaciones desde un enfoque para la industria 4.0 (Ramírez, López, Hernández y Morjon, 2021), adicionalmente, se ha utilizado en la solución de problemas logísticos (Pano, Núñez, Zapien, Lazcano y Núñez, 2022), también ha apoyado en la solución de problemas en Instituciones de educación superior para la mejora continua de sus indicadores (Guerrero, Silva y Bocanegra, 2018), incluso en procesos del sector salud (Caro, Pablos, Serrano, Ojeda, Carro, Guede y Ferrari, 2020).

En la sección 2 de este documento se presenta la metodología Seis Sigma en la que se describen los pasos a seguir para su implementación, en la sección 3 se realiza el planteamiento del problema, en la sección 4 se presenta la propuesta metodológica, en la sección 5 se muestran los resultados y finalmente en la sección 6 se incluyen las conclusiones.

METODOLOGÍA

Seis Sigma es una herramienta de mejora que busca eficiencia y eficacia para las organizaciones, alineándose a las necesidades de los clientes (Herrera y Fontalvo, 2000)

Definir: En la etapa de definición se enfoca el proyecto, se delimita y se sientan las bases para su éxito. Por ello, al finalizar esta fase se debe tener claro el objetivo del proyecto, la forma de medir su éxito, su alcance, los beneficios potenciales y las personas que intervienen en éste. Todo lo anterior se resumirá en el marco del proyecto. El primer paso para lograr un proyecto exitoso será su selección adecuada (Pulido y Salazar, 2009).

Esta etapa se enfoca en el proyecto, se delimita y se sientan las bases para su éxito. Por ello, al finalizar esta fase se debe tener claro el objetivo del proyecto, la forma de medir su éxito, su alcance, los beneficios potenciales y las personas que intervienen en éste. Todo lo anterior se resumirá en el marco del proyecto. El primer paso para lograr un proyecto exitoso será su selección adecuada que por lo general es responsabilidad de los champions y/o de los black belts. Una vez que se tiene identificado un proyecto, el siguiente paso es asignar un líder o responsable del proyecto. Puede ser un black belt, green belt o un candidato a estas categorías, quien debe tener un conocimiento

operativo del problema, pero que no se sospeche que es parte de este. Además, se debe buscar que el líder cuente con la motivación y el liderazgo que le permitan guiar a los miembros del equipo. El resto de los integrantes del equipo se asignan con base en lo que puedan aportar y la necesidad de contar con diferentes puntos de vista, experiencias y especialidades. Con un bosquejo de la definición del proyecto que el champion le entrega al líder del equipo, éste debe completar la definición especificando los diferentes elementos del marco del proyecto. De tal forma que a través de éste quede claro de qué trata el proyecto, los involucrados, los beneficios esperados (Gutiérrez y De la Vara, 2009).

Medir: La organización debe planificar e implementar procedimientos de seguimiento con el propósito de validar la información que toma del proceso, como la medición y evaluación del producto, la capacidad del proceso, los indicadores de gestión del proyecto y la satisfacción de los clientes externos e internos. Una manera simple de recolectar la información necesaria se obtiene definiendo inicialmente en el planteamiento del proyecto un Plan de Recolección de información, en el cual se deben plantear, en primera instancia, cuál es el objeto susceptible de medición. Para ello se debe establecer qué tipo de variable se está midiendo u observando, es decir, si se trata de una variable discreta, continua o mixta (Acosta y Herrera, 2000).

La filosofía de Seis Sigma posee un enfoque basado en procesos. Es imperativo entonces tomar la información de las fases que componen esta estructura. Las áreas en las cuales se debe tomar información son el área de entrada de proceso, el área que integra las distintas actividades del proceso, el área de salida del proceso, el área de satisfacción del cliente. En segundo lugar, se debe definir la medida del nivel Seis Sigma en la organización, que expresa la variabilidad del proceso con respecto a las especificaciones establecidas por la organización o los requerimientos de los clientes. Estos cálculos se obtienen de cuantificar la medida de probabilidad de un proceso cuyo comportamiento sea una distribución normal estándar, cumpla con las especificaciones requeridas en el proceso. El procedimiento para el cálculo de la medida de desempeño consiste en determinar inicialmente los Factores Críticos de Calidad (FCC) de la organización, que consiste en cualquier parte de la unidad o servicio que está expuesta a una no conformidad, posteriormente se multiplica este valor por una muestra de artículos producidos (MAP), obteniendo de esta forma el total de Defectos Factibles

(TDF=FCCxCP); luego se toma el número de no conformidades o fallas presentes en el proceso (NC) y esto a su vez se multiplica por un millón, para obtener los Defectos por Millón de Oportunidades (DPMO) (Fontalvo y Herrera, 2000).

Antes de evaluar el sistema directamente, suele ser útil evaluar el equipo o los métodos utilizados para las mediciones. El término “sistemas de medición” se refiere a los métodos para derivar variables de entrada clave de un sistema, que podría ser cualquier cosa, desde maquinas simples utilizadas por un operador no capacitado hasta enfoques contables complicados aplicados por equipos de expertos altamente capacitados. El propósito principal de la fase de medición para diseñar proyectos es evaluar sistemáticamente las necesidades de los clientes. Por lo tanto, es útil estudiar sistemas similares utilizando gráficos de control. Además, la fase de medición también puede incluir técnicas descritas en el contexto de otras fases que centran la atención en las necesidades del cliente, como el método de matriz causa y efecto. (Allen, 2019)

Analizar: La meta de esta fase es identificar la(s) causa(s) raíz del problema (identificar las X vitales), entender cómo es que éstas generan el problema y confirmar las causas con datos. Entonces, se trata de entender cómo y por qué se genera el problema, buscando llegar hasta las causas más profundas y confirmarlas con datos, para encontrar las X vitales primero es necesario identificar todas las variables de entrada y/o posibles causas del problema. Las herramientas de utilidad en esta fase son muy variadas, por ejemplo, lluvia de ideas, diagrama Ishikawa, Pareto de segundo nivel, estratificación, cartas de control, mapeo de procesos, los cinco por qué, despliegue de la función de la calidad para relacionar variables de entrada con variables de salida, diseño de experimentos, prueba de hipótesis, diagrama de dispersión, entre otras (Acosta y Herrera, 2000).

En este punto se trata de comprender por qué se producen los defectos y plantear qué razones múltiples (nuevamente, las Xs) son identificadas como causantes. Dicho de otro modo, el equipo de Black Belt se preguntará qué entradas afectan las salidas. A veces, las causas raíz de un problema son evidentes. Cuando lo son, los equipos pueden moverse rápidamente a través del análisis. Los equipos DMAMC enfocan su búsqueda de las causas mediante lo que se llama el Ciclo de Análisis. El ciclo empieza mediante la combinación de la experiencia, los datos, medidas y una revisión del proceso y entonces se procede a formular una hipótesis inicial sobre la causa. El equipo entonces busca más datos y otras evidencias para ver si encaja con la causa sospechosa. El ciclo de análisis

continúa, refinando la hipótesis o rechazándola hasta que la verdadera causa raíz se identifica y verifica con los datos. Uno de los grandes desafíos en la etapa de Analizar es usar las herramientas adecuadas. Con suerte, con herramientas simples se pudo describir la causa. Cuando las causas son más profundas o cuando la relación entre el problema y otros factores es compleja y oculta, es probable que se requiera técnicas estadísticas avanzadas para identificar y verificar la causa. Al medir los procesos e identificar las variables de entrada que pueden afectar los atributos críticos para la calidad, probablemente se llegará a algunas suposiciones acerca de la relación entre las métricas de negocio (la medida de defecto crítico para la calidad, en la Y) y las entradas (los factores, las Xs) que le afectan. Por tanto, ahora podrá formular hipótesis y tests estadísticos para determinar qué factores son fundamentales para el resultado. Aquí es donde la fase Analizar empieza un nuevo ciclo, al realizar toda una serie de tests de hipótesis. **El ciclo consta de los siguientes pasos:**

1. Desarrollar las hipótesis sobre la(s) causa(s)
2. Analizar el proceso y/o datos.
3. Si la hipótesis es correcta, añadir la causa(s) a la lista de los pocos factores vitales. Si la hipótesis es incorrecta, hay que perfeccionarla y volver al paso 2 o rechazarla y volver al paso 1.

La prueba de hipótesis utiliza una serie de análisis detallado para el cálculo de la probabilidad de que los factores que ha identificado como los pocos vitales sean realmente aquellos con mayor impacto en los aspectos críticos para la calidad del resultado. Se pasará entonces de las conclusiones estadísticas a diseñar soluciones prácticas, y a desarrollar planes para tomar acciones correctivas. Cuando los equipos de proyecto están en la fase de Analizar, continuamente están haciendo un brainstorming (tormenta de ideas) en un sentido estadístico, están desafiando el status quo (estado actual) e investigando realmente qué pocos factores vitales están influenciando el resultado de un determinado proceso, eliminando los muchos triviales para revelar los pocos significativos. (Sánchez, 2005)

Mejorar: El objetivo de esta etapa es proponer e implementar soluciones que atiendan las causas raíz; es decir, asegurarse de que se corrige o reduce el problema. Es recomendable generar diferentes alternativas de solución que atiendan las diversas causas, apoyándose en algunas de las siguientes herramientas: lluvia de ideas, técnicas

de creatividad, hojas de verificación, diseño de experimentos, poka-yoke, etc. La clave es pensar en soluciones que ataquen la fuente del problema (causas) y no el efecto (Pulido y Salazar, 2009). Lo anterior implica una lluvia de ideas sobre posibles soluciones, selección de soluciones para probar y evaluación de los resultados de las soluciones implementadas. A menudo, se lleva a cabo una implementación piloto antes de realizar las mejoras a gran escala. En la primera etapa de mejora, es importante incluir a las personas que están involucradas en la realización del proceso. Su aporte con respecto a las mejoras potenciales es crítico, y este paso no debe ser completado solo por el equipo del proyecto. De hecho, es aconsejable mantener la comunicación con quienes trabajan en el proceso a lo largo de cualquier proyecto de mejora de la calidad Seis Sigma. Se utiliza una variedad de técnicas para generar ideas sobre soluciones para contrarrestar las causas raíz identificadas en Analizar. Es importante que durante esta etapa las ideas no sean juzgadas ni eliminadas. Incluso una idea extravagante que posiblemente no podría implementarse como se sugirió inicialmente puede llevar a una idea relacionada a una solución ideal. Al igual que en otros aspectos de un proyecto Seis Sigma, las suposiciones sobre lo que se puede o no se puede lograr no deben aceptarse sin confirmación. Para algunos proyectos es apropiado realizar mejoras piloto antes de proceder a una implementación completa. Las opciones de prueba más comunes incluyen realizar cambios solo en un grupo o departamento. El beneficio de una prueba piloto es que el equipo del proyecto puede garantizar que los cambios resulten en las mejoras deseadas antes de una implementación completa. Además, el equipo puede obtener información para permitir una implementación más efectiva durante el lanzamiento completo. Ya sea que evalúen los resultados de la prueba piloto o de la implementación completa, es importante utilizar una variedad de técnicas para evaluar la extensión de la mejora. Al final de la fase de mejora, el equipo del proyecto ha demostrado que la solución implementada contrarresta las causas raíz identificadas, y por lo tanto, da como resultado una mejora sustancial en las métricas. En nuevo proyecto está implementado y el equipo está listo para mantener los beneficios. (Desai, 2010)

Controlar: Una vez que las mejoras deseadas han sido alcanzadas, en esta etapa se diseña un sistema que mantenga las mejoras logradas (controlar las X vitales) y se cierra el proyecto. Muchas veces esta etapa es la más dolorosa o difícil, puesto que se trata de que los cambios realizados para evaluar las acciones de mejora se vuelvan permanentes,

se institucionalicen y generalicen. Esto implica la participación y adaptación a los cambios de toda la gente involucrada en el proceso, por lo que se puede presentar resistencias y complicaciones. Al final de cuentas, el reto de la etapa de control es que las mejoras soporten la prueba del tiempo (Pulido y Salazar, 2009).

En esta etapa, el proyecto Seis Sigma debe abordar todas las dimensiones de los aspectos de calidad, ya que una mejora efectiva de la calidad puede ser fundamental para aumentar la productividad y reducir los costos. Las ocho dimensiones de la calidad son las siguientes:

- Desempeño
- Confiabilidad
- Durabilidad
- Facilidad de servicio
- Estética
- Características
- Calidad percibida
- Conformidad de los estándares.

Aunque la mejora de la calidad es una actividad de toda la empresa, y que cada unidad organizativa debe participar activamente, es responsabilidad del personal de proyecto Seis Sigma mantener la mejora y el control durante un largo período de tiempo. También son responsables de evaluar y utilizar la información de costos de calidad para identificar oportunidades de mejora en el sistema y dar a conocer estas oportunidades a la alta dirección. Hay una cierta cantidad de variabilidad en cada producto; en consecuencia, no hay dos cosas exactamente iguales. Sin embargo, si la variación es muy grande, el cliente puede percibir la unidad como indeseable e inaceptable. Cuantificar la información es el primer paso hacia la mejora de la calidad. La cuantificación se realiza con base a las características objeto de estudio. Las características pueden ser de naturaleza cualitativa o cuantitativa.

Importancia de medir la variación:

- La medición de la variabilidad determina la confiabilidad de un promedio al señalar hasta qué punto un promedio es representativo de todos los datos.
- Ayuda a determinar la naturaleza y la causa de la variación para controlarla.
- Permite comparaciones de dos o más distribuciones con respecto a su variabilidad.

Generalmente, se encuentran dos tipos de variaciones en un proceso. Son la variación de causa especial y las variaciones de tipo aleatorio. El objetivo de cualquier proceso entonces será identificar y eliminar las causas para convertir un proceso inestable en un proceso estable. La mejor manera de analizar los tipos de variación es con el uso de gráficos de control. (Muralidharan, 2015).

Se han realizado trabajos en la búsqueda por definir una metodología más detallada dentro de Seis Sigma: Definir (Define), Medir (Measure), Analizar (Analyze), Mejorar (Improve) y Controlar (Control), que en adelante llamaremos DMAIC, estudios como el de Ocampo y Pavón (2012) quienes integran DMAIC con Simulación discreta, además, Chacón y García (2007) introducen un proceso analítico jerárquico en la fase de mejora. Lo anterior denota la posibilidad de mejorar el proceso de implementación de Seis Sigma, sin embargo, en nuestro conocimiento no existe una metodología definida que apoye en la toma de decisiones para su implementación.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La metodología Seis Sigma tiene como objetivo reducir la variabilidad en los procesos, mediante cinco fases o pasos: definir, medir, analizar, mejorar y controlar; cada una de las cuales cuenta con un conjunto de herramientas que pueden ser utilizadas de acuerdo con la situación o problema que se esté abordando, sin embargo, en nuestro conocimiento no existe una metodología que guíe al interior de dichas fases, la cual permita tomar decisiones a partir de la situación que se presente. Lo cual genera decisiones erróneas en personal inexperto que la utilice. Por lo anterior, el presente trabajo propone una metodología al interior de los pasos de Seis Sigma, la cual guiará y facilitará la toma de decisiones en el uso de ésta.

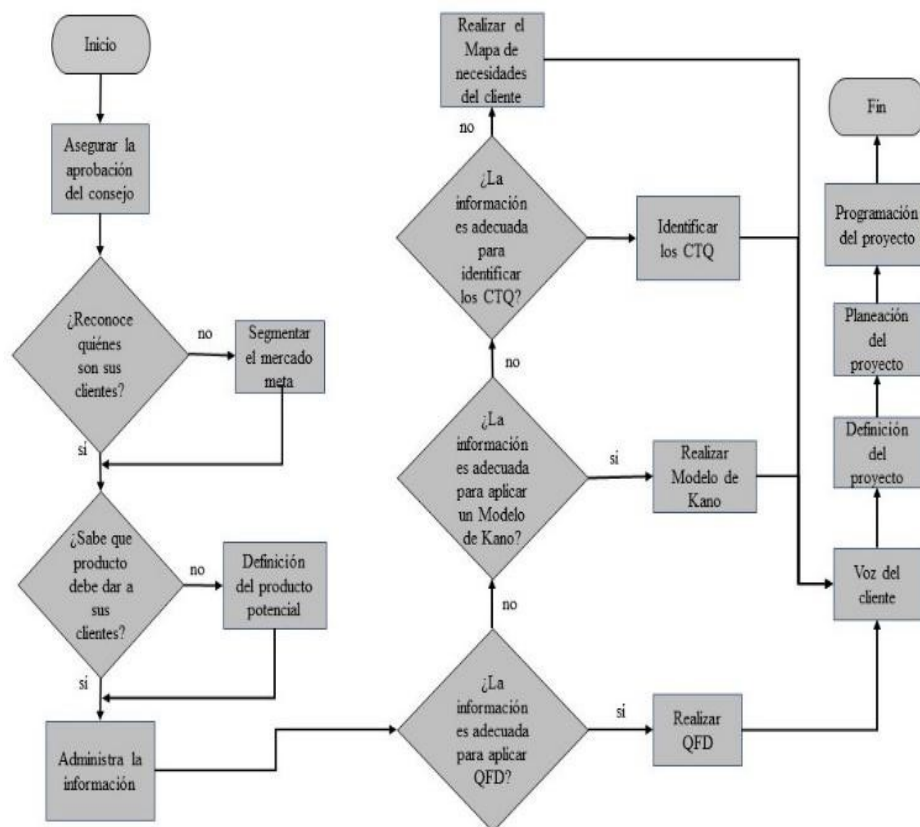
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El modelo clásico de la metodología Seis Sigma, incluye un conjunto de herramienta para cada una de las fases, tales como en la definición, en la que encontramos Mapas de procesos, Despliegue de la función de la calidad, Modelo de Kano, Benchmarking, entre otros. En la fase de Medir es posible utilizar herramientas como Mapas de procesos nuevamente, Diagrama de Pareto, Métodos de muestreo y las 7 herramientas de la calidad. En la fase de Analizar, las herramientas a considerar son el Análisis del Modo y Efecto de Falla (AMEF), Regresión lineal, Pruebas de hipótesis, Análisis de la varianza (ANOVA). El paso de Mejorar cuenta con herramientas como el Análisis de experimentos,

Diseño factorial 2k, Diseño fracción factorial, Métodos de superficie de respuesta y finalmente la fase de Controlar incluye el Plan de control y el conjunto de herramientas del Sistema de producción Toyota (Socconini, 2016).

El objetivo de la presente propuesta es generar una metodología que funcione como guía en el uso de las herramientas de Seis Sigma para la fase de definición se muestra en la figura 1.

Figura 1. Diagrama de flujo de la metodología propuesta



Fuente: Elaboración propia

La figura 1 muestra el proceso propuesto para la fase de Definir de la metodología Seis Sigma, comenzando por la gestión y aseguramiento de los recursos ante el consejo directivo para ejecutar el proyecto, posteriormente se busca identificar a los clientes, en caso de no reconocerlos es necesario definir el segmento de mercado, para ello, es posible recurrir al plan estratégico y/o al reporte de ventas, incluso es posible utilizar herramientas como el Diagrama de Pareto para identificar al o los productos potenciales. El siguiente paso consiste en reconocer el producto o servicio que se oferta, identificando sus ventajas competitivas; en caso de no reconocerlo, es necesario definir el producto potencial mediante estudios de mercado o alguna técnica similar. Posteriormente es

necesario definir la herramienta más apropiada para determinar las características técnicas del producto o servicio, así como los requisitos de calidad a partir de la priorización de las necesidades del cliente, para ello, es posible seleccionar al Despliegue de la función de calidad el cual permite convertir las necesidades priorizadas de los clientes, en especificaciones técnicas del producto: mientras que el Mapa de necesidades del cliente, definirá a los requisitos de calidad. La identificación de los CTQ o críticos de la calidad es una herramienta alternativa, adicionalmente, el modelo de Kano permite clasificar los requerimientos del cliente una vez priorizados por éste.

El siguiente paso se denomina la voz del cliente, el cual es un procedimiento para obtener información referente a las necesidades y expectativas del cliente.

Finalmente, con los argumentos anteriores es posible definir el proyecto, adicionalmente, se debe planificar y programar a un nivel en el que sea posible describirlo mediante un diagrama de Gantt. Los resultados, permitirán iniciar con la fase denominada Medir y de esta manera continuar con el resto de los pasos de la metodología Seis Sigma: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar.

Para aplicar la metodología propuesta se presenta la problemática de una organización, para lo cual se enfatiza la necesidad de resolver un problema de calidad en el sector metal mecánico mediante la metodología Seis Sigma y el proceso propuesto en el presente trabajo. A continuación, se describen las características de la organización y la motivación para implementar la metodología propuesta.

La empresa objeto de análisis es del giro metal mecánico, específicamente es una maquiladora establecida en Pachuca de Soto Hidalgo, México, de la cual, por motivos de confidencialidad se omite su nombre.

Paso 1. El dueño de la maquiladora presupuestó recursos para el estudio e implementación de Seis Sigma.

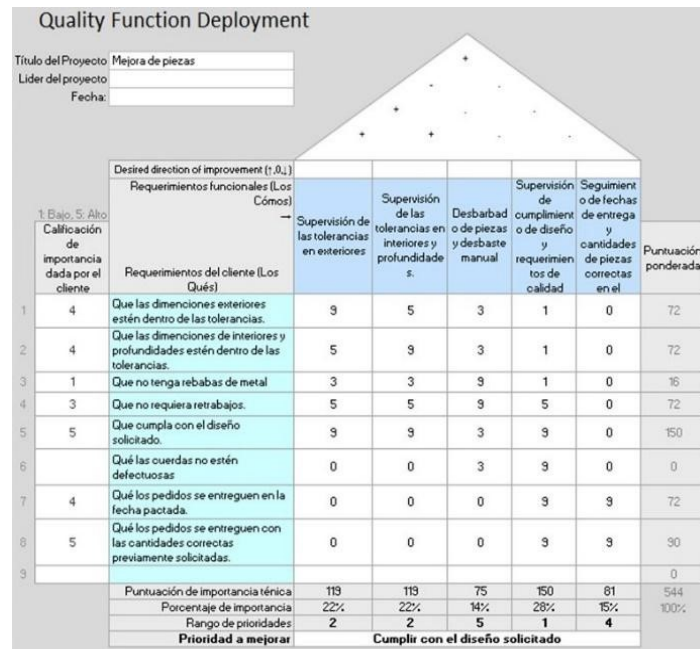
Paso 2. La empresa tiene 3 clientes potenciales, quienes son objeto de seguimiento para cumplir con sus requerimientos.

Para los pasos 3,4 se aplicó una encuesta que permitirá obtener la información mostrada en la figura 2.

Paso 3. Se aplicó el despliegue de la función de calidad como se muestra en la figura 2, para priorizar las necesidades del cliente y obtener las especificaciones técnicas del producto. Esta técnica fue seleccionada, debido a que la encuesta realizada facilita la

disponibilidad de los datos de entrada solicitados por esta técnica frente al Modelo de Kano, al Mapa de necesidades y las CTQ.

Figura 2. Despliegue de la función de calidad (QFD)



Fuente: Elaboración propia con datos del caso empresarial

Paso 4. La voz del cliente consiste en confirmar o actualizar los procesos y puntos críticos del producto mediante, entrevistas, encuestas o cuestionarios. Para el presente estudio de caso se valida la información obtenida en el paso 4, es decir, el cliente confirma que su prioridad es el requerimiento de cumplimiento de las especificaciones del diseño que se manufactura. Esta información es obtenida mediante una entrevista con cada uno de los 3 clientes potenciales de este modelo de negocio.

Paso 5. Con la información de los pasos anteriores se define el proyecto, el cual puede describirse de la siguiente manera:

El proyecto consiste en eliminar la variación y falta de conformidad en los productos elaborados por la organización, cuyas especificaciones son otorgadas por el cliente mediante la descripción del diseño del producto, para lo cual se deben identificar las causas que originan el problema y establecer acciones de mejora y control del proceso de manufactura que aseguren productos de conformidad.

Paso 6. Finalmente, la planeación y programación del proyecto concierne directamente a la empresa, con la intención de alinearlos con el plan estratégico de la organización, información a la cual no tenemos acceso.

CONCLUSIONES

El presente trabajo muestra que la metodología propuesta para la fase de Definición del proceso Seis Sigma, sirve como guía para definir el proyecto mediante un método estructurado y concreto, adicionalmente, la propuesta es útil para la toma de decisiones en el uso de herramientas disponibles para la fase analizada, debido a que solía existir confusión sobre la manera en que se debería seleccionar una u otra herramienta, por lo que los elementos de decisión en el diagrama de flujo de la Figura 1, apoyan a definir el proyecto Seis Sigma identificando las necesidades prioritarias del cliente y posteriormente determinado los requisitos técnicos del producto o servicio que se oferte.

Es posible realizar trabajos futuros en esta línea de investigación, documentando procedimientos al interior del proceso, lo cual permitiría contar con un documento más detallado, una vez que la presente investigación propone el macroproceso, además, es posible incorporar herramientas a las originalmente propuestas para la fase de definición, tales como diagramas de Ishikawa, Diagramas de Pareto y herramientas de la estadística inferencial, con la intención de identificar la causa raíz que defina al proyecto más adecuado, esto como propuesta de investigación.

En este apartado se exponen los hallazgos, lo trascendente del estudio expresado con cierto detalle en la exposición que sostenga el porqué del trabajo: justificando las conclusiones a las que se arribó. Los resultados deben ser objetivos y claros demostrando que son la consecuencia lógica de la metodología utilizada.

No se debe ser reiterativo, es decir, no debe de exponer un mismo dato o conjunto de datos en más de un formato, ya sea texto, cuadros o gráficas. Es suficiente sólo una forma de presentación. Así también los datos deben presentarse estableciéndose un orden lógico y sistemático, que a su vez permitan la discusión con la teoría que sustenta el trabajo, así como con antecedentes de otras investigaciones resaltando similitudes y contraposiciones.

También durante la discusión se podrá exponer las interpretaciones del autor, como explicaciones de principios, regularidades y las consecuentes generalizaciones del trabajo, en los casos que amerite.

Finalmente, debe subrayarse la novedad científica, lo controversial, las perspectivas y prospectivas teóricas, las aplicaciones prácticas y la pertinencia del trabajo en relación a la línea de investigación.

LISTA DE REFERENCIAS

- Acosta, R. J., & Herrera, T. J. (2000). Seis Sigma métodos estadísticos y sus aplicaciones. B-EUMED.
- Allen, T. T. (2019). Introduction to engineering statistics and lean six sigma: Statistical quality control and design of experiments and systems. London: Springer.
- Caro, J.M., Pablos, S., Serrano, O., Ojeda, C., Carro, A.M., Guede, A.M. y Ferrari, J.M. (2020) Implementación Lean Six Sigma en la mejora del circuito de dispensación de medicación. Journal of Healthcare Quality Reserch, 35 (6), 364-371.
- Chacón, E. y García, M. (2007): Selección de proyectos de Seis Sigma mediante el uso de AHP y ANP, Proceeding 12 Internacional Conference on Project Engineering, Zaragoza, España.
- Desai, D. K. (2010). Six sigma. Himalaya Publishing House.
- Felizzola, H. (2014). Lean Six Sigma in small and medium enterprises: a methodological approach. Ingeniare, 264.
- García, R., Juárez, S., Guevara, I. y García, J. E. C. (2021). DMAIC – SIX SIGMA: DMAIC Six Sigma. Revista RELAYN- Micro Y Pequeñas Empresas En Latinoamérica, 5(3), 164–190. <https://doi.org/10.46990/relayn.2021.5.3.174>
- Garza, R. (2016). Aplicación de la metodología DMAIC de Seis Sigma con simulación discreta y técnicas multicriterio. Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa, 21.
- Guerrero, D. R., Silva, J.A. y Bocanegra, C.C. (2018) Revisión de la implementación de Lean Six Sigma en Instituciones de Educación Superior. Ingeniare. Revista chilena de ingeniería, 27 (4), 652-667.
- Herrera, R.J. y Fontalvo, T.J. (2000) Seis Sigma: métodos estadísticos y sus aplicaciones. Ed. B-EUMED.
- Muralidharan, K. (2015). Six Sigma for organizational excellence. Springer.
- Ocampo, J. y Pavón, A. (2012): Integrando la metodología DMAIC de Seis Sigma con la Simulación de Eventos Discretos en Flexsim. Proceeding of the 10 Latin American

- and Caribbean Conference for Engineering and Technology, paper No 147, Ciudad de Panamá, Panamá.
- Pano, C.M, Núñez, F., Zapien, J.M., Lazcano, G. y Núñez, F.A. (2022) Lean Six Sigma para la solución de problemas logísticos: caso real terminal de contenedores en Michoacan. Ciencia Latina: Revista multidisciplinar, 6 (1), 511-529.
- Pulido, H. G., & Salazar, R. d. (2009). Control estadístico de la calidad y Seis Sigma. México, DF: McGraw Hill .
- Ramírez, J. F., López, V. G., Hernández, S. A. y Morejón, M. (2021). Lean Six Sigma e Industria 4.0, una revisión desde la administración de operaciones para la mejora continua de las organizaciones: Lean Six sigma e industria 4.0 en la administración de operaciones. UNESUM-Ciencias. Revista Científica Multidisciplinaria, 5(4), 151-168.
- Romero, S. (2012). La metodología six sigma en la administración pública. ReserchGate, 26, 34.
- Ruíz, E. A. (2005). SEIS SIGMA, FILOSOFÍA DE LA GESTIÓN DE LA CALIDAD: ESTUDIO TEÓRICO Y SU POSIBLE APLICACIÓN EN EL PERÚ. Piura.
- Sánchez, E. (2005). Seis Sigma, Filosofía De Gestión De La Calidad: Estudio Teórico Y Su Posible Aplicación En El Perú. Repositorio institucional PIRHUA, 1.
- Socconini L. (2016). Certificación Lean Six Sigma Green Belt: para la excelencia en los negocios, segunda edición, Ed. Alfaomega.
- Socconini, L. (2021) Lean Six Sigma Yellow Belt. Manual de certificación. Ed. Marge Books.