

Aplicación de Seis Sigma en una Microempresa del Ramo Automotriz

Reporte de Proyecto

M. C. Jacobo Tolamatl Michcol, M. A. David Gallardo García,
M. A. José Antonio Varela Loyola y M. C. Elena Flores Ávila.

Programa Educativo de Ingeniería Industrial, Universidad Politécnica de Tlaxcala,
Avenida Universidad Politécnica No. 1, Xacaltzinco, Tepeyanco, Tlaxcala. Tel: 01(246) 46-
5-13-00, ext. 2005, Fax: 01(246) 46-5-13-00, e-mail: jacobo.tolamatl@uptlax.edu.mx, david.
gallardo@uptlax.edu.mx, joseantonio.varela@uptlax.edu.mx, elena.flores@uptlax.edu.mx

Resumen

El presente artículo se desarrolló a partir de los resultados que se obtuvieron al aplicar Seis Sigma en el proceso de pintura de una microempresa del ramo automotriz. El objetivo de la investigación fue reducir el producto no conforme y los costos por defectos de calidad.

Gracias al compromiso del gerente general, del equipo de colaboración y asesores externos, se logró culminar con éxito el proyecto y aumentar el nivel sigma del proceso de 2.4 a 3.6.

Seis Sigma es una estrategia de mejora continua empleada en muchas empresas de clase mundial, desafortunadamente en las microempresas es poco utilizada, es por ello que este tipo de organizaciones requieren asesoría para llevar a cabo proyectos que les permitan adquirir conocimientos en la aplicación de seis sigma como una estrategia para la generación de valor.

Palabras clave: Estrategia de mejora continua, generación de valor, seis sigma.

Abstract

This paper was developed from the results obtained by applying Six Sigma in the painting process of a microenterprise of the automotive industry. The research objective was to reduce the non-complying product and the costs of quality defects.

Thanks to the commitment of the general manager, the team of collaboration and of some external consultants, the project was completed and achieved successfully and sigma level of the process was also increased from 2.4 to 3.6.

Six Sigma is a continuous improvement strategy, used in many world class companies. Unfortunately, it is rarely used in the microenterprise. That is why these organizations require assistance to carry out projects which may help them to acquire knowledge about the implementation of Six Sigma as a strategy for generating value.

Key words: Continuous improvement strategy, generating value, six sigma.

Introducción

El artículo muestra la aplicación de seis sigma para resolver el problema de defectos en el producto terminado de una microempresa del sector automotriz en el año 2009. En ese año la empresa tenía una crisis financiera, por lo que una de sus prioridades era implementar proyectos encaminados a disminuir desperdicios y fortalecer su imagen como un proveedor confiable. Inicialmente se evaluaron diversos procesos donde existían oportunidades de mejora, después de un análisis detallado se determinó realizar el proyecto en el área de pintura, considerando que en esta área se tenían un porcentaje de producto no conforme muy por arriba de los parámetros establecidos para el proceso. El objetivo fue reducir el producto no conforme y reducir los altos costo de no calidad para fortalecer las finanzas de la empresa. Además de disminuir la variabilidad del proceso para hacerlo más confiable y evitar que productos no conformes llegaran al cliente final. En el artículo se describen las acciones derivadas del proyecto, de acuerdo a la metodología seis sigma, las herramientas utilizadas y los resultados obtenidos. Además se muestran las experiencias del desarrollo del proyecto en la microempresa y los factores críticos que permitieron la culminación exitosa.

Fundamentos teóricos

Seis sigma se desarrolló en la década de los 80's en los Estados Unidos de América, desde entonces en la literatura se encuentran diversos casos de aplicación exitosa [1,2,3]. El éxito de seis sigma reside en el impacto positivo que tiene en la rentabilidad de las organizaciones, a través de mejorar el rendimiento de los procesos y aumentar la satisfacción del cliente. [1]

Seis sigma implica tomar una posición activa ante el cambio, adoptar un nuevo "estado mental" donde se cuestione la forma en que se han estado administrando los procesos. Bajo esta consideración los métodos estadísticos se aplican para sustentar la toma de decisiones. Las hipótesis sobre las que se fundamenta la operación y mejora de los procesos de negocio, deben ser sustentadas con datos [4]. Entonces las decisiones se basan también en la razón y no sólo en la intuición o las creencias.

Seis sigma es aplicar un “método de investigación e innovación” para los procesos que agregan valor para el cliente. La clave es identificar el significado de valor para el cliente y desarrollar proyectos que permitan aumentar la percepción de este. Además los proyectos deben apoyar la posición estratégica de la empresa. Sólo así seis sigma se convierte en una plataforma que contribuye a mejorar la ventaja competitiva de las organizaciones [5].

Una tarea importante de la alta dirección es identificar los límites de seis sigma, reconociendo que no es la solución a todos los problemas empresariales. Asumiendo este hecho la alta dirección debe identificar sus fortalezas y explotarlas al máximo [3].

Diversas empresas han utilizado seis sigma como un modelo estratégico de gestión, otras como una estructura de trabajo para la eliminación de la variación de procesos y otras únicamente como una herramienta para resolver problemas [7, 2]. A continuación se ofrece una visión de seis sigma, desde el plano estratégico hasta el operativo, este último fue el plano desde el cual se desarrolló el presente proyecto.

Seis Sigma tiene tres niveles de implantación (madurez) en una organización, el primer nivel es el operativo, el segundo es el táctico y el último es el estratégico-cultural [1,6,7].

En el nivel operativo se realizan proyectos seis sigma para disminuir la variación de los procesos, mejorar el rendimiento y aumentar la satisfacción del cliente. Los trabajadores tienen entrenamiento seis sigma, están aprendiendo a usar las herramientas estadísticas y a utilizar el proceso definir, medir, analizar, mejorar y controlar (DMAIC, acrónimo en inglés), en esta fase es prudente mantener asesoría externa para aplicar la metodología. Se utilizan sistemas de procesamiento de datos para tomar decisiones basadas en hechos y los trabajadores tienen claro que una tarea constante es disminuir la variación y mejorar la calidad de los productos [7].

En el nivel táctico se gestionan portafolios de proyectos seis sigma que están ligados a la estrategia organizacional y a objetivos de negocio que harán que la empresa se posicione mejor en su mercado, además se miden constantemente los resultados e impactos financieros, existe un programa de entrenamiento seis sigma y de recompensas por los éxitos logrados. En este nivel los líderes mantienen informes sobre el estado de los proyectos y constantemente comunican los resultados [7].

En el nivel estratégico se trata de establecer seis sigma dentro de la cultura y estructura de la empresa, para que apoye la ventaja competitiva de la organización. En este nivel la mejora continua es un elemento de la estrategia organizacional y se estructura e implementa en toda la cadena de valor de la organización. Es necesario

identificar la posición estratégica de negocio que se desea lograr, definir el patrón de acciones a seguir, los objetivos, planes, recursos, sistemas de incentivos y sistemas de medición para monitorear los resultados de los procesos [8]. Es clave realizar acciones para que seis sigma se incorpore a la cultura organizacional y lograr su institucionalización. Una estrategia que no contempla los aspectos que se deben modificar, conservar o desarrollar en la cultura organizacional para institucionalizarla, es muy probable que no obtenga los resultados esperados [9,10,11,8].

El nivel estratégico implica cambiar el paradigma organizacional sobre el enfoque al cliente y una intensa búsqueda de la mínima posibilidad de errores en los procesos, donde la gestión disciplinada e innovadora converge. Los trabajadores calificados participan activamente en varios proyectos, se les recompensa financiera y moralmente. Además existe un programa de comunicación organizacional para informar sobre los resultados de cada proyecto. Existe el liderazgo que guía el proceso y se asignan recursos hacia resultados específicos [4].

El presente proyecto se desarrolló en el nivel de implantación operativo, se eligió un proceso y se aplicó la metodología DMAMC (acrónimo de definir, medir, analizar, mejorar y controlar). La propuesta que se hizo al gerente de la microempresa fue detonar el proceso de implementación de seis sigma hacia niveles más altos, iniciando con la realización de un proyecto.

Por lo tanto, el primer paso fue identificar de inmediato un proyecto que impactara favorablemente las finanzas de la empresa y constituyera un caso de éxito. Al ejecutar un proyecto exitoso la organización aceptaría mejorar esta iniciativa y su adopción a largo plazo. La propuesta fue bien aceptada y se inició con el proyecto.

Metodología

El propósito de seis sigma es identificar, reducir y eliminar defectos en un proceso, los cuales son causa de inconformidades para los clientes y afectan la rentabilidad de las organizaciones [,]. Las etapas de seis sigma y las herramientas más utilizadas son las siguientes:

Etapas seis sigma	Herramientas
Definir: Identifica lo importante para el cliente, el alcance del proyecto y los objetivos. El equipo debe ser cómplice del compromiso de éxito.	Costo por baja calidad (COPQ), Gráfica de Pareto, Métrica de desempeño producto/Proceso, Gráfica de flujo del proceso (alto nivel), la “voz” del cliente, matriz críticos para el cliente.
Medir: Determina lo que se debe medir (Y's) y valida el sistema de medición. Cuantifica el desempeño actual, revisa el alcance y el objetivo del proyecto.	Diagrama entrada-proceso-salida (IPO), Mapa de procesos (detallados), Hojas de verificación, Diagrama de Pareto, Análisis de sistemas de medición (MSA), Análisis de capacidad de proceso.

Analizar: Determina las causas (x's) de defectos y variación. Verifica que las causas son reales.	Diagrama de causa y efecto, matriz de causa y efecto, análisis de modos y efectos de falla (AMEF), Gráficas de multivarianzas, correlación y regresión, prueba de hipótesis.
Mejora: Identifica soluciones a las causas encontradas. Proporciona pruebas estadísticas de que las soluciones funcionan, posteriormente implementálas.	Diseño de experimentos, prueba de error, tolerancia estadística, análisis de modos y efectos de falla (AMEF), Pruebas de hipótesis.
Controlar: Establece controles para mantener la mejora. Proporciona pruebas estadísticas de que la mejora se sostiene.	Planes de control, cuadros de control, administración visual, procedimientos / instrucciones de trabajo, gráficas de control, capacidad de proceso, mantenimiento productivo total.

Tabla 1: Etapas y herramientas de seis sigma
 Fuente: Adaptado de (Pande, 2004; Pyzdek, 2003; Rath & Strong's consultants, 2002)

El proyecto se desarrolló conforme a esta metodología. Cada fase está vinculada con la anterior, es importante aplicarlas estructurada y rigurosamente [1]. Es importante comentar que el método no es unidireccional, en ocasiones es necesario replantear y regresar al paso anterior [14].

Desarrollo de la metodología

La microempresa donde se desarrolló el proyecto tenía serios problemas financieros y de calidad, como consecuencia de la crisis del año 2009 y el poco compromiso del dueño. Esto generó una reestructuración de personal y la necesidad urgente por reducir desperdicios. Como se mencionó anteriormente, el proyecto se desarrolló en el área de pintura para productos plásticos del sector automotriz.

A continuación se describe cada fase del proyecto.

Definir

En el mes de enero del 2009 se tenía un 17.5%¹ (porcentaje promedio obtenido del análisis de datos en el proyecto) de producto no conforme para la línea de productos "B", en el proceso de pintura. El área de calidad interna detectaba el mayor número de productos no conformes, pero a pesar de ello, aún se entregaron productos defectuosos al cliente final. Además, el costo de no calidad era muy alto y esto tenía serias repercusiones financieras para la empresa.

La gerente general y su grupo de administración identificaron el proceso de pintura como prioritario para mejorar las finanzas de la microempresa, fue así como se decidió iniciar el proyecto.

El equipo se conformó integrando a coordinadores de área, operadores y asesores externos. Las reuniones

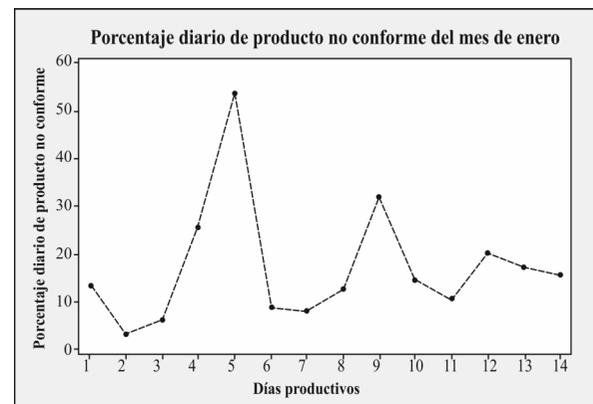
del equipo se realizaban por un periodo aproximado de una hora a la semana para dar continuidad al proyecto.

El paso inicial fue documentar la definición del proyecto [15], la cual incluía la siguiente información:

Estado actual del problema: en el mes de enero el proceso de pintura para la línea de productos 239B, 249B, 235B y 237B, presentaba un 17.5% de producto no conforme (PNC).

En ese mes se programó la producción por 14 días, en el día 5 el porcentaje de producto no conforme fue del 50%, como se observa en la gráfica 1, sin embargo, el límite permitido de PNC era 4.5% de acuerdo al indicador definido para este proceso por el departamento de ingeniería.

Inmediatamente se tomaron acciones para eliminar las causas atribuibles, pero al final del mes el promedio de PNC era del 17.5%.



Gráfica 1: Serie de tiempo

Fuente: Elaboración propia

El objetivo del proyecto fue reducir el nivel de desperdicio actual en 15%, en el área de pintura para la línea de productos "B", conformada por los números de parte 239B, 249B, 235B y 237B, en un periodo de 4 meses.

Indicador de desempeño. El indicador que se estableció para el control del proyecto es el porcentaje de producto no conforme por turno. La forma de calcularlo es: % de PNC = (total de piezas no conformes X 100) / (total de piezas no conformes + total de piezas conformes).

Característica crítica de calidad (CTQ's). El cliente deseaba productos con calidad visual en la pintura y sin defectos tales como: grumos, poros, falta de pintura, exceso de pintura, rayas, marcas, escurrimiento, grietas, efecto de cáscara de naranja, puntos negros, manchas y falta de adherencia de pintura. Todo producto que tuviera estas fallas era considerado como no conforme.

Se realizó un mapeo de alto nivel del proceso de pintura que se observa en la figura 1.

¹Porcentaje promedio obtenido a partir de los datos de la gráfica 1

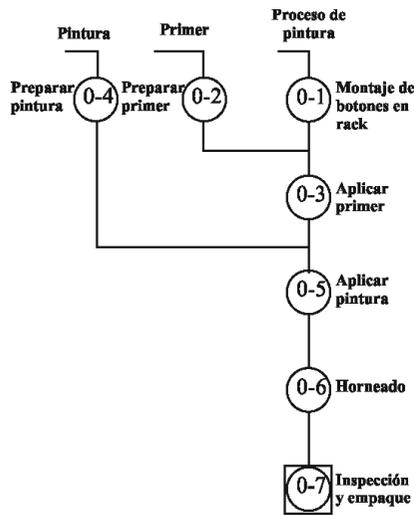
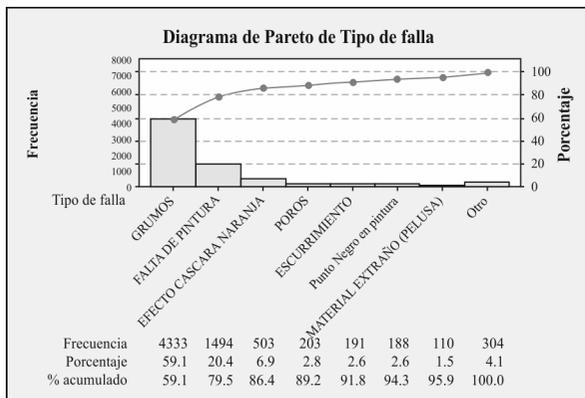


Figura 1: Diagrama de operaciones
Fuente: Elaboración propia

Como se observa en el diagrama anterior el proceso consta de 7 operaciones, después de la última operación el producto es enviado al almacén donde espera su distribución al cliente final. Es importante comentar que el proceso es manual.

Medir

De acuerdo con los datos obtenidos durante el mes de enero se elaboró una gráfica de Pareto (ver gráfica 2) en la cual se observa que los grumos y la falta de pintura constituyen el 80% de los defectos y son las variables de salida que se deben controlar.



Gráfica 2: Pareto de fallas (enero 2009)
Fuente: Elaboración propia

Para analizar el proceso detalladamente se desarrollaron para cada operación mapas entrada-proceso-salida. Se identificaron las variables que se deben controlar para que el proceso se lleve a cabo adecuadamente. En la

tabla 2 se observan las variables a controlar para cada operación.

# de operación	Variable a controlar
Arranque	Presión del compresor Presión negativa del extractor Adecuada operación de cortina de agua Estado de los filtros de aire Ajuste de pistola Mantenimiento y limpieza de área
1	Limpieza de piezas Presión negativa del extractor
2	Seguir parámetros de preparación Presión de contenedor de primer Purga después de cambio Mantener cerrada la puerta Limpieza de utensilios
3,5	Seguir procedimiento de cambio y operación Presión negativa del extractor Operación adecuada de cortina de agua Limpieza y mantenimiento de área
4	Seguir parámetros de preparación Presión de contenedor de pintura Purga después de cambio de color Mantener cerrada la puerta Limpieza de utensilio
6	Tiempo de horneado Temperatura de horno Limpieza y mantenimiento de equipo
7	Adecuado tratamiento de piezas Seguir procedimiento de operación

Tabla 2: Variables del proceso
Fuente: Elaboración propia

Cálculo del nivel sigma

Con base en los datos del proceso se determinaron los defectos por millón de oportunidad que se generaban, mediante la aplicación de la fórmula (1).

$$Defectos\ por\ mill\ on\ de\ oportu\ nidad\ (dpmo) = \frac{[N\ umero\ de\ defectos]}{[n\ umero\ de\ unidades * n\ umero\ de\ oportu\ nidades\ de\ o]} \quad (1)$$

Al aplicar la fórmula el resultado fue:

$$DPMO = \frac{7326}{36630 * 13} = (0.015385) * (1X10^6) = 15,384$$

El cálculo del rendimiento de primera vez del proceso se realizó mediante la aplicación de la fórmula (2) [16]

$$Y_{FT} = [1 - (dpmo/10^6)]^n \quad (2)$$

Donde n = número de oportunidades de defectos

Al aplicar la fórmula el resultado fue:

$$Y_{FT} = [1 - (15,384/10^6)]^{13} = 0.817$$

Mediante tablas se identifica un nivel sigma de 2.4. [15].

Analizar

En esta fase se identificaron las causas que afectan al proceso (variables x's), se realizó un AMEF (acrónimo

de Análisis de Modo y Efecto de Fallas) para identificar las causas de defectos, después se elaboró una matriz XY, que se observa en la tabla 3, de esta forma se obtuvo una lista priorizada de las causas que generaban los defectos más frecuentes. La matriz XY además permite identificar las relaciones entre los defectos y sus diferentes causas, esto es muy importante considerando que un defecto (por ejemplo los grumos) puede ser causado por varios factores y es necesario tratarlo a partir de ellos, de forma priorizada.

El desarrollo de la tabla 3 se realizó en la siguiente forma; en la parte superior de la tabla se observan los números del 1 al 6, para indicar los tipos de defectos los cuales son: 1. Grumos, 2. Falta de pintura, 3. Efecto cascara de naranja, 4. Poros, 5. Esgurrimiento, 6. Puntos negros. Para cada variable Y (defecto) se eligió un peso de 2, 3, 5, 9 y 10, donde el mayor peso se asigna al defecto más frecuente conforme a la gráfica 2 (Pareto).

Posteriormente se eligió una escala de 3 (medianamente), 6 (alta) y 9 (muy alta), para identificar la relación causal entre las variables X's y Y's. Por ejemplo, la falta de material para limpieza tiene una relación causal muy alta (9) con los defectos: grumos, efecto cáscara de naranja y los puntos negros, al multiplicar estos factores ($9 \times 10 + 9 \times 3 + 9 \times 2$) el resultado es un puntaje de 135, un proceso similar se realiza con las demás causas. Al ordenar la lista de mayor a menor puntaje, se obtiene una prioridad de 3.

VARIABLES (X'S)	Peso	VARIABLES DE SALIDA (Y's)						Puntaje	Prioridad
		Tipo	1	2	3	4	5		
MATERIALES									
Falta de material para limpieza en las áreas		9			9		9	135	3
MANO DE OBRA									
Fatiga de pintor			9	6		9		138	2
Falta de capacitación en el método			9		6	6		117	7
MAQUINARIA									
Inadecuada eficiencia de los filtros de la cabina		9			9		9	135	3
Racks sucios		9			9		9	135	3
Falta limpieza en zona de preparación, cabina de pintura y montaje		9			9		9	135	3
Exceso de suciedad en la malla, extractor y cortina de agua		9			9		9	135	3
Falla la pistola al aplicar pintura			9	6		9		138	2
Inadecuada operación de extractor en zona de aplicación de pintura		9			6		6	120	6
MEDICIÓN									
Falta unificar criterios de calidad								0	
Falta tablero de control de indicadores								0	
MÉTODOS									
Inadecuado método de mantenimiento preventivo		9	3	6	6		9	183	1
Deficiente método de arranque		9			3		3	105	
Falta mejorar el método de aplicación de pintura			9	6		9		138	2
MEDIO AMBIENTE									
Falta luz en el área de pintura			9	6		6		129	4
Continuamente se abre la cabina y las puertas internas están abiertas		9			6		9	126	5

Tabla 3. Matriz X Y
Fuente: Elaboración propia

La prioridad indica cuáles son las causas que se deben eliminar con mayor urgencia, esto permite un proceso de mejora enfocado en eliminar los defectos más importantes.

Como se puede observar en la tabla 3, algunas de las causas por prioridad son: 1) Inadecuado método de mantenimiento preventivo, 2) Falta mejorar el método de aplicación de pintura, 3) Falla la pistola al aplicar la pintura, entre otras causas.

Mejorar

Durante diversas sesiones grupales se seleccionaron acciones correctivas para cada problema, estas acciones se observan en la tabla 4.

Acciones correctivas	Problema (por prioridad)
A. Desarrollar AMEF de cabina de pintura, equipo de suministro de servicios de aire y servicios relacionados, para analizar sus elementos y a partir de ello mejorar el programa y el método de mantenimiento.	1
B. Mejorar y estandarizar el método de aplicación de pintura.	2,7
C. Reemplazar pistola de aplicación de pintura para mejorar la calidad del proceso.	2
D. Implementar mantenimiento autónomo en las áreas de trabajo.	1
E. Realizar auditorías al proceso de mantenimiento y dar seguimiento a los indicadores de desempeño.	1
F. Modificar la estructura de apoyo para la aplicación de pintura en la cabina y el extractor de aire.	2,6
G. Modificar el método de mantenimiento y limpieza de racks, filtros y cortina de agua.	1,3
H. Colocar lámparas de mayor intensidad de luz en el área de aplicación de pintura.	4
I. Concientizar y capacitar al personal sobre la apertura de las puertas de la cabina de pintura.	5

Tabla 4: Tabla de acciones correctivas
Fuente: Elaboración propia

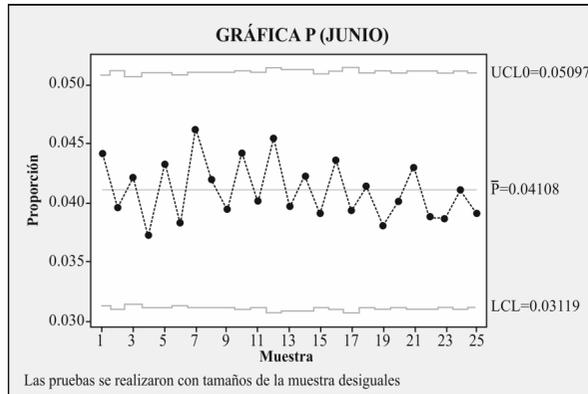
Las acciones A, D, y E se realizan con el objetivo de eliminar la causa identificada con la prioridad 1, la acción G para eliminar las causas con prioridad 1 y 3, lo mismo se realizó para las demás causas.

Los criterios de selección para las acciones correctivas fueron dos: que fueran efectivas y además no representara una alta inversión. Para la implementación de cada mejora se asignó un responsable y un grupo de trabajo, se establecieron fechas de cumplimiento y el plan de implementación se colocó a la vista de todos los trabajadores para darle seguimiento.

Continuamente se media el porcentaje de producto no conforme, para ello se instaló en el área de pintura un cuadro de mando para monitorear los indicadores

importantes del proceso. Este cuadro era visible a todos los empleados y fácilmente se observaba los defectos y las posibles causas.

Después de implementar las acciones de mejora, en el mes de junio del 2009 el proceso se comportaba como se observa en la gráfica de control “p” (ver gráfica 3), en promedio el 4% de los productos son no conformes y al final del mes se observaba una menor variación del porcentaje de PNC.



Gráfica 3. Gráfica p en el mes de junio 2009
Fuente: Elaboración propia

Verificar el nivel sigma del proceso

Con el propósito de verificar el estado de la variación del proceso en este mes, se obtuvo el indicador dpmo [6], el cual se calculó mediante la aplicación de la fórmula 1:

$$DPMO = \frac{2,488}{60,109 * 13} = 0.003183 * 1 \times 10^6 = 3,183$$

Aplicando la fórmula 2 se calculó el rendimiento de primera vez del proceso:

$$Y_{FT} = [1 - (3,183/10^6)]^{13} = 0.959$$

El nivel sigma del proceso fue de 3.2. En el mes de agosto 2009 el proceso de evaluación e implementación de mejoras continuó, después se calculó nuevamente el nivel sigma y fue de 3.6.

$$DPMO = \frac{957}{59,452 * 13} = 0.001238 * 1 \times 10^6 = 1,238.23$$

Se calculó el rendimiento de primera vez que fue de:

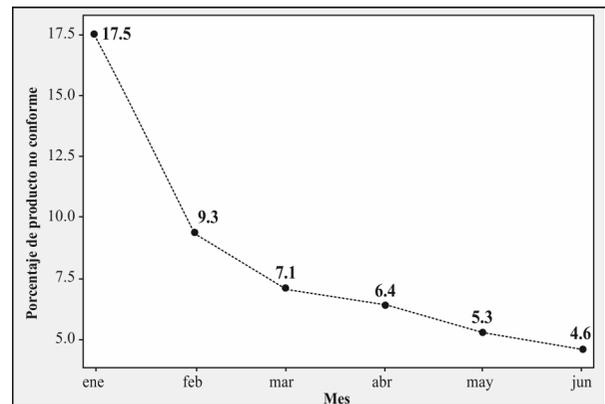
$$Y_{FT} = [1 - (1,238/10^6)]^{13} = 0.984$$

Controlar (resultados)

En el mes de junio se realizó la gráfica 4, en la que se observa que el porcentaje de producto no conforme se redujo cada mes, gracias al gran esfuerzo de los

trabajadores y empleados de la organización por implementar las acciones de mejora.

Posteriormente en la fase de control se continuó con el seguimiento a los indicadores del proceso, los planes de acción y las auditorías al proceso de mantenimiento. Entre las acciones y documentos que se realizaron o modificaron para evitar que las causas de defectos surjan nuevamente son las siguientes:



Gráfica 4. Porcentaje mensual de PNC del año 2009
Fuente: Elaboración propia

- Seguimiento a indicadores y AMEF del proceso.
- Procedimiento para la aplicación de pintura-primer, para evitar que se perdiera el conocimiento sobre el método de trabajo.
- Seguimiento al AMEF de cabina de pintura y el estado del número de prioridad de riesgo (NPR).
- Renovación del programa de mantenimiento preventivo a cabina.- Con base en el análisis AMEF de la cabina de pintura, se mejoró el programa de mantenimiento preventivo.
- Lista de verificación para arranque de proceso.
- Listas de verificación para mantenimiento autónomo en cabina.- Se utilizaron diariamente para registrar las actividades de mantenimiento que cada operador debe ejecutar.
- Procedimiento de mantenimiento a filtros de cabina.
- Procedimiento de mantenimiento y limpieza a racks.
- Reglamento interno para la apertura de puertas de cabina de pintura.

Conclusiones

El desarrollo del proyecto fue exitoso, se redujo 13% del producto no conforme en el área de pintura, esto mejoró el rendimiento del proceso al pasar de un nivel sigma 2.4 a un nivel 3.6, fue así como se disminuyó la variación de proceso haciéndolo más confiable para el cliente, además las acciones que se implementaron fueron muy creativas para minimizar la inversión necesaria. Actualmente el nivel sigma se mantiene,

pero aún es posible reducir los defectos, no obstante esto requiere de una mayor inversión y la introducción de tecnología.

Es importante comentar que la metodología DMAIC es un método no lineal que permite visualizar el problema como interacción de variables, además permite focalizar esfuerzos y recursos para disminuir defectos.

El éxito de la implementación del proyecto seis sigma en la microempresa fue un conjunto de elementos dentro de los que se destacan los siguientes:

1.- Una urgente necesidad de toda la organización por mejorar la percepción de valor que recibía el cliente y aumentar la rentabilidad de la organización.

2.- La gerente general estuvo plenamente convencida de la realización del proyecto, en su agenda permaneció el avance del proyecto, dio seguimiento contantemente mediante la medición de los indicadores de desempeño del área. Además felicitó, recompensó e incluso activó al equipo seis sigma para lograr los objetivos.

3.- Se logró un liderazgo compartido del grupo de trabajo seis sigma, donde cada integrante asumió el rol y el liderazgo que le correspondía ante sus socios para lograr que las cosas sucedieran. El trabajo de equipo fue fundamental para la solución de problemas e implementación de acciones de solución.

4.- Las barreras entre departamentos fueron eliminadas constantemente a través reuniones con coordinadores o jefes de departamento.

5.- Durante el desarrollo del proyecto, en algunas ocasiones las soluciones de mejora implementadas no generaban el resultado deseado. Esto provocaba frustración entre el equipo, afortunadamente esta situación fue superada gracias al líder de la empresa, porque comprendía que el proceso de innovación y mejora debía tener un componente de tolerancia al fracaso. Decía: -“es importante mantener cierta tolerancia al fracaso cuando existen procesos de innovación, esto no implica dejar de cambiar y buscar mejorar el desempeño”-[3,14, 16].

6.- Aplicación de la metodología DMAIC.

En resumen los elementos clave son:

- Organización enfocada en crear valor
- Objetivos claros, visión compartida y disposición de recursos.
- Liderazgo, innovación y cambio
- Constante seguimiento de indicadores y del estado de los proyectos
- Recompensa al equipo seis sigma por lograr o superar los objetivos
- Personal calificado y satisfecho por participar en proyectos seis sigma
- Tolerancia al fracaso y búsqueda de la perfección [17, 15]

Con estos elementos y la metodología adecuada los proyectos tendrán mayores posibilidades de ser exitosos independientemente si se aplican en una empresa multinacional o una microempresa [17].

El artículo mostró las experiencias y herramientas utilizadas en el proyecto, para que otras microempresas consideren este referente y se aventuren hacia la implementación de proyectos seis sigma.

Al final del proyecto reflexionando sobre la pregunta: ¿Cuándo se sabe que un proyecto seis sigma ha sido un gran éxito y crea un círculo virtuoso hacia la mejora continua? Basados en la experiencia y la literatura disponible la respuesta es: cuando el cliente percibe que obtiene mayor valor, cuando la empresa obtiene mejores utilidades, cuando los trabajadores son recompensados, se muestran satisfechos y desean trabajar de inmediato en un nuevo proyecto seis sigma. En otras palabras, cuando se genera valor compartido.

Referencias

- [1] Harry, M., y Schroeder, R., (2000), *Six Sigma: The Breakthrough Management Strategy Revolutionizing World's Top Corporations*. Ed. Double Day, United States of America
- [2] Iwaarden, J. V., Wiele, T. V., Dale, B., Williams, R., y Bertsch, B., (2008), *The Six Sigma improvement approach: a transnational comparison*. *International Journal of Production Research*, Vol. 46, No. 23, p. 6739-6758
- [3] Pande, P. S., Neuman, R. P., y Cavanagh, R.R., (2000), *The six sigma way, how GE, Motorola, and other top companies are honing their performance*. Ed. McGraw-Hill. United States of America
- [4] Pyzdek, T. (2003). *The six sigma handbook*. Ed. McGraw-Hill. United States of America.
- [5] Porter, E. M., (2002). *Ventaja competitiva. Creación y sostenimiento de un desempeño superior*. Ed. Patria. México.
- [6] Fontanie, C.W., (2007), *Six sigma and organizational culture*. Northeastern University College of Business Administration, United States of America.
- [7] Moosa, K., y Sajid, A., (2010), *Critical analysis of Six Sigma implementation*. *Total Quality Management & Business Excellence*, Vol. 21, No. 7, p. 745-759.
- [8] Mintzberg, H., Quinn, J.B. y Voyer, J., (1997). *El proceso estratégico. Contextos y casos*. Ed. Pearson. México.
- [9] Fred, R. D., (2008). *Conceptos de administración estratégica*. Ed. Pearson. México.
- [10] Quinello, R., (2006), *O processo de institucionalização*

- lização do seis sigma em uma empresa automobilística. *Revista de administração mackenzie*, Volume 7, No. 3, p. 148-178
- [11] Geier J., (2011), Embedding lean six sigma into everyday use ensures sustainable culture change at Xerox. *Global Business & Organizational Excellence*, Vol. 6, No. 30, p. 17-26
- [12] Múch G. L., (2005). *Calidad y mejora continua: principios para la competitividad y la productividad*. Ed. Trillas. México.
- [13] Pande, P. S., Neuman, R.P., y Cavanagh, R.R., (2004), *Las claves prácticas de seis sigma. Una guía dirigida a los equipos de mejora continua*, Ed. McGraw-Hill. México
- [14] Rath & Strong's management consultants. (2002). *Six Sigma Pocket Guide*. United States of America.
- [15] Pyzdek, T., (2003), *The six sigma project planner. A step-by-step guide to leading a six sigma project through DMAIC*. Ed. McGraw-Hill. United States of America
- [16] Escalante, E.J., (2009), *Seis sigma: Metodología y técnicas*. Ed. Limusa. México
- [17] Jaca, C., Suárez-Barraza, M.F., Viles-Díez, E., Mateo-Dueñas, R., y Santos-García, J. (2011). Encuesta de sostenibilidad de sistemas de mejora continua: Comparativa de dos comunidades industriales de España y México. *Intangible Capital*, Vol. 7, No. 1, p. 143-169.

Artículo recibido: 18 de mayo de 2011

Aceptado para publicación: 4 de noviembre de 2011