

Artículo No. 14: Loaiza, M., *et al.* (2014). Estrategia seis sigma en el área de mantenimiento industrial de una empresa pinturera. *Semilleros*, 1 (1), 159-164.

Estrategia seis sigma en el área de mantenimiento industrial de una empresa de pinturas

Six sigma strategy in the area of industrial maintenance of a painting company

Loaiza, Melanie¹; Rivas, Gusmary²; Vásquez, Sol³; Mejías, Agustín⁴

Resumen. Una de las herramientas ofrecidas hoy en día por los sistemas de Gestión de Calidad es la conocida Seis Sigma. Esta herramienta trabaja con una serie de pasos para cumplir con su objetivo, tales como: definir un problema, medir su situación actual, analizar las causas raíz, implementar mejoras y controlar los resultados (DMAIC). En este artículo se describe la aplicación de esta herramienta en el caso de una empresa pinturera ubicada en la Zona Industrial del Estado Carabobo, donde existen problemas de demora en entrega del producto al cliente, lo que trae como consecuencia que los clientes se sientan insatisfechos y por ende que en un futuro dejen la relación con la empresa. Con el estudio realizado se detectaron cuellos de botella dentro del proceso, lo que permitió establecer planes de acción para eliminarlos y en consecuencia disminuir los retrasos.

Palabras clave: *Clientes insatisfechos, Demora, Mejora de la calidad, Seis sigma.*

Abstract. One of the tools offered today by Quality Management systems is the well-known Six Sigma. This tool works with a number of steps to meet your goal, such as: defining the problem, measuring its current situation, analyze root causes, implement improvements and monitor performance (DMAIC). This article studies the application of this tool in the case of a company pinturera Industrial Zone located in Carabobo state, where there are problems of delay in delivery to the client, which results in that customers feel dissatisfied and therefore that in future leave the relationship with the company. With the study were detected bottlenecks in the process, thereby allowing action plans to eliminate them and thus reduce delays.

Key Words: *Dissatisfied customers, delay, quality improvement, Six sigma.*

¹Maestría de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo, Venezuela. melanieloaiza@gmail.com

²Maestría de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo, Venezuela. gusmaryrivas@gmail.com

³Maestría de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo, Venezuela. solv_5@hotmail.com

⁴Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo, Venezuela. amejiasa@uc.edu.ve

INTRODUCCIÓN

La estrategia Seis Sigma fue creada en 1987 como parte de un programa de mejora de la calidad en la empresa Motorola (Motorola Solutions, 2013); desde entonces, y particularmente desde 1987, una gran cantidad de empresa la han incorporado como parte de sus iniciativas de gestión. Se distingue de otras herramientas de mejora por reconocer en profundidad la variación como un serio enemigo del negocio y explícitamente por fijar como objetivo la reducción de la variación así como la mejora del valor medio (Magnusson et al., 2006). Consta de cinco pasos principales: Definir, Medir, Analizar, Mejorar-Implementar y Controlar (Shankar, 2009). Es una herramienta para la mejora ampliamente utilizada por empresas líderes mundiales para orientar sus iniciativas de satisfacción del cliente, mejora continua y reducción de costos, alineándolas con su estrategia (Membrado, 2013); en su nivel básico, se encamina a mejorar simultáneamente la eficacia y la eficiencia (Eckes, 2004).

Como lo resumen Gomez, Vilar y Tejero (2003), el Seis Sigma es una metodología rigurosa que utiliza herramientas y métodos estadísticos para Definir los problemas, Medir los datos, Analizar la información, Controlar procesos para optimizar y genera un ciclo de mejora continua.

Este artículo presenta la aplicación temprana de esta estrategia en una

empresa que se encarga de desarrollar, producir y comercializar una gran variedad de pinturas, acabados y revestimientos para el sector doméstico, industrial y automotriz. Estos distintos productos se elaboran en diversas zonas dentro de la planta principal, dependiendo de los materiales y los procedimientos implementados para cada uno, así como también su destino final. Una variación de esta situación es en el área de mantenimiento industrial, la cual destina sus instalaciones a la producción de pinturas para el sector industrial exclusivamente. Esta planta tiene algunos procesos automatizados y otros que se realizan de forma manual, lo que pudiera ocasionar cuellos de botella dentro del proceso que se traducen en demoras al momento de hacer la entrega del producto al cliente.

Esta circunstancia se reveló en los resultados de las encuestas de satisfacción del cliente, donde se expresó el descontento de los clientes en cuanto al tiempo de entrega de los productos. Por ese motivo, tomando en cuenta las herramientas ofrecidas por la Gestión de Calidad, específicamente el tema de estudio Seis Sigma, se realiza este trabajo para apoyar la investigación de la empresa pinturera, y poder establecer un plan de acción para mejorar el proceso y así cumplir con el objetivo de hacer las entregas de productos a tiempo y evitar las quejas o pérdidas de clientes.

RESULTADOS

Basados en la metodología Seis Sigma, se aplicarán cada uno de los pasos a la situación planteada expresando los resultados obtenidos (Desai y Shrivastava, 2008).

Definir

En el área de mantenimiento industrial, se elaboran productos para uso industrial. Actualmente existe una línea de producción semiautomática para algunos

productos, sin embargo, algunas pinturas especiales se manejan bajo procesos manuales. Esta variación en los procesos puede ocasionar cuellos de botella, situación que se develará al realizar la medición de los tiempos de cada actividad.

Por tal motivo se creó un grupo de trabajo determinado a recolectar la información necesaria que pudiera ayudar a resolver esta situación, tales datos incluyen: Distribución de planta, encuestas a clientes, procedimientos, entre otros.

Delimitación del estudio

El centro del estudio será el ciclo de proceso de la orden de trabajo: Producción y distribución interna.

Dentro del área de producción existen diferentes rutas de procesos (ver tabla 1), dependiendo de la secuencia de los equipos requeridos. A continuación se presentan los en la figura 2 y 3 los diagramas de Pareto de las rutas de fabricación en función a los galones y número de lotes fabricados.

TABLA 1 . DESCRIPCIÓN DE LAS RUTAS DE PROCESOS

Ruta	Descripción de ruta
VMI_DAV_TR	Dispensor de alta velocidad, tanque reductor
VMI_DAV_HM_TR	Dispensor de alta velocidad, molino de canasta, tanque reductor
VMI_DAV_TRZT	Dispensor de alta velocidad, tanque reductor para zona de trafico
VMI_MS	Dispensor de alta velocidad

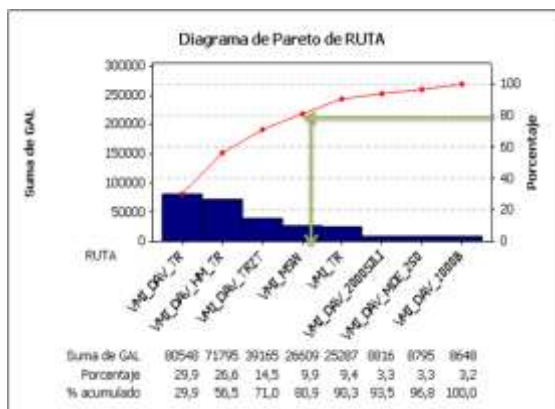


Figura 2: Diagrama de Pareto de las rutas de fabricación por galones.

Según el diagrama de Pareto, se escoge la ruta VMI_DAV_HM_TR, ya que engloba la secuencia de equipos más utilizados.

Medir

De acuerdo con los datos recolectados sobre la distribución de planta y el orden de actividades durante el proceso de elaboración de los productos, se hace el mapeo del proceso. La variable considerada a medir es el tiempo que se toma en realizar cada actividad (Fig.4).

En la tabla 2 se realiza una breve descripción de cada una de las actividades.

En la Tabla 3 se observa la clasificación de las actividades operativas involucradas en el proceso de elaboración del producto, según el valor que agreguen al producto incluyendo los tiempos empleados para la ejecución de cada una de ellas.

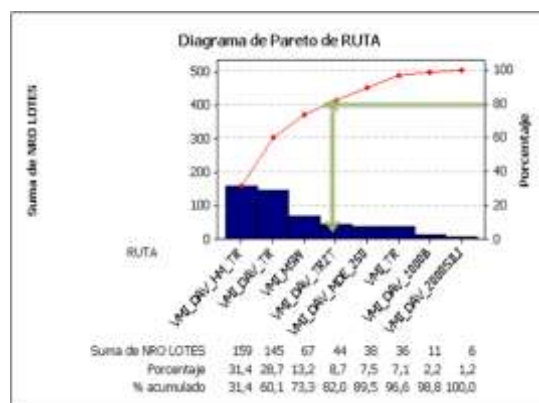


Figura 3: Diagrama de Pareto de las rutas de fabricación por número de lotes.

Necesidades y requerimientos

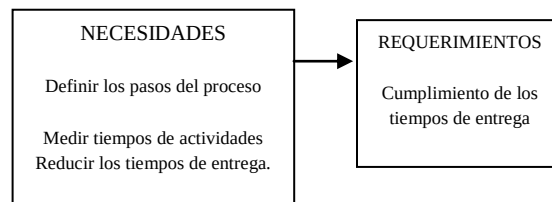


Figura 1: Necesidades y requerimientos.

TABLA 2. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PARA LA ELABORACIÓN DE UNA ORDEN DE TRABAJO

Descripción de actividades
1. Premezcla actividad realizada en el dispersor Se suaviza el agua y se incorporan los aditivos auxiliares de dispersión
2. Dispersión actividad realizada en el dispersor Se dispersan pigmentos primarios, secundarios y los exténderes
3. Reducción actividad realizada en el mezclador Se incorpora la resina, modificadores reológicos y solventes necesarios para completar la pintura
4. Matizado actividad realizada en el mezclador Se incorporan concentrados responsables de impartir color
5. Inspección de calidad actividad realizada en el laboratorio Se realiza la inspección de calidad del producto terminado
6. Envasado actividad realizada en el área productiva de mantenimiento industrial Se verifica que lo entregado por producción sea el material en físico
7. Transporte desde planta al almacén de Producto Terminado Se realiza el traslado de producto terminado desde la planta hasta el almacén.
8. Almacenamiento PT actividad realizada en el almacén de PT Se ubica el producto terminado en el rack correspondiente

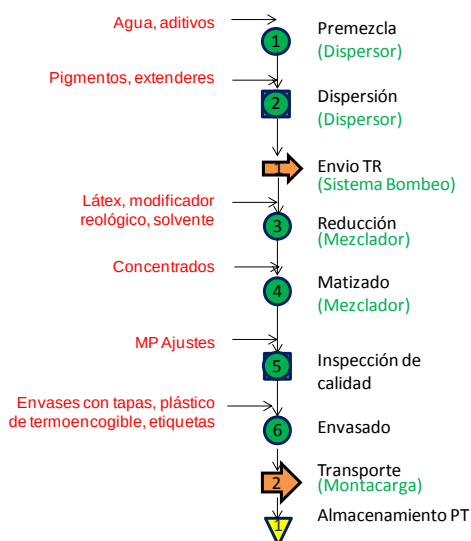


Figura 4: Diagrama de operaciones del proceso

Analizar

En esta fase se describen las potenciales causas identificadas del problema, las cuales tienen un alto impacto (Desai y Shrivastava, 2008).

Con los datos de la Tabla 3, se elabora un diagrama de Pareto, específicamente de las actividades que no agregan valor al producto (Fig.5).

TABLA 3. CLASIFICACIÓN DE ACTIVIDADES Y TIEMPOS DE ACUERDO CON SU VALOR AGREGADO EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DEL PRODUCTO

Actividad	Tiempo (min)
AV Proceso de fabricación	224,56
Proceso de envasado	48,50
Proceso de empaquetado	35,40
NAV Espera para empaquetado	281,00
Espera para envasar	183,00
Traslados para matizado	29,25
Ajustes de calidad	9,50
Traslado por chequeo de calidad	8,00
Espera de pre-batch	7,86
Traslados a área de tintas	5,67
Traslado material zona empaquetado	5,00
NNAV Chequeo de calidad	90,29
Recolección líquidos	35,00
Traslado de producto terminado	15,00
Chequeo de dispersión	3,98
Chequeos de líquidos y sólidos	3,25
Recolección sólidos	1,00
AV Agregan valor	
NAV No agregan valor	
NNAV Necesarios pero no agregan valor	



Figura 5: Diagrama de Pareto de las actividades que no agregan valor dentro del proceso de fabricación.

Se observa que las dos actividades que utilizan mayor tiempo son: Espera para empaquetado y Espera para envasado, sin embargo se desarrolla un Mapa del flujo de Valor (Value Stream Mapping) con el que se visualiza el flujo de materiales dentro del proceso, resaltando las maquinarias utilizadas de la ruta seleccionada (Fig. 6), de tal forma que sea posible determinar las causas de los retrasos en los tiempos de entregas.



Figura 6: Mapa del flujo de valor del proceso de fabricación de la ruta Pareto (en el área de mantenimiento industrial).

Al observar el mapa de flujo de valor, se detecta que existe un cuello de botella para el empaquetado del producto, luego de ser envasado, debido a que las salidas de los procesos de empaquetado manual y semiautomático convergen a la misma máquina termoengorgible para ser empaquetados. Provocando que exista demora por tiempos de espera para empaquetado y que estos tiempos sean mayores al tiempo de envasado, por lo que las acciones a tomar se centrarán en esta actividad en particular.

Mejorar e Implementar

Habiendo detectado las actividades más impactantes en cuanto a generación de retrasos en entrega de órdenes, como son las esperas por empaquetado y envasado, es momento de establecer las alternativas que se evaluarán para luego establecer en el plan de acción que corregirá el problema de demoras en entregas. A continuación se muestra el proceso de evaluación de las alternativas, a través de una matriz de factores ponderados.

Para establecer el peso de cada factor se hace una comparación entre cada uno de ellos (Moody, 1983) como se muestra en la TABLA 4, luego con los factores y su ponderación se comparan las alternativas seleccionadas tal y como se indica en la TABLA 5:

- Comprar una nueva máquina termoengorgible.
- Empaquetar en cajas los productos que se envasan manualmente.

Factores:

- Costo de inversión
- Adaptabilidad y flexibilidad
- Tiempo y facilidad de implementación
- Espacio utilizado
- Impacto en el costo del producto
- Tiempo de espera para empaquetado
- Efectividad del flujo de materiales

TABLA 4. VALORACIÓN DE FACTORES

F	1	2	3	4	5	6	7		
1	0,5	1	0	1	0	0	0	2,5	10
2	0	0,5	0	0	0	0	0	0,5	2
3	1	1	0,5	0	0	0	1	3,5	14
4	0	1	1	0,5	0	0	1	3,5	14
5	1	1	1	1	0,5	0	1	5,5	22
6	1	1	1	1	1	0,5	1	6,5	27
7	1	1	0	0	0	0	0,5	2,5	10
Σ									24,5

TABLA 5. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

N	Factores a considerar	(%)	Alternativas			
			A		B	
1	Costo de inversión	10	3	30	5	50
2	Adaptabilidad y flexibilidad	2	3	6	4	8
3	Tiempo y facilidad de implementación	14	3	42	5	70
4	Espacio utilizado	14	2	28	4	56
5	Impacto en el costo del producto	22	5	110	3	66
6	Tiempo de espera para empaquetado	27	4	108	5	135
7	Efectividad del flujo de materiales	10	3	30	5	50
Σ			354		435	

Como resultado de la evaluación realizada, la alternativa de mayor puntaje es la de empaquetar en cajas los productos que se envasan manualmente, siendo esta la opción más viable a implementar en un corto plazo, utilizando menor espacio y siendo más flexible en cuanto a la variación de productos disponibles. Aunque esta alternativa

implique mayor impacto en el costo del producto debido al material de las cajas, el tiempo de espera para empaquetar se reduciría ya que una vez salen los productos del proceso de envasado pasan directamente a la etapa de empaquetado.

Control

Para establecer el control de la alternativa seleccionada, se trabajará con los datos de la hoja de seguimiento evaluando el tiempo improductivo para cada orden de trabajo. Este tiempo improductivo incluye el tiempo de espera para empaquetado.

TABLA 6. DEFINICIÓN DEL INDICADOR PARA MONITOREO

MONITORES		
Indicador	Índice	
Tiempo improductivo	$Tiempo\ Improductivo = \%TI = \left(\frac{Tiempo\ improductivo}{Ttiempo\ tot\ de\ envasado}\right) \times 100$	
Situación actual	Situación deseada	Brecha
50%	10%	40%

Con este indicador se puede monitorear el cambio en los tiempos de espera generados para cada orden, y de esta forma evaluar si la alternativa seleccionada cumple con las expectativas.

CONCLUSIONES

La ruta VMI_DAV_HM_TR representa la ruta con mayor cantidad de lotes de fabricación.

El proceso de empaquetado por termoencogible representa el cuello de botella en el ciclo de la orden de trabajo. La alternativa seleccionada para disminuir el tiempo de espera es la de empaquetar

los productos envasados de forma manual en cajas de cartón.

Se hará el monitoreo de la alternativa seleccionada a través de un indicador de tiempo improductivo, el cual incluye los tiempos de espera para el empaquetado.

Referencias bibliográficas

Desai, T. y Shrivastava, R. (2008). *Six Sigma – A New Direction to Quality and Productivity Management*, Proceeding of *World Congress on Engineering and Computer Science*, San Francisco, CA.

Eckes, G. (2004). *El six sigma para todos*. Bogotá: Editorial Norma.

Magnusson, K; Krosliid, D.; Bergman, B. y Barba, E. (2006). *Seis Sigma: una estrategia práctica*. Barcelona: Ediciones Gestión 2000.

Membrado, J. (2013). *Metodologías avanzadas para la planificación y mejora*. Madrid: Díaz De Santos.

Moody, P. (1983). *Decision Making: Proven Methods for Better Decisions*. USA: McGraw-Hill.

Motorola Solutions (2013). *History*. Disponible:

<http://www.motorolasolutions.com/US-EN/About/Company+Overview/History>

Shankar, R. (2009). *Process improvement using Six Sigma: a DEMAIC guide*. Unites States of America: ASQ.

Gómez, F. Vilar, J. y Tejero (2003). *Seis Sigma*. Madrid. Fundación CONFEMETAL.