

Editada por el Centro de Información y Gestión Tecnológica. CIGET Pinar del Río
Vol. 16, No.3 julio - septiembre, 2014

ARTÍCULO ORIGINAL

Procedimiento para mejorar la cadena inversa con la metodología Seis Sigma

Procedure to improve the inverse chain with the Six Sigma methodology

Oisleydis Puerto Díaz¹, Daiana Ivis Suárez Ordaz², Marialys Dubé Santana³, Francis Hevia Lanier⁴, Agnelio Lima López⁵

¹Ingeniera Industrial, egresada del Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría-CUJAE, Ciudad de La Habana, Cuba. Profesora de la Universidad de las Ciencias Informáticas, (UCI). Categoría docente de Instructor. Correo electrónico: opdiaz@uci.cu

²Ingeniera Industrial, egresada del Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría-CUJAE profesora del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Pinar del Río, Hermanos Saíz Montes de Oca, Martí # 270 final, Pinar del Río, Cuba). Categoría docente: Instructor. Correo electrónico: daiana@eco.upr.edu.cu

³Ingeniera Industrial, egresada del Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría-CUJAE. Ciudad de La Habana-Cuba. Especialista de la Empresa de Servicios Automotores Pinar del Río.

⁴Ingeniera Industrial, Doctora en Ciencias Técnicas, Profesora del Departamento de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería Industrial, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría-CUJAE, Ciudad de La Habana-Cuba. Categoría docente: Auxiliar. Correo electrónico: fithl@ind.cujae.edu.cu

⁵Ingeniero Agrónomo, Consultor Principal, Profesor Instructor. Centro de Información y Gestión Tecnológica CIGET Pinar del Río. Colon 106 entre Maceo y Virtudes, Pinar del Río, Cuba. Teléfono 754655 Correo electrónico: agnelio@ciget.vega.inf.cu

RESUMEN

La investigación aborda el diseño y aplicación del Procedimiento para la Mejora de la Cadena de Suministro Inversa, basándose en la metodología Seis Sigma, específicamente en la estrategia DMAMC (Definir-Medir-Analizar-Mejorar-Controlar); para minimizar los residuos existentes en los procesos gestionándolos eficientemente, teniendo un impacto favorable sobre el medio ambiente y reducir los costos. El procedimiento consta de tres elementos: las entradas (Modelo de Referencia de la Logística Inversa-MRLI, Cuadro de Mando Integral de Logística Inversa-CMILI), las cinco etapas (Definición, Medición, Análisis, Mejoramiento y Control) y la salida (Programa de Mejora). Los resultados obtenidos de la aplicación del procedimiento para la mejora de la cadena de suministro inversa de Refrescos, fundamentalmente en el proceso de recuperación de los envases de aluminio (latas de refresco de 355 ml) validan las teorías planteadas en cada una de las etapas, reportando grandes beneficios económicos, aumentando la satisfacción de los clientes, así como la eficiencia y eficacia en la cadena.

Palabras clave: Logística Inversa, Procedimiento, Mejora, Cadena de Suministro Inversa, Metodología Seis Sigma.

ABSTRACT

The investigation approaches the design and application of the "Procedure for the Improvement of the Inverse Chain of Supply ", being based on the methodology Six Sigma, specifically in the strategy DMAMC (to Define-measure-analyze-improve-control); to minimize the existent residuals in the processes negotiating them efficiently, having a favorable impact on the environment and to reduce the costs. The procedure consists of three elements: the entrances (I Model of Reference of the Logistics Inverse-MRLI, I Square of Integral Control of Logistics Inverse-CMILI), the five stages (Definition, Measure, Analysis, Improvement and Control) and the exit (it Programs of Improvement). The obtained results of the application of the procedure for the improvement of the Inverse Chain of Supply of Sodas, fundamentally in the process of recovery of the aluminum containers (you beat of soda of 355 ml) they validate the theories outlined in each one of the stages, reporting big economic benefits, increasing the satisfaction of the clients, as well as the efficiency and effectiveness in the chain.

key words: *Reverse Logistics, Procedure, Improvement, Reverse Supply Chain Management, Methodology Six Sigma.*

INTRODUCCIÓN

Seis Sigma es una de las herramientas que están adoptando las empresas líderes a nivel mundial para respaldar sus estrategias a través del mejoramiento continuo en el interior de cada compañía y en cada una de las etapas de la cadena del valor. Se espera que con el diseño y aplicación de la metodología Seis Sigma como procedimiento para la mejora de la cadena de suministros inversa (CSI) se logre la satisfacción de los clientes, al gestionar sistemáticamente el retorno de los productos y la gestión de los residuos; además de contribuir al ahorro de costos y se optimizan los procesos de la cadena. Al mismo tiempo implica una disminución del impacto negativo sobre el medio ambiente, y de igual forma permite mantener una elevada competitividad, eficiencia y eficacia de las empresas integrantes de la cadena.

El objetivo de esta investigación es realizar el diseño y aplicación del procedimiento para la mejora de la CSI, basándose en la metodología Seis Sigma, específicamente en la estrategia DMAMC (Definir-Medir-Analizar-Mejorar-Controlar); el cual se desarrolla en la CSI de Refrescos, fundamentalmente en el proceso de recuperación de los envases de aluminio (latas de refresco).

MATERIALES Y MÉTODOS

Para darle cumplimiento al objetivo se utilizaron métodos, herramientas y técnicas para la recogida de datos, el procesamiento y análisis de información recopilada como: consulta y análisis de documentos, observación directa, entrevistas, diagrama de Pareto, diagrama de barras, diagrama de Ishikawa y el uso del software estadístico Minitab como soporte para la metodología Seis Sigma.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Metodología Seis Sigma (SS). La historia de SS se inicia cuando el ingeniero Mikel Harry en el año 2000 comienza a influenciar a Motorola para que se estudie la variación en los procesos (enfocado en los conceptos de Deming), como una manera de mejorar los mismos. Estas variaciones son lo que estadísticamente se conoce como desviación estándar (alrededor de la media), la cual se representa por la letra griega Sigma (σ).

Esta iniciativa se convirtió en el punto focal del esfuerzo para mejorar la calidad en Motorola, y así SS fue introducida por primera vez en 1987 en esta organización por un equipo de directivos encabezados por Bob Galvin, presidente de la compañía, con el propósito de reducir

los defectos de productos electrónicos. Desde ese entonces SS ha sido adoptada, enriquecida y generalizada por un gran número de compañías.

Además de Motorola, dos organizaciones que se han comprometido de manera ejemplar con Seis Sigma y que han logrado éxitos espectaculares, son Allied Signal, que inicio su programa en 1994, y General Electric (GE), que inicio en 1995. Un factor decisivo de su éxito fue que sus presidentes, Bossid y Welch, respectivamente, encabezaron de manera entusiasta y firme el programa en sus organizaciones. En Latinoamérica la empresa Mabe es una de las organizaciones que ha logrado conformar uno de los programas Seis Sigma más exitoso (Gutiérrez, 2004).

Según Mora (2009), Seis Sigma es una metodología enfocada en datos que busca la perfección en toda la organización, examina variación y causas especiales del desempeño actual. La metodología y herramientas estadísticas proveen estructura y una progresión lógica para alcanzar el rompimiento de paradigmas en las mejoras. Seis sigma utiliza herramientas estadísticas para la caracterización y el estudio de los procesos, de ahí el nombre de la herramienta, ya que sigma representa tradicionalmente la variabilidad en un proceso y el objetivo de la metodología seis sigma es reducir ésta de modo que mi proceso se encuentre siempre dentro de los límites establecidos por los requerimientos del cliente.

B. Procedimiento para la mejora de la cadena de suministro inversa (CSI). El procedimiento para el desarrollo de la fase de Mejora en la CSI se basa en la metodología de las Seis Sigmas a partir de un análisis de los autores Carballo (2007); Chowdhury (2001) y Harry y Schroeder (2000), así como el estudio del Modelo de Referencia de la Logística Inversa y elementos a tener en cuenta para la correcta gestión de las cadenas de suministro inversa (Hevia, 2006 y 2008). Este procedimiento consta de varios elementos entre los que se encuentran: las entradas, las cinco etapas y las salidas, los cuales se muestran en la *figura 1*:

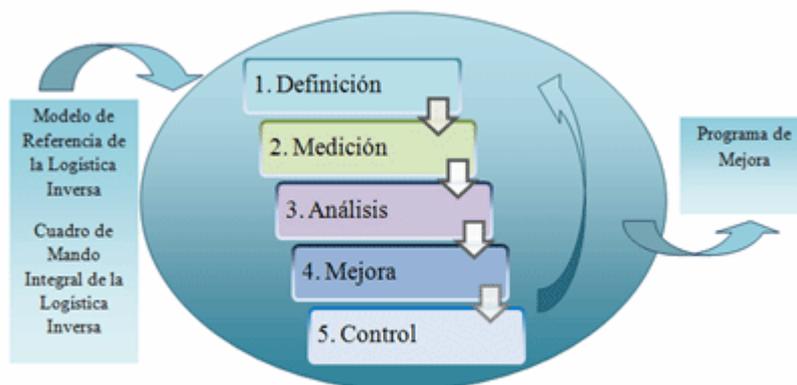


Figura 1. Procedimiento para la fase de mejora de la CSI.

A continuación se muestran cada una de las etapas con sus objetivos y pasos correspondientes (*tabla 1*), además de las herramientas a aplicar en cada una de ellas y los responsables de ejecutarlas:

Tabla 1. Etapas del procedimiento de mejora]

Etapas	Objetivo	Pasos	Herramientas	Responsabilidades
Identificación	Seleccionar el equipo de trabajo con un líder y establecer el objetivo de la mejora.	<ul style="list-style-type: none"> Formación del equipo. Capacitación y entrenamiento de los participantes. Identificación y selección de proyectos. 	Diagrama de Gantt, herramientas computacionales,	<ul style="list-style-type: none"> Nivel Directivo.
Definición	Conocer, entender, delimitar y establecer el problema o defecto existente en los procesos de la CSI.	<ul style="list-style-type: none"> Identificar y declarar el problema. 	Entrevistas, voz del cliente, diagrama causa-efecto, mapa de procesos, encuestas,	<ul style="list-style-type: none"> Nivel Directivo. Gerentes de Procesos Líder de Estrategia
Medición	Conocer y medir el estado actual del problema, en cuanto al desempeño o rendimiento de los procesos de CSI.	<ul style="list-style-type: none"> Realizar la recogida de los datos. Determinación del nivel de sigma actual. 	7 herramientas básicas, estudios R&R, estadística descriptiva, mapa de procesos	<ul style="list-style-type: none"> Líderes de proyectos. Facilitadores. Integrantes de proyectos.
Análisis	Identificar y analizar las causas reales de los problemas aplicando métodos estadísticos	<ul style="list-style-type: none"> Identificar la(s) causa(s) potenciales del problema. Cuantificación y validación estadística de las causas 	Histograma, diagrama causa-efecto, diagrama de Pareto, Prueba de hipótesis,	<ul style="list-style-type: none"> Líderes de proyectos. Facilitadores. Integrantes de proyectos.
	avanzados.	reales.		
Mejoramiento	Evaluar e implementar soluciones que atiendan las causas reales, asegurándose que se reducen los defectos (la variabilidad).	<ul style="list-style-type: none"> Generar soluciones para cada una de las causas reales. Elegir e implementar la solución más ventajosa. Evaluar el impacto de la mejora. 	Pensamiento creativo, Tormenta de ideas, DOE, AMFE, Poka-Yoke,	<ul style="list-style-type: none"> Líderes de proyectos. Facilitadores.
Control	Establecer controles que aseguren la sostenibilidad de las mejoras introducidas y detectar cualquier reincidencia para corregir a tiempo.	<ul style="list-style-type: none"> Diseñar e implantar los controles de proceso. Verificar los beneficios económicos. Documentar y cerrar el proyecto. 	Métodos de control, Auditorías, Gráficos de control, Control estadístico de procesos	<ul style="list-style-type: none"> Líderes de proyectos. Facilitadores.
Institucionalización	Estandarizar e integrar las nuevas soluciones o cambios a otras CSI.	<ul style="list-style-type: none"> Declarar los logros alcanzados. Difundir los logros alcanzados. 		<ul style="list-style-type: none"> Nivel Directivo. Gerentes de Procesos.

A. Aplicación del procedimiento en la CSI de Refrescos

Etapas de Identificación

Motivos económicos para la realización del proyecto.

Reciclar las grandes cantidades de desechos de envases de aluminio que se generan en el año en la CSI de Refrescos, lo cual provoca pérdidas de 62959,94USD. Por otro lado la chatarra de aluminio es exportada por ser muy valorada en mercado internacional, llegando a alcanzar un precio de 1500 USD la tonelada actualmente.

Motivos ecológicos para la realización del proyecto.

El aluminio es la causa de un negativo impacto ambiental a escala global por su empleo masivo y además demoran en degradarse alrededor de los 500 años. Por su parte, el aluminio es 100% reciclable y mantiene las mismas características que el aluminio primario, permitiendo que la extracción del mineral sea la mínima posible, y evita la erosión de los suelos. Además la producción con aluminio reciclado genera sólo un 15% de las emisiones de gases de efecto invernadero, causantes del cambio climático.

Objetivo del proyecto

Reducir la variabilidad existente en el proceso de recuperación de los envases de refrescos, para disminuir las pérdidas en la empresa.

Beneficios potenciales del proyecto.

La realización de proyecto reportará cuantiosos beneficios para la CSI seleccionada, los cuales se refieren a: Reducción de los costos en el proceso logístico de la CSI (transportación, manipulación, almacenamiento, preparación de despachos, despachos y transportación hasta el comercializador final) y la mejora en el servicio al cliente.

Etapas de Definición

A partir de los resultados del MRLI y el diagnóstico de la situación actual de los residuos generados en la CSI se detectó como principal problema la generación de volúmenes de residuos (envases de aluminio) por presentar defectos que conllevan a la pérdida de su valor comercial, encontrándose las siguientes deficiencias:

- El porcentaje de latas desechadas es muy elevado lo que provoca pérdidas para la empresa.

- Devoluciones de los clientes por problemas de calidad en los envases de refresco.
- Desconocimiento de los trabajadores de temas relacionados con la logística inversa y el medio ambiente, lo cual trae consigo que no se le preste la debida atención a los procesos de clasificación y transporte de los residuos.

Etapa de Medición

Se procede a calcular el nivel de sigma actual, dividiendo el total de defectos encontrados entre el total de defectos posibles (DPMO). Con el valor del $DPMO = 300000$ latas defectuosas se entra a la tabla de niveles de desempeño de sigma y se obtiene que:

$\sigma_{\text{actual}} = 2$, representa un nivel de calidad bajo, por lo que hay que mejorar el proceso.

Etapa de Análisis

A partir del estudio realizado al proceso de recuperación de los envases de aluminio se identificaron una serie de causas que están influyendo en la variabilidad de los defectos de las latas de refresco, las cuales se refieren en la siguiente *figura 2*.

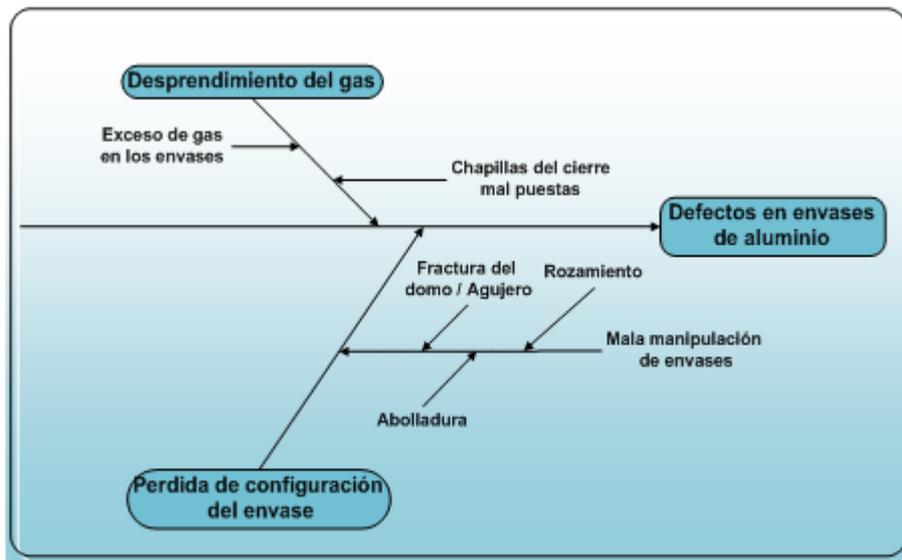


Figura 2. Diagrama Causa Efecto.

Etapa de Mejora

Medidas preventivas

- Los especialistas del control de la calidad en la fábrica deben inspeccionar rigurosamente el proceso de elaboración del producto para minimizar los defectos de origen y establecer un plan de acción involucrando a todos los trabajadores.

- Mejorar el procedimiento de inspección de las mercancías en el Almacén Central para evitar que se generen productos defectuosos.

Medidas correctoras

- Para los problemas de manipulación provocados por negligencias de los operarios se tomarán medidas disciplinarias de acuerdo a la gravedad del incidente. En caso de que estos problemas se deban a falta de habilidades técnicas, la empresa realizará cursos de capacitación.
- Para los problemas de manipulación por transportación se deben realizar controles para que se cumplan las normas de seguridad del producto y las normas de conducción.
- Se realizarán reuniones periódicas y análisis disciplinario para dar solución a las deficiencias que se detecten.

Impacto económico

Aplicación del Benchmarking interno:

Se procedió a recalcular el nivel de sigma resultando:

Con el valor del DPMO=99867 latas defectuosas se entra a la tabla de niveles de desempeño de sigma y se obtiene que:

$\sigma_{\text{calcul}} = 3$, representa un nivel de calidad convencional para el proceso, por tanto hay seguir mejorándolo pero en menor medida.

Una vez realizado el proceso de mejora se realizara un análisis comparativo entre la situación actual y la proyectada, a través de la medición y análisis del nivel de sigma. Esto se evidencia en la siguiente tabla.

Con las mejoras aplicadas al proceso se aumentó la sigma, repercutiendo positivamente en la CSI, sin embargo no llega aun a la calidad de excelencia que es lo que se desea, por tanto se debe seguir trabajando en aras de lograr esta sigma óptima.

Por otro lado, con el proceso de clasificación de los envases de aluminio la cadena logra una disminución de los costos por concepto de producto desechado a 20913.26 USD.

Impacto ambiental

Con este procedimiento se logra la reducción de los residuos (envases de aluminio defectuosos), lo que aporta múltiples beneficios para la cadena entre los que se destaca: reducción de los costos a través del reciclaje y tratamiento de los envases; encaminar a las

empresas en las políticas ambientales con el fin de mejorar su imagen y posicionamiento estratégico en el mercado; y mejora en la eficiencia de los procesos con una práctica indispensable de la responsabilidad empresarial en términos medioambientales. Además se eliminan del entorno estos volúmenes de residuos, logrando así un impacto favorable sobre el medio ambiente.

Etapas de Control

Los métodos que se establecieron para determinar si los cambios realizados generaron resultados satisfactorios para la cadena fueron:

- Programa de Auditorías para evaluar la gestión de los residuos y protección medioambiental.
- Balance comparativo para conocer de estado de las pérdidas por concepto de producto desechado, lo cual se muestra en el paso anterior.
- Control de los registros, datos y toda la información relacionada con el tratamiento adecuado de los envases de aluminio.
- Control estadístico de los procesos, usando la información de los resultados obtenidos en las técnicas y herramientas empleadas como retroalimentación para corregir posibles desviaciones futuras del estándar aceptable.
- Vigilancia e inspección de las acciones del procedimiento para que sigan sincronizadas.

Se realiza un balance comparativo entre los resultados económicos alcanzados con la mejora y la variación de los mismos con la introducción de los métodos de control. En este caso dichos resultados no empeoraron porque los métodos de control establecidos constituyeron también medidas para la mejora de los problemas detectados y por tanto este análisis se corresponde con el resultado económico de la etapa anterior; donde se evidencia la efectividad de las medidas planteadas.

CONCLUSIONES

El procedimiento desarrollado permite que la gestión de los residuos sea eficiente, teniendo un impacto favorable sobre el medio ambiente.

A partir del estudio realizado al proceso de recuperación de los envases de aluminio se identificó como el principal problema la generación de grandes volúmenes de residuos debido a los defectos existentes en los envases de aluminio.

Con las mejoras realizadas y los métodos de control establecidos se logró aumentar el nivel de sigma de 2 a 3, para un 7% de defectos, representando un nivel de calidad convencional, aún por debajo del nivel óptimo deseado.

El balance comparativo arrojó que con mejoras realizadas y los métodos de control se logró disminuir las pérdidas por concepto de defectos en los residuos de 62959.94 USD a 20913.26 USD.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Carballo, Carlos A. & Sergio M. Nava (2007). "Aplicación de Seis Sigma en los Servicios". Taller- segmentos servicios. CIMAT- III Simposio Metodología Seis Sigma.

Chowdhury, Subir (2001). "El Poder de Seis Sigma" Editora Prentice Hall.

Gutiérrez Pulido, Humberto y de la Vara Salazar, Román (2004). "Control estadístico de la calidad y seis sigmas", Editora Mc Graw Hill, México. pp 548-601

Harry, Mikel J. & Schroeder, Richard R. (2000). "Six Sigma: The Breakthrough Management Strategy Revolutionizing the World's Top Corporations". Editor Currency Procedencia del original la Universidad de Virginia.

Hevia, Francis y Ana J. Urquiaga (2006). "Metodología de diseño y gestión de la logística reversa para cadena de suministro inversa".

Hevia, Francis (2008). "Metodología para el diseño de la Cadena de Suministro Inversa. Una contribución a la Logística Reversa". (Tesis Doctoral). pdf. ISPJAE. Ciudad de La Habana, Cuba.

Mora Vanegas, Carlos (2009). "La Importancia y Relevancia de Seis Sigma" Disponible en: <http://www.articuloz.com/administracion-articulos/la-importancia-y-relevancia-de-seis-sigma-1412159.html> (Consultado 12 de enero de 2010).

Aceptado: diciembre 2013

Aprobado: julio 2014

Ing. Oisleydis Puerto Díaz. Profesora de la Universidad de las Ciencias Informáticas, (UCI).

Categoría docente de Instructor. Correo electrónico: opdiaz@uci.cu

