

Reducción del Tiempo de Cambio para la Línea de Empaque#5

*Manuel A. Collado Durán
Maestría en Manufactura Competitiva
Supervisor: Carlos González, Ph.D.
Departamento de Ingeniería Industrial y Sistemas
Universidad Politécnica de Puerto Rico*

Resumen – *Se utiliza la técnica de Lean Manufacturing con la metodología DMAIC para reducir el tiempo de cambio o Changeover de la línea de empaque#5. Para llevar a cabo su implementación se midieron las fases de culminación de un lote, limpieza de la línea de la mano del set up y el comienzo de un nuevo lote. Durante el proceso se identificaron los posibles cuellos de botella y se atacaron para poder corregirlos. Fue necesario trabajar con la estandarización del proceso para lograr las mejoras necesarias garantizando el aumento de la producción y la reducción de costos.*

Palabras Claves – *Changeover Time, DMAIC, Lean Manufacturing, Lean Tools, Six Sigma.*

INTRODUCCIÓN

El proceso de Changeover o Tiempo de Cambio es definido como el periodo entre el último producto bueno que sale de la orden anterior y primer producto bueno de que sale de siguiente orden. Es el tiempo necesario para configurar una determinada nueva producción con diferentes requisitos y especificaciones. En este proceso ocurre mucho desperdicio de tiempo ya que el cambio es una actividad de valor no agregado que incurre en costos ocultos. Por lo tanto, debido a que las máquinas permanecen inactivas durante los tiempos de cambio, este proceso debe reducirse tanto como sea posible.

Es crítico evaluar cada etapa del proceso para poder determinar donde existen las áreas de oportunidad y poder atacarlas para mejorarlas. Comenzaremos por evaluar el desempeño en la etapa de culminación de la orden desde todas sus perspectivas ya sean operacionales, de procesos y hasta de equipos y materiales.

En segundo lugar se analizara el proceso de limpieza de la línea y la transición entre culminar una orden para comenzar la limpieza. Los tiempos deben ser claves al momento de comparar la data obtenida.

Por ultimo veremos cómo luego de completarse la limpieza se procede a realizar el set up de la línea y por consiguiente el comienzo de la producción con la salida del primer producto bueno de la siguiente orden. Ya para esta etapa la disponibilidad de materiales y herramientas de trabajo serán claves, además de la reacción y dominio del proceso que tenga el personal

Planteamiento del Problema

En la actualidad, el proceso de cambio para la línea de empaque #5 tarda aproximadamente 10 horas (2 horas por encima del estándar), reduciendo la capacidad de la línea. La línea de empaque #5 requiere que se realicen al menos de 5 a 6 cambios en un período mensual.

Reduciendo el tiempo de cambio, aumentará la capacidad y la eficiencia del área de empaque en su planta de consumo. Para lograr el objetivo se estarán implementando técnicas de Lean Six Sigma haciendo énfasis en el enfoque DMAIC para la resolución de problemas: definir, medir, analizar, mejorar y controlar.

Al reducir el tiempo de cambio en 50% se espera mejorar el suministro del producto y el nivel de servicio al cliente.

Descripción de la Investigación

El proyecto investigativo iniciara con la última caja producida de la orden anterior, luego continuara midiendo el proceso de limpieza y set up para culminar con la primera caja producida de la próxima orden. Se estará colectando data para

evaluar las áreas críticas del proceso con mayor oportunidad de mejoras y así atacarlas de forma efectiva. Por medio de graficas de control el proceso será monitoreado y reportado para conocer la capacidad del mismo.

Con este proyecto se pretende conseguir como un beneficio interno hacer del proceso uno más robusto y ágil. Además brindarle mayor capacidad a la línea de empaque. Por otro lado se obtendrá como beneficio externo la entrega del producto a tiempo a los clientes.

Objetivo de la Investigación

El objetivo principal de la investigación consiste en reducir el tiempo de cambio de la línea de empaque para conseguir mayor eficiencia en el proceso. En la actualidad el proceso de cambio o changeover tarda 10 horas que equivalen a 2 horas más sobre el estándar establecido.

Para la línea #5 se requieren al menos de 5 a 6 changeover al mes, reduciendo el tiempo de cambio de la línea a un 50% menos podremos impulsar el suministro de productos al mercado y el nivel de satisfacción del cliente. Se pretende medir la capacidad del proceso actual para poder establecer una comparable con los resultados obtenidos luego de la implementación.

Se espera hacer del proceso uno más robusto y ágil que permita aumentar la eficiencia de la línea generando más capacidad de producción. Se pretende encontrar las áreas del proceso más complejas y que representan un potencial riesgo en el tiempo de cambio.

Finalmente la reducción de costos será el resultado financiero que impactara de forma positiva al negocio al lograr una ganancia de aproximadamente 49,000 dólares que al replicarlo en las demás líneas aumentara aun aproximado de 300,000 dólares.

Contribución de la Investigación

Esta investigación reducirá el tiempo de cambio y representará un beneficio financiero para la compañía reduciendo también el costo de producción al hacer el proceso más capaz y robusto.

El beneficio de crear un proceso estandarizado y ágil aumentara los niveles de producción evitando contratiempos de última hora. Creando un proceso más estructurado y mejor documentado la calidad de mi producto aumentará y estaremos mejor vistos ante las agencias reguladoras. A largo plazo se podrá replicar el beneficio obtenido implementando el proyecto en todas las líneas de empaque.

REVISIÓN DE LITERATURA

Lean Manufacturing se considera una técnica de reducción de desechos como lo sugieren muchos autores, pero en la práctica la manufactura esbelta como también se le conoce maximiza el valor del producto a través de la minimización de desperdicio. Van Goubergen indicó tres razones principales por las cuales las iniciativas de reducción de “set up” pueden ser apropiadas para cualquier empresa: aumentar la flexibilidad aumentar las capacidades de cuello de botella para maximizar la disponibilidad de línea para la producción; y para minimizar el costo, ya que los costos de producción están relacionados con la efectividad del equipo [1].

Tie-Jun (2008) toma la idea central de Lean Production (LP) siendo la mejora su guía para continuar y analizar la necesidad de que la compañía del Pacífico adopte la inclinación. Mejora la disposición del equipo para resolver el desequilibrio de la línea de producción, y adopta métodos de análisis de correlación para evaluar y deducir un proyecto más óptimo para mejorar su eficiencia de producción, y por lo tanto aumentar el beneficio económico de las empresas. Además, a través de la aplicación de LP en la compañía del Pacífico, resume los asuntos que requieren atención en el curso de la implementación para proporcionar una referencia a la empresa para aplicar LP en el futuro.

El desarrollo de la industria moderna de servicios de manufactura se ha convertido en una fuerza importante en la actualización del sector manufacturero y la promoción de desarrollo sostenible. Shi y Qi (2010) describen la fuente

teórica de la inclinación pensando en los problemas enfrentados en la etapa actual por la industria manufacturera de China, y los antecedentes y la evolución conceptual de los servicios modernos de manufactura, con un ejemplo para la aplicación del pensamiento esbelto en la transición de los servicios de manufactura.

Lean Manufacturing también puede ayudar en el control de la contaminación ambiental, reduciendo el costo del producto, reduciendo el esfuerzo físico y minimizando el tiempo de fabricación del producto. Kishore et al. (2014) ilustró la aplicación de la manufactura esbelta para minimizar el tiempo de set up y tiempo de ciclo de una industria manufacturera de renombre en la India. La identificación y eliminación de desechos se ha convertido en un tema clave para lograr la competitividad y sobrevivir en el entorno de la manufactura moderna. Para lograr este objetivo, varios paradigmas de manufactura han sido propuestos. Entre estos paradigmas, Lean Production ha ganado importancia, y ahora es reconocido como el más influyente [2].

Con el pasar de los años vemos como la importancia de implementar técnicas de Lean Manufacturing se convierten en parte esencial del fortalecimiento de una empresa. La utilización de recursos de forma apropiada, la modificación de los procesos con el interés de robustecerlos y estandarizarlos y la reducción de costos son solo algunos de los beneficios que históricamente proporciona la filosofía de Lean con enfoque en la metodología DMAIC. Por consiguiente resulta necesario conocer el trasfondo histórico y definitivamente el utilizar los métodos de Lean de la forma correcta aseguran el bienestar para toda compañía.

METODOLOGÍA

A mediados de la década de 1980, Motorola creó y usó una metodología basada en estadísticas llamada Six Sigma para mejorar el rendimiento de sus procesos. La metodología Six Sigma DMAIC puede considerarse una estrategia comercial y una

ciencia que tiene el objetivo de reducir los costos de fabricación y servicio al crear mejoras significativas en la satisfacción del cliente y ahorros para las empresas mediante la combinación de procesos estadísticos y de negocios [3]. Desde una perspectiva interna, Six Sigma proporciona una forma de mejorar procesos para que la empresa pueda producir de manera más eficiente y predecible. Las cinco fases a evaluar en la metodología DMAIC son (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) [3]. Ver fases en la figura 1.



Figura 1
Metodología DMAIC

Fase de Definición

La primera fase de DMAIC es definir claramente la dirección, objetivos, alcance, agenda, miembros del equipo y los beneficios financieros del proyecto y registrarlos en un Project Charter como un documento oficial. Dentro de esta fase se pretende formular y aclarar preguntas, realizar reuniones iniciales del proyecto donde se puede utilizar la herramienta de SIPOC (proveedor, entrada, proceso, salida, cliente) para encontrar los puntos clave del proceso, gestión y mejora. Los miembros del equipo necesitan acordar la brecha que existe actualmente entre la voz de proceso (VOP) y voz del cliente (VOC), junto con un objetivo tangible de mejora del proyecto. Como los objetivos y el alcance donde se identifican y estiman los beneficios financieros [4].

Fase de Medición

La segunda etapa es la línea base del proyecto e incluye la recopilación de data a través de graficas de control, estimando el rendimiento del proceso y las métricas de capacidad. Además las gráficas de

control se utilizan para rastrear un proceso con el paso del tiempo e identificar si la variación es común o especial. Durante el proceso de medición podremos analizar el flujo del proceso proporcionando información de los pasos que son necesarios e identificar oportunidades de mejoras. Es necesario identificar los problemas que prevalecen en el proceso con la data histórica y darles prioridad para establecer más adelante posibles soluciones [4].

Fase de Análisis

En la fase de análisis de DMAIC, la raíz causa de los problemas se identifican, y esas causas se confirman con herramientas de análisis de data. Esta fase también se llama análisis pasivo o análisis de variables múltiples. Se utiliza de forma planificada y organizada por medio de recopilación y análisis de datos para dividir los datos en tipos continuos y discretos, donde se encuentran factores importantes y soluciones que se describen a través de pruebas estadísticas.

Las gráficas de visualización incluyen el diagrama de Pareto, diagrama de dispersión, gráfico de variables múltiples, diagrama de caja y diagrama de puntos. Las pruebas estadísticas implican dos o más variables, análisis de varianza (ANOVA), análisis de medias (ANOM) y comparaciones múltiples. Finalmente, los resultados estadísticos obtenidos se implementarán en el proceso [4].

Fase de Mejoras

La fase de mejora también se llama análisis proactivo. Esta fase implementa soluciones o cambios en el proceso del negocio para abordar las raíces causas identificadas durante análisis [4]. Se pretende reducir el nivel de variaciones en los procesos internos.

El equipo de investigación debe entender la diferencia entre las acciones correctivas y acciones preventivas. Las acciones correctivas corresponden a los síntomas del incidente y generalmente apuntan a absorber y contener impactos de incidentes. Las acciones preventivas

pretenden predecir y prevenir incidentes antes de que ocurran [5].

Fase de Control

Las etapas DMAI son seguidas por la fase de control donde se pretende mejorar y estandarizar los procesos para evitar las variables que afectan el flujo continuo. Esta fase incluye establecer un plan de control, crear sistemas de poka-yoke, programar un plan de producción, mejorar los procedimientos (SOP) y dar un seguimiento continuo. Se usa un plan de control para estandarizar la mejora del proceso, para proporcionar consistencia e información predecible, reducir la variación del proceso y como resultado final el ahorrar dinero a la compañía. La mejora continua necesita la formación de grupos de funcionales para mejorar ciertas áreas e identificar el proceso o problema. Su funcionamiento incluye capacitación educativa, comprensión de problemas, evaluación de problemas, tormenta de ideas, ejecución, estandarización, reconocimiento de logros, manejo y reporte de resultados obtenidos [2].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se discutirán las diferentes etapas de la metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) según Six Sigma para conocer la evolución del proceso y los resultados obtenidos.

Definir

Para comenzar el proceso se creó un Project Charter para establecer el tiempo de duración del proyecto, las personas responsables y los detalles del proyecto. (Ver Figura 2 y 3).

PROJECT CHARTER

Project Name	Complete Changeover Reduction	Business Location	Guayama Consumer Healthcare
Project Leader	Manuel Collado	Telephone Number	787-366-4164
Sponsor	Carlos Gonzalez, PhD	Telephone Number	787-754-8000 Ext. 226
Start Date:	Mar. 2018	Target End Date:	May, 2018

Project Details	
Project Description	Reduce the changeover time for Packaging Line #5, to increase Guayama Consumer Packaging Area's capacity and efficiency.
Problem Statement	Actually, the changeover process for Packaging Line #5 takes approximately 10hrs (2 hours above the standard), reducing line capacity. Packaging Line #5 requires that at least 5 to 6 changeovers be performed in a monthly period.
Business Case	By reducing changeover time in 50% will improve product supply and customer service level.
Process & Owner	Complete Changeover of the Packaging Lines Manuel Collado

Figura 2
Project Charter

PROJECT CHARTER

Scope	Start: Stop: Excludes:	<ul style="list-style-type: none"> Last Shipper of an order First shipper of the next scheduled lot Packaging Process / Partial Cleanings / General Clearance / Campaign Lengths 			
Project Goals	Metric	Baseline	Current	Goal	Entitlement
Complete Changeover time	Hrs	8	11	5	4
Expected Internal and/or External Customer Benefits	Internal: - More robust and agile process with increased Line Capacity External Customer: - Product delivered to customers on-time - Increase Line Capacity & OEE				
Risks/Not Executing Project/Constraints	Risks: Potential threatening for timely product supply. Limited packaging line capacity, impacting potential opportunities for additional volumes. Constraints: Potential capital investment and conflicts with production schedule could delay project execution, resource availability.				

Figura 3

Project Charter (cont.)

Fue utilizado el diagrama de SIPOC que nos permite analizar el proceso de una manera más detallada reconociendo al respectivo suplidor, así como también identificando todas las entradas y salidas del proceso, además nos permite determinar los clientes vinculados a cada paso del proceso. (Ver figura 4)

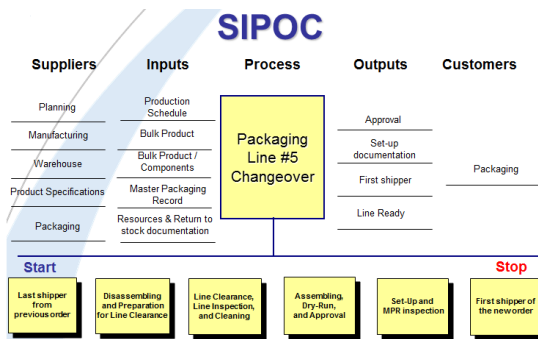


Figura 4

SIPOC

Desarrollo del Problema

En el proceso de cambio de una línea de empaque hay varios factores a considerar para empezar tendremos en cuenta la culminación de un lote, el proceso de limpieza y el comienzo de un nuevo lote. Evaluando estos factores podremos encontrar el cuello de botella de mi proceso.

Los pasos en el proceso de cambio de la línea de empaque son los siguientes:

- Fin de la orden anterior.
- Preparación general de la línea para el comienzo del proceso de limpieza.
- Desmontaje de la línea y al desmontar se comienza con piezas que requieren lavado con agua para enviarlas al cuarto de lavado de piezas.

- Preparación, limpieza e inspección de la estación #1
- Preparación, limpieza e inspección de la estación #2
- Inspección del supervisor o persona designada.
- Montaje de la línea luego de completarse el lavado de las piezas.
- Comienza el proceso de Dry Run de la línea para evitar que quede algo oculto entre la maquinaria.
- Supervisor aprueba la limpieza.
- Se comienza a preparar la línea y a realizar set up con lo que será el próximo lote.
- Finalmente comienza el proceso de empaque con el nuevo lote.

En esta evaluación mi proceso se puede encontrar un área de oportunidad en el montaje y la preparación de la línea para el nuevo lote.

Medir

En el proceso de medición se realizó un plan de colección de data estadística para poder establecer graficas de control y medir la capacidad del proceso. Teníamos que contestarnos varias interrogantes en base a la data histórica del proceso. Por ejemplo; ¿Cuán estable es mi proceso? ¿Cuántos tipos de cambios hay en las líneas de empaque? ¿Qué diferencia existe entre estos cambios? Una vez establecidas estas medidas podremos analizar la data.

Basic Statistic Summary

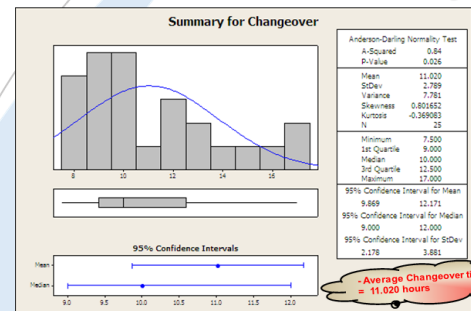


Figura 5

Medida Estadística de la Data Colectada a través del Proceso

Se midieron varios procesos de cambio para poder obtener un valor promedio de donde

obtuvimos un promedio de 11.020 horas. (Ver Figuras 5). Luego se generó una gráfica de control en base al promedio obtenido. (Ver Figura 6)

Control Chart for Changeover

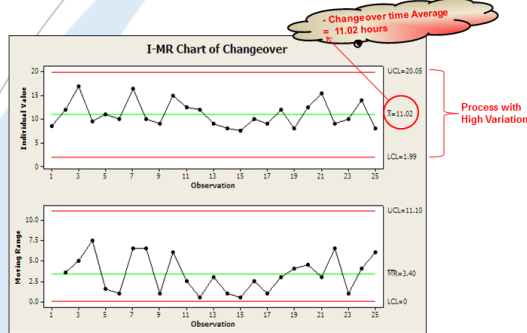


Figura 6
Gráfica de Control

Se midió la capacidad del proceso donde encontramos que el proceso no puede cumplir consistentemente con la especificación según el Ppk= -0.72 que se obtuvo según muestra la figura 7.

Capability Analysis for Complete Change Over

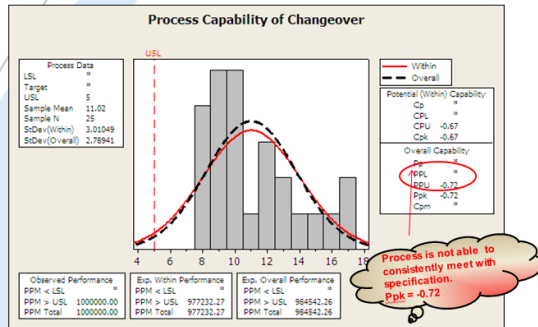


Figura 7
Capacidad del Proceso de Cambio de la Línea

En base a la importancia de medir los diferentes tipos de procesos de cambio, conocer la estabilidad del proceso y el cumplimiento con las especificaciones del cliente se diseñaron gráficas de control y se evaluó la capacidad según las figuras 8, 9, 10, 11 y 12. Para mostrar y comparar de forma estadística la similitud o diferencia de ambos procesos.

El proceso refleja dos poblaciones diferentes donde el cambio completo menor es estable pero no es capaz con un valor de Ppk de -0.77 y un tiempo

promedio de cambio para la línea de 9.06 horas. El cambio completo mayor de igual forma es estable pero no es capaz, con un valor Ppk de -0.46 y un tiempo promedio de cambio para la línea de 14.48 horas. El área de enfoque potencial está en el tipo de cambio; Complete Minor Set Up vs. Complete Major Set Up.

Funneling Potential X's – Different Type of Changeover

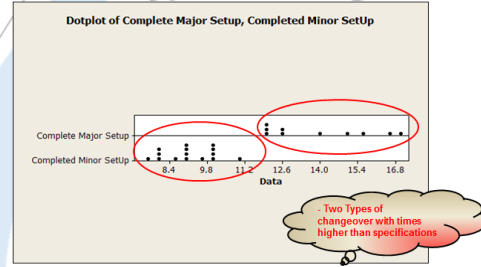


Figura 8
Diferentes Tipos de Cambio con Tiempos Superiores a la Especificación

Control Chart for Complete Major Set Up

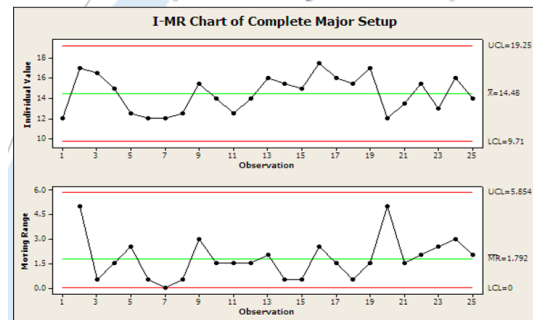


Figura 9
Gráfica de Control (Major Set Up)

Control Chart for Complete Minor Set Up

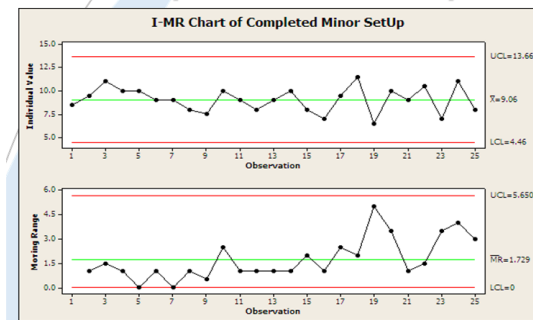


Figura 10
Gráfica de Control (Minor Set Up)

Process Capability for Complete Major Set Up

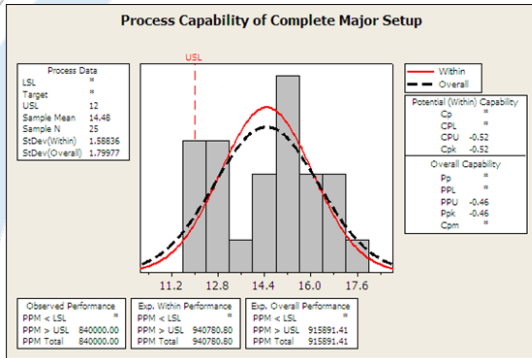


Figura 11
Capacidad del Proceso (Major Set Up)

Process Capability for Complete Minor Set Up

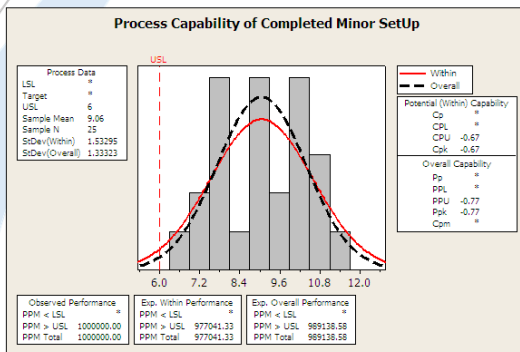


Figura 12
Capacidad del Proceso (Minor Set Up)
Analizar

En base a la data colectada la iniciativa fue enfocada en el cambio completo menor debido a que ocurre con mayor frecuencia y además de invierten más horas en este proceso. (Ver figura 13)

Pie Chart for Quantity & Hours – Different Type of Changeover

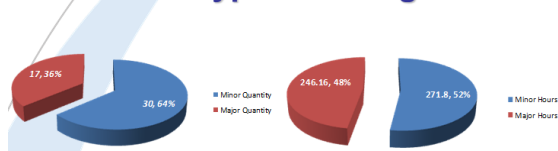


Figura 13
Gráfica de Cantidad y Horas de los Tipos de Cambio

La grafica de pareto reflejó la raiz causa y se encontró que aproximadamente el 70% del tiempo de cambio se invierte en 3 actividades principales: Set Up, Limpieza de línea e Inspección por lo que serán el área de enfoque.

Root Cause Analysis

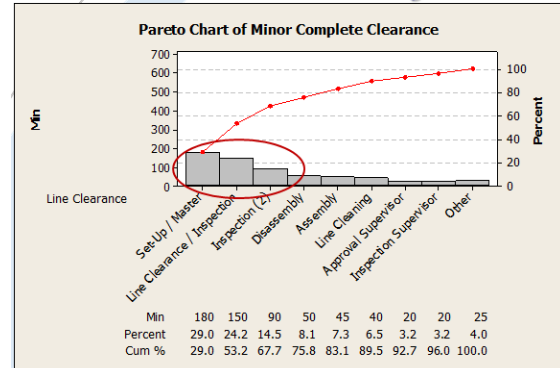


Figura 14
Análisis de Raíz Causa con Gráfica de Pareto

Se realizó un análisis de Fishbone para más adelante profundizar en las posibles causas por cada una de las categorías. Ver Figura 15

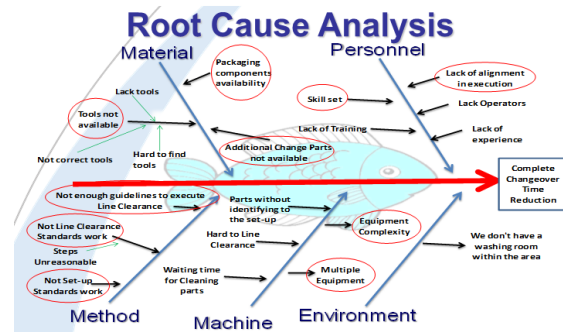


Figura 15
Análisis de Fishbone

Las categorías a evaluar en el proceso fueron las siguientes:

- Método
- Personal
- Materiales
- Maquinaria

Método

Se encontró que en el método había falta de estandarización por los diferentes tipos de experiencia operacional donde los más antiguos

tenían ventajas sobre los nuevos. El proceso carece de guías que puedan ayudar a facilitar el proceso y no todos ejecutan las tareas de la misma forma. Los checklist de limpieza no cuentan con instrucciones claves específicas que dirijan al operador. Hay falta de disponibilidad de piezas a la hora de realizar el cambio de presentación o no se encuentran en un área cercana. El almacenamiento de piezas no tiene lógica ni una organización específica sino que se guardan todas juntas y en cualquier armario.

Personal

El personal no está alineado a la hora de la ejecución con diferentes interpretaciones de las tareas. Nuevamente vemos falta de estandarización y diferentes niveles de experiencia. Hay falta de balance operacional en la línea.

Materiales

Hay falta de herramientas disponibles con solo una caja de herramientas por línea. El espacio de la línea no está distribuido de la mejor manera ni identificado. La disponibilidad de materiales de almacén para comenzar el proceso es lenta o los componentes no están reléase al momento de utilizarse. Cambio de Schedule imprevistos que ocasionan el retraso de los materiales. Herramientas adicionales no disponibles por el costo elevado. Demasiada cantidad de cambios de presentación.



Figura 16
Changeparts Guardadas sin Organización Lógica

Maquinaria

La complejidad de las maquinas al momento de montar o desmontar atrasa el proceso. Hay dificultad en el proceso de limpieza debido al diseño de las mismas. La cantidad de puntos críticos es muy elevada. El operador tiene que invertir tiempo en encontrar los changepart por la falta de organización según figura 16. Los espacios abiertos permiten la acumulación de productos y por consiguiente fallas en limpieza según las fotos de la figura 17.

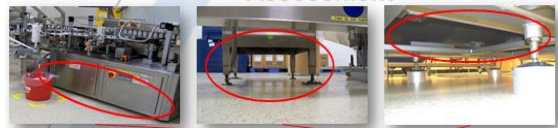


Figura 17
Maquinaria con Espacios Abiertos

Mejora

En la fase de mejora fueron aplicadas varias técnicas en base a las categorías identificadas en el proceso de análisis como posibles raíz causa. Comenzamos con un FMEA del proceso de limpieza donde se identificaron actividades específicas que impactan el tiempo y la confiabilidad del Minor Complete Change Over y recomendaciones para mejorar según la figura 18.

Worksheet FMEA Process

LINE'S CLEARANCE	Op#	Equipment Area/Section	Potential Failure Mode(s)	Potential Effects of Failure	S.E.P.	Potential Cause(s) of Failure	D.O.C.	Current Process Controls Effectiveness	S.E.P. RISK	Current Risk	Recommended Actions (s)
Rev	43	Line station	The clean station does not have an air blower	product mix up	2	There is no maintenance, cleaning checklist not followed	1	Visual inspection, cleaning checklist not followed	2	2	Consult with Super Control to implement cleaning checklist
Rev	44	Line station	The clean station does not have an air blower	product mix up	4	There is no maintenance, cleaning checklist not followed	1	Visual inspection, cleaning checklist not followed	2	4	Consult with Super Control to implement cleaning checklist
Rev	45	Line station	The clean station does not have an air blower	product mix up	4	There is no maintenance, cleaning checklist not followed	1	Visual inspection, cleaning checklist not followed	2	4	Consult with Super Control to implement cleaning checklist
Rev	46	Secondary hopper station	Product material is not cleaned properly	product mix up	2	There is no maintenance, cleaning checklist not followed	2	Visual inspection, cleaning checklist not followed	2	2	Do a Clean Change Over Test, Change Over in the "Visible" Operation (it is controlled by Database Control) whenever
Rev	47	Line presentation	Product material is not cleaned properly	product mix up	4	There is no maintenance, cleaning checklist not followed	1	Visual inspection, cleaning checklist not followed	2	4	Implement a test

Figura 18
FMEA

También se realizó un brainstorming para identificar ideas y abordar las raíces causas identificadas. Todas las ideas se priorizaron según el beneficio y la facilidad de implementación. Ver Figura 19.

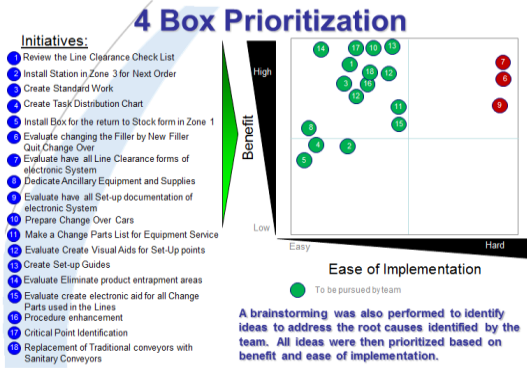


Figura 19
Box Prioritization

Para solucionar el problema de la organización de los change parts se emplearon elementos de 5S. Se dedicaron equipos a cada línea con sus respectivos compartimientos como muestra la figura 20.

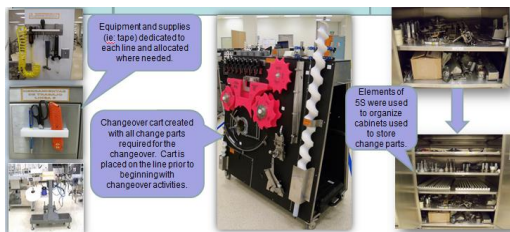


Figura 20

Organización de Herramientas de Trabajo y Change Parts

Un problema significativo fue la ambigüedad y la falta de entendimiento a la hora de seguir una instrucción y para ello se creó un checklist de limpieza detallado paso por paso y a color. Ver figura 21.

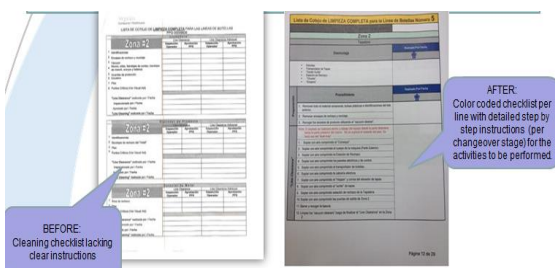


Figura 21

Checklist de Limpieza Antes y Después de la Mejora

El objetivo original establecido en la etapa Definir y Medir fue un promedio de 5 horas; sin embargo, el tamaño del equipo de línea se redujo en un 33% (de 6 a 4 colegas). Como resultado de esta reducción, la empresa estableció un objetivo para

cambios menores a las 7 horas; que es el equivalente a una limpieza de 5 horas realizada por un equipo de 6 colegas.

El gráfico IMR muestra una mejora significativa en la media y la variabilidad del proceso de cambio completo menor desde un promedio de 9 horas antes de la implementación hasta 5,6 horas después de la implementación de las iniciativas de mejora.

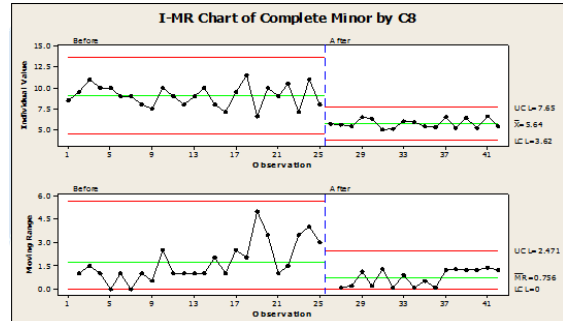


Figura 22

Resultados de Antes y Después

Se obtuvo una mejora significativa en la capacidad del proceso desde un Ppk de -0.77 antes de las mejoras a un Ppk de 1.13 después de las mejoras usando una especificación superior de 7.5 horas. Las 7.5 horas de especificación superior se basan en las horas esperadas para una limpieza mientras lo realizan 4 colegas según el estándar de proceso actual.

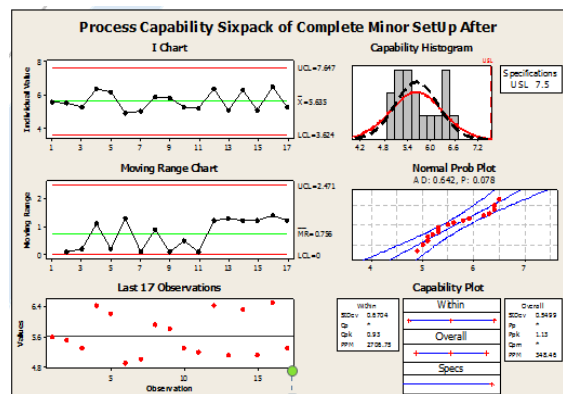


Figura 23

Capacidad del Proceso Luego de las Mejoras

Los beneficios financieros de la iniciativa se estiman en \$49K y al replicarlo en toda el área de empaque ascendería a \$300K.

Control

Para completar nuestro proceso de manera exitosa tenemos que establecer la fase de control donde se trabajó con la estandarización para que todas las limpiezas siguieran una misma secuencia. Se crearon puntos críticos y fueron identificados con ayudas visuales.

Se establecieron procesos de monitoreo donde se podía medir el rendimiento diario de la línea presentando en una pizarra los resultados a final de turno. Con esta estandarización del proceso se fueron eliminando de forma gradual los desperdicios que atrasaban la ejecución.

CONCLUSIÓN

El proceso de investigación tuvo comienzo identificando las posibles raíces causas de retraso en mi proceso. Se pudo identificar un área de oportunidad en el proceso de preparación de la línea y el set up. El problema radicaba mayormente en el montaje de la línea. Se analizó el proceso para darnos cuenta que la estandarización del proceso jugaba un papel muy importante. Abordamos los dos tipos de cambios que ocurrían el “minor complete” y el “major complete” en ambos casos mi proceso era estable pero no capaz. Se le dio énfasis al “minor complete changeover” ya que era el que ocurría con más frecuencia y donde podíamos producir un impacto mayor.

Finalmente pudimos encontrar potenciales soluciones a esas raíces causas identificadas. Algunas soluciones fueron ayudas visuales, 5S, entre otras herramientas de estandarización que al implementarse se tradujeron en un incremento en la capacidad del proceso de un -0.77 a un 1.13. Para la compañía esto significó una ganancia de 50K que al replicarse en las demás líneas ascendería a 300K por lo que se pudo cumplir totalmente con el objetivo del proyecto.

REFERENCIAS

[1] D. Sabadka, V. Molnar & G. Fedorko, "The Use of Lean Manufacturing Techniques – SMED Analysis to

Optimization of the Production Process," in *Advances in Science and Technology*, vol. 11, no. 3, Sep. 2017, pp. 187-195.

[2] A. U. Bilagi & S. A. Vasanthakumara, "Implementation of Lean Principles in the Manufacturing of GEIS-2," in *The IUP Journal of Operations Management*, vol. XVI, no. 4, 2017, pp. 34-51.

[3] J. Singh, H. Singh & R. P. Singh Pandher, "Role of DMAIC Approach in Manufacturing Unit: A Case Study," *IUP Journal of Operations Management; Hyderabad*, vol. 16, no. 4, pp. 52-67, Nov. 2017.

[4] Y. D. Hwang, "The practices of integrating manufacturing execution system and six sigma methodology," in *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 30, 2006, pp. 761-768.

[5] A. Karakhan, "Six Sigma & Construction Safety Using the DMAIC Cycle to Improve Incident Investigations," in *Professional Safety*, vol. 62, no. 6, June 2017, pp. 38-40.