

Mejoras al Proceso de Reemplazo e Inventario de Filtros Utilizando la Metodología Lean Six Sigma

*Rebeca Hernández Mulero
Maestría en Manufactura Competitiva
Dra. Miriam Pabón
Departamento de Ingeniería Industrial y Sistemas
Universidad Politécnica de Puerto Rico*

Abstracto — *Los Buffers son sustancias químicas que se utilizan durante el proceso de purificación de la molécula de insulina. Para garantizar la calidad de los buffers que se distribuyen hacia el proceso de purificación, se utilizan elementos de filtración o filtros de proceso. El propósito de estos filtros es capturar cualquier impureza que se encuentre en los buffers antes de llegar a su destino. El objetivo de este proyecto es mejorar y estandarizar el proceso de reemplazo e inventario de esos filtros, utilizando la metodología Lean Six Sigma. Para el desarrollo de este proyecto utilizamos las herramientas de DMAIC en fusión con herramientas de Lean para poder identificar como podíamos hacer nuestro proceso de reemplazo e inventario uno más optimizado. Una vez completado nuestro análisis aplicamos como estrategia de mejora la metodología 5S. Como resultado de nuestro proyecto, logramos convertir el proceso de reemplazo e inventario de filtros en un proceso estructurado y estandarizado, cumpliendo así con nuestro objetivo de optimización.*

Key Terms — *Buffers, Calidad, 5S, DMAIC, Filtros, Lean Six Sigma.*

INTRODUCCIÓN

Los Buffers son sustancias químicas que se utilizan durante el proceso de purificación de la molécula de insulina. Su función en el proceso es, proteger la pureza de la proteína, mejorar su estabilidad y facilitar su separación durante el proceso de purificación [1]. Debido a la función clave que tiene los buffers en el proceso de purificación, para nosotros es muy importante asegurarnos que la calidad de estos en el momento de su distribución sea la mejor. Para asegurar esa calidad y que estos se distribuyan en óptimas condiciones, y libres de impurezas hacia el proceso

de purificación, en nuestra área, utilizamos elementos de filtración, también conocidos como filtros de proceso. Los filtros funcionan en el proceso de distribución, como una barrera para capturar las posibles impurezas que se puedan encontrar en nuestros buffers y que; al momento de estos distribuirse hacia las diferentes áreas en donde se realiza el proceso de purificación, se encuentren en condiciones óptimas y no afecten la calidad del producto. Debido al rol tan importante que tiene el uso de filtros en nuestro proceso de distribución de los buffers, todo lo que conlleva mantener esos filtros en condiciones óptimas es de suma importancia. Por tal razón, el reemplazo e inventario de filtros en nuestra área es considerado uno de los procesos más relevantes.

A pesar de que el proceso de reemplazo e inventario de filtros es uno de los más “importantes” y claves durante la manufactura y distribución de los buffers, también se caracteriza por ser uno poco estandarizado y controlado. Esto se debe, a que, cuando pensamos en reemplazar un filtro solo nos enfocamos en la acción de ir literalmente a reemplazar el elemento de filtración siguiendo las instrucciones y frecuencias establecidas por un procedimiento de operación estándar (SOP, por sus siglas en inglés). Aunque esto sí es una parte muy importante del proceso, este conlleva mucho más que simplemente remover un filtro usado y poner uno nuevo. Se trata también de tener en cuenta como parte del proceso: disponibilidad de esos filtros en el área de proceso, su ubicación y almacenamiento, su inventario, saber qué hacer antes y después de realizar un reemplazo de filtro; y así, sucesivamente podemos seguir mencionando una serie de eventos que deben ocurrir durante dicho proceso. En base a esto podemos decir que nuestro proceso tiene áreas de oportunidad para mejorar. Nuestra expectativa al

final de este proyecto es poder desarrollar alguna estrategia utilizando la metodología *Lean Six Sigma* que nos permita la estandarización de nuestro proceso y que este sea uno más consistente y optimizado.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Es importante saber que los buffers se manufacturan dentro una serie de tanques ubicados en diferentes cuartos o áreas de proceso. Estos tanques, como parte de sus equipos, poseen los elementos de filtración por los cuales pasa el buffer antes de llegar al proceso de purificación. Nuestro interés en mejorar este proceso surge debido a que nos percatamos que, al momento de realizar el proceso de reemplazo de filtros nos podíamos encontrar con diferentes escenarios o situaciones que podían hacer del mismo uno más complicado para el operador.

Repasando el proceso de manera superficial, pudimos identificar dos escenarios. El primer escenario y el que siempre esperábamos encontrar, era:

- Llegar al área en donde se encuentra ubicado el tanque en el que se haría el reemplazo de filtro.
- Ir al armario donde se almacenan los filtros de proceso en el respectivo cuarto o área.
- Tomar el filtro correspondiente al tanque en donde se haría el reemplazo.
- Ejecutar el reemplazo de filtro siguiendo los procedimientos establecidos.

Sin embargo, esto no siempre ocurría así. También nos podíamos encontrar el escenario en donde llegáramos al armario a buscar el filtro que necesitábamos y este no estuviera disponible. Esto hacía que nuestro proceso se tornara uno más complicado y de mayor tiempo, ya que, entonces teníamos que pedir inventario de filtros al área de almacén. Esta acción le añade al proceso una serie de pasos con los que no contábamos cuando íbamos a realizar nuestro proceso de primera instancia. Ya no se trataba solo de reemplazar un filtro sino de:

- Identificar el filtro que necesitábamos con su respectivo número de “item” o modelo. Esto

debido a que en nuestra área se utilizan diferentes modelos de filtros y cada uno está identificado con un número distinto.

- Hacer una requisición en sistema GMARS para pedir los filtros al área de almacén.
- Esperar que el área de almacén despachara la orden.
- Buscar los filtros al área de almacén.
- Regresar al área de proceso y acomodar los filtros en su respectivo armario.
- Tomar el filtro que necesitamos para realizar nuestro reemplazo.
- Ir al respectivo tanque en donde se haría el reemplazo.
- Realizar el proceso de reemplazo de filtro, según los procedimientos establecidos.

Cabe mencionar que a ambos escenarios se le añaden otros pasos que tienen que ocurrir de manera general, independientemente el proceso que se vaya a realizar en nuestra área de manufactura. Entre estos podemos mencionar el proceso de vestimenta para poder entrar a nuestras áreas limpias (*gowning*), sanitización de los equipos que se utilizaran, proceso de desvestirse si hay que salir del área (*de-gowning*), entre otros.

Nuestro propósito con este proyecto será identificar cuál o cuáles son las razones por las que nuestro escenario puede variar al momento de ejecutar nuestro proceso de reemplazo de filtros. Queremos descubrir el por qué llegamos al punto de no tener inventario de filtros suficiente en el momento de ejecutar nuestra tarea. También, queremos identificar cuáles son las áreas de oportunidad y los posibles desperdicios que se generan en nuestro proceso.

Luego de identificar nuestras áreas de oportunidad y mejora, queremos determinar de qué forma, o qué estrategia podemos implementar para hacer que nuestro proceso sea más eficiente y sin variabilidad. Al finalizar nuestro proyecto esperamos tener un proceso más simple, estandarizado, eficiente y que facilite al operador su ejecución. Además, con el conocimiento adquirido durante el desarrollo de nuestro proyecto haremos

una aportación a la nueva visión e implementación de una cultura *Lean* y de mejora continua en nuestra compañía.

REVISIÓN DE LITERATURA

Hoy en día vivimos una era muy competitiva a nivel industrial, en especial para la industria farmacéutica. Muchas compañías para poder mantenerse líderes y competitivas en el mercado han tenido que evolucionar y desarrollar estrategias de producción que les permitan hacer productos de calidad, que satisfagan las necesidades de los clientes, pero, que a su vez les resulten costo efectivas y no requieran incurrir en gastos innecesarios [2]. En otras palabras, hacer más con menos sin perder la calidad del producto.

Para poder lograr este desarrollo, muchas compañías se han dirigido a implementar dentro de su organización una cultura de mejora continua. Para poder realizar este cambio cultural, las compañías, en especial dentro de la industria farmacéutica, han integrado dentro de sus estrategias de trabajo y producción las metodologías “*Lean Manufacturing*” y “*Six Sigma*”. Ambas metodologías son dirigidas hacia la optimización de procesos de producción y servicio. La metodología *Lean* provee herramientas que ayudan a optimizar los procesos a través de la eliminación de los desperdicios, mientras que, *Six Sigma* permite que esas mejoras a los procesos sean continuas y con poca o ninguna variabilidad. Aunque con ambas metodologías de manera individual se pueden obtener resultados significativos, con su unión, se pueden conseguir resultados mucho más efectivos y que perduren. Por tal razón, es que se crea la fusión de *Lean con Six Sigma*. Esta fusión de ambas logra el complemento perfecto para obtener la satisfacción total de los clientes ya que, lo que carece una metodología, lo compensa la otra. Esta unión se conoce como *Lean Six Sigma*. *Lean Six Sigma* ($L6\sigma$) logra mejorar los procesos eliminando sus desperdicios, disminuyendo los defectos y aumentando su rendimiento. Debido al reconocimiento a nivel industrial de la gran utilidad de *Lean Six Sigma*,

muchas empresas se han movido a implementar dicha metodología como parte de su cultura, para así obtener los mejores resultados y mantenerse competitivas en el mercado [3].

El concepto de *Lean Manufacturing* o manufactura esbelta se ha convertido en uno de los términos más escuchados a nivel industrial. Villaseñor (2007), en su manual de *Lean Manufacturing: guías básicas*, nos describe este término como una filosofía que nos permite visualizar los procesos de producción desde el principio hasta el producto final, en donde el objetivo principal debe ser la satisfacción del cliente [4]. Esta filosofía, aunque por su gran uso en la actualidad, pareciera ser un término creado recientemente, sus orígenes se remontan a los años 1950. Sin embargo, no es hasta 1990 que se comienzan a hacer publicaciones que describen sus técnicas y en que estas consisten. *Lean manufacturing* se convierte aún más reconocida cuando se comienza a aplicar a los procesos de producción de autos en la compañía Toyota Motors en Japón. Fueron los japoneses Eiji Toyoda y Taichi Ohno, quienes decidieron utilizar la metodología de *Lean* con el propósito de mejorar, optimizar y maximizar sus procesos de producción [5]. Desde ese momento es que comienza a surgir su gran auge. Los fundamentos o pilares de *Lean* están basados en la filosofía de mejora continua, eliminar el desperdicio, aprovechar todo el potencial a lo largo de la cadena de valor y tener el control total de la calidad. También, *Lean* provee todas las herramientas que se necesitan para cumplir con sus objetivos.

Las herramientas de manufactura esbelta que más se utilizan en la productividad de las empresas son: 5S, mantenimiento productivo total (TPM), el justo a tiempo (JIT), Kaizen, Kanban, cambio rápido de modelo (SMED) y el mapeo del flujo de valor (VSM) con un peso de 15, 14, 13, 12, 9, 9 y 7 por ciento respectivamente [6].

VSM – El mapa de flujo de valor ayuda a visualizar el flujo de un proceso, definir la visión futura y permite ver las fuentes de desperdicio de la cadena de valor [7].

TPM- El mantenimiento productivo total Sánchez (1991) lo describe como una herramienta que promueve que los equipos de producción siempre se encuentren listos para su uso [8].

5S- Es una herramienta enfocada en el trabajo con efectividad, organización y estandarización. Esta ayuda a establecer un ambiente de trabajo agradable y de alto rendimiento, en un clima de seguridad, orden, limpieza y constancia. Esto permite el correcto desempeño de las operaciones diarias, para así lograr cumplir con los estándares requeridos por los clientes [9]. El acrónimo de 5S corresponde a las iniciales en japonés de las cinco palabras que definen la herramienta y cuya fonética empieza por “S”: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke, que significan, respectivamente: eliminar lo innecesario, ordenar, limpiar, estandarizar y sostener [10].

Kaizen- Es una palabra japonesa que significa “mejoramiento continuo”. Esta herramienta tiene como propósito realizar un cambio cultural, desarrollando las habilidades y fomentando la creatividad en las personas, con el propósito de encontrar la causa raíz de los problemas, para así poder solucionarlos de la manera correcta [11].

JIT- Justo a tiempo es una filosofía de trabajo que define la forma en que debería optimizarse un sistema de producción. Con esta herramienta lo que se busca es, que la producción o manufactura de un producto sea realizada en el momento requerido, en la cantidad exacta y con la máxima calidad [9].

SMED- *Single Minute Exchange of Die* significa “Cambio de molde en minutos de un sólo dígito” es decir, en menos de 10 minutos. SMED se considera el conjunto de una serie de técnicas dirigidas a disminuir el tiempo de cambio de molde de las maquinas que se utilizan en un proceso de producción [9].

Kanban- Es una técnica utilizada para controlar el flujo de materiales a través de una línea de proceso de manufactura. Esta herramienta crea señales visibles en el proceso de manufactura, que brindan información específica de lo que se va a hacer durante el mismo. También, esta herramienta establece que para mantener un flujo continuo es

necesario que se trabajen en forma de “pull” y no de “push” [7].

Six Sigma es una filosofía que surge en la década de los ochenta debido a la necesidad que desarrollan las empresas de optimizar y mejorar sus procesos para poder ser más productivas y competitivas durante esta época de globalización. *Six Sigma*, se enfoca en la mejora continua y se caracteriza por conseguir soluciones a los problemas a corto plazo desde una perspectiva de satisfacción al cliente. El criterio principal que utiliza esta metodología para establecer las mejoras de un proceso, son las necesidades del cliente y, mientras se cubren esas necesidades también se le ofrezca un producto de calidad. Esa calidad brindada será la responsable de hacer que los clientes permanezcan satisfechos. El objetivo principal de esta filosofía es aumentar la capacidad de los procesos, con el propósito de reducir la cantidad de defectos a la mínima cantidad de unidades por millón producidas. La misma puede ser aplicada tanto en proyectos nuevos, proyectos ya existentes, servicios y productos, siempre y cuando se mantenga como enfoque la reducción de defectos, fallas y no conformidades a un valor cercano a cero, en cualquiera de los proyectos o procesos que se aplique [12].

Six Sigma se compone de 5 fases y las mismas se identifican como DMAIC [12]. La palabra DMAIC es un acrónimo creado por las siglas en ingles de las diferentes etapas que componen dicha metodología. La letra D corresponde a la etapa de “define”. Definir es la primera etapa que se debe realizar al implementar esta metodología y consiste en describir el problema que se quiere solucionar. La segunda etapa que compone DMAIC e identificada con la letra M, es la etapa de “measure” o medida. En la etapa de medida se recolectan los datos que ayudaran a identificar el rendimiento de los procesos u objetivos. Toda la información que se recopila durante esta etapa se utilizara para conocer de manera profunda las variables implicadas en el proceso que se quiere mejorar. Luego de completar la etapa de “measure” el próximo paso a seguir es, realizar la fase de análisis, identificada como la letra A del acrónimo de DMAIC. La fase de análisis

permite conocer cuál es la causa raíz del problema para entonces poder establecer la solución correcta. Luego de conocer la causa raíz del problema y establecer una solución, se continúa con la etapa de implementación. Es en esta de etapa (letra I del acrónimo) donde se aplica la solución o posibles soluciones del problema y se observa si realmente funcionan y ayudan a mejorar el proceso. Luego de asegurarse que la solución fue efectiva, se pasa a la fase de control (la letra C). En la fase de control se debe determinar si las mejoras al proceso se pueden mantener con el tiempo y si las mismas pueden ser aplicables a otros procesos dentro de la organización [13].

METODOLOGÍA

Durante el desarrollo de este proyecto, estaremos implementando una serie de herramientas de *Lean Manufacturing* en conjunto con DMAIC para cumplir nuestros objetivos. DMAIC será nuestra metodología principal y nuestra guía para poder llevar el proyecto paso a paso. Dentro de cada etapa de DMAIC se utilizarán herramientas específicas que sugiere dicha metodología para cada paso que se vaya desarrollando. A su vez, mientras vayamos desarrollando cada paso, fusionaremos algunas herramientas de *Lean* que nos serán de ayuda para cumplir nuestro objetivo de optimizar, mejorar y eliminar los desperdicios de nuestro proceso.

En la etapa de definición se utilizó el “Brain Storming” o lluvia de ideas. La lluvia de ideas es una técnica grupal que tiene como objetivo la generación de nuevas ideas sobre un tema o problema. También, para esta etapa utilizamos la herramienta “Project Charter” o Carta de proyecto. Este es un documento que contiene toda la información importante que se necesita saber de un proyecto a ser ejecutado. Este se debe escribir antes de dar comienzo al proyecto, ya que, establece formalmente su existencia.

Para la etapa de medida decidimos recopilar datos del tiempo que tomaba ejecutar cada paso del proceso en los diferentes escenarios. Primero se establecieron todos los pasos que conllevaba

ejecutar el reemplazo de filtro en un escenario normal y luego en el escenario en donde no hay inventario de filtros disponible en el área de proceso. Luego de recopilar los datos de tiempo y establecer los pasos para cada escenario, decidimos representar estos pasos utilizando un “Spaguetti Diagram”, con el propósito de visualizar mejor la cantidad de movimiento que realizábamos al momento de ejecutar la tarea.

Para las etapas de análisis, mejora y control, determinaremos las herramientas a utilizarse dependiendo de los resultados que vayamos obteniendo durante el desarrollo de nuestro proyecto.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el Desarrollo de nuestro Proyecto de mejora al proceso de reemplazo e inventario de filtros, como mencionamos anteriormente, utilizamos la metodología DMAIC. A continuación, presentaremos los resultados obtenidos durante el desarrollo de cada etapa y su discusión.

Etapa de Definición

La selección de nuestro proceso a mejorar surge de una lluvia de ideas realizada por un grupo, compuesto por personas claves de nuestro departamento. Este grupo tenía como objetivo seleccionar un proceso con oportunidad a mejorar en nuestro departamento y convertirlo en un proyecto de optimización. Seleccionamos el proyecto de mejora al proceso de reemplazo e inventario de filtros, ya que es una de las tareas más “importantes” y frecuentes que se ejecuta en nuestra área y que puede ser de gran impacto la calidad del producto.

Luego de seleccionar nuestro proyecto, se utilizó una carta de proyecto para establecer toda la información necesaria para dar comienzo al desarrollo de este. En esta carta de proyecto se establecen los antecedentes o razones por las cuales deseamos mejorar nuestro proceso y cuál es nuestra propuesta o la meta que queremos cumplir al culminar el mismo. En los antecedentes se establece el problema que queremos solucionar. Este problema

básicamente se resume en que, al momento de ejecutar el reemplazo de un filtro, nos podemos encontrar con dos escenarios. El escenario normal en donde hay inventario de filtros para realizar nuestro proceso y, el escenario en donde no hay filtros disponibles. Cuando nos encontramos con el escenario en donde no hay inventario de filtros, nuestro proceso se torna en uno más complicado y con más pasos, ya que, entonces hay que pedir y buscar inventario de filtros a almacén. La meta con el desarrollo de este proyecto es, establecer mejoras que hagan a nuestro proceso uno más estandarizado y que siempre que se vaya a realizar la tarea sea un mismo escenario.

Etapa de Medida

En esta etapa recopilamos datos del tiempo que se tomaba realizar la tarea de reemplazo de filtro en los diferentes escenarios. El primer escenario lo identificamos como escenario A. Es este el escenario que siempre esperamos encontrarnos al momento de realizar el proceso de reemplazo de filtros ya que, es el que consideramos el proceso normal. Luego de haber identificado todos los pasos que se ejecutaban en este escenario, obtuvimos un total de 11 pasos. A todos los pasos se le tomo el tiempo que tardaba el operador en ejecutar cada uno. La suma del tiempo en el escenario A nos dio un total de 16 minutos y 17 segundos. Por otro lado, el segundo escenario, el escenario B, este es el escenario no deseado y el que queremos evitar que ocurra. Es el escenario B en donde no hay inventario de filtros al momento de ejecutar la tarea de reemplazo y tenemos que pedir inventario de filtros a almacén. Para este escenario se contaron un total de 19 pasos y el tiempo que toma realizar todo el proceso es de 52 minutos. Como podemos observar, en el escenario B se añaden un total de 8 pasos más que en el escenario A para poder ejecutar el proceso de reemplazo de filtro y, el tiempo básicamente se triplica.

Para tener una imagen visual de la cantidad de movimientos que se ejecutaban durante cada escenario, hicimos un “spaguetti diagrama” (Figura 1). Este diagrama nos permite observar y tener una imagen más clara de cómo cambia el panorama

cuando no hay inventario de filtros en el área correspondiente. En la Figura 1, escenario A, podemos ver que solo tenemos 8 pasos de movimiento, mientras que en el escenario B, la cantidad de movimiento es mucho mayor. En el escenario B, fácilmente podemos contar sobre 16 movimientos, el doble de movimientos que ocurre en el escenario A. Esto significa que cuando nos encontramos con el escenario B posiblemente estamos generando desperdicios de movimiento. Consideramos desperdicios a los pasos que no aportan en el proceso. Cabe mencionar que en la Figura 1 no se representa el total de pasos exactos de cada escenario en cuestión, ya que, algunos pasos no requieren movimiento de un lugar a otro.

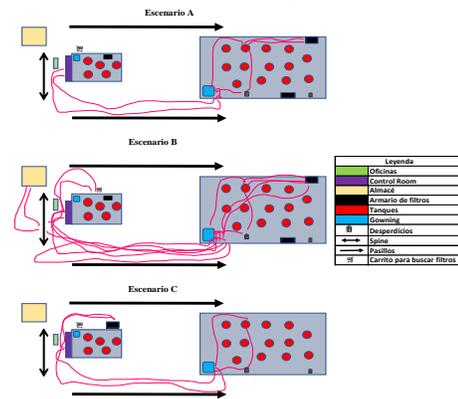


Figura 1
“Spaguetti Diagram” de los Diferentes Escenarios

Etapa de Análisis

El proceso tanto de reemplazo como de hacer inventario de filtros en nuestra área es total responsabilidad de los operadores. Por tal razón, decidimos hablar con los operadores líderes en cada turno y preguntarles que posibles razones ellos entendían eran las causantes de que el inventario de los filtros no se completara cuando correspondía. Utilizando sus respuestas decidimos hacer una encuesta para entregarla a todos los operadores, con el fin de que estos se autoevaluaran y nos dijeran cuál era su dificultad al momento de tener que ejecutar la tarea. De esta forma, iremos descubriendo la causa raíz de nuestro problema. Utilizando los resultados de dicha encuesta, decidimos hacer un gráfico de Pareto que nos permitiera visualizar el impacto de

cada una de esas razones en el proceso inventario de filtros. De esta forma, podemos priorizar el orden en que vamos a trabajar con cada una de ellas.

Según los resultados de nuestro gráfico de Pareto, la razón principal por la que el inventario de filtros no se realiza a tiempo es por desconocimiento de información. Para hacer una requisición al área de almacén, es necesario saber el número de “ítem” o modelo correspondiente al material que se desea pedir y la cantidad que viene en cada empaque, para así, poder pedir la cantidad que se necesita. Muchos de nuestros operadores no saben esa información y el proceso de encontrarla les resulta difícil. Debido a lo complicado que puede ser encontrar la información, es que los operadores evaden hacer el inventario. Por otro lado, el gráfico de Pareto nos indica que también debemos trabajar con el desinterés de los operadores y la poca importancia que tienen estos en el proceso de hacer inventario de filtros. Pudimos capturar en nuestros resultados que el inventario de filtros no se realiza porque no les interesa o les da pereza. Esto puede deberse a que no hay un protocolo o proceso estandarizado para realizar el mismo. Al no ser un proceso estandarizado, ni controlado, nadie le da la importancia que realmente tiene. También, pudimos observar que, para algunos de los operadores, la razón para no llevar a cabo este proceso, cuando es necesario es, que no tienen suficiente tiempo con las tareas del día a día y no lo consideran una prioridad. Esto significa que con las tareas del día a día y el proceso normal, añadir esta tarea se les hace difícil. Por otro lado, pudimos capturar que varios de nuestros operadores tienen deficiencia o dudas de cómo utilizar el sistema que se utiliza para pedir inventario a almacén (GMARS); mientras que otros para evitar realizar la tarea, guardan filtros en sus “lockers” personales para cuando se encuentren con dicho escenario. Esto último, no da a entender que es un problema que lleva pasando hace mucho tiempo, sobre el cual no se ha tomado acción y no se le ha dado la suficiente importancia para solucionarlo.

Además de la encuesta realizada y el gráfico de Pareto, también decidimos aplicar la técnica de los 5’ ¿Por qué? Con la intención de abundar y descubrir

más acerca de la causa raíz de nuestro problema. Esta técnica permite analizar un problema y llegar a la raíz haciéndonos preguntas que nos ayuden a explorar las relaciones de causa y efecto.

Luego de haber realizado este ejercicio, tuvimos como resultado que la razón principal por la cual nos quedamos sin inventario de filtros es, porque no consideramos a este proceso uno de mayor importancia. La respuesta final de todos los ¿por qué? se relacionan con el nivel de importancia que se le da al proceso en diferentes contextos o escenarios; y esta importancia resulta ser poco significativa. Siempre vamos a tener otras tareas más importantes que realizar y solamente esta será importante cuando nos quedemos sin inventario de filtros en su totalidad. Esto se debe a que no es un proceso estructurado, ni estandarizado y mucho menos controlado. Es un proceso que nadie supervisa ni monitorea, lo que les da libertad a los operadores de realizar el mismo cuando les plazca.

Etapa de Mejora y Control

Luego de haber realizado nuestro análisis, descubrimos, que son varios factores los que afectan nuestro proceso de reemplazo e inventario de filtros, específicamente la parte de realizar el inventario. Esto se debe a que el mantener un inventario saludable de filtros nunca se le dio la importancia necesaria como para establecer un proceso estructurado, que permitiera que esta tarea se realizara de manera rutinaria y estandarizada. Por tal razón, es esta la causa raíz de nuestro problema. Como consecuencia de la falta de estructura, prioridad y control de este proceso es que surgen el resto de los problemas como:

- Falta de conocimiento acerca del proceso, de cómo se hace, dónde encontramos la información de los filtros, etc.
- Dudas utilizando el sistema de GMARS.
- Desinterés y evasión al momento que toca hacer la tarea
- Almacenaje de material en los “lockers” personales
- Desperdicios de movimiento.

Luego de establecer las causas de nuestro problema, preguntamos a nuestros operadores como ellos entendían era la mejor forma para mejorarlo o solucionarlo. Este ejercicio se hizo con todos los turnos y se tomó en cuenta el “feedback” y las ideas de todos. Luego de recopilar todas sus ideas y escuchar sus necesidades pudimos establecer nuestro plan de mejora.

Comenzamos nuestro plan de mejora ofreciendo adiestramiento a los operadores, con el fin de aclarar todas las dudas existentes acerca de lo que conlleva todo el proceso. Luego de aclarar todas las dudas y de hacerlos entender la importancia de tener un inventario de filtros saludable, decidimos hacer un 5S para mejorar, controlar y estandarizar nuestro proceso. Todos llegamos al acuerdo que debíamos preparar un armario para almacenar nuestros filtros, utilizando la metodología 5S. De esta forma podíamos lograr establecer un proceso estructurado, el cual todos los operadores podrían ejecutar sin ninguna dificultad. Cabe mencionar que antes de nuestro proyecto, se utilizaban armarios para guardar los filtros, pero estos no tenían ningún tipo de estructura, ni organización, por tal razón, no podíamos tener un control de lo que había en ellos. Teníamos un total de tres armarios, uno en cada cuarto de proceso. En todos había que hacer inventario y esto aumentaba el “waste” de movimiento (Figura 1, escenario B). Para eliminar ese “waste”, decidimos establecer un lugar en nuestra área de trabajo que fuera estratégica y accesible para ubicar nuestro nuevo armario de almacenaje de filtros. Decidimos que este lugar debía ser cerca del *control room*, ya que es en este lugar donde comienza todo el proceso. En la Figura 1, escenario C, nos muestra la cantidad de movimientos que se ejecutarían si ubicamos el armario al lado del *control room*. Según el “spaguetti diagram” serían solo 6 movimientos y, como es solo un armario, siempre la cantidad de movimientos será la misma. Una vez establecido el lugar (pasillo mecánico al lado del *control room*), utilizamos uno de los armarios ya existentes para comenzar a aplicar la metodología 5S.

Siguiendo la metodología 5S, nuestro primer paso fue clasificar y eliminar del armario seleccionado todo lo que no se necesita, ni estaba relacionado con el proceso de reemplazo e inventario de filtros. En la Figura 2 se muestra cómo se encontraba el armario antes de aplicar la metodología 5S.



Figura 2
Armario de Filtros Antes del 5S

El segundo paso consistió en organizar el armario conforme a las necesidades de los operadores. Para esto identificamos los diferentes filtros que se utilizaban en nuestra área; teniendo un total de 7 modelos de filtros distintos. Estos filtros se organizaron conforme a su demanda y a su vez, ergonómicamente beneficioso para los operadores. Cada tablilla se identificó con un color el cual es representativo de cada uno de los diferentes modelos de filtros. Utilizando ese color se preparó una leyenda en donde se ofrece toda la información del filtro correspondiente a ese color. Esta información incluye la marca del filtro, el número de “item” (modelo) y la cantidad de filtros que se deben pedir al momento de hacer la requisición. Con esta información le facilitamos al operador la solicitud de filtros a almacén, evitando a su vez que el operador evada el proceso por falta de información.

Una vez organizado el armario aplicamos el tercer paso de 5S, en donde nos aseguramos de que todo estuviera limpio y sin defectos. Ya teniendo el armario listo, pasamos al cuarto paso de 5S, estandarización. Es en esta etapa en donde

establecemos el proceso de cómo se estará llevando a cabo el inventario de filtros.

Lo primero que hicimos en este paso fue dividir los espacios identificados para cada modelo de filtro en dos lados, con excepción de dos modelos de filtros que por su demanda esto no es necesario. El propósito de dividir en dos partes es poder mantener un control del flujo de los filtros de mayor demanda y así identificar en qué momento es necesario pedir inventario a almacén. Determinamos que solo se mantendría en uso uno de los lados y cuando este lado se vaciara completamente, entonces procederíamos a utilizar el otro lado correspondiente a ese mismo modelo. También, esta sería la señal que utilizaríamos para pedir más inventario a almacén de ese modelo de filtro específicamente.

Cada espacio tendrá un indicador de, **usar** y **no usar** que identificara el lado que se encuentra en uso y ese será el lado del que se tomara inventario. Esta estrategia nos permite poder aplicar FIFO (“first in-first out”) en nuestro armario. Los filtros que estén en uso serán los que más tiempo lleven de almacenados. Así, evitamos tener filtros viejos, sin utilizar. Cabe mencionar que el indicador de no usar se pondrá inmediatamente cuando el espacio quede completamente vacío, ya que, cuando este se rellene nuevamente, no se podrá utilizar hasta que el lado que está en uso quede completamente vacío.

En la Figura 3 podemos observar en la parte A y B como se ven las divisiones del armario según los diferentes tipos de filtros. También, como parte de la estandarización de nuestro proceso se establecieron unas reglas por escrito en donde se describe de qué forma se debe estar llevando a cabo el proceso de inventario de filtros. Estas reglas establecen que para mantener el control de nuestro proceso debemos hacer una inspección semanal de nuestro armario. Esta inspección se hará los domingos, el turno que corresponda trabajar en la noche. En el turno se debe asignar un recurso, quien será el encargado de completar la misma. Esta inspección será basada en un “checklist” en donde se debe cumplir con unos criterios establecidos.



Figura 3
Armario de Filtros Después del 5S

También, esa persona será responsable de pedir inventario a almacén y rellenar el armario de ser necesario. Luego de haber completado el “checklist”, esta persona debe firmar el mismo como responsable de haber hecho la inspección. El día siguiente el supervisor del turno entrante se debe asegurar de que esa inspección del armario de filtros se haya completado y en modo de verificador también debe firmar el “checklist”, certificando que si se realizó. De no haberse realizado, el supervisor debe notificar a la gerencia para que tome acciones disciplinarias al respecto. En estas reglas de estandarización también se establece en qué momento debemos pedir inventario a almacén dependiendo el modelo de filtro. Tanto las reglas de estandarización como el “checklist”, se pegaron en la puerta del armario para que toda persona responsable de realizar la inspección tenga clara las instrucciones del proceso y el “checklist” para documentar la misma. En la Figura 3, letra D, podemos observar las reglas de estandarización y la lista de cotejo que se debe completar. Por último, para completar nuestro último paso (sostenimiento) de 5S, se estableció que semanalmente se hará una métrica donde se midan las 5S’s en nuestro armario. Estas métricas se discutirán en las reuniones semanales del “process team” (personal técnico y gerente de nuestra área) y mensualmente se discutirán en la reunión del “lead team” (gerentes de todas las áreas). Darle visibilidad e importancia a nuestro proceso de inventario de filtro como una

aportación a las mejoras de nuestra organización, nos ayuda a que nuestro proyecto se sostenga.

CONCLUSIÓN

Luego de completar nuestro proyecto en su totalidad, podemos decir que cumplimos nuestro objetivo de mejorar el proceso reemplazo e inventario de filtros, utilizando la metodología y herramientas de *Lean Six Sigma*. Podemos decir que nuestro proceso paso de ser uno sin estructura a convertirse en uno de los procesos más estructurados y estandarizados en nuestra área. Con este proyecto no solo conseguimos mejorar un proceso, sino que también aportamos al desarrollo de una cultura *Lean* y mejora continua en nuestra organización. Durante el desarrollo de este, aprendimos a escuchar las necesidades de nuestros operados, lo que fue un elemento clave para poder establecer la estrategia de mejora. También, logramos una reducción significativa de movimiento (“waste”). Además de eliminar desperdicios, logramos despertar el interés de nuestros operadores de seguir mejorando procesos y desarrollando ideas que ayuden a nuestra área de trabajo a ser una más eficiente. Con los resultados tan efectivos que obtuvimos con la implementación de nuestro proyecto y haber experimentado la eficacia de *Lean Six Sigma*, hemos dado pie al desarrollo de nuevos proyectos en nuestra área.

REFERENCIAS

- [1] Abyntek Biopharma, “Cómo elegir el buffer de purificación de proteínas,” *Abyntek Biopharma*, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.abynetek.com/como-elegir-el-buffer-de-purificacion-de-proteinas/>.
- [2] B. Rodgers, J. Antony, R. Edgeman, y E. Cudney, “Lean Six Sigma in the public sector: Yesterday, today and tomorrow,” *Total Quality Management & Business Excellence*, vol. 32, no. 5-6, pp. 528-540, 2019.
- [3] G. Muthukumar, V. Venkatachalapathy y K. Pajaniradja, “Impact on integration of Lean Manufacturing and Six Sigma in various applications - a review,” *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering*, vol. 6, no. 1, pp. 98-101, 2013.
- [4] A. Villaseñor, *Manual de Lean Manufacturing. Guía Básica*. México DF, México: Editorial Limusa De C.V., 2007.
- [5] M. J. Wilches, J. C. Cabarcas, J. Lucuara y R. González, “Aplicación de herramientas de manufactura esbelta para el mejoramiento de la cadena de valor de una línea de producción de sillas para oficina,” *Revista Dimensión Empresarial*, vol. 11, no. 1, pp. 126-136, 2013.
- [6] M. Favela, M. Escobedo, R. Romero y J. Hernández, “Herramientas de manufactura esbelta que inciden en la productividad de una organización,” *Revista Lasallista de Investigación*, vol. 16, no. 1, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.22507/rli.v16n1a6>
- [7] P. A. Gómez, “Lean manufacturing: Flexibilidad, agilidad y productividad,” *coggle.it*, 2010. [En línea]. Disponible en: https://coggle.it/diagram/X9LDblJoLHA1AAIz/t/lean-manufacturing-flexibilidad%2C-agilidad-y-productividad_
- [8] L. Sánchez, L. “La paradoja de las nuevas tecnologías,” *Revista Escuela Colombiana de Ingeniería*, vol. 1, no. 3, 1991.
- [9] J. Martín, “Indicadores de evaluación de la implementación del lean manufacturing en la industria,” Tesis de maestría, Universidad de Valladolid, Valladolid, España, 2013.
- [10] J. C. Hernández, y A. Vizán, “Lean manufacturing: Concepto, técnicas e implantación,” *Escuela de Organización Industrial*, 2013. [En línea]. Disponible en: http://www.eoi.es/savia/documento/eoi-80094/lean-manufacturing-concepto-tecnicas-e-implantacion_
- [11] R. Elizondo, “Mejoramiento de la productividad a través de la administración participativa,” *TEC Empresarial*, vol.1, no. 4, p. 20-26, 2007. [En línea]. Disponible en: https://www.academia.edu/15182386/Mejoramiento_de_la_productividad_a_trav%C3%A9s_de_la_administraci%C3%B3n_participativa.
- [12] E. Navarro, V. Gisbert, y A. Pérez, “Metodología e implementación de Six Sigma,” *3C Empresa*, Dic. 2017. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.17993/3cemp.2017.especial.73-80>
- [13] J. Rodríguez, “DMAIC Las 5 Fases para la mejora de los procesos,” *SPC Consulting Group*, 29-Oct-2019. [En línea]. Disponible en: <https://spcgroup.com.mx/dmaic-las-5-fases-para-la-mejora-de-los-procesos/>. [Recobrado: 20-Feb-2021].