

Reducción de Desperdicios en Línea de Manufactura y Determinar la Capacidad del Proceso

Luis A. Vázquez Cruz
Maestría de Ingeniería en Ingeniería de Manufactura
Supervisor: José A. Morales, Ph.D.
Departamento de Ingeniería Industrial y Sistemas
Universidad Politécnica de Puerto Rico

Abstracto — *El propósito de este proyecto fue reducir los desperdicios en la línea de manufactura de filtros y determinar la capacidad de cada etapa del proceso en la línea de manufactura, la cual se compone de tres procesos principales que son: Ensamblado, Moldeo e Impresión. Para identificar cual proceso contribuía más a los desperdicios de la línea se tomo los datos históricos y se analizaron encontrando que en la etapa de Moldeo era la más que contribuía a los desperdicios con un 11.49%. Se hicieron varios análisis a esta etapa de Moldeo y se determino que el problema mayor era los filtros que llegaban abiertos a esta etapa. El problema era que la circunferencia de la tapa de salida del filtro no era uniforme (es decir tenía una parte más ancha que otra), provocando que los filtros se abrieran en la etapa de Moldeo. Se contacto al suplidor y se corrigió el problema mejorando la etapa de Moldeo en un 60.40%, por lo que ahora en la etapa de Moldeo se registra un 4.55% de desperdicios. Esta mejoría en la etapa de Moldeo representa un gran avance en el proceso pero todavía queda mucho que mejorar en el mismo.*

Términos Claves — *Six Sigma, DMAIC, Defectos.*

INTRODUCCIÓN

La planta donde se realizo el estudio se dedica a la manufactura de filtros, la cual proporciona soluciones de filtración, separación y purificación para las necesidades de administración de fluidos de sus clientes. Es líder mundial en filtración, separación y purificación de alta tecnología y atiende las diversas necesidades de los clientes en todo el amplio espectro de las ciencias de la vida y la industria. Los productos que manufacturan desempeñan papeles claves en: Fabricación de

semiconductores innovadores y productos electrónicos de consumo, Filtración para vehículos aeroespaciales comerciales y militares, mantenimiento de la confiabilidad del equipo industrial esencial, también ayudan a mantener la calidad del agua y ayuda a las compañías de energía a maximizar la producción y desarrollar combustibles de próxima generación.

El proceso de manufactura del filtro en donde se realizo el estudio se divide en tres partes principales: Ensamblado, Moldeo e Impresión. El filtro se compone de dos tapas (Housing) una de entrada y otra de salida y entre estas dos tapas lleva desde una membrana hasta cuatro membranas dependiendo para que se vaya a utilizar el filtro. La etapa de Ensamblado es la primera en realizarse en el proceso de manufactura; en esta etapa básicamente lo que hace es instalar la membrana entre las dos tapas (Housing). La segunda etapa en el proceso de manufactura de filtros es la de Moldeo; esta lo que hace es sellar las dos tapas con la membrana para que no haya fuga de la solución que se vaya a filtrar. La tercera etapa en el proceso de manufacturar los filtros es la de Impresión; esta lo que hace es identificar el filtro para que los clientes tengan conocimiento de cual filtro le está llegando a sus manos.

En el proceso de manufacturar los filtros se están produciendo muchos desperdicios, básicamente hay dos grandes problemas que están ocurriendo en la línea de producción que son: 1.) A la segunda etapa del proceso que es la Moldeo están llegando muchos filtros abiertos, esto significa que en la etapa inicial del proceso de Ensamblado hay un problema grave que se debe de identificar y corregir o por lo menos minimizar sus efectos para que el proceso sea más efectivo. 2.) En la tercera etapa que es la Impresión se están botando muchos

filtros porque la impresión no está totalmente legible lo que representa pérdidas en dinero y tiempo ya que esta es la última etapa antes de empacar el filtro por lo que ya tiene un valor añadido mayor que en las etapas previas. Estos problemas descritos están trayendo consigo altos costos de producción, pérdidas de materiales y atrasos en las entregas de las órdenes a los clientes. Esto representa un peligro para la compañía ya que estos clientes disgustados podrían comprar los filtros que necesitan a otra compañía lo que representaría pérdidas de clientes a la organización.

Descripción de la Investigación

El proceso que vamos a investigar es uno en que se encuentra en un ambiente de manufactura ya que la compañía se dedica a la fabricación de filtros, en una línea de producción esta empresa tiene un gran problema de rendimiento ya que esta línea produce altos niveles de desperdicios provocando pérdidas y muchos atrasos en las entregas de órdenes a sus clientes.

Objetivos de la Investigación

El objetivo de esta investigación es encontrar la causa raíz de por qué están llegando al proceso de Moldeo muchos filtros abiertos lo cual causa atraso en la línea de manufactura. Encontrando la raíz causa se puede reducir o eliminar los efectos negativos que esto causa en el proceso y las pérdidas asociadas en la línea de producción, además de determinar la capacidad del proceso.

Contribución de la Investigación

Al alcanzar el objetivo de este proyecto que es reducir o eliminar los efectos negativos que están presente en el proceso de manufacturar los filtros, se lograra un impacto positivo a las ganancias de la empresa ya que se reducirá drásticamente el porcentaje de desperdicios que se generan en el proceso de manufactura, además que se podrá responder a los clientes más efectivamente. De esa manera se reducirán los “Past Due” que hay en las órdenes de manufactura y se reducirá el descontento que tienen los clientes con la empresa.

REVISIÓN DE LITERATURA

La planta de manufactura en la cual se va a trabajar el proyecto cuenta con áreas que están reguladas por la Administración de Drogas y Alimentos (FDA por sus siglas en inglés), ya que esas áreas se manufacturan filtros que son considerados dispositivos médicos. Esta es una agencia federal de los Estados Unidos que esta para establecer regulación para la manufactura de alimentos, medicamentos, cosméticos, aparatos médicos, productos biológicos y derivados sanguíneos. El objetivo principal de esta agencia federal estadounidense que fue creada en el 1906 bajo la presidencia de Theodore Roosevelt es asegurar que los productos manufacturados en los Estados Unidos sean seguros para los consumidores y que estos sean productos efectivos.

El área dentro de esta planta de manufactura donde vamos a realizar la investigación no está regulada por la FDA pero si cuenta con múltiples certificaciones emitidas por la Organización Internacional para la Estandarización (ISO por sus siglas en inglés). Esta es una organización independiente, no gubernamental que cuenta con miembros en muchos países del mundo. A través de sus miembros reúne a expertos para compartir conocimientos y desarrollar normas internacionales voluntarias basadas en consenso y relevantes para el mercado que respalda la innovación y brinden soluciones a los desafíos mundiales. Como nos dice la literatura estas normas son voluntarias que una empresa las tenga, pero con el tiempo sea convertido en necesario que las empresas cuenten con ellas ya que tienen un gran prestigio a nivel mundial y estas certificaciones aseguran a los clientes que se cuentan con reglas específicas en la manufactura de los filtros.

Las certificaciones de ISO que cuenta la planta de manufactura de filtros son las siguientes: ISO 14001(Sistema de Gestión Ambiental); esta es la norma internacional de sistemas de gestión ambiental, que ayuda a la organización a identificar, priorizar y gestionar los riesgos ambientales, como parte de sus prácticas de

negocios habituales [1]. ISO 9001(Sistema de Gestión de la Calidad) es una norma internacional de gestión de la calidad reconocida internacionalmente. Una de las principales fortalezas de la norma es su gran atractivo para todo tipo de organización. Además que enfatiza en los procesos y en la satisfacción al cliente [2]. ISO 13485(Sistema de Gestión de la Calidad de Equipos Médicos) es un sistema de gestión de la calidad reconocido internacionalmente para fabricantes de equipos médicos y servicios relacionados. El principal objetivo de la norma es establecer un conjunto de requisitos regulatorios armonizados para los sistemas de gestión de la calidad dentro del sector de los productos sanitarios [3].

Para desarrollar el proyecto vamos a utilizar la metodología de Six Sigma la que establece los pasos llamados DMAIC (por sus siglas en ingles), para reducir la variabilidad de los procesos y llevarlos a un nivel sigma de seis lo que implica tener 3.4 defectos por cada millón de unidades producidas. El significado de DMAIC es define, measure, analyze, improve y control.

Define: esta es la primera etapa para la mejora de cualquier proceso, aquí se establecen los objetivos del proyecto, la forma en que se va a medir, el alcance del proyecto que no es otra cosa sino poner un límite al proyecto y documentar las personas que están involucradas en el mismo. También esta etapa se utiliza para que las personas involucradas en el proyecto estén claro de que consiste el mismo. Establece metas en las que todos estén de acuerdo y también establece el o los problemas que se van a trabajar para que haya un orden y todos estén enfocados en un mismo fin.

Measure: en esta etapa se busca entender el proceso con más detalle. Antes de esta etapa se sabe que hay un problema, pero en esta etapa de Measure se toman los datos pertinentes al problema que estamos observando. De esta manera se establece una línea base para cuando más adelante en la etapa de Mejora se hagan los cambios se sepa con precisión si en el proceso realmente hubo una mejora.

Analyze: ya que en la etapa anterior de Measure se tomaron los datos del proceso ahora contamos con una base certera y no basada en la opinión de cuáles son los factores que están influyendo en el problema identificado. En esta etapa se pueden utilizar varias herramientas como Pruebas de hipótesis, Diagrama de causa y efecto, Diagrama de Pareto, entre otras.

La prueba de hipótesis consiste en investigar con base en la evidencia contenida en una muestra seleccionada de manera adecuada, si lo afirmado por la hipótesis nula es verdad o no, y en caso de ser falso se toma como verdadera la hipótesis alterna [4]. La estrategia para probar la hipótesis parte del supuesto de que la hipótesis nula es verdadera y si los resultados de la investigación contradicen en forma suficiente dicho supuesto, entonces se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna. En caso de que los resultados de la investigación no demuestre claramente la falsedad de la hipótesis nula, esta no se rechaza [4]. Es decir, la hipótesis nula es verdadera mientras no se demuestre lo contrario.

El diagrama de Causa y Efecto o también conocido como Ishikawa, fue desarrollado en 1943 por el Profesor Kaoru **Ishikawa** en Tokio, es un método grafico que relaciona un problema o efecto con los factores o causas que posiblemente lo generan. La importancia de este diagrama radica en que obliga a buscar las diferentes causas que afectan el problema bajo análisis y de esta forma, se evita el error de buscar de manera directa soluciones sin cuestionar cuales son las verdaderas causas [4].

En el diagrama de Pareto se reconoce que más del 80% de la problemática en una organización es por causas comunes, es decir, se debe a problemas o situaciones que actúan de manera permanente sobre los procesos. Pero además en todo proceso son pocos los problemas o situaciones vitales que contribuyen en gran medida a la problemática global de un proceso o una empresa. Lo anterior es la premisa del diagrama de Pareto, el cual es un grafico especial de barras cuyo campo de análisis aplicación son los datos categóricos y tiene como

objetivo ayudar a localizar el o los problemas vitales, así como sus principales causas. La idea es que cuando se quiere mejorar un proceso o atender sus problemas, no se den palos a ciegas al trabajar todos los problemas al mismo tiempo atacando todas sus causas a la vez, sino que, con base a los datos e información aportados por un análisis estadístico, se establezca prioridades y se enfoquen los esfuerzos donde estos puedan tener mayor impacto. La viabilidad y utilidad general del diagrama está respaldada por el llamado principio de Pareto, conocido como “Ley 80-20, en el cual se reconoce que pocos elementos (20%) generan la mayor parte del efecto (80%), y el resto de los elementos propician muy poco del efecto total [4]. El nombre del principio se determinó en honor al economista italiano Wilfredo Pareto (1843 – 1923).

Improve: el objetivo de esta etapa es proponer e implementar soluciones que atiendan la causa raíz, es decir, asegurarse de corregir o reducir el problema. Para ser efectivo mínimo se deben plantear las siguientes preguntas. ¿Cuál es la causa raíz de nuestro problema?, ¿Por que existe tanta variabilidad en el proceso? y ¿Que oportunidades de mejora existen? Tal vez en el proyecto no se pueda eliminar el problema por completo pero como ya contamos con datos precisos que se obtuvieron en la etapa de Measure o sea con un “base line” del proceso. Podemos definir con exactitud de cuanto por ciento fue la mejoría realizada y cuanto equivale esa mejoría en ganancias para la compañía y a su vez se puede dar las recomendaciones necesarias para eliminar el problema por completo en un proyecto futuro.

Control: en esta etapa se diseña un sistema que mantenga las mejoras logradas y se cierra el proyecto. Las acciones de control se dan en tres niveles: proceso, documentación y monitoreo. También se puede dividir en cuatro pasos: Diseño de controles y documentación del proceso mejorado, Validación del sistema de medición, Determinación de la capacidad final del proceso, Implementación y monitorización de los controles del proceso.

Diseño de controles y documentación del proceso mejorado: en este paso se proporciona un medio sistematizado para mantener los beneficios del proceso de control [5].

Validación del sistema de medición: el sistema de medición para el proceso mejorado debe evaluarse y hacerse competente. Esto puede implicar nuevos aparatos de medición, recopilación de nuevos datos y capacitación adicional para el personal del proceso [5].

Determinación de la capacidad final del proceso: este paso significa proporcionar a las fuerzas operativas un proceso capaz de mantener los beneficios bajo condiciones eficaces. En la medida en que sean económicamente viables, los cambios del proceso deberían ser diseñados para ser irreversibles [5].

Implementación y monitorización de los controles del proceso: en este paso, el proceso mejorado se pone en marcha y los pasos de control descritos se usan para monitorear las condiciones del proceso y el desempeño del producto. El equipo debería proporcionar la medida del costo por la mala calidad para confirmar que los remedios han funcionado. Implementar y monitorear el proceso mejorado es el paso final en un proyecto de mejoramiento de calidad [5].

METODOLOGÍA

La metodología que se va a utilizar para la realización del proyecto es DMAIC usada en proyectos Six Sigma. Donde los pasos son Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. Se escogió esta metodología ya que es la más efectiva para resolver los problemas que enfrentamos.

En el paso Definir se establece cual es el problema, la necesidad de resolverlo, la maquinaria afectada y personas que tienen interés en el mismo. En este paso de la metodología Six Sigma se definió el problema donde el proceso de la línea es uno variable en cuanto a la cantidad de desperdicios que produce, ya que en la etapa Moldeo están llegando filtros abiertos y en la etapa de impresión se están desechando muchos filtros, esto representa

problemas de calidad del producto y variabilidad en el proceso. Este problema trae consigo altos costos de producción y atrasos en la entrega de las órdenes a los clientes. El proyecto lo que busca es reducir los desperdicios y definir un proceso más claro que establezca si la línea esta en control estadístico y la capacidad de respuesta del mismo. De esta manera se puede identificar con precisión que factores están afectando a la calidad del producto y cuáles son los problemas exactos que están provocando que la línea no rinda a los niveles esperados. Por lo tanto se va a tener una visión más clara de lo que está afectando a la línea, los costos asociados a estos, para de esta manera reducir o eliminar sus efectos.

El paso de Medir busca establecer una base de medición precisa de los defectos en la línea de producción. Para establecer esta base se tomaron los datos históricos de la línea. Los datos históricos que se tomaron para la realización del proyecto fueron los de etapa de ensamblado, moldeo e impresión. Estos datos nos brindaron una base para saber con precisión en donde estaba el proceso al comienzo del proyecto y saber en a que nivel afecta al proceso que los filtros abiertos estén llegando a la etapa de Moldeo, además de saber con exactitud el nivel de desperdicios y el costo que generan estos problemas a la empresa.

El paso de Analizar busca hacer un análisis de los datos recopilados en el paso de Medir. En esta etapa a base de los datos recopilados se busca entender lo que está pasando en el proceso de manufactura y cuales factores están afectando el mismo para de esa manera poder resolverlo o tratar de minimizar sus efectos. En nuestro caso vamos analizar cuanto porciento de filtros están llegando abierto a la etapa de moldeo, además de cuanto desperdicios produce la etapa de impresión, cuales son las causas que produce estos problemas y tratar de eliminarlos o reducirlos significativamente.

El paso de Mejora ya habiendo tomado las medidas, analizado e identificado cuales son las causas del problema que está afectando el proceso de manufactura de los filtros, entonces procedemos hacer las mejoras para resolver el o los problemas existentes.

El último paso de la metodología es la de Control, este paso busca controlar las mejoras realizadas para que el proceso las mantenga y no vuelvan a ocurrir los mismos problemas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con los datos históricos que se obtuvieron del proceso de ensamblado se construyo la grafica de control que se muestra en la Figura 1. Como se puede observar en la figura 1 el proceso de ensamblado no está en control estadístico y además cuenta con un nivel de desperdicios del 4.73% el cual es uno elevado. Ya que durante el año pasado en este proceso se realizaron 6,435,455 de filtros, esto equivale en desperdicios a 304,397 de filtros con un Cpk de 0.56 y un nivel sigma de 1.68; en términos económicos equivale a \$91,319 en pérdidas anuales.

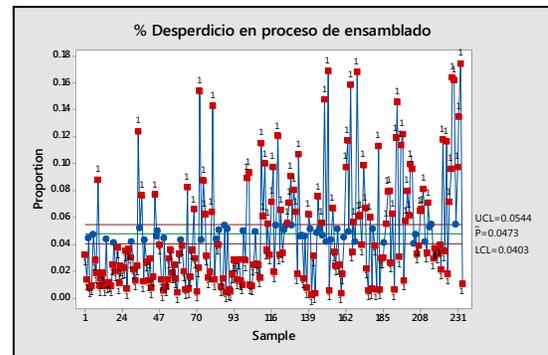


Figura 1

% Desperdicios en Proceso de Ensamblado

También se obtuvieron los datos históricos del proceso de Moldeo y se construyo la grafica de control que se muestra en la Figura 2. Como se puede observar en la figura 2 el proceso de Moldeo no está en control estadístico y además cuenta con un nivel de desperdicios del 11.49% el cual es uno elevado. Ya que durante el año pasado en este proceso se realizaron 5,667,469 de filtros, esto equivale en desperdicios a 651,192 de filtros con un Cpk de 0.40 y un nivel sigma de 1.20; en términos económicos equivale a \$273,500 en pérdidas anuales para la compañía encareciendo de esta manera el costo de los filtros que en esta planta se manufacturan.

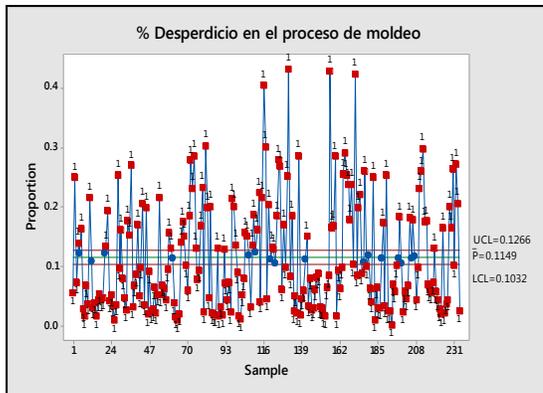


Figura 2

% Desperdicios en el Proceso de Moldeo

Para el proceso de impresión se recolecto los datos históricos igual que en los procesos anteriores y se construyo una grafica de control para establecer una base y determinar si el proceso se encontraba en control estadístico. Como podemos observar en la figura 3 el proceso no se encuentra en control estadístico y además cuenta con un nivel de desperdicios del 2.16% el cual es un porcentaje de desperdicios elevado. Ya que durante el año pasado en este proceso se realizaron un total de 5,363,043 de filtros, esto equivale en desperdicios a 116,056 de filtros con un Cpk de 0.65 y un nivel sigma de 1.95; en términos económicos equivale a \$48,743 en pérdidas anuales.

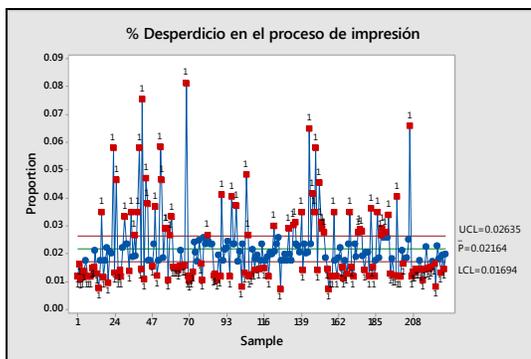


Figura 3

% Desperdicios en el Proceso de Impresión

En el proyecto se enfatizo en mejorar el proceso de Moldeo ya que es el que más afecta al proceso en general. Se identifico que en la etapa de Moldeo el mayor problema era que estaban llegando a este proceso muchos filtros abiertos. Se tomaron las medidas críticas de las tapas (Housing)

de entrada y salida del filtro, estas no mostraron tener mucho efecto al problema que estaba ocurriendo en el proceso de Moldeo, pero se observo que en la tapa (Housing) de salida del filtro, en la circunferencia había una parte más ancha que otra lo que podría estar provocando los problemas observados en el proceso de Moldeo. Para corregir este problema se le comunico al suplidor y este tomo las medidas para que las tapas de salida del filtro no llegaran a la planta de manufactura con este defecto para tratar de eliminar o reducir los desperdicios que estaban ocurriendo en la línea de producción.

Una vez llegaron a la planta de manufactura las tapas (Housing) sin el defecto descrito anteriormente se procedió a tomar datos del proceso para observar cómo se comportaba con las mejoras realizadas en el mismo.

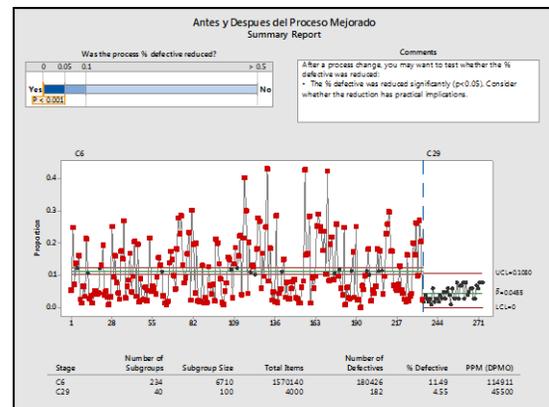


Figura 4

Antes y Después del Proceso Mejorado

En la figura 4 se puede observar como el proceso se encontraba al principio del proyecto y como el proceso se encuentra en la actualidad con las mejoras realizadas, todo esto en una sola grafica. Con una producción de 5,667,469 de filtros el proceso se encontraba con 11.49% de desperdicios, esto equivale a 651,192 de filtros abiertos, con un Cpk de 0.40 y un nivel sigma de 1.2; con las mejoras realizadas si se sigue con el patrón observado en la grafica de control y se produce la misma cantidad de filtros de 5,667,469 y un 4.55% de desperdicios, el proceso mejorado va a tener 257,860 de filtros abiertos, con un Cpk 0.57 y

un nivel sigma de 1.71, esto equivale a una mejoría en el proceso de un 60.40% con respecto a cómo se encontraba el proceso de Moldeo antes de realizar las mejoras.

CONCLUSIÓN

Luego de recopilar los datos históricos del proceso que se utiliza para manufacturar los filtros en la empresa, estos se tabularon y con esta información se realizaron graficas de control para defectos las cuales nos mostraron el porcentaje promedio en las diferentes etapas del proceso de manufactura los cuales fueron:

En la **Etapas de Ensamblado** según los datos históricos tiene 4.73% en desperdicios, en este proceso se manufacturaron un total de 6, 435,397 lo que equivale a 304,397 de filtros malos. En esta etapa el costo de manufacturar el filtro es de \$0.30 centavos así que en términos económicos en esta etapa se tiene una pérdida de \$91, 319 con un Cpk de 0.56 y un nivel sigma de 1.68.

En esta etapa se recomienda recopilar datos específicos en cuanto, a cuáles son los defectos que más están afectando este proceso y así poder realizar graficas de control más específicas y hacer un Pareto para determinar cuál es el defecto que más afecta a este proceso, por que los datos históricos solamente nos dice que fue un desperfecto y no especifica qué tipo de defecto fue el que se encontró. De esta manera trabajar con el defecto que más contribuye a las perdidas presentadas en esta etapa y poder de esa manera mejorar el rendimiento de la línea de producción.

En la **Etapas de Moldeo** según los datos históricos recopilados para esta etapa tiene 11.49% en desperdicios, estos desperdicios son filtros abiertos que están llegando a esta etapa de Moldeo, en este proceso se manufacturaron un total de 5,667,469 lo equivale a 651,192 de filtros abiertos que llegaron a esta etapa durante un año. En esta etapa el costo de manufacturar el filtro es de \$0.30 centavos así que en términos económicos en esta etapa se tiene una pérdida de \$273,500 con un Cpk de 0.40 y un nivel sigma de 1.2.

En esta etapa de Moldeo se encontró que es la que más problema tenía en el proceso de manufacturar los filtros en la empresa, por lo cual se decidió trabajar con este problema y de esta manera reducir el costo de manufacturar los filtros de una manera importante. Ya que el mayor problema en esta etapa era los filtros abiertos que estaban llegando al proceso, se tomaron las medidas críticas a las tapas (housing) de entrada y salida de los filtros y se determino que las medidas críticas para la tapa (housing) de salida eran la profundidad y el ancho los cuales se le hizo un análisis de capacidad y los resultados fueron para un Cpk de 0.61 y nivel sigma de 1.83; Cpk de 0.86 y nivel sigma de 2.58 respectivamente.

La medida crítica de profundidad a pesar de contar con un Cpk de 0.61 y contar con un nivel sigma de 1.83, se determino que esta no afectaba en el proceso de ensamblado ya que las medidas eran más profunda que lo especificado por lo cual había más espacio para el ensamblado de los filtros lo que es beneficioso para el proceso.

La otra medida crítica que se analizo fue la del ancho de la tapa (housing) de entrada, donde los resultados fueron un Cpk 0.98 y un nivel sigma de 2.94 lo cual tiene oportunidad de mejorar, pero se considera uno bueno para el proceso en el cual se está analizando ya que solo se tienen 1,574 defectos por cada millón de unidades producidas.

Se probó que las medidas de las tapas (housing) de entrada y salida no eran un factor determinante en los defectos que se estaban observando en la etapa de Moldeo, pero se observo un detalle importante en la tapa (housing) de salida y era que el borde de la circunferencia no era uniforme, es decir tenía una parte más ancha que otra, lo que provocaba que los filtros no fueran correctamente ensamblados, llegando abiertos a la etapa de Moldeo. Se contacto al proveedor de estas tapas (housing) para que corrigiera dicho problema en la manufactura de las mismas.

Una vez se corrigió el problema encontrado por nuestro proveedor se volvió a medir el proceso de Moldeo, esta vez dicho proceso tuvo 4.55% de desperdicios en filtros abiertos, si se sigue con este

patrón y se manufacturan 5, 667,469 se van a tener 257,860 filtros abiertos con Cpk de 0.57, un nivel sigma de 1.71 y pérdidas anuales en \$77,358; lo que equivale a un mejoramiento en el proceso de Moldeo de un 60.40%. Esto es un gran avance, pero todavía hay mucha oportunidad para mejorar el mismo.

Para mantener un monitoreo de los desperdicios que ocurren en la etapa de Moldeo se recomienda utilizar las figuras 5 y figura 6, que busca mantener en lugar visible como se está comportando la línea diariamente.

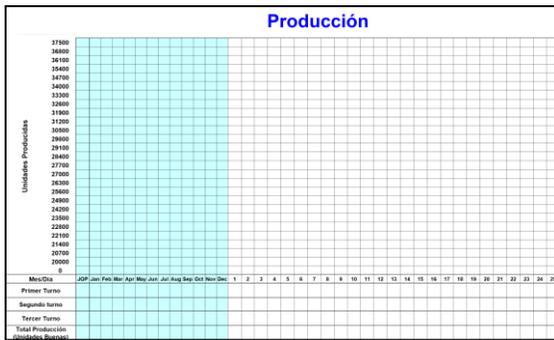


Figura 5
Tabla de Producción

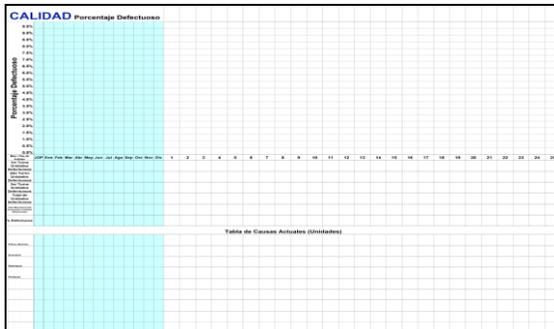


Figura 6
Porcentaje de Defectos

En la **Etapa de Impresión** según los datos históricos tiene 2.16% en desperdicios, en este proceso se manufacturaron un total de 5, 363,043 lo que equivale a 116,056 de filtros malos. En esta etapa el costo de manufacturar el filtro es de \$0.42 centavos así que en términos económicos en esta etapa se tiene una pérdida de \$48,743 con un Cpk de 0.65 y un nivel sigma de 1.95.

En esta etapa se recomienda recopilar datos específicos en cuanto, a cuáles son los defectos que más están afectando este proceso y así poder

realizar graficas de control más específicas y hacer un Pareto para determinar cuál es el defecto que más afecta a este proceso, por que los datos históricos solamente nos dice que fue un desperfecto y no especifica qué tipo de defecto fue el que se encontró. De esta manera trabajar con el defecto que más contribuye a las perdidas presentadas en esta etapa y poder de esa manera mejorar el rendimiento de la línea de producción. También se observo que hay varios platos de impresión (Print Plate) que están defectuosos, así que realizando el Pareto recomendado para ver que “Part Number” contribuye más a los defectos encontrados y cambiar esos “Print Plates” por unos nuevos se podría reducir significativamente los defectos en esta etapa del proceso.

REFERENCIAS

- [1] ISO, ISO 14001, *Sistema de Gestión Ambiental*, ISO, 2004.
- [2] ISO, ISO 9001, *Sistema de Gestión de la Calidad*, ISO, 2015.
- [3] ISO, ISO 13485, *Medical devices — Quality management systems — Requirements for regulatory purposes*, Switzerland: ISO, 2003.
- [4] H. Gutierrez Pulido & R. De la Vara Salazar, *Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma*, McGraw Hill Education, 2013.
- [5] F. Gryna, R. Chua & J. Defeo, *Método de Juran: Análisis y Planeación de la Calidad*, McGraw Hill, 2007.