



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga
Departamento de Ciencias Económico-Administrativas

PROYECTO DE TITULACIÓN

*SUSTITUCIÓN DE CODIGOS DE ESTAMPADO A CODIGOS DE LASER EN PIEZAS
DE PRODUCCIÓN*

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERA EN GESTIÓN EMPRESARIAL

PRESENTA:

CLAUDIA JANETH ORNELAS ÁVILA

ASESOR:

ING. FERNANDO GARCÍA VARGAS

Mayo



Ricardo
2022 Flores
Año de Magón

PRECURSOR DE LA REVOLUCIÓN MEXICANA

CAPÍTULO 1: PRELIMINARES

2. Agradecimientos

A mi madre

Por ser el pilar fundamental de lo que hoy soy como persona, por la educación que me brindó, por enseñarme a ser una persona de bien, por su apoyo incondicional y confiar en mi en todo momento.

A mi esposo

Por haberme apoyado cada día, por la motivación constante que me brindó, por estar conmigo en las buenas y en las malas, y por tiempo limitado que le brinde durante este tiempo, por ser mi guía mi compañero y ser mi mejor amigo.

Al Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga

Por tener grandes docentes lo cuales me ayudaron ser un profesionista, gracias por todo lo conocimientos transmitidos, por impulsar el desarrollo de nuestra formación profesional tanto como personal, porque sin excepción alguna, de todos y cada uno los maestros siempre tuve algo que aprender, por ser una institución que ejerce la disciplina y la igualdad.

A la empresa Sensata Technologies de México S de RL de CV,

Por darme la experiencia y la oportunidad de desarrollar mis conocimientos, por contar con grandes ingenieros que te ayudan a salir adelante, por motivarte día con día. Por crear nuevos proyectos que me ayudaron a ser parte de ellos.

A mis asesores

Ing. Fernando García Vargas y Ing. Raúl Ibarra Serna por haberme brindado su atención, apoyo, y paciencia para asesorarme en el desarrollo de mis residencias profesionales.

3. Resumen

El presente documento muestra las actividades desempeñadas para la sustitución de códigos de estampado, en la empresa Sensata Technologies de México S de RL de CV. En el negocio TSP “*TEMPERATURE SENSORS*”, conformado por 16 líneas de producción, las cuales se nombran con número de modelo para la fabricación de sensores para refrigeración de línea blanca.

En el periodo del primer cuarto correspondiente a enero a marzo del año 2021, se detectó una perdida por defecto de daño de Body (códigos desplazados e ilegibles), “cuerpo de la pieza” en la operación MFG 0500 de la línea 5024, al igual constantes fallas del equipo las cuales generan exceso de tiempo muerto, el cual partiendo de este defecto se busca implementar una mejora en el proceso para la eliminación de del daño de Body que tiene un costo por unidad de entre los \$.82 USD a \$7.27 USD. Y la eliminación de los tiempos muertos por parte del equipo.

Todo lo anterior se estará realizando en base a un cronograma que se encuentra redactado en el presente reporte de residencias, mediante la metodología DMAIC, seis sigma y herramientas de calidad: como histograma, diagrama de Pareto, diagrama de causa – efecto, se visualizó cuáles son el origen que está causando el desperdicio total de todo el sensor, y tiempos de paros constantes del equipo.

4.Índice

| | |
|---|-----------|
| CAPÍTULO 1: PRELIMINARES | II |
| 2. Agradecimientos..... | II |
| 3. Resumen..... | II |
| 4.Índice..... | III |
| CAPÍTULO 2 GENERALIDADES DEL PROYECTO | 2 |
| 5. Introducción..... | 2 |
| 6. Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del estudiante..... | 3 |
| 7. Problemas a resolver priorizándolos..... | 5 |
| 8. Justificación..... | 6 |
| 9. Objetivos Generales y Específicos..... | 7 |
| CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO | 8 |
| 10. Marco teórico (fundamentos teóricos)..... | 8 |
| 10.1 Seis sigma..... | 8 |
| 10.2 Kaizen..... | 9 |
| CAPITULO 4: DESARROLLO | 11 |
| 11. Procedimiento y descripción de las actividades..... | 11 |
| 11.1 Definir..... | 11 |
| 11.2 Medición..... | 13 |
| 11.3 Análisis..... | 14 |
| 11.4 Mejora..... | 17 |
| 11.5 Control..... | 18 |
| CAPÍTULO 5: RESULTADOS | 21 |
| 12. Análisis de resultados..... | 21 |
| CAPITULO 6: CONCLUSIONES DEL PROYECTO | 24 |
| Conclusiones..... | 24 |
| CAPITULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS | 25 |
| 14. Competencias desarrolladas y/o aplicadas..... | 25 |
| CAPITULO 8: FUENTES DE INFORMACION | 26 |
| 15. Fuentes de información..... | 26 |

| | |
|--|-----------|
| CAPITULO 9: ANEXOS..... | 28 |
| 17. Anexos..... | 28 |
| Anexo 1. Carta de autorización de Residencias Profesionales..... | 28 |
| Anexo 2. Dibujo de body (Varios números de parte). | 29 |
| Anexo 3. Sistema MPTS registro de paros de equipo en la red..... | 29 |
| Anexo 4. Manual marcador Laser (Código laser) Keyence..... | 30 |
| Anexo 5. Cotización | 31 |

Lista de tablas

| | |
|---|-----------|
| <i>Tabla 1 Cronograma.....</i> | <i>10</i> |
| <i>Tabla 2 Costo de mejora por desprecio de Boby.....</i> | <i>21</i> |

Lista de ilustraciones

| | |
|--|-----------|
| <i>Ilustración 1 Estación de estampado de body.....</i> | <i>2</i> |
| <i>Ilustración 2 Organigrama de la empresa.....</i> | <i>4</i> |
| <i>Ilustración 2 Nuestros clientes</i> | <i>5</i> |
| <i>Ilustración 4 Condición de códigos bien estampados</i> | <i>6</i> |
| <i>Ilustración 6 estampado de body.....</i> | <i>6</i> |
| <i>Ilustración 7 Brújula metodología DMAIC Seis Sigma.....</i> | <i>9</i> |
| <i>Ilustración 8 Pareto de defectos.</i> | <i>11</i> |
| <i>Ilustración 9 Pareto por fallas de equipos.....</i> | <i>12</i> |
| <i>Ilustración 10 Grafico I-MR para posición de código.</i> | <i>13</i> |
| <i>Ilustración 11 Posición de código estampado en body.....</i> | <i>13</i> |
| <i>Ilustración 12 Falla de Fallas de máquina de estampado.....</i> | <i>11</i> |
| <i>Ilustración 13 Diagrama de Ishikawa.....</i> | <i>11</i> |
| <i>Ilustración 14 Herramientales dañados y obsoletos</i> | <i>11</i> |
| <i>Ilustración 15 Equipo de estampado</i> | <i>13</i> |
| <i>Ilustración 16 Equipo laser.....</i> | <i>14</i> |

| | |
|---|-----------|
| <i>Ilustración 17 Sistema de coordenadas.....</i> | <i>17</i> |
| <i>Ilustración 18 Extracto de HOE.....</i> | <i>18</i> |
| <i>Ilustración 19 Recetas (programa) por cada número de parte</i> | <i>21</i> |
| <i>Ilustración 20 Control Plan actualizado</i> | <i>21</i> |
| <i>Ilustración 21 Antes de mejora</i> | <i>24</i> |
| <i>Ilustración 22 Después de mejora</i> | <i>24</i> |
| <i>Ilustración 23 Tendencia de Scrap.....</i> | <i>25</i> |
| <i>Ilustración 24 Pareto antes de mejora</i> | <i>25</i> |
| <i>Ilustración 25 Pareto después de mejora</i> | <i>26</i> |

CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO

5. Introducción

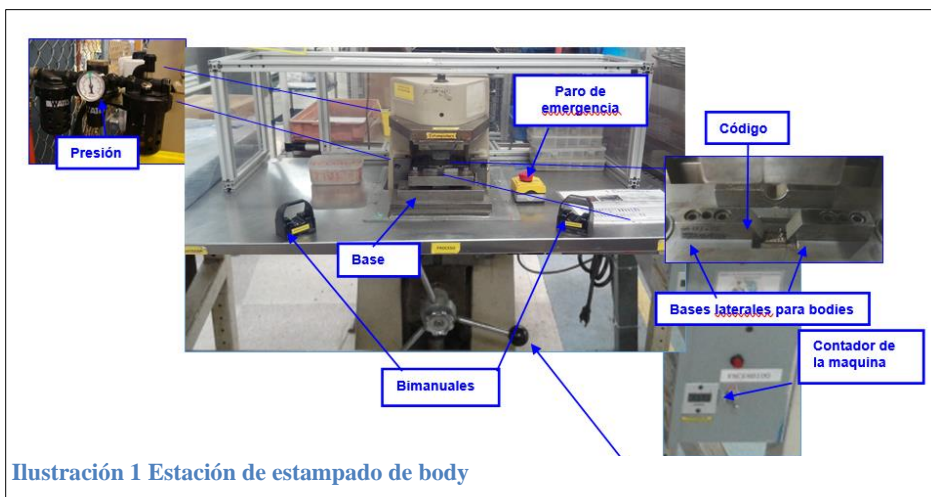
Los costos son un concepto fundamental en toda organización porque permiten determinar el resultado (ganancia o pérdida) de las operaciones, además de ser una herramienta para la toma de decisiones.

En la línea 5024 de la empresa Sensata Technologies, se busca implementar una mejora para la eliminación de un defecto por causa de desperdicio de Body por códigos desplazados e ilegibles, y la eliminación constante de tiempos muertos por parte del equipo.

La pieza sensor tiene un costo de \$.82 usd a \$7.27 usd, lo cual genera una pérdida por mes de \$ 225.37 usd. Y un total de horas de paro del equipo por 42.7 horas al mes.

La cantidad de Scrap del Body que se desperdicia será considerable, por lo que se identifica la oportunidad de implementar una mejora para eliminarlo, con un promedio 98.83%.

El informe técnico de residencias, parte de la situación que se tiene tomando como base el primer cuarto de este año 2021, en este lapso se detectaron las posibles causas de la generación de Scrap del Body en la operación MFG 0500 ver referencia **Ilustración 1**, por lo que se observa la necesidad de implementar acciones para la eliminación de la operación de estampado.



6. Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del estudiante

La industria automotriz desde sus inicios en el país y la región es un motor muy importante para México y Aguascalientes, la competencia entre marcas que se posicionan en el mercado, la alta demanda de los productos que se manufacturan en la región y la ubicación estratégica de esta empresa nos hace un importante proveedor de sensores y controles de presión automotriz a nivel mundial ya que es la más grande y productiva de todas las plantas que se encuentran alrededor del mundo.

En Sensata Technologies tenemos dos negocios principales llamados Unidades Globales de Negocios GBU: Sensores y Controles (también llamado Electrical Protection). En la planta de Aguascalientes manufacturamos productos para estas dos GBU, en la segunda es donde se desarrolló el presente proyecto en el negocio de TSP.

Actualmente la implementación del proyecto se llevará a cabo en el área de mantenimiento de equipo para cambiar los códigos de estampado por códigos de láser, en el departamento de la línea de producción 5024.

Historia de Sensata

1916 nace General Plate Company en Attleboro Massachusetts. Abastecía de placas de oro a la industria joyera de Rhode Island.

1931 General Plate se fusiona con Spencer Thermostat Company formando Metals & Controls corporation (M&C) e iniciando operaciones en México. 1932 Texas Instruments adquiere Metals & Controls corporation (M&C)

1963 Texas Instruments crea la división Materials & Controls.

1969 la misión Apolo lleva al primer hombre en la luna. Interruptores, termostatos, transistores y otros productos de la división M&C son parte de la misión.

1984 Texas Instruments se establece en Aguascalientes.

1997 Se inaugura la planta Morelos en Aguascalientes.

1997 Materials & Controls (M&C) cambia su nombre a Sensors & Controls (S&C).

2006 Sensors & Controls (S&C) es adquirida por Bain Capital, convirtiéndose en una compañía independiente llamada Sensata Technologies.

2006 Sensata Technologies comienza a cotizar en la bolsa de valores de N.Y.

2013 El crecimiento de Sensata Technologies se sigue reflejando en la adquisición de compañías con productos similares y complementarios.

Misión: Ser el principal Proveedor mundial de sensores y controles.

Visión: Ser un líder mundial y un innovador temprano en sensores y protección eléctrica.

Valores: Integridad, Innovación y compromiso.

Objetivos: Llegar a un mercado más amplio, satisfacer completamente las demandas de nuestros clientes, ser la empresa núm. 1 en el mercado de sensores y controles.

Organigrama

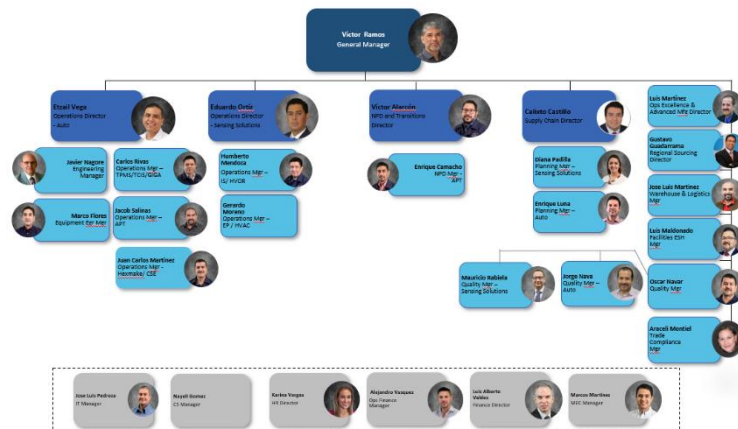


Ilustración 2 Organigrama de la empresa

Nuestros clientes

Entre los clientes más distinguidos de las líneas de manufactura del TSP, se encuentran, GM y Continental, Volvo, Audi, Volks Waugen, Honda, Nissan, BMW, Ford, Chrysler, Mazda Mercedes Benz, Toyota, Caterpillar, John Deere, entre otros.



Ilustración 3 Nuestros clientes

7. Problemas a resolver priorizándolos

En la operación MFG PH3 0500 Estampado de Body se tiene una problemática dentro del proceso de producción, debido al desperdicio total de Body a causa códigos desplazados, e ilegibles, **Ilustración 5**, la condición actual de la pieza es generada debido a que la máquina no codifica correctamente **Ilustración 6**, esto a causa a que Herramental 'troquel', sufre un desgaste continuo el cual ejerce una fuerza al hacer su función y esto genera una mala alineación causando que el sensor no centre correctamente el código estampado. Además de tener paros constantes por ajuste del herramental.



Ilustración 4 condición de códigos bien estampados



Ilustración 5 condición de códigos mal estampados



Se analiza mediante un formato, “carta P” la cual sirve para analizar la proporción de artículos defectuosos por subgrupo (unidades rechazadas/ unidades inspeccionadas) es importante detectar los defectos causados por el desperdicio de Body generados al estampar el código.



Ilustración 6 estampado de body

8. Justificación

En Sensata Technologies se labora mediante una metodología de trabajo, que nos permite llevar a cabo la realización del proyecto, para resaltar la reducción del desperdicio que se genera a través del rendimiento del equipo, mejora de desempeño del producto, y así mismo, para tener un beneficio reducir los costos del procesamiento, y reducción de tiempos de proceso, así como mejorar la calidad de nuestros productos.

También medimos y mejoramos la condición de la manufactura de nuestros procesos y reducimos los defectos que conllevan nuestros productos y clientes.

En este proyecto fue considerado también la validación de criterios emitidos causados por la relación del Scrap y paros frecuentes en nuestros procesos que nos afectan en la disponibilidad de nuestros equipos.

Así que la realización del proyecto se desarrollara para investigar de una manera analítica la evaluación del equipo, es importante resaltar la reducción del desperdicio, generado a través del bajo rendimiento del equipo, para continuar con este desempeño se propone reducir los costos, tiempos procesos, mejorar la calidad de los productos así mismo la reducción de tiempos muertos, mejoramiento de la productividad por parte de manufactura, y por último la reducir defectos visuales que lleguen a nuestros clientes.

Fue considerado también en el proceso de validación de los criterios emitidos a causa de costos por la relación de Scrap.

Finalmente se desarrolló por los factores de la investigación un proceso analítico que permitió identificar los criterios de mayor importancia se comprende evaluar los defectos, interpretar el desarrollo que origina un problema de línea causado por costos.

9. Objetivos Generales y Específicos

Objetivo General

Reducir los costos y la cantidad de Scrap generados por el desperdicio de Body mediante la implementación de códigos de láser.

Objetivos Específicos

- I. Documentar la cantidad de Scrap que se ha generado por daño de Body (códigos desplazados e ilegibles), en un periodo determinado.
- II. Analizar los costos generados por el daño de Body “por mes”.
- III. Analizar la cantidad de horas de paro del equipo.
- IV. Realizar pruebas de códigos del estampado en la línea 5024 en láser.
- V. Analizar los resultados de la implementación de códigos de láser.

CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO

10. Marco teórico (fundamentos teóricos).

La solución del presente problema se llevará cabo en fundamento a metodologías y herramientas de ingeniería, tales como seis sigma (DMAIC), y Kaizen con el equipo de trabajo interno.

10.1 Seis sigma

- Inicia en 1987 en Motorola, Phoenix. En su división de manufactura.
- GE lo hace brillar.
- Hoy, la metodología se aplica en muchos campos de los negocios, tanto en la manufactura como en los servicios.

Seis Sigma es una de las estrategias más potentes nunca desarrollada para acelerar la mejora de procesos, los servicios y para reducir radicalmente los costos administrativos, de manufactura y mejorar la calidad.

Ello se logra al enfocarse decididamente a eliminar el desperdicio y reducir los defectos y la variación.

¿Cuáles son los objetivos de Seis Sigma?

1. Incrementar los márgenes de ganancia.
2. Reducir defectos.
3. Reducir tiempos de ciclo en los procesos.
4. Reducir costos de producción y de desarrollo.
5. Lograr mejoras significativas en la satisfacción de los clientes.

Brújula del proceso DMAIC. **Ilustración 7.**



Ilustración 7 Brújula metodología DMAIC Seis Sigma

10.2 Kaizen

Kaizen, más conocido como *mejora continua*, sostiene que siempre es posible hacer mejor las cosas. El objetivo fundamental de esta herramienta es crear más valor con menos muda (**Womack y Jones, 2005**). Es importante involucrar a toda la plantilla en esa cultura de mejora, pero especialmente a los operarios por ser los verdaderos conocedores del puesto de trabajo. Cabe destacar que no importa a qué actividad se dedique la organización, si es privada o pública, y si persigue o no beneficios económicos, siempre debe mejorar su funcionamiento y lograr satisfacer la mayor cantidad de objetivos posibles.

El término Kaizen es relativamente nuevo. De acuerdo con su creador **Masaaki Imai**, proviene de dos ideogramas japoneses: “*Kai*” que significa cambio y “*Zen*” que quiere decir para mejorar. Así, podemos decir que *Kaizen* es “Cambio para mejorar” o “mejoramiento continuo”, como comúnmente se conoce.

Teoría en la que se fundamenta la solución del problema.

Debido al defecto generado en el Body de material de bronce, y al proceso con el que se cuenta para realizar la impresión de código, mediante máquina de prensa (Tipo troquel), el daño es de tal grado que no es posible realizar re trabajo, teniendo que tirar el

componente, además del costo por tiempo de inactividad por falla de la máquina por el mal troquelado que genera el defecto en el Body, por ello se recomienda realizar el cambio en el proceso para la impresión de código mediante otro sistema el cual genere un menor riesgo de daño en el componente incluso si este se realiza mal, poder recuperar mediante un re trabajo el componente.

CAPITULO 4: DESARROLLO

Cronograma de actividades

Tabla 1 Cronograma

| Actividades | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
|--|--------|------------|---------|-----------|-----------|
| Definición del problema | | | | | |
| Medir condición actual en operación de estampado | | | | | |
| Analizar la causa y raíz de modos de falla | | | | | |
| Implementar mejora y validación del sistema | | | | | |
| Controlar mejora implementada | | | | | |
| Evaluación de resultados | | | | | |

11. Procedimiento y descripción de las actividades

A continuación, se adentrará al lector a los puntos principales de la metodología o desarrollo del proyecto, en los cuales se especifican las fallas y se muestran las actividades de estas, así como algunos aspectos generales que se analizaron con la finalidad de eliminar el desperdicio de Body y paros constantes del equipo.

11.1 Definir

En la operación MFG PH3 0500 Estampado de Body se tiene una problemática dentro del proceso de producción, debido al desperdicio total de Body a causa códigos desplazados, e ilegibles, la condición actual de la pieza es generada debido a que la máquina no codifica correctamente, esto a causa a de que el Herramental 'troquel', comienza a presentar incremento de falla en su operación, teniendo como resultado el desperdicio de body de aproximadamente 77% con respecto de los demás defectos reportados.

Diagrama de Pareto.

Después de la recolección de datos con respecto a los defectos generados, ver **Ilustración 8**, en línea se tiene como resultado que el mayor número de defectos es generado en la estación de estampado por condiciones de defectos de body, códigos desplazados y códigos ilegibles.

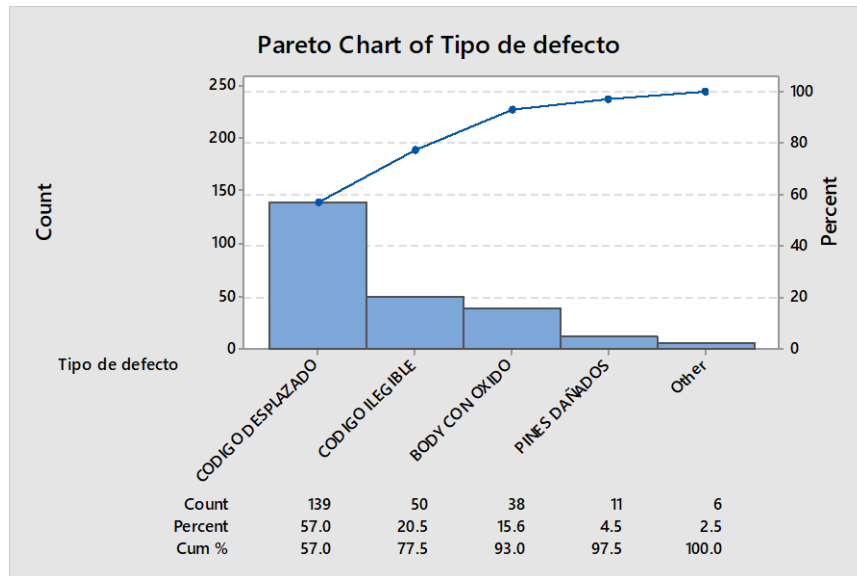


Ilustración 8 Pareto de defectos

Pareto de fallas de maquinaria y equipo, **Ilustración 9**, en este proyecto se eliminarán los problemas en máquina de estampado de acuerdo a que es el equipo que más contribuye con los defectos de la línea.

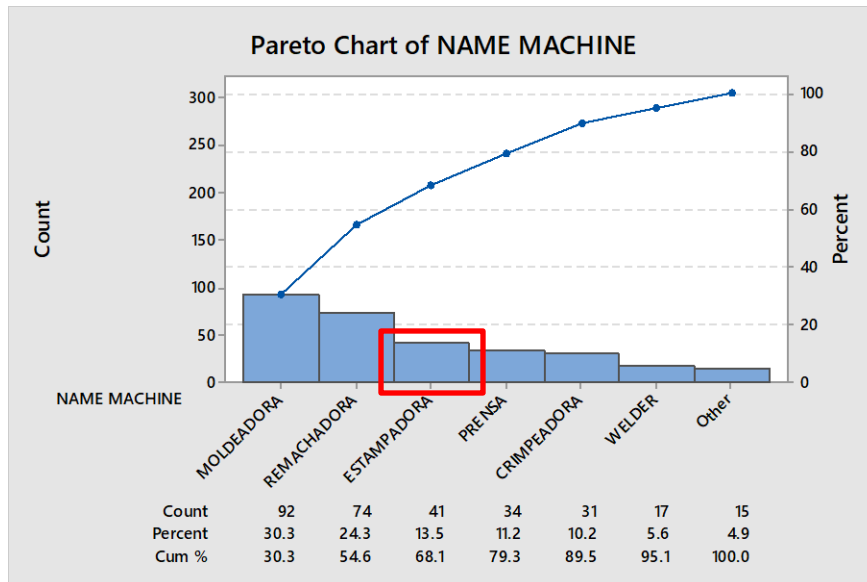


Ilustración 9 Pareto por fallas de equipos

11.2 Medición

Se realiza la medición de la posición del código al centro de la superficie, de la cara donde este debe encontrarse el, código en el Body 6.08 mm (superficie total 12.18mm), dado que no se cuenta con especificación de posición de código, se define con las mediciones de piezas con respecto al dibujo, que con una variación de 2.5mm el código ya se encuentra fuera del margen inferior, **Ilustración 10**, ver imagen de posición de estampado por troquel, **Ilustración 11**, teniendo como resultado el código desplazado fuera de especificación, en dichas mediciones se observa que conforme a los ciclos de la máquina, la posición de código tiende siempre a bajar, aunado a esto los códigos ilegibles aun estando dentro de posición por la variación y desajuste de la máquina.

Se asignan límites de especificación 6.08 +/- 2 mm, solo con fines de demostración para proyecto. Se presenta gráfico de SPC (I-MR) datos individuales de medias y rangos para la posición de código después de un arranque de máquina una vez ajustada a su posición correcta.

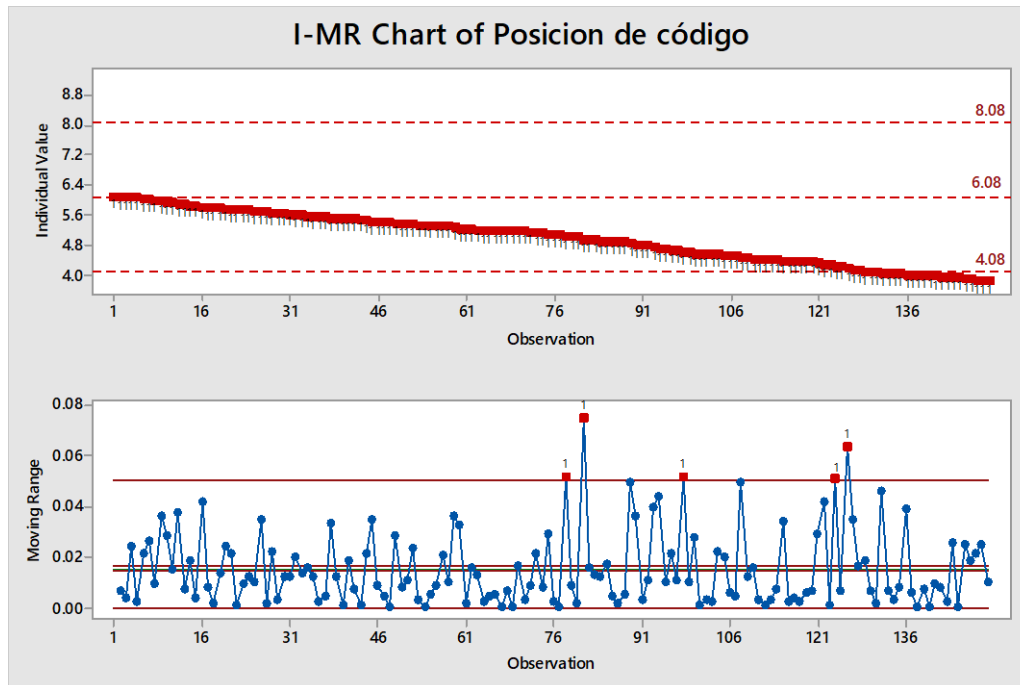


Ilustración 10 Grafico I-MR para posición de código

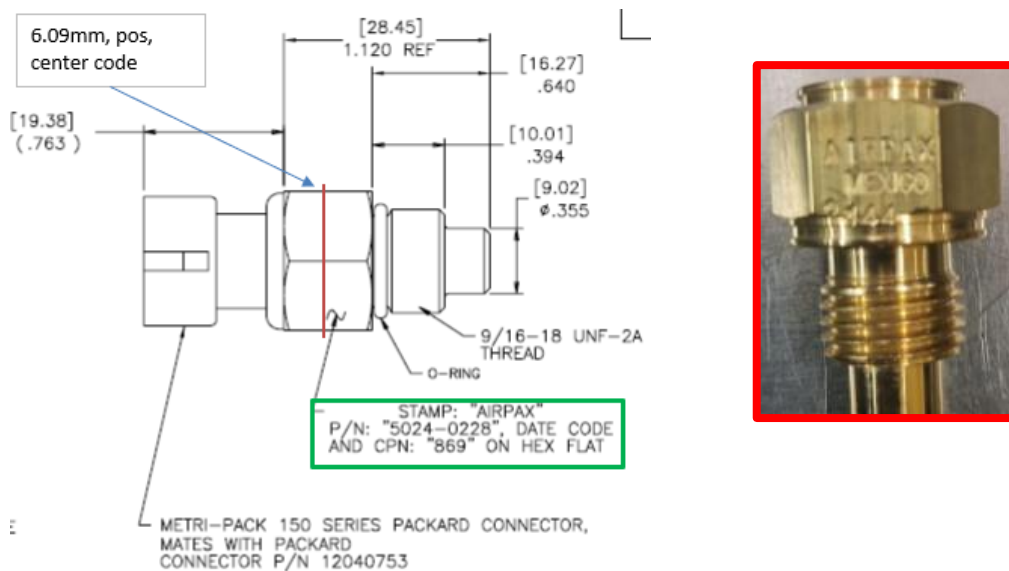


Ilustración 11 Posición de código estampado en body

11.3 Análisis

Después de haber recolectado los datos del funcionamiento de la máquina de estampado (Troquel), se cuenta con una tendencia por cuarto anual, en los cuales se observa claramente un incremento de paros por falla de máquina de estampado, **Ilustración 12**,

la cual influye en la generación de defectos antes mencionados en el Body, con el problema reportado por el operador como “No estampa correctamente”.

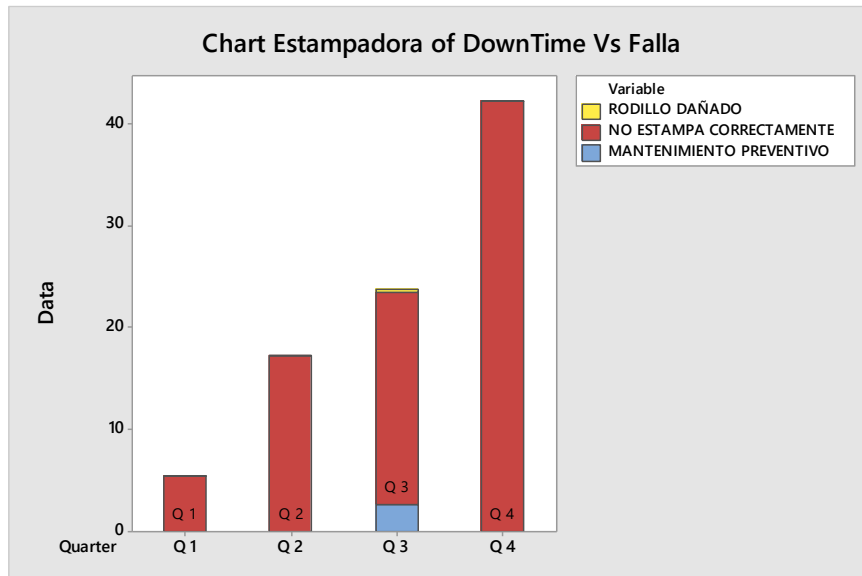


Ilustración 12 Fallas de máquina de estampado

Diagrama de causa y efecto (Ishikawa).

Para comprender el porqué del incremento en las fallas del equipo las cuales generan exceso de Scrap se corresponde a realizar análisis de variables 5Ms **Ilustración 13**, mediante un diagrama de causa y efecto o bien conocido como Diagrama de Ishikawa (Fishbone).

Una vez planteadas las posibles causas por las cuales cuenta con fallas la máquina las cuales son la generación de los defectos se procede a hacer Gemba (ir al lugar de los hechos), línea de producción operación de estampado, en conjunto con el equipo multidisciplinario.

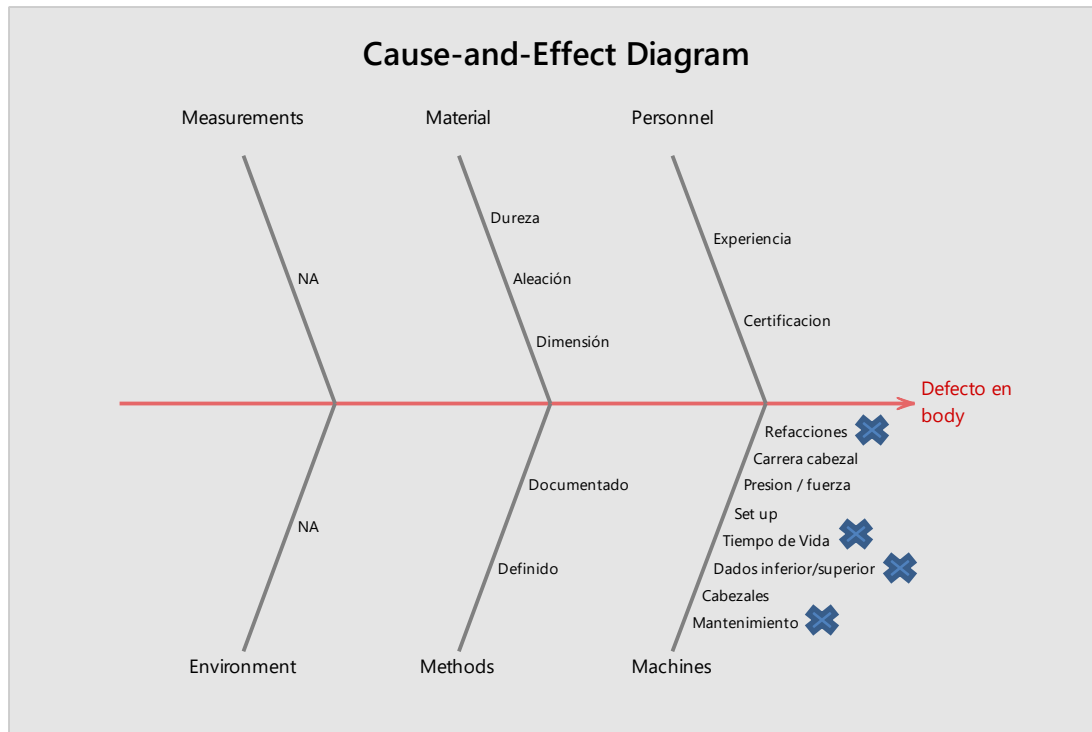


Ilustración 13 Diagrama de Ishikawa

Después del actual análisis se consideran tres variables que influyen drásticamente en las fallas y generación de defectos en dicha operación, **Ilustración 14**.

- Dados de máquina superiores e inferiores ya muy dañados desgastados, por más y correctos ajustes esta tiende a exceso de variación y por ende su desajuste.
- Refacciones para mantenimiento y reparación de esta máquina ya no se fabrican, y de conseguir proveedor son excesivamente caras.
- Tiempo de vida de la máquina más de 12 años en Sensata planta Aguascalientes, está ya se encuentra en estado de obsolescencia, por esta condición los ajustes solo duran poco tiempo, y las refacciones ya no se consiguen.
- El mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo no logra correctamente en tiempo y forma debido a la falta de refacciones por lo antes mencionado.



Ilustración 14 Herramientales dañados y obsoletos

11.4 Mejora

Una vez determinado con el equipo multidisciplinario, el costo de seguir teniendo este equipo obsoleto, **Ilustración 15**, tiene como consecuencia incrementos de costos de fabricación, por paros por falla del equipo y generación de defectos, se propone y procede a realizar el cambio de equipo para realización de código, considerando las tecnologías más sofisticadas como lo es el láser, **Ilustración 16**, a través de la programación con coordenadas, teniendo como ventajas un buen ajuste con base en una programación de códigos de cada número de parte a través de un software, **Ilustración 17**, se eliminan los rechazos por códigos ilegibles o desplazados y daño del Body, si por alguna razón el codificado del material no es el correcto se cuenta con la facilidad de realizar retrabajo, es decir poder remover el código láser para poder ser codificado correctamente, se elimina el tiempo de inactividad del equipo.

Actual



Ilustración 15 Equipo de estampado

Propuesto



Ilustración 16 Equipo laser

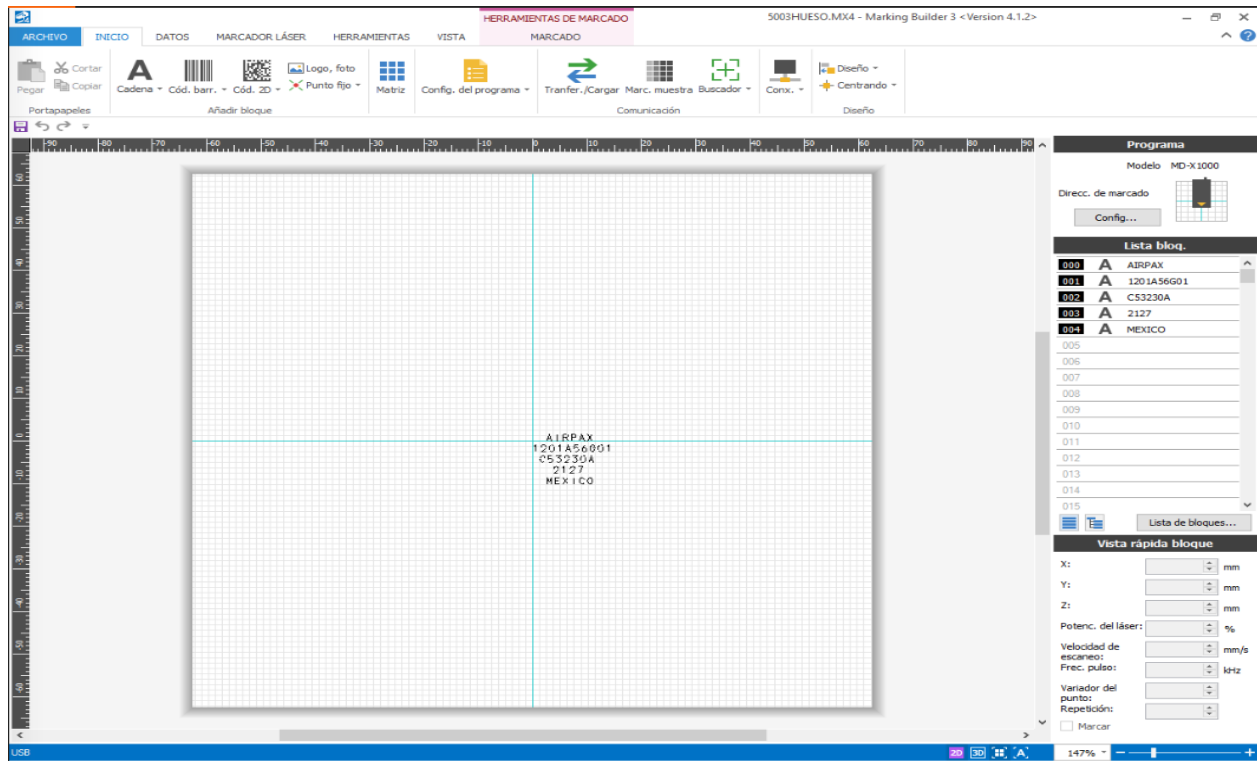


Ilustración 17 sistema de coordenadas

11.5 Control

Documentación

Se realiza una nueva instrucción de trabajo Hoja de Operación Estándar (HOE), **Ilustración 18**, para la operación de codificado láser, el set-up de la máquina se realiza a través de PC ingresando en el programa Keyence incluido en la láser, el modelo a procesar como sistema Poka Yoke con la finalidad de codificar de acuerdo con el número de parte a procesar.

| Sensata Technologies | | HOJA DE OPERACION ESTANDAR (HOE) | | ELABORADO QA-JIFG-ING-PROC-OPER | | TEMPORAL 05-nov-21 | |
|------------------------|------------------------------------|---|--------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|--|
| LINEA | 5024, 5011, 3000, 8601, 6024, 4100 | HERRAMIENTA Y EQUIPO: | | EQUIPO DE SEGURIDAD: | | | |
| NOMBRE DE LA OPERACION | Laser | 1. Servilletas o micro fibra 2. Fixture (segun modelo a procesar) 3. Computadora | | 1- Lentes de seguridad 2. Bata | | | |
| NUMERO DE LA OPERACION | MFG TSP SA 0500 | NO. DE MAQUINA | 0 | tiempo ciclo operacion: | Tiempo ciclo del Cliente (Tack Time): | | |
| TAREA | Descripcion de la operacion | | Kanban en el proceso: | Verificación de Calidad: | Actividad Critica CC/FF | ESH | |
| Simbolo | # Paso | Elemento de Trabajo | Tiempo de Elemento (Seg) | | Diagrama de Flujo de la Operación | | |
| | | | Trabajo Manual | Maquina | | | |
| | 1 | Colocar y/o verificar que el fixture se encuentre dentro de la maquina en la posicion correcta | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| | 2 | Tomar una pieza en una y colocarlas en el fixture dentro de la maquina | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| | 3 | Verificar que la posicion dentro del fixture sea la correcta (tocando la pared interna del fixture hasta el fondo) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| | 4 | Cerrar el laser y dar ciclo | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| | 5 | Inspeccionar codigo, colocar piezas buenas en contenedor de proceso y piezas malas en contenedor de scrap acorde criterios de ayuda visual. | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| | | Total | 0 | 0 | 0 Segundos | | |

Ilustración 18 Extracto de HOE

Se crean las recetas (programas) en software de láser Keyence para cada número de parte o modelo que se procesará en esta nueva máquina, **Ilustración 19**, operación de codificado láser, contra requerimiento de cliente, al igual que se actualiza la documentación auditable tal como plan de control, **Ilustración 20**.

| Model | Customer | | | | | | | | | | | Validation of Drawing | Validation of Documentation (CP) | Shipments (pieces shipped on good) |
|---------------|---|------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|---|--------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| 5024-0228 | WACKER NEUSON AMERICA CORPORATION | WACKER NEUSON PRODUCTION AMERICAS | WACKER NEUSON PRODUCTION AMERICAS LLC | SAGER ELECTRICAL SUPPLY CO INC | SAGER ELECTRONICS | BOBCAT FRANCE SA | DOOSAN BOBCAT MANUFACTURING S.R.O. | CLARK EQUIPMENT CO DBA BOBCAT COMPANY | DOOSAN BOBCAT EMEA S.R.O. | DOOSAN BOBCAT CHINA CO., LTD | WACKER NEUSON AMERICA CORPORATION | yes stamp | yes stamp | 59324 |
| 5024-0250 | CUMMINS POWER GENERATION (CHINA) CO.LTD | TATA CUMMINS PVT. LTD. | CUMMINS INC | TATA CUMMINS PRIVATE LIMITED | NORTHERN POWER PRODUCTS INC | CUMMINS INDIA LTD | CUMMINS INC | CUMMINS ENGINE COMPANY INC | CUMMINS ENGINE COMPANY INC | CUMMINS INC | | yes stamp | yes stamp | 25081 |
| 5024-0180 | SAGER ELECTRICAL SUPPLY CO INC | DOOSAN BOBCAT MANUFACTURING S.R.O. | CLARK EQUIPMENT CO DBA BOBCAT COMPANY | DOOSAN BOBCAT CHINA CO., LTD | DOOSAN BOBCAT MANUFACTURING S.R.O. | | | | | | | yes stamp | yes stamp | 11268 |
| 5024-0274 | TATA CUMMINS PVT. LTD. | CUMMINS INDIA LTD | CUMMINS INC | TATA CUMMINS PRIVATE LIMITED | CUMMINS POWER GENERATION (CHINA) CO.LTD | CUMMINS TECHNOLOGIES INDIA PVT. LTD. | CUMMINS INC | CUMMINS ENGINE COMPANY INC | | | | yes stamp | yes stamp | 8562 |
| 5024-0698 | CUMMINS INC | | | | | | | | | | | yes stamp | yes stamp | 300 |
| 5024-0250..13 | CUMMINS INC | | | | | | | | | | | yes stamp | yes stamp | 224 |
| 5024-0179 | SAGER ELECTRONICS | SAGER ELECTRICAL SUPPLY CO INC | | | | | | | | | | yes stamp | yes stamp | 184 |
| 5024-0178 | SAGER ELECTRICAL SUPPLY CO INC | SAGER ELECTRONICS | SAGER ELECTRONICS | SAGER ELECTRICAL SUPPLY CO INC | | | | | | | | yes stamp | yes stamp | 0 |
| 5024-0692 | CUMMINS INDIA LTD | CUMMINS INC | INDUSTRIAL POWER UNITS LTD | | | | | | | | | yes stamp | yes stamp | 0 |
| 5024-0734 | VIA MOTORS INC.US | | | | | | | | | | | yes stamp | yes stamp | 0 |
| 5024-0181 | SAGER ELECTRICAL SUPPLY CO INC | | | | | | | | | | | yes stamp | yes stamp | 0 |

Ilustración 19 Recetas (programa) por cada número de parte

| ITEM | | CLASE | CONDICION A CHECAR | METODO | RESPONSABLE | FRECUENCIA | ARCHIVO | REQUERIMIENTOS DE CALIDAD | DISPOSICION DE FALLA/PLAN DE REACCION |
|------|--|-------|--------------------|----------------|-----------------|-----------------------------|--------------|--|--|
| | | | Programa correcto | Visual | MFG TSP SA 0500 | Una vez al inicio del lote | Hoja viajera | Selección de reseta correcta acorde a modelo a procesar | En el caso de presentar 2 o más piezas malas consecutivas, identifique el material y notifique al equipo de MRB. |
| | | | Posicion correcta | Fixture | Manufatura | 100% | Hoja viajera | Selección el fixture correcto de acuerdo al modelo a procesar | En el caso de presentar 2 o más piezas malas consecutivas, identifique el material y notifique al equipo de MRB. |
| | | | Codigo Legible | Visual/ Manual | Manufatura | 5 piezas al inicio del lote | Hoja viajera | Código Correcto de acuerdo dibujo, y debe de ser legible Debera de recibir firma de arranque en su hoja viajera | En el caso de presentar 2 o más piezas malas consecutivas, identifique el material y notifique al equipo de MRB. |
| | | | Codigo Correcto | Visual/ Manual | Manufatura | Una vez al inicio del lote | Hoja viajera | De acuerdo a la MFG MFG TSP SA 0500/ AV 01 El codigo debera de ser el correspondiente al modelo procesado de acuerdo al apartado de anexo 2 | En el caso de presentar 2 o más piezas malas consecutivas, identifique el material y notifique al equipo de MRB. |

Ilustración 20 Control Plan actualizado

CAPÍTULO 5: RESULTADOS

12. Análisis de resultados

Después de la implementación de la mejora, máquina de codificado láser, se obtienen los siguientes resultados.

Se observa en los gráficos claramente antes del término del último cuarto anual (Q4), **ilustraciones 21 y 22**, la eliminación de paros por falla del equipo, teniendo como consecuencia un impacto positivo en la tendencia de Scrap por problemas de mal estampado, como código desplazado e ilegibles, siendo estos nulos **Ilustración 23**.

Se elimina el 99% de las fallas de equipo, solo se cuenta con paros por falta de receta, (programas) ya que conforme ingresan el resto de los modelos serán eliminados una vez se encuentren todos los modelos cargados en la nueva máquina de codificado láser.

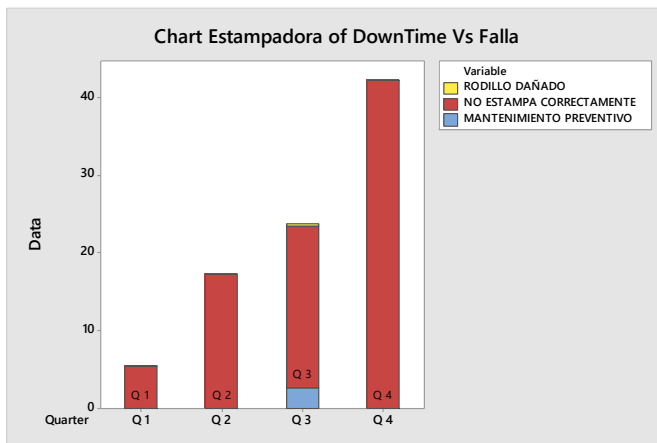


Ilustración 21 Antes de mejora

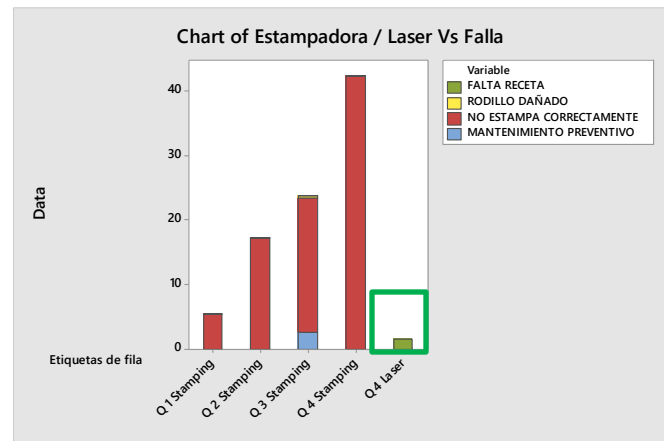


Ilustración 22 Después de mejora

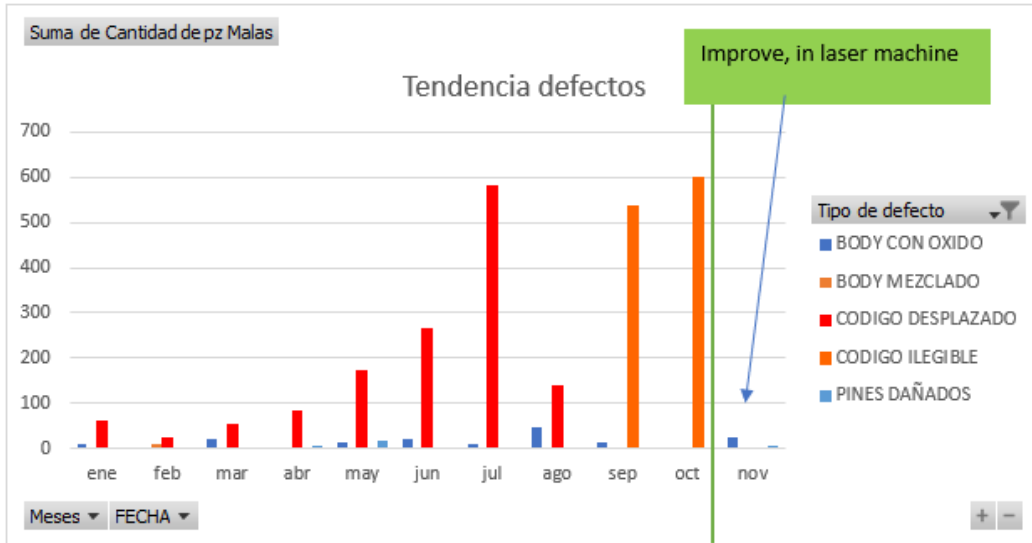


Ilustración 23 Tendencia de Scrap

Los defectos por Body dañado, en la máquina de estampado códigos ilegibles y desplazados tienden a desaparecer en su 100% con el nuevo equipo adquirido, desapareciendo en el diagrama Pareto obtenido después de la mejora.

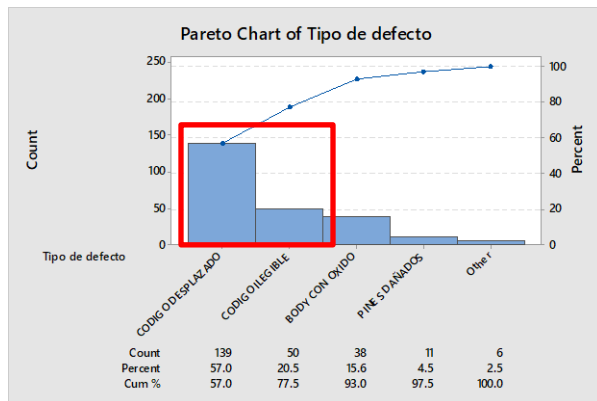


Ilustración 24 Pareto antes de mejora

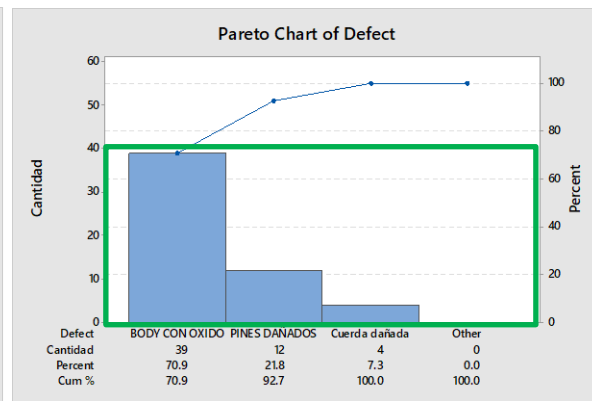


Ilustración 25 Pareto después de mejora

Como resultados generales en este proyecto se cuenta con dos grandes mejoras, eliminación de tiempo de inactividad del equipo por obsolescencia lo cual tiene como efecto un incremento de la productividad, y trayendo con sigo la eliminación de defectos generados en dicho equipo al realizar un mal estampado, así mismo se obtiene una reducción en PPM's, teniendo en este último una ahorro de más de \$6,400 USD anuales y más \$50000 de por cada millón de unidades producidas, más el costo generado por el

tiempo de inactividad del equipo y refacciones especiales dada la obsolescencia del equipo.

Tabla 2 Costo de mejora por desprecio de body

| Concepto | Cantidad |
|--------------------------------------|-------------|
| Cantidad producida | 127830 |
| Cantidad defectos | 2681 |
| Cantidad defectos estampadora | 2505 |
| Costo promedio de Body USD | 2.58 |
| Ahorro USD | 6462.9 |
| | |
| PPM Estampadora | 19596.33889 |
| Ahorro USD por cada millón producido | 50558.55433 |

CAPITULO 6: CONCLUSIONES DEL PROYECTO

Conclusiones

Con el cambio del equipo para el proceso de codificado, por estampado a codificado por láser se deja de desperdiciar el exceso de material por condiciones de mal estampado, mejorando la calidad de producto reduciendo así la probabilidad de riesgo de un rechazo por cliente, lo que tiene como resultado afectación en costos monetarios, también se logra mejorar la capacidad del proceso así como el incremento de producción debido a que se elimina el 100% de los tiempos inactivos en dicha operación, lo que anteriormente tenía como consecuencia paro del resto de la línea de producción y sus costos respectivos, ahora se lograra cumplir con el requerimiento de los clientes sin necesidad de requerir de tiempos extra con los operadores de producción y áreas de soporte. Todo esto se logra gracias al equipo multidisciplinario y al apoyo de las gerencias de negocio IS/TSP para la línea 5024.

CAPITULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS.

14. Competencias desarrolladas y/o aplicadas

En el desarrollo del presente proyecto aplique diversos conocimientos de ingeniería como lo son gestión de nuevos proyectos en la implementación de diferentes procesos y equipos.

Gestione a través de la empresa para que laboro y proveedores la adquisición de nuevos equipos necesarios con la solicitud de cotizaciones con la finalidad de elegir el mejor.

Aplique y desarrolle metodologías de mejora continua, en el presente documento metodología DMAIC Seis Sigma.

Aplique además de metodologías, herramientas de calidad para lograr un completo análisis respecto a los problemas presentados.

Contribuí con la participación y apoyo en equipos multidisciplinarios con el fin de alcanzar los objetivos de la empresa.

Gestione directamente con personal de compras la adquisición del producto requerido analizando las variables económicas de la empresa, manejo de capital.

Aplique metodología de la investigación con el fin de documentar los cambios necesarios del proceso, así como el presente reporte.

CAPITULO 8: FUENTES DE INFORMACION

15. Fuentes de información

“Roberto Carro Paz, Daniel González Gómez, Administración de la Calidad Total.”

“Humberto Gutiérrez Pulido, Román de la Vara Salazar, 2013, Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma Tercera Edición, México D.F. Mc Graw Hill.”

“Humberto Gutiérrez Pulido, 2010, Calidad Total y Productividad, Tercera Edición, México D.F. Mc Graw Hill.”

“Daniel Picard, Daniel Page, Michele Kierstead, 2002, The Black Belt Memory Jogger, A pocket guide for Six Sigma Success, First Edition GOAL/QPC.”

“Alvear Sevilla, Celina. 1999 “Calidad Total, Aseguramiento y Mejora Continua”, México: Editorial Limusa.”

“Arthur Jay, 2003, Guía para el instructor de Six Sigma, México: Editorial Panamericano.”

“Arthur Jay, 2003, Six Sigma Simplificado, México: Editorial Panamericano.”

“Carot Alonso Vicente. 2001, Control estadístico de la Calidad, México: Editorial Alfaomega.”

“Escalante Vázquez Edgardo J. 2003, Seis-Sigma Metodología y Técnicas, México: Editorial Limusa.”

“Pande, Peter S., Neuman Robert P. y Cavanagh Roland R. 2004, Las claves Prácticas de Seis Sigma. Una guía dirigida a los equipos de mejora de procesos, México: Editorial Mc. Graw Hill.”

“Rath & Strong’s. 2001, Six Sigma Pocket Guide: Estados Unidos, Editorial: Management Consulting.”

“Manual: Introducción a Minitab 17. Minitab®, Quality. Analysis. Results. ®, Release 17.3.0”

“WI (Work instruction) MFG TSP SA 0500, línea de ensamble sensor.”

“Keyence, Manual marcadora laser hibrida 3 ejes, serie MD-X.”

<https://www.keyence.com.mx/products/marker/Laser>

Contacto directo proveedor, catalogo, manuales.

Guadalupe Moreno Sandoval <Kyence>

aarellano@keyence.com; sspsales@keyence.com

baj-servicioalcliente@keyence.com baj-servicioalcliente@keyence.com

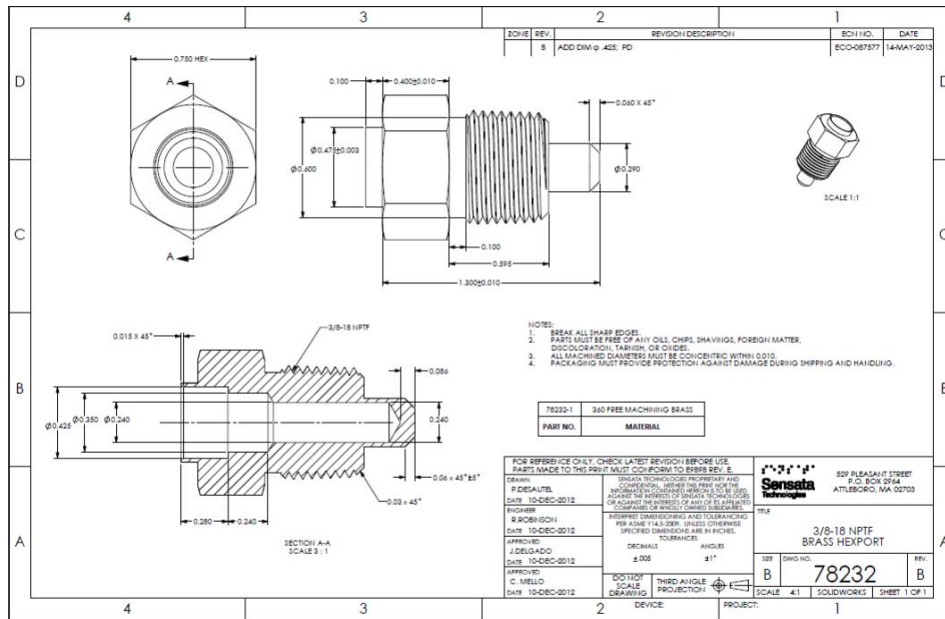
CAPITULO 9: ANEXOS

17. Anexos

Anexo 1. Carta de autorización de Residencias Profesionales

| | |
|---|---|
|  | <p>The World Depends on Sensors and Controls Sensata Technologies de México, S. de R. L. de C. V. Av. Aguascalientes Sur 401 Ex Ejido Ojo Caliente 20190 Aguascalientes, Ags.</p> |
| <p>Aguascalientes, Ags. a 22 Noviembre del 2021</p> | |
| <p>Asunto: Carta de aceptación de residencias</p> | |
| <p>A atención de: Dr. Jose Ernesto Olvera Gonzalez</p> | |
| <p>PRESENTE,</p> | |
| <p>Por este conducto hago constar que el (la) Estudiante:</p> | |
| Nombre: | Claudia Janeth Ornelas Avila |
| Número de matrícula: | A171050567 |
| Especialidad: | Ing. Gestión Empresarial |
| <p>Fue aceptado(a) en esta empresa para permanecer como residente profesional en:</p> | |
| Departamento: | TSP línea de Produccion 5024 |
| Con la asesoría de: | Ing. Raul Abraham Ibarra |
| Fecha de Inicio: | 14 Agosto 2021 |
| Fecha de terminación: | 04 Diciembre 2021 |
| Con un horario: | 08:00 – 17:30 hrs |
| Frecuencia: | Lunes a Viernes |
| Proyecto: | “Sustitución de códigos de estampado a Códigos de laser en piezas de producción (sensores).” |
| <p>Siendo su representante legal el Lic. Luis Alberto Valdes Arredondo Se extiende la presente para los fines que al interesado(a) convengan.</p> | |
| <p>ATENTAMENTE:</p>  |  |
| <p>Lic. Miriam Janette Ibarra Lara Reclutamiento y Selección</p> | |

Anexo 2. Dibujo de body (Varios números de parte).



Anexo 3. Sistema MPTS registro de paros de equipo en la red.

Consulta por Tipo de Maquina

| Maquina | Prioridad | Tipo | Descripcion de falla | Fecha de Falla | Hora de Falla | Fecha Reparacion | Quarter | Month | Hora Reparacion | Emp Paro | Em |
|---------|-----------|-------------|--------------------------|----------------|---------------|------------------|---------|----------|-----------------|----------|----|
| REC 832 | | ESTAMPADORA | NO ESTAMPA CORRECTAMENTE | 2021/01/23 | 06:55 | 23/01/2021 | Q.1 | January | 07:17 | mxtpsp | a: |
| REC 832 | | ESTAMPADORA | NO ESTAMPA CORRECTAMENTE | 2021/01/25 | 06:27 | 2021/01/25 | Q.1 | January | 06:51 | mxtpsp | a: |
| MARKEM | | ESTAMPADORA | NO ESTAMPA CORRECTAMENTE | 2021/02/12 | 07:33 | 2021/02/12 | Q.1 | February | 07:49 | mxtpsp | a: |
| MARKEM | | ESTAMPADORA | NO ESTAMPA CORRECTAMENTE | 2021/02/12 | 08:18 | 2021/02/12 | Q.1 | February | 10:11 | mxtpsp | a: |
| REC 832 | | ESTAMPADORA | NO ESTAMPA CORRECTAMENTE | 2021/02/24 | 07:00 | 2021/02/24 | Q.1 | February | 07:44 | mxtpsp | a: |
| MARKEM | | ESTAMPADORA | NO ESTAMPA CORRECTAMENTE | 2021/03/08 | 08:17 | 2021/03/08 | Q.1 | March | 09:42 | mxtpsp | a: |
| REC 832 | | ESTAMPADORA | NO ESTAMPA CORRECTAMENTE | 2021/03/23 | 12:28 | 2021/03/23 | Q.1 | March | 12:50 | mxtpsp | A: |
| MARKEM | | ESTAMPADORA | NO ESTAMPA CORRECTAMENTE | 2021/04/10 | 08:18 | 2021/04/10 | Q.2 | April | 08:56 | mxtpsp | a: |
| REC 832 | | ESTAMPADORA | NO ESTAMPA CORRECTAMENTE | 2021/05/07 | 09:29 | 2021/05/07 | Q.2 | May | 15:42 | mxtpsp | a: |
| REC 832 | | ESTAMPADORA | NO ESTAMPA CORRECTAMENTE | 2021/05/08 | 09:08 | 2021/05/08 | Q.2 | May | 11:33 | mxtpsp | a: |
| MARKEM | | ESTAMPADORA | NO ESTAMPA CORRECTAMENTE | 2021/05/28 | 11:06 | 2021/05/28 | Q.2 | May | 11:12 | MXTSP | a: |
| MARKEM | | ESTAMPADORA | NO ESTAMPA CORRECTAMENTE | 2021/06/13 | 07:55 | 2021/06/13 | Q.2 | June | 09:07 | mxtpsp | a: |
| MARKEM | | ESTAMPADORA | NO ESTAMPA CORRECTAMENTE | 2021/06/16 | 09:04 | 2021/06/16 | Q.2 | June | 12:11 | mxtpsp | a: |
| REC 832 | | ESTAMPADORA | NO ESTAMPA CORRECTAMENTE | 2021/06/21 | 11:57 | 2021/06/21 | Q.2 | June | 15:05 | mxtpsp | A: |

Anexo 4. Manual marcador Laser (Código laser) Keyence.



Anexo 5. Cotización



Keyence Mexico, S.A. de C.V.

Paseo de la Reforma 243 P11
Col. Cuauhtémoc C.P. 06500
CDMX, Mexico
Teléfono : 01 800 539-3623
Fax : 01-8220-9097
RFC# : KME060712179

Cotización No. : 10353650

Fecha : 14/5/2018

Cotización

Para : Oscar Eduardo Garcia Morales
Sensata Technologies de Mexico S. de R.L. de C.V.

Fax : Referencia :
Correo Electronico : ogarciamorales@sensata.com Vendedor : MONTOYA JORGE MARIO

Gracias por darnos la oportunidad de cotizar los siguientes artículos.

Reference :

| Partida | No. De Parte | Descripción | Unidades | Precio Unitario | Cantidad | Precio Extendido |
|-----------------------|-----------------|--------------------------------------|----------|-----------------|----------|------------------|
| 1 | MD-U1000C | MARCADORA LASER | pcs | 62,583.00 | 1 | \$ 62,583.00 |
| 2 | MB3-H2D4-DVD(U) | SOFTWARE PARA PC SOFTWARE 2D VERM | pcs | 1,814.00 | 1 | \$ 1,814.00 |
| 3 | MB3-H3D1(U) | SOFTWARE PARA PC SOFTWARE 3D | pcs | 2,267.00 | 1 | \$ 2,267.00 |
| 4 | COSTO DE ENVIO | COSTO DE ENVIO | serv | 20.00 | 1 | \$ 20.00 |
| Sub Total | | | | | | 66,684.00 |
| COSTO DE ENVIO | | | | | | 0.00 |
| (16.00%)IVA | | | | | | 10,669.44 |
| Total (USD) | | | | | | 77,353.44 |

SETENTA Y SIETE MIL TRESCIENTOS CINCUENTA Y TRES DOLLARS 44/100 USD