



Reporte Final de Estadía

Moisés Castro Valdivia

Mejora en la Confiabilidad de la
ensambladora TECMATIION



Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz

Programa Educativo
Ingeniería en Mantenimiento Industrial

Reporte para obtener título de
Ingeniero en Mantenimiento Industrial

Proyecto de estadía realizado en la empresa
Grammer Automotive Puebla S.A. de C.V.

Nombre del proyecto
Mejora en la Confiabilidad de la ensambladora TECMATION

Presenta
Moisés Castro Valdivia

Cuitláhuac, Ver., a 19 de abril de 2018.



Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz

Programa Educativo
Ingeniería en Mantenimiento Industrial

Nombre del Asesor Industrial
Ing. José Juan Lara Martínez

Nombre del Asesor Académico
Ing. Ricardo Ramos Tejeda

Jefe de Carrera
Ing. Gonzalo Malagón Gonzales

Nombre del Alumno
TSU. Moisés Castro Valdivia

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	8
RESUMEN.....	9
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Estado del Arte.....	2
1.2 Planteamiento del Problema	5
1.3 Objetivos	6
1.3.1 Objetivo General	6
1.3.2 Objetivos Específicos.....	6
1.4 Definición de variables.....	6
1.5 Hipótesis.....	8
1.6 Justificación del Proyecto.....	8
1.7 Limitaciones y Alcances.....	9
1.8 La Empresa.....	9
1.8.1. Visión.....	11
1.8.2. Misión.....	11
1.8.3. Valores Básicos.....	11
1.8.4. Macro Ubicación.	12
1.8.5. Micro Ubicación.	12
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA	13
¿Qué es la confiabilidad en mantenimiento?	13
Criterio de Confiabilidad.	13
MTBF (Mean Time Between Failures).....	14
MTTR (Mean Time to Repair).....	14
Inspección Visual.....	13
Diagrama De Ishikawa.....	16



<i>Diagrama de Pareto</i>	16
<i>AMEF</i>	17
Modo de falla potencial.	18
Efectos de falla potencial.	18
CAPÍTULO 3. DESARROLLO DEL PROYECTO	22
CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES	43
4.1 <i>Resultados</i>	43
4.2 <i>Trabajos Futuros</i>	45
4.3 <i>Recomendaciones</i>	44
ANEXOS	45
BIBLIOGRAFÍA	70

LISTA DE ILUSTRACIONES.

<i>Ilustración 1. Logo de "GRAMMER".....</i>	<i>9</i>
<i>Ilustración 2. Macro Ubicación.</i>	<i>12</i>
<i>Ilustración 3. Micro Ubicación.....</i>	<i>12</i>
<i>Ilustración 4. Representación del MTBF y MTTR.....</i>	<i>15</i>
<i>Ilustración 5. Diagrama de Ishikawa.....</i>	<i>16</i>
<i>Ilustración 6. Diagrama de Pareto.</i>	<i>17</i>
<i>Ilustración 7. Maquina ensambladora "TECMATION".....</i>	<i>22</i>
<i>Ilustración 8. "TECMATION".....</i>	<i>23</i>
<i>Ilustración 9. Bobina para sistemas de seguridad de cabeceras de automóviles.</i>	<i>23</i>
<i>Ilustración 10. Housing con rebaba.....</i>	<i>25</i>
<i>Ilustración 11. Spacer con rebaba.....</i>	<i>26</i>
<i>Ilustración 12. Housing roto.....</i>	<i>26</i>
<i>Ilustración 13. Spacer roto.....</i>	<i>26</i>
<i>Ilustración 14. Pieza con desgaste, reportada como inexistente en Tool Crib.</i>	<i>28</i>
<i>Ilustración 15. Diagrama de Ishikawa de la maquina "Tecmation". Causas de los Paros No programados.</i>	<i>29</i>
<i>Ilustración 16. Diagrama de Pareto, bimestre DIC-ENE.....</i>	<i>35</i>
<i>Ilustración 17. Error en 2.6.</i>	<i>37</i>
<i>Ilustración 18. Estación 2.6.</i>	<i>37</i>
<i>Ilustración 19. Actuador de la estación 1.1.....</i>	<i>38</i>
<i>Ilustración 20. Sensores de la estación 2.5.....</i>	<i>38</i>
<i>Ilustración 21. Levas en mal estado encontradas en la Cuba de la 2.5.</i>	<i>39</i>
<i>Ilustración 22. Estación 1.2.</i>	<i>40</i>
<i>Ilustración 23. Estación 2.1.</i>	<i>40</i>
<i>Ilustración 24. Pallet.....</i>	<i>41</i>
<i>Ilustración 25. Pareto para el bimestre FEB-MAR.....</i>	<i>42</i>

LISTA DE TABLAS.

<i>Tabla 1. Ponderaciones para la Severidad.....</i>	20
<i>Tabla 2. Ocurrencia.....</i>	20
<i>Tabla 3. Detención.</i>	21
<i>Tabla 4. Estaciones y función de la maquina ensambladora "TECMATION"......</i>	23
<i>Tabla 5. Modos de Falla de la maquina "TECMATION"......</i>	30
<i>Tabla 6. Nivel de Confiabilidad en la Primera semana de ENERO.</i>	31
<i>Tabla 7. Efecto Potencial de Falla y Severidad.....</i>	32
<i>Tabla 8. Causas, su ocurrencia y Controles de Detención.....</i>	33
<i>Tabla 9. NPR.....</i>	34
<i>Tabla 10. Acciones recomendadas y NPR Final.</i>	36
<i>Tabla 11. Confiabilidad Semana 1.</i>	43
<i>Tabla 12. Confiabilidad Semana 12.</i>	43

AGRADECIMIENTOS

Primeramente doy gracias a Dios por la ayuda a lo largo de este camino y por tantas bendiciones como lo es contar con mis padres a los que les agradezco su apoyo y preocupación en mis labores. Sin olvidar a todos mis familiares que se preocuparon por mí y me ayudaron en todo momento.

Además debo agradecer a todos mis maestros por darme los conocimientos necesarios y ser la clave para estar culminando hoy mi tesis e Ingeniería.

Así como le agradezco a mis compañeros ya que sin ellos habría sido más difícil este camino.

También me es grato mencionar a aquellos ingenieros y técnicos con los cuales labore en mi estadía ya que me brindaron conocimientos, consejos y me ayudaron a desarrollar mejores habilidades.

RESUMEN

En la empresa "GRAMMER AUTOMOTIVE PUEBLA S.A. DE C.V.", Planta Querétaro, se tiene una problemática en la línea de ensamble AHR debido a la carencia de confiabilidad en la maquina ensambladora de bobinas para sistemas de seguridad de cabeceras de automóviles, la cual lleva por nombre, "TECMATION", la problemática se refleja al no mantener un nivel de producción estable, esto debido a paros no programados durante su producción.

Por lo anterior se tiene como objetivo mejorar la confiabilidad de la maquina ensambladora "TECMATION" al termino del cuatrimestre enero-abril y de esta manera asegurar que se produzcan las 250 piezas por hora en un turno de ocho horas, ya que dicha cantidad es el objetivo de la máquina. Para mejorar la confiabilidad se inició con monitorear y realizar inspección visual de la máquina, esto para poner realizar dos Diagramas de Pareto, de las estaciones que más fallan, uno Pareto es para el bimestre diciembre-enero y el otro para reflejar su cambio versus el bimestre febrero-marzo, además se realizó un Diagrama de Ishikawa sobre las causas de los paros no programados en la máquina, el cual ayudo a detectar que factores afectaban más y porqué. También se desarrolló un Análisis de Modo y Efecto de Fallo para buscar alternativas y acciones que mejoren el estado de la máquina y al mismo tiempo buscar reducir las intervenciones de mantenimiento por paros no programados y como consiguiente mejorar la confiabilidad de la maquina ensambladora "TECMATION".

Dichos paros no programados se deben a la falta de gestión y seguimiento de mantenimientos tanto preventivos como correctivos que la maquina requiere para trabajar bajo las condiciones de trabajo diarias evitando así los paros no programados.

Una vez terminado el proyecto se recomendó que los técnicos realicen inspección visual a la máquina, esto para poder llevar un historial de fallos, monitoreo del estado de la maquina al inicio de cada turno y para poder continuar con la realización de Diagramas de Pareto y AMEF (Análisis de Modo y Efecto de Fallos), se recomienda también que los operadores reporten a detalle los fallos de la máquina al personal de mantenimiento y capacitar a los operadores para que realicen mantenimiento

autónomo a la máquina y para que conozcan los riesgos que conllevan intervenir en el mantenimiento correctivo de la misma máquina, ya que no cuentan con los conocimientos al no ser técnicos.

El nivel de la Confiabilidad para la primera semana del mes de Enero fue del 86% y el nivel de la confiabilidad para la primera semana del mes de Abril fue del 90%.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

Entre el extenso catálogo de maquinaria de cada una de las áreas que la empresa manufacturera automotriz "GRAMMER AUTOMOTIVE PUEBLA S.A. de C.V." tiene en su planta de Querétaro, existe una máquina ensambladora de bobinas para sistemas de seguridad de cabeceras de automóviles, dicha máquina tiene una meta de producción fijada de 250 piezas por hora o un total de 1875 piezas en un turno de 8 horas, meta que se ve interrumpida en algunas ocasiones debido a los paros no programados en el transcurso de su producción activa, por lo cual la empresa y en especial el departamento de mantenimiento se ve en la necesidad de mejorar dicha situación y asegurar que la máquina cumpla con su objetivo bajo los parámetros que se presenten diariamente, ya que de verse afectada la producción en esta máquina, se ve afectado el resto de la línea de producción (Deprag, Manual ensamble y Full Assy).

Por lo que con este proyecto se pretende mejorar la confiabilidad de la ensambladora que lleva por nombre, "TECMATION". Y para ello primero se evaluó la Confiabilidad inicial de la máquina, para ello se calculó el MTBF (Mean Time Between Failures), por sus siglas en inglés, es el Tiempo promedio entre fallas y el MTTR (Mean Time To Repair), por sus siglas en inglés, es el Tiempo medio para reparar, dicho nivel de confiabilidad se encontró en un 86%, después se realizó un historial de fallos ocurridos en la máquina y el número de frecuencia de los fallos, dicho Historial se actualizó todos los días, obteniendo muestras diarias de un turno de ocho horas durante el transcurso de la estadía, con este Historial se realizó un Diagrama de Pareto del bimestre Diciembre-Enero y de esta manera se dio prioridad a las estaciones con más fallos. Con la realización de un AMEF se planificó y evaluó el progreso de los mantenimientos. Todo esto para volver a calcular la confiabilidad al final del proyecto y ver el resultado de mejora, el cual hizo que las piezas esperadas se lograra sin interrupciones constantes como al inicio del proyecto. El nivel de confiabilidad al final del proyecto fue de un 90%.

1.1 Estado del Arte

La autora, Carolina Altmann, especialista en Mantenimiento, con un Postgrado en Gestión de Mantenimiento, por la Universidad Nacional de Mar del Plata, actualmente en curso. Amplia trayectoria de 10 años en la Gestión de Mantenimiento de Equipos pesados e Industriales, como Asistente Técnico, Responsable de Planificación y Encargada de Mantenimiento, en importantes Empresas del Uruguay. Actualmente se desempeña como Ingeniero de Proyectos, en una importante Compañía Multinacional del rubro de la bebida. Ha dictado conferencias en Congresos de Ingeniería de Mantenimiento en Uruguay y Chile. Autora de artículos Técnicos sobre: “El Análisis de Lubricantes como herramienta del Mantenimiento Proactivo”, El Análisis de Causa Raíz como herramienta para la mejora de la Confiabilidad, y ¿Cómo mejorar la Confiabilidad de un Sistema complejo?, publicados en distintos sitios especializados en el Mantenimiento. Miembro de la Comisión Directiva de URUMAN Coordinadora Regional del COPIMAN, desde Nov-04.

En su proyecto de investigación llamado ¿Cómo mejorar la confiabilidad de un Sistema complejo?, dicta los siguientes puntos como Resultados:

Seleccionar los equipos más críticos, para llevar adelante un Plan de Mejoramiento de la Confiabilidad, permite enfocar los esfuerzos, para obtener más beneficios, en el menor lapso de tiempo posible. Durante las distintas etapas del Plan, se revisan los distintos factores que afectan la Confiabilidad Operacional (CO), de ésta manera se estará actuando sobre todos los elementos que la determinan. El realizar el Análisis de Modos de Fallas y sus Efectos (FMEA), combinado con el Análisis de Causa Raíz, es la gran oportunidad de mejora de la Confiabilidad del Equipo. La implementación del Plan de Mejoramiento de la Confiabilidad, debe ir de la mano establecer un Plan de mejora continua. Se deben fijar Objetivos e Indicadores de Control de Gestión de Mantenimiento, a través de los cuales se controla el sistema, y se detectan las desviaciones, de manera de poder programar acciones correctivas para corregirlas. Una técnica muy eficaz para identificar y eliminar causas de variabilidad de un proceso, es seis sigmas (6σ). Pasada la etapa de implementación

de las nuevas Estrategias de Mantenimiento, las cuales automáticamente disminuirán la variabilidad, es posible, aplicar ésta técnica, para disminuir aún más la dispersión del TMEF.

Para el caso de industrias de proceso, se utiliza como panel del control del proceso, el Indicador de Efectividad global de equipos (OEE), que mide la eficacia y eficiencia del proceso, teniendo en cuenta la disponibilidad, el rendimiento y la calidad.

En general las principales causas de pérdidas, en industrias de proceso, son las siguientes:

- Paradas largas.
- Pérdidas de tiempo por cambio de productos y/o procesos.
- Paradas cortas
- Pérdidas de tiempo, por trabajar a velocidad menor que la especificada.
- Defectos de calidad.
- Pérdidas de material durante, la puesta a punto.

Durante la implementación del plan de mejoramiento de la Confiabilidad, se estará actuando sobre varios de los factores que afectan la Efectividad Global de Equipos (OEE), y se logrará un aumento de la Confiabilidad Operacional (CO).

Este trabajo aborda el problema concreto de cómo aumentar la confiabilidad a un sistema complejo que ya se encuentra en operación, desde la perspectiva de la Confiabilidad Operacional, para los casos de maquinaria pesada y de Industria de Procesos. Luego de una introducción a los tipos de Estrategias de Mantenimiento y modos se falla, se presenta un Plan paso a paso, para lograr aumentar la Confiabilidad (Altmann).

El Profesor Cesar Alejandro Lugo, llevo a cabo el siguiente proyecto en el que se expone lo siguiente:

En el desarrollo del presente estudio se encuentra dividido en 6 Capítulos donde sobresale la importancia de la implementación del Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF) en una línea de manufactura para juguetes eléctricos. En este proyecto se presenta un análisis de los procesos de producción de ensambles y sub ensambles de un producto conocido como la Motocicleta Harley, cual es producida por la línea que lleva el mismo nombre y que recibe la implementación del AMEF por primera vez en la compañía Mattel. Este proyecto tiene los siguientes fines, reducir los costos por retornos y quejas del consumidor, además de mejorar los procesos de manufactura mediante varias herramientas de calidad que acompañan a la metodología del AMEF.

En resumidas palabras, la Línea Harley una de las líneas con mayor DPMO y retornos de clientes cual impactara la escasees de ventas y desprestigio al producto en el año 2002. Fue entonces, al siguiente año cuando se vio un notable beneficio con la herramienta del AMEF y la participación de un equipo diseñado a los requerimientos del AMEF. Se demostró que con las acciones de contingencia, correctivas y preventivas, la mejora en los procesos trajo beneficios, logros y desde luego una integración entre los departamentos. Pero esto no termina aquí ya que debemos entender que el AMEF no tendrá fecha de cierre para cualquier línea, sistema o actividad que se desee mejorar continuamente. El AMEF de la línea Harley cumplió con las expectativas del proyecto AMEF, ahora solo nos queda excederlas.

Es necesario aclara que la herramienta del AMEF no soluciona los problemas, si no existe un equipo de AMEF y un apoyo por parte de las direcciones de la empresa en darle la prioridad y el peso necesario en los análisis. El AMEF nos demostró que con la aptitud y actitud al solucionar los problemas de la línea se pueden obtener grandes resultados, y gracias al gran trabajo que se realizó por parte del equipo AMEF Mattel para obtener los logros deseados.

Las recomendaciones que enlisto a continuación ayudaran a poder realizar un equipo AMEF exitoso. El equipo debe ser Positivo y nadie deberá de perder los estribos bajo algún problema o impedimento de información.

La Actitud es más importante que la Aptitud, sin embargo el líder debe tener esas dos características bien reforzadas.

No se permita burlas en las ideas y compromisos.

Nunca ofenda a nadie del equipo, ni mucho menos de las áreas.

La puntualidad de las conferencias y revisiones de los AMEF son prioridad 1.

Iniciar el AMEF y estar conscientes que nunca tendrá un cierre, puesto siempre se tendrán áreas de oportunidad a mejorar.

Compartir los éxitos o resultados con los empleados nos hace ser más grandes. Trabajando juntos hacemos la diferencia (Lugo, 2004)

1.2 Planteamiento del Problema

Entre la variedad de maquinaria por área que se puede encontrar en la empresa manufacturera automotriz “GRAMMER AUTOMOTIVE PUEBLA S.A. de C.V.”, se cuenta con una maquina ensambladora de bobinas para sistemas de seguridad de cabeceras de automóviles, dicha maquina tiene una meta de producción fijada de 250 piezas por hora o de 1875 piezas en un turno de 8 horas, meta que en severas ocasiones no se cumple debido a los paros no programados en el transcurso de su producción activa, debido a varios factores como Maquinaria, Materia Prima, Metodología, Medio Ambiente, Mediciones y Mano de Obra, por lo cual la empresa y en especial el departamento de mantenimiento se ve en la necesidad de mejorar dicha situación y asegurar que la maquina cumpla con su objetivo bajo los parámetros que se presentan diariamente en el área de trabajo.

Sin embargo el departamento de Mantenimiento no tiene control de todos los factores causantes de los paros no programados, por lo que este proyecto se enfocara en los factores que el departamento de mantenimiento puede controlar y mejorar como la maquinaria.

¿Cómo se puede asegurar que la producción de la maquina ensambladora TECMATION no se vea afectada debido a los mantenimientos no programados?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Mejorar la Confiabilidad de la maquina ensambladora “TECMATION” que se encuentra en la empresa “GRAMMER AUTOMOTIVE PUEBLA S.A. de C.V.”, en la línea AHR de la Planta Querétaro y así asegurar que la maquina cumpla con su producción de 1875 piezas en un turno de 8 horas, con la implementación de un Análisis de Modo y Efecto de Falla, monitoreo y control de los indicadores MTBF (Mean Time Between Failures) y MTTR (Mean Time To Repair).

1.3.2 Objetivos Específicos

Los siguientes Objetivos Específicos están destinados a ser involucrados en la maquina ensambladora de bobinas para sistemas de seguridad, “Tecomation”.

- Determinar las características y parámetros bajo los que tiene que trabar la máquina.
- Calcular la confiabilidad de inicio y fin del proyecto en la máquina.
- Realizar un Diagrama Pareto de las estaciones de trabajo de la máquina.
- Desarrollar un AMEF que ayude a mejorar el Mantenimiento.

1.4 Definición de variables

1.4.1 Variables independientes.

1 Numero de Fallos.

Es el número de incidencias no deseables que generan paros no programados y que ocurren durante el turno productivo y afectan de cierta manera al número de piezas producidas. Dicha variable es manipulada por los mantenimientos que se realizan o no y de esta manera afectar a nuestras variables dependientes como el Tiempo Muerto.

2 MTBF.

Mean Time Between Failures, por sus siglas en inglés, es el tiempo promedio entre cada una de las fallas. Esta variable será controlada por medio de las acciones de mejora y afectara a nuestra variable dependiente, la Confiabilidad.

3 MTTR.

Mean Time To Repair, por sus siglas en inglés, es el tiempo promedio empleado para la realización de una reparación. Esta variable al igual que la anterior afecta a la Confiabilidad.

4 Tiempo Muerto.

Es el tiempo que la maquina se encuentra en reparación y por lo tanto esta en inactividad. Este variable afecta de la misma manera a una de nuestras variables dependientes en este caso a las piezas ensambladas y a la confiabilidad. Y es una variable que medimos y manipulamos para buscar lograr nuestro objetivo. Además no es útil para conocer el tiempo operativo.

5 Tiempo Operativo.

Es el tiempo que la maquina se encuentra trabajando, está en operación y por lo tanto está en estado de producir.

1.4.2 Variables dependientes.

1 Confiabilidad.

La cual medimos en al inicio y al final del proyecto para tener un referente de cumplimiento del objetivo general.

2 Piezas ensambladas por turno.

Es número de producción de la maquina ensambladora con la cual se trabajó y que nos indicara si la maquina cumple o no con su objetivo.

1.5 Hipótesis

La confiabilidad de la maquina ensambladora TECMATION que se encuentra en la empresa "GRAMMER AUTOMOTIVE PUEBLA S.A. de C.V.", en la línea de Ensamble AHR de la Planta Querétaro, mejorara al final del cuatrimestre enero-abril, gracias al control variables como MTBF, MTTR que se traducen en Numero de fallos, Tiempo Muerto y Tiempo de Operación. Dichas variables serán controladas con la implementación del AMEF (Análisis de Modo y Efecto de Fallo). De acuerdo a lo dictado por el libro (Sampieri, Fernández-Collado, & Baptista Lucio, 2006).

1.6 Justificación del Proyecto

Debido a la gran demanda de producción que la empresa GRAMMER AUTOMOTIVE PUEBLA tiene, esta no se puede dar el lujo de presentar pérdidas o bajas en su nivel de producción debido a tiempos muertos provocados por mantenimientos no programados en sus máquinas. Una de estas máquinas es la ensambladora TECMATION, la cual ensambla bobinas para sistemas de seguridad de cabeceras de automóviles. La máquina cuenta ya con más de ocho años de servicio y su confiabilidad es inestable. Por lo que es muy conveniente se priorice la confiabilidad de la maquina ensambladora TECMATION buscando que esta cumpla con su objetivo de 250 piezas por hora en un turno de 8 horas en las que tiene como mínimo hacer 1875, o llegar a los siguientes rangos esperados uno de 1960 y el otro de 2110. Rangos que se ven imposibles en aquellos días que la maquina presenta paros constantes o mantenimiento correctivos inevitables, generados por la falta de gestión del mantenimiento en ella. Y ya que es una producción en serie, la falta de material producido por la ensambladora TECMATION afecta a otras etapas de la producción de cabeceras, como la producción de la maquina "DEPRAG", el área de Manual Ensamble AHR y Full Assy. Siendo así aún más importante priorizar su confiabilidad. Ya que tener exceso de tiempo Muerto se traduce a severas pérdidas económicas.

1.7 Limitaciones y Alcances

LIMITACIONES.

Las limitaciones se ven protagonizadas por faltas de repuestos o refacciones necesarias para realizar mantenimientos en la máquina ensambladora "TECMATION", así como la falta de cultura del personal mantenimiento y de los operadores en cuanto a la Mejora Continua. Además de la calidad del material e insumos usados en la producción (Housing, Pin, Solenoide, Spacer, Levas y Lid) los cuales en ocasiones no cumplen con los parámetros de fabricación correctos para ser usados en el ensamble de las bobinas.

ALCANCES.

Los alcances van enfocados a mejorar la confiabilidad de la maquina ensambladora Tecmation pero también se puede extender este proyecto en todas las máquinas. Y de esta manera beneficiar considerablemente a la empresa siendo un paso directo a su éxito en el mercado. Los alcances son causantes de beneficios económicos.

1.8 La Empresa.

GRAMMER AUTOMOTIVE PUEBLA S.A. DE C.V.



Ilustración 1. Logo de "GRAMMER".

La historia de éxito de GRAMMER comenzó hace más de 100 años cuando Willibald Grammer abrió una talabartería en Amberg. Desde entonces, GRAMMER se ha convertido de un proveedor regional de cojines de asiento en un jugador global en la industria automotriz y de vehículos comerciales.

- **1880.** Willibald Grammer funda una guarnicionería en Amberg.
- **1954.** Georg Grammer, nieto de Willibald Grammer, funda una fábrica para la producción de cojines de asientos para tractores.
- **1964.** Comienzan los primeros asientos del conductor con muelles.
- **1970.** Inicio de la producción en masa de asientos con muelles y primeros pedidos de exportación de Europa y América.
- **1976.** GRAMMER desarrolla la tecnología pionera de respaldo de espuma para la producción de tapicería.
- **1980.** GRAMMER amplía su gama de productos con el desarrollo y la fabricación de sillas de oficina.
- **1982.** Entrada al mercado de asientos para camioneros.
- **1985.** Comienza la producción en serie de productos para interiores de automóviles y la entrada en el mercado de asientos para pasajeros para autobuses.
- **1989.** Fundación de GRAMMER Aktiengesellschaft.
- **1990.** Inicio de la producción de asientos de pasajeros ICE.
- **1992.** La tecnología de espuma se desarrolla aún más en tecnología de recubrimiento.
- **1996.** IPO de GRAMMER AG.
- **1998.** El fundador de la compañía Georg Grammer cambia de la Junta Ejecutiva a la Junta de Supervisión.
- **2000.** Concentración en el negocio principal de componentes de automóviles y asientos de conductores y pasajeros y, por lo tanto, la venta de la silla de oficina GmbH.
- **2004.** GRAMMER celebra su 50 aniversario y comienza el mismo año con las consolas de centro de automóviles de área de productos nuevos.

- **2005.** Segunda salida a bolsa de GRAMMER AG e inclusión en el índice SDAX de Deutsche Börse.
- Expansión en Asia con la apertura de dos plantas en China.
- **2008.** Entrada en el mercado ruso de camiones.
- **2009.** Finalización del nuevo sitio de I + D y producción en Shanghái, China.
- **2011.** Adquisición del especialista en electrónica belga EiA Electronics NV.
- **2012.** Joint Venture para asientos de camiones con Yuhua en China.
- **2013.** Adquisición de Nectec sro, República Checa.

1.8.1. Visión.

- Líder mundial en conducción fuera de carretera.
- Posición líder mundial en el mercado en el campo de los interiores de automóviles.
- Posición mundial líder en el mercado de vehículos comerciales y asientos de pasajeros.

1.8.2. Misión.

- Fortalecer el liderazgo de la innovación.
- Producción de productos con calidad, seguridad, ergonomía y comodidad únicas.
- Generamos valor para nuestros clientes y accionistas.

1.8.3. Valores Básicos.

- Balance de intereses entre empleados, clientes, accionistas y el entorno de GRAMMER.
- Comunicación objetiva, abierta, clara y oportuna.
- Respeto, transparencia y confianza.
- Cabeza, corazón, filosofía de la mano.
- Fortalecer la responsabilidad del empleado y su desarrollo posterior.

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

Inspección Visual.

La inspección visual es la técnica más antigua entre los ensayos no destructivos, y también la más usada por su versatilidad y su bajo costo. Se emplea como instrumento principal, el ojo humano, el cual es complementado con instrumentos de magnificación, iluminación y medición.

No se requiere de un gran entrenamiento para realizar una inspección visual, pero los resultados dependerán en buena parte de la experiencia del inspector, y de los conocimientos que este tenga respecto a la operación, los materiales y demás aspectos influyentes en los mecanismos de falla que el objeto pueda presentar.

La inspección visual es el método de ensayo no destructivo más básico y frecuente. Se realiza mediante diversas herramientas como vibroscopios, baroscopios, lupas, espejos, etc.

En soldadura se inicia cuando los materiales llegan al almacén; continúa durante todo el proceso de soldadura y finaliza cuando el inspector examina el equipo terminado.

Ventajas de la inspección visual

- Identifica materiales que no cumplen especificaciones,
- facilita la corrección de defectos durante el proceso de fabricación y
- reduce la necesidad de posteriores ensayos no destructivos END.

¿Qué es la confiabilidad en mantenimiento?

Criterio de Confiabilidad.

La confiabilidad puede ser definida como la "confianza" que se tiene de que un componente, equipo o sistema desempeñe su función básica, durante un período de tiempo preestablecido, bajo condiciones estándares de operación. Otra definición importante de confiabilidad es; probabilidad de que un ítem pueda desempeñar su

función requerida durante un intervalo de tiempo establecido y bajo condiciones de uso definidas (LAFRAIA, 2001).

Para calcular la confiabilidad de un equipo se requieren de ciertos indicadores de mantenimiento, como los que veremos a continuación:

MTBF (Mean Time Between Failures).

Tiempo Promedio entre Fallos (TMEF) – Mean Time Between Failures (MTBF). El Tiempo Promedio Entre Fallos indica el intervalo de tiempo más probable entre un arranque y la aparición de un fallo; es decir, es el tiempo medio transcurrido hasta la llegada del evento “fallo”. Mientras mayor sea su valor, mayor es la confiabilidad del componente o equipo. Uno de los parámetros más importantes utilizados en el estudio de la Confiabilidad constituye el MTBF, es por esta razón que debe ser tomado como un indicador más que represente de alguna manera el comportamiento de un equipo específico. Asimismo, para determinar el valor de este indicador se deberá utilizar la data primaria histórica almacenada en los sistemas de información (Amendola).

MTTR (Mean Time to Repair).

Tiempo Promedio para Reparar (TPPR) – Mean Time To Repair (MTTR): Es la medida de la distribución del tiempo de reparación de un equipo o sistema. Este indicador mide la efectividad en restituir la unidad a condiciones óptimas de operación una vez que la unidad se encuentra fuera de servicio por un fallo, dentro de un período de tiempo determinado. El Tiempo Promedio para Reparar es un parámetro de medición asociado a la mantenibilidad, es decir, a la ejecución del mantenimiento. La mantenibilidad, definida como la probabilidad de devolver el equipo a condiciones operativas en un cierto tiempo utilizando procedimientos prescritos, es una función del diseño del equipo (factores tales como accesibilidad, modularidad, estandarización y facilidades de diagnóstico, facilitan enormemente el mantenimiento). Para un diseño dado, si las reparaciones se realizan con personal calificado y con herramientas, documentación y procedimientos prescritos, el tiempo de reparación depende de la naturaleza del fallo y de las mencionadas características de diseño.

Tiempo Medio Entre Fallas y Tiempo Medio Para Reparar son dos KPI importantes en el mantenimiento de planta.

- MTBF = (Tiempo total de funcionamiento) / (número de fallas).
- MTTR = (Tiempo total de inactividad) / (número de fallas).

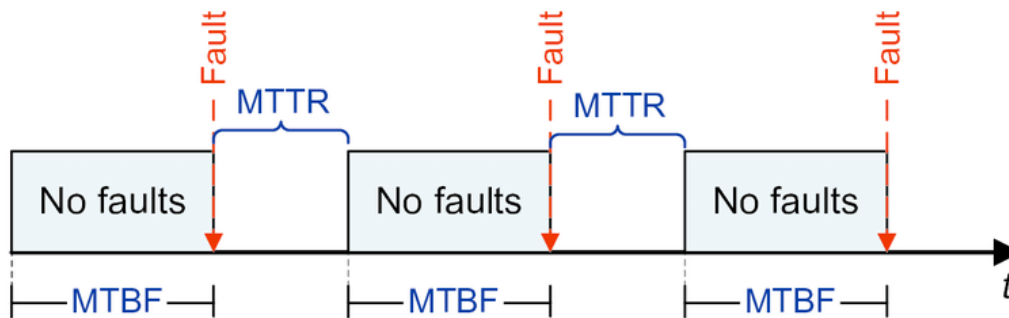


Ilustración 4. Representación del MTBF y MTTR.

Una vez obtenidos los indicadores de MTBF y MTTR se puede calcular la Confiabilidad con la siguiente formula:

La confiabilidad operacional C_o :

$$C_o = \frac{MTBF}{(MTBF + MTTR)}$$

Donde:

- MTBF (Mean Time Between Failures): Es el Tiempo promedio entre Fallas.
- MTTR (Mean Time To Repair): Es el Tiempo Promedio para Reparar.

Una vez obtenido los resultados, se debe planear estrategias para lograr que la confiabilidad aumente a un rango deseado para ello se empieza por identificar las fallas que ocurren en la maquina ensambladora TECMATION, la cual cuenta con estaciones en las cuales una serie de mecanismos fabrican las bobinas para sistemas de seguridad de cabeceras de automóviles. Para ello se registran los fallos ocurridos diariamente en un turno de ocho horas, esto para realizar un Diagrama de Pareto. Esto para darle prioridad a las estaciones con más fallas (Amendola).

Diagrama De Ishikawa.

El diagrama de Ishikawa, o Diagrama Causa-Efecto, es una herramienta que ayuda a identificar, clasificar y poner de manifiesto posibles causas, tanto de problemas específicos como de características de calidad.

Ilustra gráficamente las relaciones existentes entre un resultado dado (efectos) y los factores (causas) que influyen en ese resultado. (Figueroa)

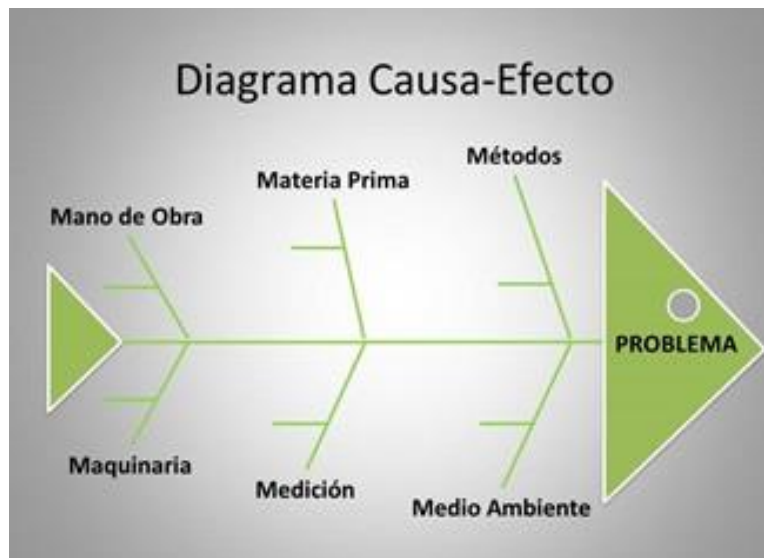


Ilustración 5. Diagrama de Ishikawa.

Diagrama de Pareto.

El Diagrama de Pareto también es conocido como la Ley 20-80 la cual expresa que "generalmente unas pocas causas (20%) generan la mayor cantidad de problemas (80%)".

También se le conoce como Ley ABC utilizado para el análisis de inventarios. Su origen se le debe a los estudios realizados sobre el ingreso monetario de las personas, por el economista Wilfredo Pareto a comienzos del siglo XX.

Este tipo de análisis una forma de identificar y diferenciar los pocos "vitales", de los muchos "importantes" o bien dar prioridad a una serie de causas o factores que afectan a un determinado problema, el cual permite, mediante una representación

gráfica o tabular identificar en una forma decreciente los aspectos que se presentan con mayor frecuencia o bien que tienen una incidencia o peso mayor. También puede presentarse en otro tipo de formatos como una gráfica tipo "pastel".

Se utiliza para establecer en dónde se deben concentrar los mayores esfuerzos en el análisis de las causas de un problema. Para ello es necesario contar con datos, muchos de los cuales pueden obtenerse mediante el uso de una Hoja de Inspección (Gonzalez).

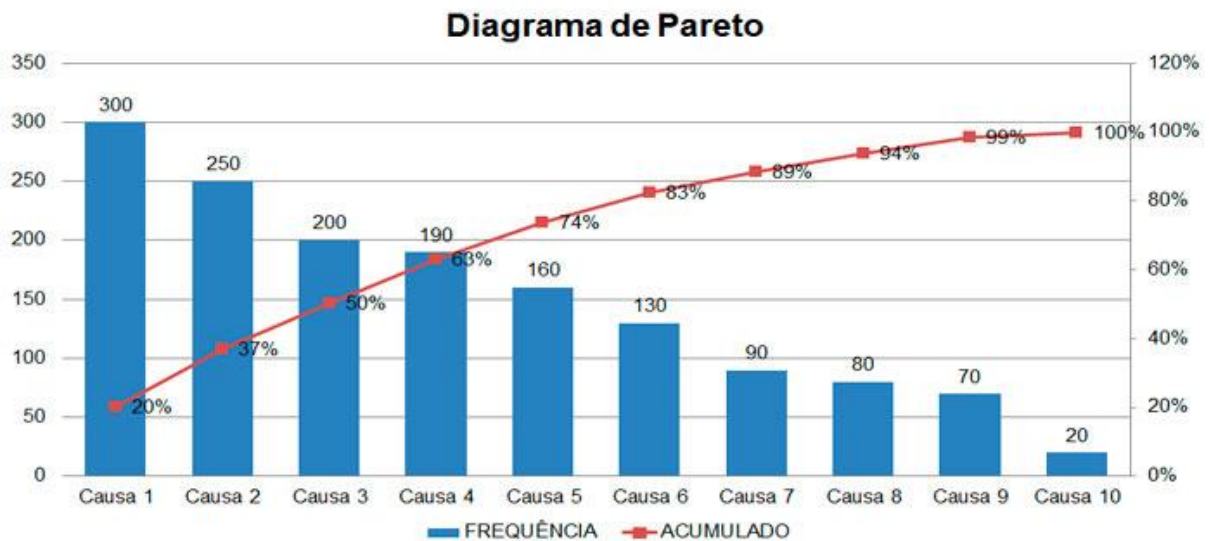


Ilustración 6. Diagrama de Pareto.

También se puede recurrir a leer acerca de las Herramientas de Calidad en la siguiente cita: (Rojas, 2009).

Ahora vamos a planificar, hacer, verificar y evaluar los mantenimientos, para ello haremos un AMEF de proceso de los fallos ocurridos en la maquina ensambladora TECMATION.

AMEF.

El Análisis de modos y efectos de fallas potenciales, AMEF, es un proceso sistemático para la identificación de las fallas potenciales del diseño de un producto o de un proceso antes de que éstas ocurran, con el propósito de eliminarlas o de

minimizar el riesgo asociado a las mismas. Por lo tanto, el AMEF puede ser considerado como un método analítico estandarizado para detectar y eliminar problemas de forma sistemática y total, cuyos objetivos principales son:

Reconocer y evaluar los modos de fallas potenciales y las causas asociadas con el diseño y manufactura de un producto
Determinar los efectos de las fallas potenciales en el desempeño del sistema
Identificar las acciones que podrán eliminar o reducir la oportunidad de que ocurra la falla potencial
Analizar la confiabilidad del sistema
Documentar el proceso

Aunque el método del AMEF generalmente ha sido utilizado por las industrias automotrices, éste es aplicable para la detección y bloqueo de las causas de fallas potenciales en productos y procesos de cualquier clase de empresa, y así como también es aplicable para sistemas administrativos y de servicios (Rosales, 2009).

Modo de falla potencial.

Se define como la manera en que una parte o ensamble puede potencialmente fallar en cumplir con los requerimientos de liberación de ingeniería o con requerimiento específicos del proceso. Se hace una lista de cada modo de falla potencial para la operación en particular; para identificar todos los posibles modos de falla, es necesario considerar que estos pueden caer dentro de una de cinco categorías (Rosales, 2009):

- Falla Total
- Falla Parcial
- Falla Intermitente
- Falla Gradual
- Sobre funcionamiento.

Efectos de falla potencial.

El siguiente paso del proceso de AMEF, luego de definir la función y los modos de falla, es identificar las consecuencias potenciales del modo de falla; ésta actividad debe de realizarse a través de la tormenta de ideas y una vez identificadas estas consecuencias, deben introducirse en el modelo como efectos. Se debe asumir que

los efectos se producen siempre que ocurra el modo de falla. El procedimiento para Consecuencias Potenciales es aplicado para registrar consecuencias remotas o circunstanciales, a través de la identificación de modos de falla adicionales, el procedimiento es el siguiente: Se comienza con un modelo de falla (MF-1), y una lista de todas sus consecuencias potenciales Separar aquellas consecuencias que se asumen como resultado siempre que MF-1 ocurra, éstas se identifican como efectos MF-1 Se escriben modos de falla adicionales para las consecuencias restantes (consecuencias que pudiesen resultar si MF-1 ocurre, dependiendo de las circunstancias bajo las cuales ocurra). Los nuevos modos de falla implican que las consecuencias inusuales ocurrirán al incluir las circunstancias bajo las cuales ocurren. Separar las consecuencias que se asumen si resultarán siempre que los modos de falla y sus circunstancias especiales ocurran; éstas se deben identificar como efectos de los modos de fallas adicionales. Severidad. El primer paso para el análisis de riesgos es cuantificar la severidad de los efectos, éstos son evaluados en una escala del al 10 donde 10 es lo más severo. A continuación se presentan las tablas con los criterios de evaluación para proceso y para diseño (Rosales, 2009).

En las siguientes tablas se observan los criterios para asignar una calificación sobre severidad, al efecto de falla, ocurrencia, a la causa de fallo, y detención a los controles de detención. Puede encontrar las tablas también con la ayuda de la siguiente referencia (Lean Solutions).

Tabla 1. Ponderaciones para la Severidad.

Efecto	Rango	Criterio
No	1	Sin efecto
Muy Poco	2	Cliente no molesto. Poco efecto en el desempeño del artículo o sistema.
Poco	3	Cliente algo molesto. Poco efecto en el desempeño del artículo o sistema.
Menor	4	El cliente se siente algo insatisfecho. Efecto moderado en el desempeño del artículo o sistema.
Moderado	5	El cliente se siente algo insatisfecho. Efecto moderado en el desempeño del artículo o sistema.
Significativo	6	El cliente se siente algo inconforme. El desempeño del artículo se ve afectado, pero es operable y está a salvo. Falla parcial, pero operable.
Mayor	7	El cliente está insatisfecho. El desempeño del artículo se ve seriamente afectado, pero es funcional y está a salvo. Sistema inoperable.
Extremo	8	El cliente muy insatisfecho. Artículo inoperable, pero a salvo. Sistema inoperable.
Serio	9	Efecto de peligro potencial. Capaz de discontinuar el uso sin perder tiempo, dependiendo de la falla. Se cumple con el reglamento del gobierno en materia de riesgo.
Peligro	10	Efecto peligroso. Seguridad relacionada – falla repentina. Incumplimiento con reglamento del gobierno.

Tabla 2. Ocurrencia.

Ocurrencia	Rango	Criterios	Probabilidad de Falla
Remota	1	Falla improbable. No existen fallas asociadas con este proceso o con un producto casi idéntico.	<1 en 1,500,000
Muy Poca	2	Solo fallas aisladas asociadas con este proceso o con un proceso casi idéntico.	1 en 150,000
Poca	3	Fallas aisladas asociadas con procesos similares.	1 en 30,000
Moderada	4	Este proceso o uno similar ha tenido fallas ocasionales.	1 en 4,500
	5		1 en 800
	6		1 en 150
Alta	7	Este proceso o uno similar han fallado a menudo.	1 en 50
	8		1 en 15
Muy alta	9	La falla es casi inevitable.	1 en 6
	10		>1 en 3

Tabla 3. Detención.

Ocurrencia	Rango	Criterio	Probabilidad de detención de la falla
Alta	1	El defecto es una característica funcionalmente obvia.	99.99%
Mediamente alta	2-5	Es muy probable detectar la falla. El defecto es una característica obvia.	99.7%
Baja	6-8	El defecto es una característica fácilmente identificable	98%
Muy Baja	9	No es fácil detectar la falla por métodos usuales o pruebas manuales. El defecto es una característica oculta o intermitente.	90%
Improbable	10	La característica no se puede checar fácilmente en el proceso. Ej. Aquellas características relacionadas con la durabilidad del producto.	Menor a 90%

Ahora podremos ver a detalle el desarrollo de este proyecto y como se fue llevando, paso a paso, a lo largo de este cuatrimestre.

CAPÍTULO 3. DESARROLLO DEL PROYECTO

A continuación se describirán las actividades que se desarrollaron a lo largo de este proyecto para conseguir mejorar la confiabilidad de la máquina ensambladora de bobinas "TECMATION". Ilustración 7. Máquina ensambladora "TECMATION".

Para comenzar este proyecto se tuvo que saber con qué se iba a trabajar, lamentablemente en la empresa no se cuenta con un manual de la máquina con la que se trabajaría y que determine bajo que parámetros y circunstancias debe o es recomendable que trabaje la máquina, en este caso la ensambladora "TECMATION". Ilustración 7. Máquina ensambladora "TECMATION". Una máquina establecida en el área de Ensamble AHR. Y que requiere de uno a dos operadores para ensamblar bobinas para sistemas de seguridad de cabeceras de automóviles. Ilustración 9. Bobina para sistemas de seguridad de cabeceras de automóviles.



Ilustración 7. Máquina ensambladora "TECMATION".

Dada la falta de manuales o registro detallados, se prosigue a evaluar e inspeccionar la máquina en su estatus de producción activa, mediante inspección visual y monitoreo en tiempo real, esto para conocer cómo trabaja y cómo interactúan sus mecanismos así como la ocurrencia, causa y efecto de sus fallos. La máquina es Alemana y lleva más de ocho años de servicio en la empresa. Y es la única en la empresa con esa función.



Ilustración 8. "TECMATION".

La máquina trabaja mediante un ciclo giratorio en el que por medio de 21 estaciones va ensamblando la bobina para sistemas de seguridad de las cabeceras de automóviles, Ilustración 9. Bobina para sistemas de seguridad de cabeceras de automóviles., comenzando con la colocación de la carcasa (Housing), en la estación 1.1, colocación del solenoide por parte del operador, en la estación 1.4 y/o 1.5, Prueba de Disparo (Funcionalidad), en la estación 1.10, Colocación de la etiqueta en la estación 1.11 y extracción de la línea del ítem en buen estado por la estación 1.12 y llevada a la estación 1.13, para ser colocada en una caja de recepción de material.

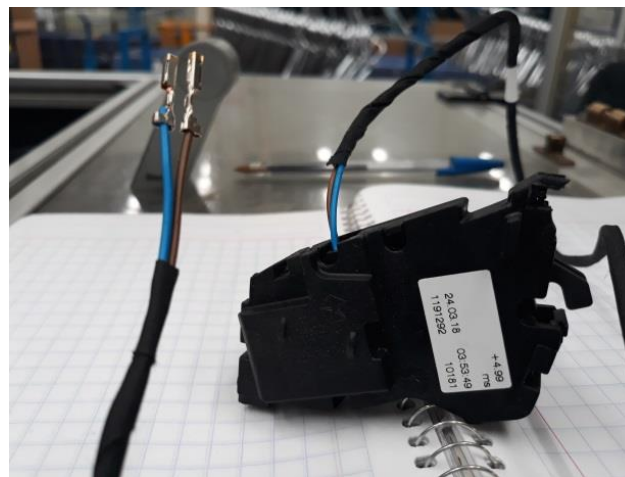


Ilustración 9. Bobina para sistemas de seguridad de cabeceras de automóviles.

Las estaciones y la función de cada una de ellas de la maquina "TECMATION", Ilustración 7. Maquina ensambladora "TECMATION"., son las siguientes:

Tabla 4. Estaciones y función de la maquina ensambladora "TECMATION".

ESTACIÓN	FUNCIÓN
EST. 1-1	Montaje de Carcasa / HOUSING

EST. 1-2	Colocación de Pin
EST. 1-3	Estación Libre
EST. 1-4	Estación de trabajo/Operador
EST. 1-5	Estación de trabajo/Operador
EST. 1-6	Presencia de Solenoide
EST. 1-7	Ensamble de Leva - Gatillo
EST. 1-8	Colocación de Tapa / LID
EST. 1-9	Cierre de Pieza Completa
EST. 1-10	Prueba de Disparo
EST. 1-11	Impresión de Tiempo de Disparo
EST. 1-12	Salida de Producto Terminado
EST. 1-13	Banda Transportadora
EST. 2-1	Colocación de Gatillo
EST. 2-2	Verificación de Gatillo
EST. 2-3	Engrasado
EST. 2-4	Estación Libre
EST. 2-5	Colocación de Levas
EST. 2-6	Presencia de Levas
EST. 2-7	Colocación de Leva en Carro
EST. 2-8	Salida de Scrap

Una vez que se identificó la función de cada una de las estaciones se empezó a tomar registro de sus fallos e incidencias no deseables ocurridas durante su producción activa, esto para poder llevar un Historial de sus fallos y así realizar un Diagrama de Pareto, Ilustración 6. Diagrama de Pareto., del número de fallos por estación de la maquina ensambladora "TECMATION", para el bimestre Diciembre-Enero, Ilustración 16. Diagrama de Pareto, bimestre DIC-ENE., esperando poder comparar el resultado y mejora en el segundo Pareto del bimestre Febrero-Marzo. Ilustración 25. Pareto para el bimestre FEB-MAR. Además de desarrollar un diagrama Ishikawa, Ilustración 15. Diagrama de Ishikawa de la maquina "Tecomation". Causas de los Paros No programados., que muestre las causas de los Paros No Programados en la máquina, causados por variables como mano de obra, medio ambiente, materia prima, método y mediciones empleados o no, en la maquina ensambladora "TECMATION". Ilustración 7. Maquina ensambladora "TECMATION".

A continuación se presenta el diagrama de Ishikawa, presentando las causa del efecto de Paros No Programados, en la maquina ensambladora "TECMATION". Ilustración 7. Maquina ensambladora "TECMATION".

Los factores causantes de los paros no programados son seis. Las 6M's, las cuales son las siguientes:

MATERIA PRIMA.

En el proceso de ensamble de bobinas para sistemas de seguridad, la materia prima han sido causantes de varios de los paros no programados ya que en ocasiones se encuentra con que la materia prima presenta rebabas de fabricación. Ilustración 11. Spacer con rebaba. Así como material de retrabajo roto, chueco o sucio. Ilustración 13. Spacer roto. Debido a que los operadores o personal no capacitado introducen a las cubas el material sin haberlo revisado prudentemente antes de reincorporarlo a la producción. Lo cual genera atoramientos en las estaciones principalmente las estaciones 1.1, 1.2, 2.1, 2.5 y 1.8.



Ilustración 10. Housing con rebaba.



Ilustración 11. Spacer con rebaba.



Ilustración 12. Housing roto.



Ilustración 13. Spacer roto.

MÉTODO.

Entre las acciones metodológicas que afectan el proceso de ensamble de bobinas, Ilustración 9. Bobina para sistemas de seguridad de cabeceras de automóviles., generando así Paros No programados, se encuentran las siguientes:

- No corregir los fallos desde la causa raíz.
- No reportar algún fallo a un responsable.
- Intervenir en la maquina sin conocerla.
- No revisar el material antes de usar en el ensamble.

MEDIO AMBIENTE.

El entorno en el cual se encuentra trabajando la máquina, Ilustración 7. Maquina ensambladora "TECMATION"., a la larga, afecta y provoca paros no programados, esto cuando se acumula en los sistemas y componentes de la máquina, mucha suciedad de grasa o aceite con el polvo que se acumula y no es frecuentemente limpiado.

MEDICIÓN.

La falta de monitoreo afecta a la maquina ya que no se lleva un control de parámetros o variables claves como los KPI's de mantenimiento y revisión de la funcionalidad de los sensores y el caudal de los sistemas neumáticos al inicio de cada turno.

MANO DE OBRA.

La mano de obra afecta cuando se tiene personal nuevo, ya que en el caso de los operadores, pueden colocar mal el solenoide o mandar pallets a la estación incorrecta y en el caso de los técnicos, los mantenimientos o intervenciones no son tan eficientes.

MAQUINARIA.

La maquinaria es la principal causa de los paros no programados debido a los fallos que se presenta por piezas o componentes con desgaste o en mal estado que no son atendidos oportunamente debido a la falta de material o refacciones en el "Tool Crib" (Almacén de Herramienta y Material). Además de la ineficiente gestión del Mantenimiento a la máquina.

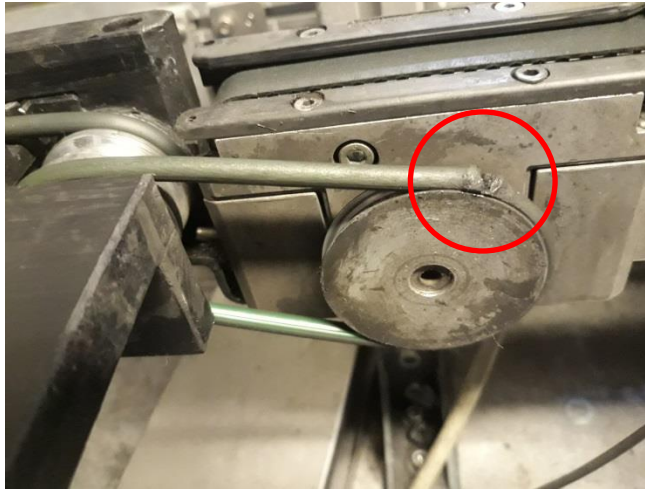


Ilustración 14. Pieza con desgaste, reportada como inexistente en Tool Crib.

El diagrama Ishikawa, Ilustración 5. Diagrama de Ishikawa., también conocido como diagrama de pescado, elaborado en referencia a la ensambladora "TECMATION", Ilustración 7. Máquina ensambladora "TECMATION"., se muestra a continuación.

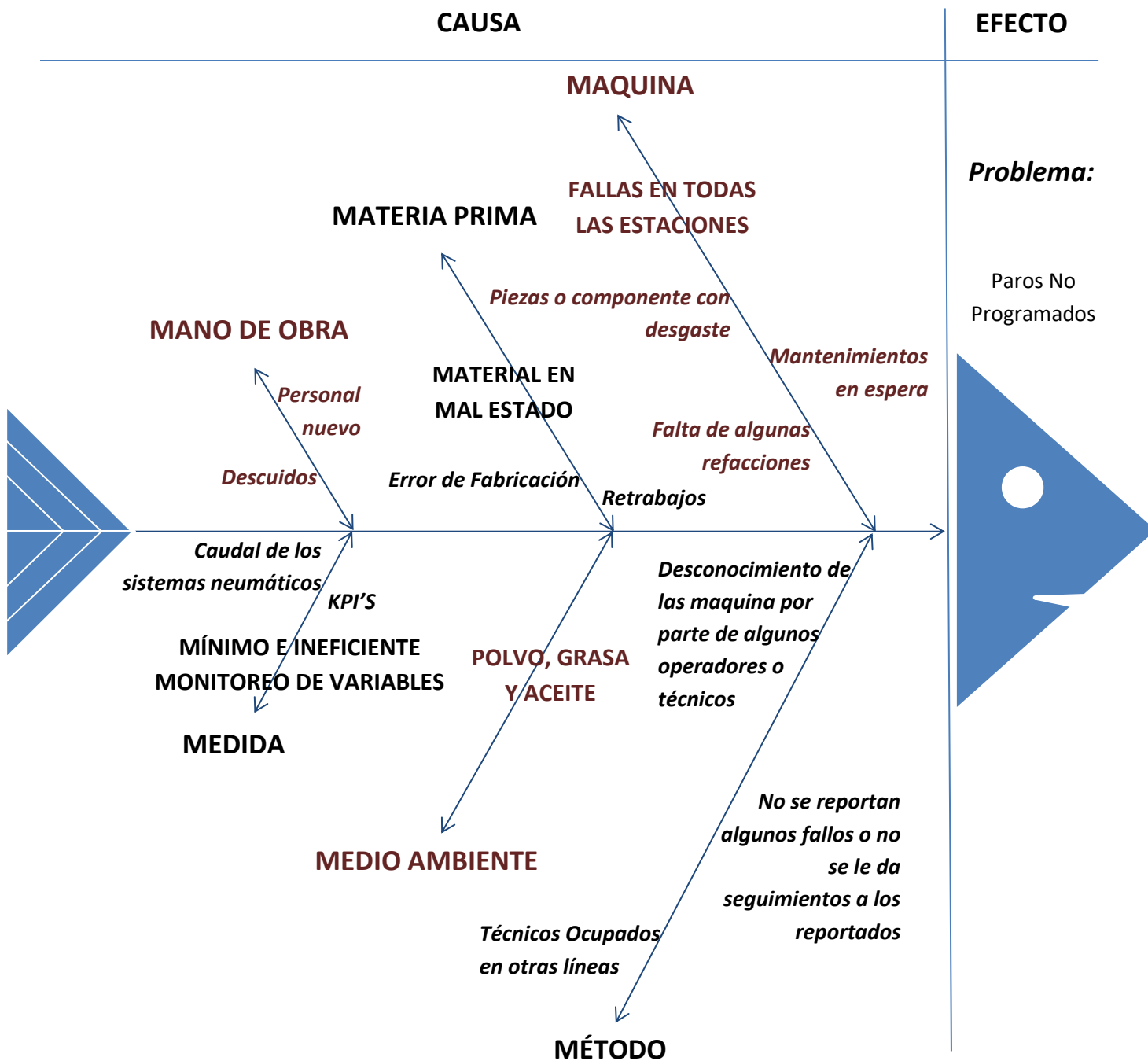


Ilustración 15. Diagrama de Ishikawa de la maquina "Tecomation". Causas de los Paros No programados.

Para elaborar el Diagrama de Pareto, Ilustración 6. Diagrama de Pareto., se enlistan los modos de falla, **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, que se presentan en la maquina ensambladora "TECMATION", Ilustración 7. Maquina ensambladora "TECMATION"., y que necesitan de acciones correctivas para lograr que se reduzcan los paros no programados. Y de esta manera mejorar la Confiabilidad de la Maquina que es el objetivo del proyecto.

Tabla 5. Modos de Falla de la maquina "TECMATION".

ESTACIONES	FUNCIÓN	MODO POTENCIAL DE FALLA
EST. 1-1	Montaje de Carcasa / HOUSING	Housing llega volteado (Boca Abajo) al final de la banda transportadora.
		Housing se cae del actuador del actuador.
		Housing se queda atorado en el cepillo antes de entrar a la banda transportadora.
		Housing se sale de la banda al final de la carrera y no es tomado por el actuador.
		Housing se queda atorado en la cuba.
EST. 1-2	Colocación de Pin	Pin atorado por suciedad. Antes o después de la manguera.
		Sensor de herradura se mueve y desajusta.
		Falla en control de profundidad.
EST. 1-3		
EST. 1-4	Estación de trabajo/Operador	Colocar mal el solenoide.
		Mandar el pallet a la estación equivocada.
EST. 1-5	Estación de trabajo/Operador	Colocar mal el solenoide.
		Mandar el pallet a la estación equivocada.
EST. 1-6	Presencia de Solenoide.	Pallet se gira y se atora con el sensor de herradura.
EST. 1-7	Ensamble de Leva - Gatillo	No coincide la posición del Housing-Pin para colocar la Leva-Gatillo.
EST. 1-8	Colocación de Tapa / LID	Lid se amontona en la entrada a la banda transportadora
		Lid no sale de la banda transportadora y no llega al actuador.
		Lid se cae del actuador.
		Cuba no es alimentada.
EST. 1-9	Cierre de Pieza Completa	La bobina no es ensamblada.
EST. 1-10	Prueba de Disparo	El pin de la prueba de disparo golpea la tapa Lid y no se efectúa la prueba de disparo.
		La bobina se atora con el Pin de la prueba de disparo y se queda trabada en la estación.
EST. 1-11	Impresión de Tiempo de Disparo	No se puede imprimir.
EST. 1-12	Salida de Producto Terminado	El cable de la bobina se enreda o atora.
EST. 1-13	Banda Transportadora	Sin cajas.
EST. 2-1	Colocación de Gatillo	El Spacer llega en incorrecta posición.
		El Gripper no toma bien el Spacer.
		Spacer atorado en la Cuba.
		El Spacer no avanza en el transportador.
EST. 2-2	Verificación de Gatillo	Se destraba una de las fibras del sensor.
EST. 2-3	Engrasado	No engrasa.

EST. 2-4		
EST. 2-5	Colocación de Levas	Levas se empalman en la entrada del riel transportador.
		Levas atoradas.
		No se efectúa la repartición de Levas.
		No se ensamblan las levas con el Spacer en la última parte de la estación 2-5.
EST. 2-6	Presencia de Levas	Error en serie leva AWK.
EST. 2-7	Colocación de Leva en Carro	Una leva se mueve y no está en su posición.
EST. 2-8	Salida de Scrap	El sensor de herradura se mueve y trava la misma estación o la estación 2-1.

Estos fueron los modos de falla, los cuales servirán para comenzar el AMEF. Además se monitoreo los tiempos muertos que los operadores de la maquina "TECMATION" asignaban a las órdenes de trabajo, esto para calcular los indicadores MTBF (Mean Time Between Failures) y MTTR (Mean Time To Repair) y de esta manera conocer el nivel de Confiabilidad de la máquina iniciando el proyecto. Para calcular el nivel de Confiabilidad se tomaron los datos de la bitácora donde se registran las Órdenes de Trabajo.

La Confiabilidad se encontraba al inicio del proyecto en la primera semana del mes de Enero entre un 86%.

Tabla 6. Nivel de Confiabilidad en la Primera semana de ENERO.

ENERO 2018			
SEMANA 1	MTTR	MTBF	CONFIABILIDAD
LUNES 1	0	0	0%
MARTES 2	24.5	95.4	80%
MIÉRCOLES 3	12.6	118.27	90%
JUEVES 4	17.62	102.37	85%
VIERNES 5	13	97.76	88%
SÁBADO 6	12.16	67.83	85%
CONFIABILIDAD:			86%

Una vez recolectado un historial de fallos y de conocer el nivel de confiabilidad inicial se realizó el primer Diagrama de Pareto de un bimestre, Ilustración 16. Diagrama de Pareto, bimestre DIC-ENE., en el que se reflejaba el número de fallos por estación de la máquina, Ilustración 7. Maquina ensambladora "TECMATION"., para poder

determinar prioridades y al mismo tiempo tener bases para planificar acciones de mejora, solicitar material, programar y agendar los mantenimientos.

Con la información recolectada de los fallos de la Tecmation, Ilustración 7. Maquina ensambladora "TECMATION", se inició un AMEF (Análisis de Modo y Efecto de Fallos) de los modos potenciales de fallos de cada estación de la maquina ensambladora de bobinas. Los efectos que estos fallos pueden provocar y las causas de estos efectos. Y se empezó a atender a las estaciones de mayor a menor prioridad. Se calculó y valoro el NPR de los fallos y se programaron los mantenimientos.

Para realizar el AMEF (Análisis de Modo y Efecto de Fallo), además del Modo de Falla que se mostró anteriormente se enlistaron los Efectos de Fallo para cada uno de los modos de fallo. Además se le asignó una ponderación al nivel de severidad que cada uno tenía.

MODO POTENCIAL DE FALLA	EFECTO POTENCIAL DE FALLA	SEVERIDAD
Housing llega volteado (Boca Abajo)	Este no es detectado por los sensores y no continua el proceso	8
Housing se cae del actuador	Este no es colocado en pallet	8
Housing se queda atorado en el cepillo antes de entrar a la banda transportadora	Este no entra a la banda transportadora	9
Housing se sale de la banda y no es tomado por el actuador	El actuador no puede tomar del Housing correctamente	9
Housing se queda atorado en la cuba	Este no sube hasta la entrada de la banda transportadora	7

Tabla 7. Efecto Potencial de Falla y Severidad.

Una vez que se enlisto el efecto y se pondero la severidad, pasaremos a enlistar la causa o las causas de los modos de fallo y de la misma manera que la severidad, ahora se calificara la ocurrencia y por último se enlistara y calificara la manera de detectar los fallos.

Esto se observa a continuación en la Tabla 8. Causas, su ocurrencia y Controles de Detención.

EFFECTO POTENCIAL DE FALLA	SEVERIDAD	CAUSA POTENCIAL DE FALLA	OCURRENCIA	CONTROLES ACTUALES DE PREVENCIÓN / DETENCIÓN	DETENCIÓN
Este no es detectado por los sensores y no continua el proceso	8	El Housing no se cayó en la cuba antes de llegar a la banda	9	Mensaje en el panel	3
Este no es colocado en pallet	8	Este no es sujetado por el actuador. Chupones rotos o basura en el Housing	7	Mensaje en el panel	3
Este no entra a la banda transportadora	9	Exceso de material. Housing pegado uno con otro	6	Mensaje en el panel	3
El actuador no puede tomar del Housing correctamente	9	El Housing salta y sale	6	Mensaje en el panel	3
Este no sube hasta la entrada de la banda transportadora	7	Dos Housing encimados	6	Mensaje en el panel	3

Tabla 8. Causas, su ocurrencia y Controles de Detención.

Ahora se multiplica la SEVERIDAD por la OCURRENCIA por la DETENCIÓN obteniendo el producto de estas tres variables y se extrae así el valor del NPR (Numero de Prioridad del Riesgo).

ESTACIONES	FUNCIÓN	MODO POTENCIAL DE FALLA	SEVERIDAD	OCURRENCIA	DETENCIÓN	NPR
EST. 1-1	Montaje de Carcasa / HOUSING	Housing llega volteado (Boca Abajo)	8	9	3	216
		Housing se cae del actuador	8	7	3	168
		Housing se queda atorado en el cepillo antes de entrar a la banda transportadora	9	6	3	162
		Housing se sale de la banda y no es tomado por el actuador	9	6	3	162
		Housing se queda atorado en la cuba	7	6	3	126

Tabla 9. NPR.

El nivel de NPR (Numero de Prioridad de Riesgo), fue de 5838.

Y las estaciones que tuvieron mayor nivel de prioridad, a semejanza del Pareto, fueron las siguientes estaciones:

- ✓ 1.1
- ✓ 1.8
- ✓ 1.9
- ✓ 1.10
- ✓ 1.12
- ✓ 2.1
- ✓ 2.5

✓ 2.6

En este caso, las estaciones con mayor prioridad en el Diagrama de Pareto y con apoyo ahora de esta tabla, perteneciente al AMEF elaborado en Excel, fueron la estación 2-6, 1-1, 1-8, 2-5 y 1-9.

A continuación se presenta el Pareto para el primer bimestre Diciembre-Enero.

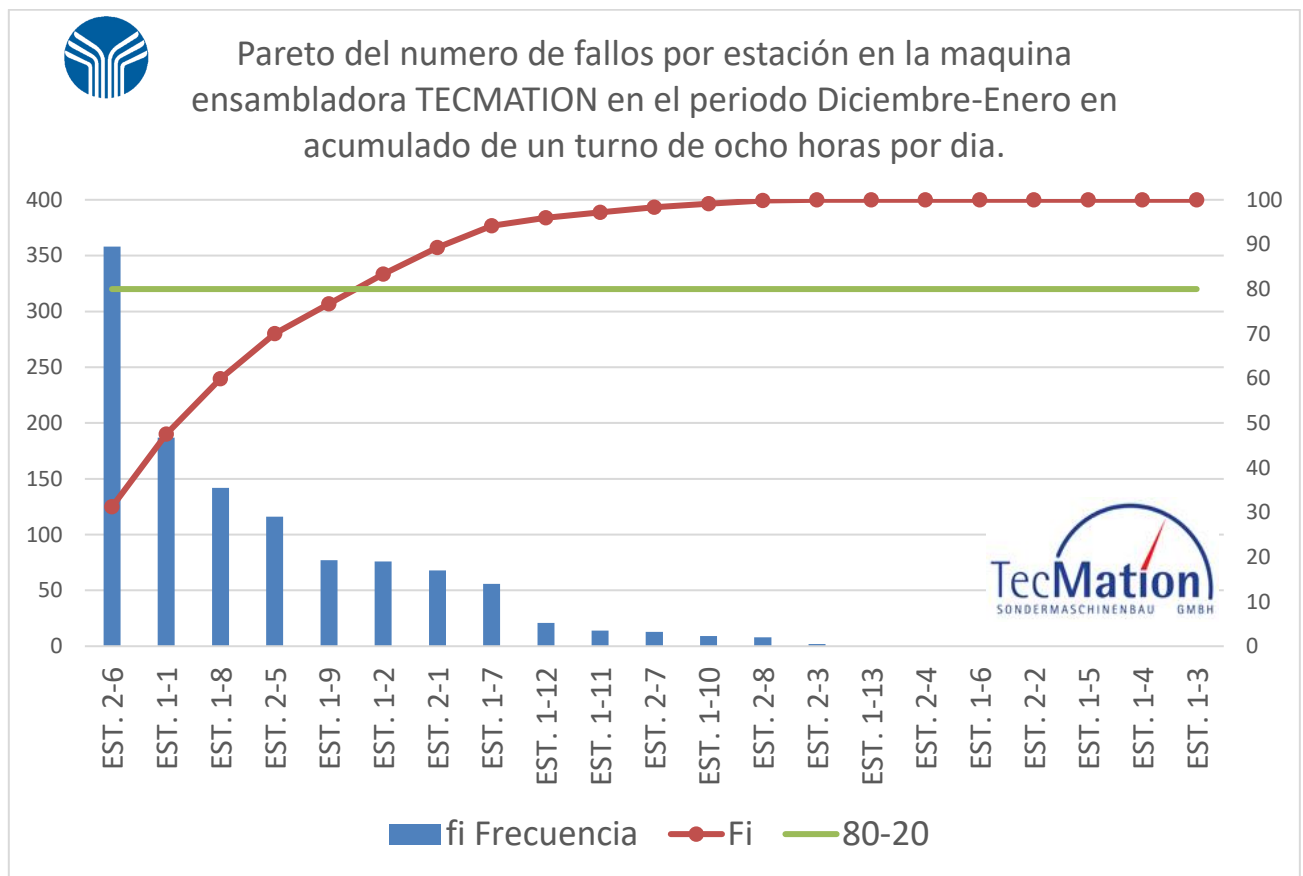


Ilustración 16. Diagrama de Pareto, bimestre DIC-ENE.

Ahora se mostrara abajo la continuación del Análisis de modo y efecto de fallo, siendo ahora turno de asignar al Responsable de las actividades recomendadas y volver a ponderar la severidad, ocurrencia y detención, así como obtener el NPR FINAL.

RESPONSABLE / FECHA	ACCIONES RECOMENDADAS	ACCIÓN TOMADA	SEVERIDAD	OCURRENCIA	DETENCIÓN	NPR
JESÚS ARAGÓN / 29-ENERO-2018	Resanar Cuba				3	0
JESÚS ARAGÓN / 29-ENERO-2018	Cambio de pieza.	ACCIÓN RECOMENDADA	8	5	3	120
JESÚS ARAGÓN / 29-ENERO-2018	Ajustar Vibración de la Cuba. Establecer un nivel adecuado de alimentación de material.	ACCIÓN RECOMENDADA	9	5	3	135
JESÚS ARAGÓN / 29-ENERO-2018	Reducir la velocidad de la banda.	ACCIÓN RECOMENDADA	9	2	3	54
JESÚS ARAGÓN / 29-ENERO-2018	Ajustar Vibración de la Cuba. Establecer un nivel adecuado de alimentación de material.	ACCIÓN RECOMENDADA	7	5	3	105

Tabla 10. Acciones recomendadas y NPR Final.

Lamentablemente no se pudo realizar todos los mantenimientos antes de la mitad del mes de Abril, quedando pendientes para ser elaborados al acabar el cuatrimestre ENERO-ABRIL, como había sido previsto, a menos de citarse una prórroga a falta del material requerido para culminar dichos mantenimientos.

El diagrama de Pareto indico que la principal prioridad se encontraba en la estación 2-6. La cual en ese entonces estaba fallando y detenía la producción ya que el sensor no trabaja correctamente por desgaste. Y al ocurrir el error se detenía la máquina para indicar que era necesario corregir dicho error y/o restablecer la máquina. Ya que se necesitaba de una pieza nueva la cual fue solicitada, la maquina se restablecía desde el panel para continuar la producción sabiendo que seguiría fallando hasta que se hiciera el cambio. Una vez hecho el cambio la incidencia bajo considerablemente.

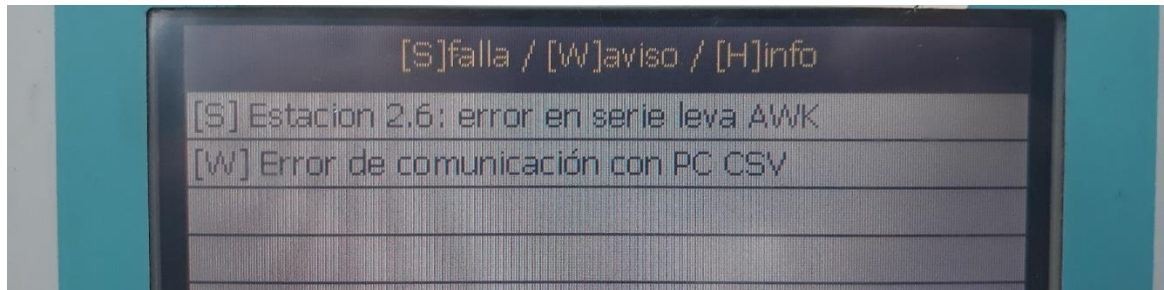


Ilustración 17. Error en 2.6.

Una vez que se contaba con la pieza en el “TOOL CRIB” se realizó el cambio total de la pieza.

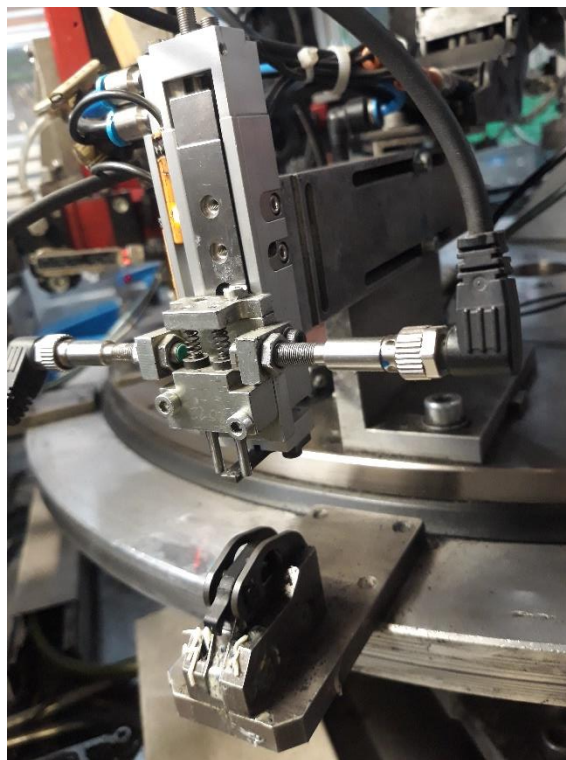


Ilustración 18. Estación 2.6.

Para las estaciones 1-1 y 1-8 se tenían fallos particularmente parecidos y cada estación contaba con una serie de fallos, uno de ellos era que el material se caía del actuador el cual tenía unos pequeños succionadores de goma que con el desgaste se rompían y no lograban hacer ese vacío entre el succionador y el material a tomar, por lo que se recomendó cambiar e inspeccionar su estado al inicio de cada turno para cerciorarse que no estén rotos.



Ilustración 19. Actuador de la estación 1.1.

Para la estación 2-5 se recomendó como acciones correctivas y preventivas, la limpieza y ajuste de los sensores de la Cuba. Además de informar a los operadores de la maquina la importancia de revisar el material de retrabajo que se reincorpora nuevamente en la Cuba para su reutilización ya que en ocasiones se encontraba con levas en mal estado. Ilustración 21. Levas en mal estado encontradas en la Cuba de la 2.5.

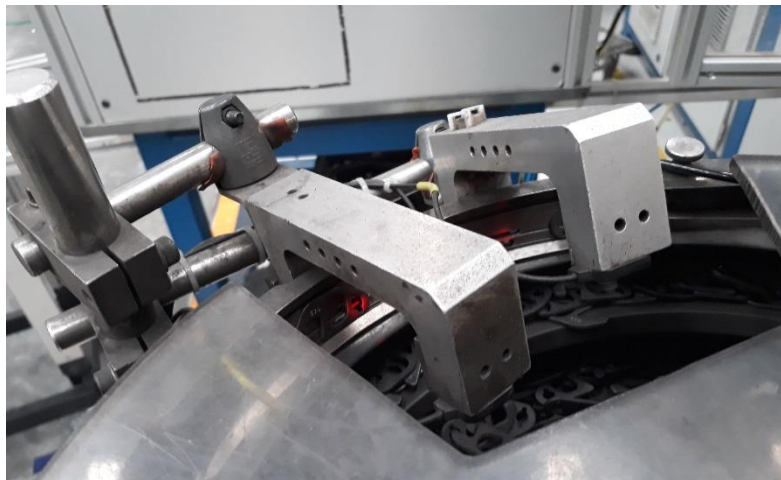


Ilustración 20. Sensores de la estación 2.5.



Ilustración 21. Levas en mal estado encontradas en la Cuba de la 2.5.

En el caso de la estación 1-9, esta falla debido a problemas con el solenoide para lo cual se le dio capacitación a los operadores y se les hizo saber la importancia de colocar correctamente la solenoide, así como al pasar por la estación 1-7 donde se genera la siguiente causa de falla de la estación 1-9 ya que si las levas no eran bien colocadas y se movían en el camino esto generaría que se atorara la estación 1-9 por lo cual se ajusta periódicamente el caudal del Gripper de la estación 1-7 y se revisa que los Pallets no tengan desgaste ya que esto puede generar que el Housing no este correctamente posicionado y por eso la estación 1-7 no ensamble bien la leva-gatillo.

Como estaciones con prioridad secundaria están la 1.2, 2.1, 1.7, 1.12 y 1.11.

En la 1.2 se recomienda tener cuidado con el material de los retrabajos que se reincorpora, además se ajusta el set-point y se revisa que el sensor de herradura este en su posición adecuada, esto al iniciar cada turno, y se recortan periódicamente las fibras del sensor.



Ilustración 22. Estación 1.2.

En la estación 2.1 se arregló la base portadora del Spacer al final del transportador, que tenía desgaste provocando se cayera el Spacer o que no fuera tomado por el Gripper.

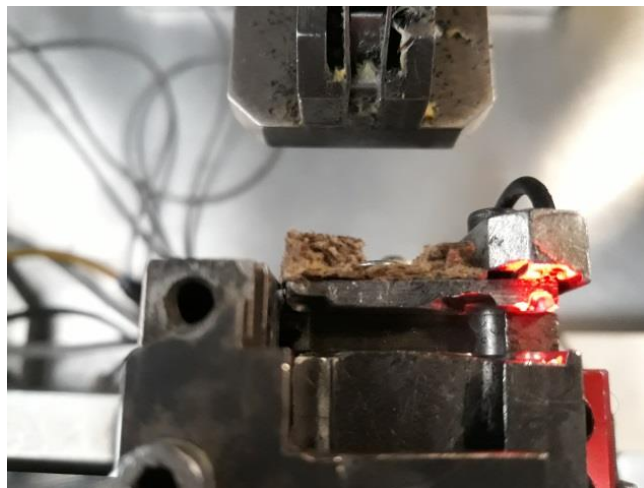


Ilustración 23. Estación 2.1.

Para reducir los paros no programados generados por la estación 1.7 se recomienda además de ajustar el caudal del Gripper, arreglar los Pallets que presentan desgaste. Ya que provoca que el "Housing" no vaya bien posicionado y no coincida el Pin con las levas. También se revisa que la estación 2.5 y 2.6 no manden las

levas levantadas no lo necesario para ser tomadas por la 2.7 y que lo coloque incorrectamente o se detenga la maquina por atoramiento en la 1.7.

En la estación 1.12 se cambió la banda transportadora. Pero queda pendiente prevenir los atoramientos de las bobinas.

En medida que se fueron resolviendo estos problemas se continuo registrando los fallos y anexando al historial para comparar el antes con el después. Al final del proyecto el Pareto quedo así.

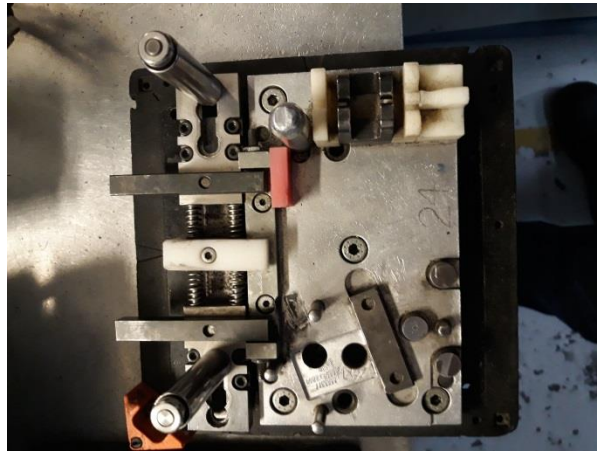


Ilustración 24. Pallet.

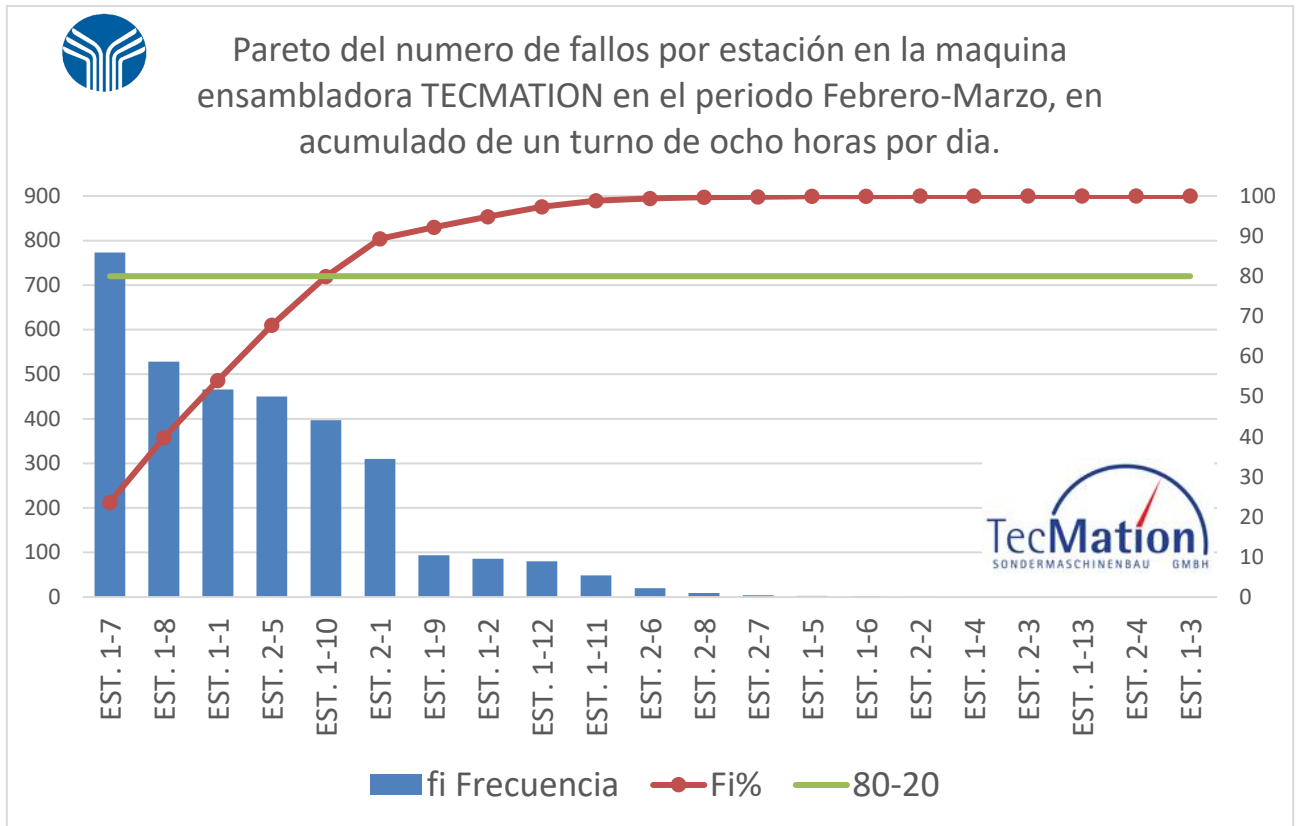


Ilustración 25. Pareto para el bimestre FEB-MAR.

Se continuaron realizando los mantenimientos correspondientes, sin embargo debido a la falta de material no se pudieron realizar los mantenimientos en orden exacta de priorización, como se puede notar la estación 2-6 y 1-9 bajaron su nivel en el segundo Pareto del bimestre Febrero-Marzo pero otras estaciones como 1.1, 1.8 y 2.5 no lograron bajar considerablemente como se esperaba.

Siendo así que el nivel de Confiabilidad unos días antes de terminar la estadía, en la semana 12 del cuatrimestre Enero – Abril, quedara en un 89% versus un 86% al inicio del proyecto.

CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

4.1 Resultados

La confiabilidad de un equipo se puede mejorar en tan solo poco menos de cuatro meses con la gestión adecuada de su mantenimiento, supervisión, monitoreo y control del estado de la máquina. Con la inspección rutinaria del equipo se puede obtener la información necesaria para llevar a cabo un proyecto de mejora, realizar un Pareto y un Análisis de modos y efectos de falla y de esta manera lograr que la confiabilidad de una maquina mejore. Los parámetros bajo los cuales tiene que trabajar la máquina, en este caso son 250 piezas producidas por hora, se lograron en mayor medida cuando los retrabajos generados por materia prima, no eran un impedimento.

Comparando la semana 1 versus la semana 12, se puede ver una mejoría en el índice de confiabilidad como se había previsto.

Tabla 11. Confiabilidad Semana 1.

ENERO	
SEMANA 1	CONFIABILIDAD
LUNES 1	0%
MARTES 2	80%
MIÉRCOLES 3	90%
JUEVES 4	85%
VIERNES 5	88%
SÁBADO 6	85%
CONFIABILIDAD:	86%

Tabla 12. Confiabilidad Semana 12.

MARZO			
SEMANA 12	MTTR	MTBF	CONFIABILIDAD
LUNES 19	20	100	83%
MARTES 20	13.53	82.46	86%
MIÉRCOLES 21	9.3	97.3	91%
JUEVES 22	13.08	106.91	89%
VIERNES 23	9.3	130.6	93%
SÁBADO 24	22.5	187.5	89%
CONFIABILIDAD:			89%

4.3 Recomendaciones

- ✓ Realizar inspección visual rutinaria a la máquina antes de cada turno.
- ✓ Llevar un control de los indicadores MTBF y MTTR con datos medidos en tiempo real en turnos completos por lo menos una semana por mes.
- ✓ Planificar y realizar los mantenimientos oportunamente y darle seguimiento.
- ✓ Realizar mantenimientos preventivos y predictivos en base a las inspecciones visuales, monitoreo y registros como la Bitácora, el Historial de fallos y la Orden de Trabajo.
- ✓ Capacitar a los Operadores para realizar Mantenimiento Autónomo, para aquellos arreglos que no afecten mucho su integridad ni la de la máquina. Y así puedan reestablecer la máquina y hacer diagnósticos o conjeturas de los fallos y de esta manera hacer eficiente su reporte a los técnicos.
- ✓ Mejorar el proceso de obtención de material y refacciones para realizar lo antes posibles los fallos prioritarios.





4.2 Trabajos Futuros

El presente proyecto puede ser perfectamente aplicado en cualquiera de las maquinas que se encuentra en la empresa y así lograr una adecuada eficiencia global de los todos los equipos.



Se recomienda para trabajos futuros, tener más cercanía e involucramiento por parte de los técnicos para la realización del AMEF (Análisis de Modo y Efecto de Fallo), el cual sirve de apoyo para la realización del PDCA Plan de Acción, el cual sigue el ciclo de Deming y es el formato oficial del Departamento de Mantenimiento de "GRAMMER".

ANEXOS

Anexo 1. Cronograma de Actividades.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL CENTRO DE VERACRUZ		DOCISO REV.	FODACOR-C
PLANEACIÓN Y SEGUIMIENTO DEL PROYECTO DE ESTADÍA		RESPONSABLE DE LA EFICACIA (DACC2)	DAOS (DACC2)
		NO. PROCESO	2
PROGRAMA EDUCATIVO: Ingeniería en Mantenimiento Industrial	EMPRESA: Grammer Automotive Puebla S.A de C.V.	FECHA ELABORACIÓN: 25/01/2018	
MATRICULA: 9513	ASESOR INDUSTRIAL: José Juan Lara Martínez	PERIODO CUATRIMESTRAL:	
NOMBRE DEL ALUMNO: Moisés Castro Valdivia	NOMBRE DEL PROYECTO: Hacia una mejora en la ensambladora TECMATION	<input checked="" type="checkbox"/> ENERO-ABRIL <input type="checkbox"/> MAYO-AUGUSTO <input type="checkbox"/> SEPTIEMBRE-DICIEMBRE	
ASESOR ACADÉMICO: Ricardo Ramos Tejeda	OBJETIVO DEL PROYECTO: Mejorar la confiabilidad de la maquina ensambladora TECMATION que se encuentra en la empresa GRAMMER y así asegurar que la maquina cumpla su objetivo		
SEMANA	ACTIVIDAD / OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PROYECTO	SEGUIMIENTO/RETROALIMENTACIÓN (Describe brevemente las tareas o actividades pendientes con respecto al programa de actividades y que deberá revisarse en próxima visita)	FIRMA DEL ALUMNO
1	Reconocimiento del area de trabajo		
2	Identificación de cada una de las estaciones de la ensambladora TECMATION		
3	Recolección de datos de los errores más frecuentes en la ensambladora TECMATION		
4	Identificación de la refacciones y piezas críticas, con mayor desgaste en la ensambladora TECMATION		
5	Medir el indicador MTBF para analizar la confiabilidad		
6	Medir el indicador MTR para analizar la confiabilidad		
7	Analizar e Interpretar los datos antes recabados		
8	Planificar estrategias de acción para dar mantenimiento a la ensambladora TECMATION		
9	Realizar las acciones de mantenimiento planificadas como primarias		
10	Verificar que las acciones realizadas estén o hayan funcionado		
11	Realizar las acciones de mantenimiento planificadas como secundarias		
12	Verificar que las acciones realizadas estén o hayan funcionado		
13	Tomar medidas de acción necesarias ante lo antes verificado		
14	Medir nuevamente los indicadores MTBF y MTR		
15	Analizar que la Confiabilidad en el equipo haya mejorado.		

NOTA: ESTE REGISTRO DEBE FIRMARSE POR EL ALUMNO, ASESOR INDUSTRIAL Y ACADÉMICO AL INICIO DE LA ESTADÍA, Y FIRMADO AL FINAL DEL PROCESO DE ESTADÍA POR EL JEFE DE PROGRAMA EDUCATIVO (DACC2).

 ALUMNO
  ASESOR INDUSTRIAL
 _____ ASESOR ACADÉMICO
 _____ JEFE DE CARRERA
(QUESTAR NOTAR SOBRE FIRMA AL FINAL DE CUATRIMESTRE)

Anexo 2. Modos de Fallo y Severidad.

MODO POTENCIAL DE FALLA	EFECTO POTENCIAL DE FALLA	SEVERIDAD
Housing llega volteado (Boca Abajo)	Este no es detectado por los sensores y no continua el proceso	8
Housing se cae del actuador	Este no es colocado en pallet	8
Housing se queda atorado en el cepillo antes de entrar a la banda transportadora	Este no entra a la banda transportadora	9
Housing se sale de la banda y no es tomado por el actuador	El actuador no puede tomar del Housing correctamente	9
Housing se queda atorado en la cuba	Este no sube hasta la entrada de la banda transportadora	7
Pin atorado por suciedad. Antes o después de la manguera.	El pin no continua su paso y no es colocado	9
Sensor de herradura se mueve y desajusta.	No pasa el pin	7
Falla en control de profundidad	No se puede colocar el pin en el Housing	8
Colocar mal la solenoide	Provoca que no sea ensamblada la bobina o producir un retrabajo	9

Mandar el pallet a la estación equivocada.	Genera que se atore ese pallet en la estación errónea	8
Colocar mal la solenoide	Provoca que no sea ensamblada la bobina o producir un retrabajo	9
Mandar el pallet a la estación equivocada.	Genera que se atore ese pallet en la estación errónea	8
Pallet se gira y se atora con el sensor de herradura.	No avanza el pallet	2
No coincide la posición del Housing-Pin para colocar la Leva-Gatillo	No se coloca la Leva-Gatillo en el Pin del Housing	8
Lid se amontona en la entrada a la banda transportadora	Lid no entra a la banda transportadora	8
Lid no sale de la banda transportadora y no llega al actuador	Lid no llega al final de la banda transportadora	8
Lid se cae del actuador	Lid no es colocada en el pallet	8
Cuba no es alimentada	No hay Lid para entrar a la banda	8
No se ensambla la bobina	Estación y producción detenida	9
		9
El pin de la prueba de disparo golpea la tapa Lid y no se efectúa la prueba de disparo	Se genera un retrabajo	10

La bobina se atora con el Pin de la prueba de disparo y se queda trabada en la estación	El pallet se queda atorado en la estación	9
No se puede imprimir	No se coloca etiqueta en la bobina	9
		9
El cable de la bobina se enreda o atora	Se atora pallet o Gripper	9
Sin cajas	No salen la piezas buenas	4
El Spacer llega en incorrecta posición	Se atora y no es tomado por el Gripper	8
El Spacer se cae de la base para ser tomado por el Gripper o del Gripper mismo	No es colocado en la mesa rotatoria	9
El Spacer no avanza en el transportador.	No llega al final del transportador	7
Se destraba una de las fibras del sensor.	No detecta Spacer y lo manda a Scrap	9
No engrasa	Genera un retrabajo	9
Levas se empalman en la entrada del riel transportador	Las levas no avanzan en el transportador	9

Levas atoradas	No se ensambla la leva en el Spacer	9
No se efectúa la repartición de Levas	El Gripper no toma el juego de levas para ser colocadas en el Spacer	8
No se ensamblan las levas con el Spacer en la última parte de la estación 2-5	Se atora y no sigue girando la mesa rotatoria	9
Error en serie leva AWK	No se puede avanzar a la estación 2-7	8
Una leva se mueve y no está en su posición	Se atora y no avanza a la estación 1-7	9
El sensor de herradura se mueve	Se traba la misma estación o la estación 2-1	7

Anexo 3. Causas de los fallos, Ocurrencia y Detención.

EFFECTO POTENCIAL DE FALLA	SEVERIDAD	CAUSA POTENCIAL DE FALLA	OCCURRENCIA	CONTROLES ACTUALES DE PREVENCIÓN / DETENCIÓN	DETENCIÓN
Este no es detectado por los sensores y no continua el proceso	8	El Housing no se cayó en la cuba antes de llegar a la banda	9	Mensaje en el panel	3
Este no es colocado en pallet	8	Este no es sujetado por el actuador. Chupones rotos o basura en el Housing	7	Mensaje en el panel	3
Este no entra a la banda transportadora	9	Exceso de material. Housing pegado uno con otro	6	Mensaje en el panel	3
El actuador no puede tomar del Housing correctamente	9	El Housing salta y sale	6	Mensaje en el panel	3
Este no sube hasta la entrada de la banda transportadora	7	Dos Housing encimados	6	Mensaje en el panel	3
El pin no continua su paso y no es colocado	9	Pin con suciedad	6	Mensaje en el panel	3
No pasa el pin	7	Se mueve y desajusta el sensor	2	Mensaje en el panel	4
No se puede colocar el pin en el Housing	8	Suciedad en el Pin. Set-point desajustado	6	Mensaje en el panel	3
Provoca que no sea ensamblada la bobina o producir un retrabajo	9	La operadora no coloca bien el solenoide. Solenoide no embona en el Housing	5	Mensaje en el panel	4
Genera que se atore ese pallet en la estación errónea	8	La operadora manda el pallet desde la estación de trabajo por error	4	Mensaje en el panel	3

Provoca que no sea ensamblada la bobina o producir un retrabajo	9	La operadora no coloca bien el solenoide. Solenoide no embona en el Housing	5	Mensaje en el panel	4
Genera que se atore ese pallet en la estación errónea	8	La operadora manda el pallet desde la estación de trabajo por error	4	Mensaje en el panel	3
No avanza el pallet	2	Se gira cuando sale de la estación de trabajo 1.5	2	Mensaje en el panel	3
No se coloca la Leva-Gatillo en el Pin del Housing	8	El Gripper está desajustado. Pallet con desgaste.	8	Mensaje en el panel	3
Lid no entra a la banda transportadora	8	Exceso de material	9	Mensaje en el panel	3
Lid no llega al final de la banda transportadora	8	La banda se amarra. Lid se atora en el transportador.	7	Mensaje en el panel	3
Lid no es colocada en el pallet	8	No es sujetado bien por el actuador. Chupones rotos. Basura en la Lid	6	Mensaje en el panel	3
No hay Lid para entrar a la banda	8	Lid atorada en el alimentador. Falla sensor de nivel de la cuba.	5	Mensaje en el panel	3
Estación y producción detenida	9	La solenoide llega levantada a la estación	8	Mensaje en el panel	3
	9	La leva llega movida a la estación	8	Mensaje en el panel	3
Se genera un retrabajo	10	Base de la prueba de disparo desalineada.	5	Mensaje en el panel	4
El pallet se queda atorado en la estación	9	Las levas se atorán y no abren para que salga el pin	5	Mensaje en el panel	3
No se coloca etiqueta en la bobina	9	Se rompe la cinta de etiqueta o el Ribbon	3	Mensaje en el panel	3
	9	Error de impresora. Etiqueta trabada	4	Mensaje en el panel	3

Se atora pallet o Gripper	9	Los cables se salen del pallet y del Gripper	8	Mensaje en el panel	4
No salen la piezas buenas	4	Operador no coloca cajas vacías o retira cajas llenas	2	Mensaje en el panel	3
Se atora y no es tomado por el Gripper	8	No se cae en la cuba antes de llegar al transportador	8	Mensaje en el panel	3
No es colocado en la mesa rotatoria	9	Pieza desgastada	8	Mensaje en el panel	4
No llega al final del transportador	7	El transportador no Vibra	7	Mensaje en el panel	4
No detecta Spacer y lo manda a Scrap	9	Se destraba	1	Mensaje en el panel	6
Genera un retrabajo	9	No hay grasa	1	Mensaje en el panel	6
Las levas no avanzan en el transportador	9	El aire empuja las levas amontonadas en la entrada del transportador	7	Mensaje en el panel	4
No se ensambla la leva en el Spacer	9	Levas se mueven	7	Mensaje en el panel	3
El Gripper no toma el juego de levas para ser colocadas en el Spacer	8	Las levas no avanzan el riel transportador	8	Mensaje en el panel	3
Se atora y no sigue girando la mesa rotatoria	9	Basura en la leva o mal posicionadas	6	Mensaje en el panel	3
No se puede avanzar a la estación 2-7	8	Falta de Leva-Gatillo	9	Mensaje en el panel	3
Se atora y no avanza a la estación 1-7	9	Se mueve la leva antes de llegar a la estación 2-7	5	Mensaje en el panel	3

Se traba la misma estación o la estación 2-1	7	Sensor mal ajustado. Se barre el tornillo de seguridad y se mueve.	4	Mensaje en el panel	4
--	---	--	---	---------------------	---

Anexo 4. NPR.

ESTACIONES	FUNCIÓN	MODO POTENCIAL DE FALLA	SEVERIDAD	OCURRENCIA	DETENCIÓN	NPR
EST. 1-1	Montaje de Carcasa / HOUSING	Housing llega volteado (Boca Abajo)	8	9	3	216
		Housing se cae del actuador	8	7	3	168
		Housing se queda atorado en el cepillo antes de entrar a la banda transportadora	9	6	3	162
		Housing se sale de la banda y no es tomado por el actuador	9	6	3	162
		Housing se queda atorado en la cuba	7	6	3	126
EST. 1-2	Colocación de Pin	Pin atorado por suciedad. Antes o después de la manguera.	9	6	3	162
		Sensor de herradura se mueve y desajusta.	7	2	4	56
		Falla en control de profundidad	8	6	3	144
EST. 1-3						
EST. 1-4	Estación de trabajo/Operador	Colocar mal la solenoide	9	5	4	180

		Mandar el pallet a la estación equivocada.	8	4	3	96
EST. 1-5	Estación de trabajo/Operador	Colocar mal la solenoide	9	5	4	180
		Mandar el pallet a la estación equivocada.	8	4	3	96
EST. 1-6	Presencia de Solenoide	Pallet se gira y se atora con el sensor de herradura.	2	2	3	12
EST. 1-7	Ensamble de Leva - Gatillo	No coincide la posición del Housing-Pin para colocar la Leva-Gatillo	8	8	3	192
EST. 1-8	Colocación de Tapa / LID	Lid se amontona en la entrada a la banda transportadora	8	9	3	216
		Lid no sale de la banda transportadora y no llega al actuador	8	7	3	168
		Lid se cae del actuador	8	6	3	144
		Cuba no es alimentada	8	5	3	120
EST. 1-9	Cierre de Pieza Completa	No se ensambla la bobina	9	8	3	216
EST. 1-10	Prueba de Disparo	El pin de la prueba de disparo golpea la tapa Lid y no se efectúa la prueba de disparo	10	5	4	200
		La bobina se atora con el Pin de la prueba de disparo y se queda trabada en la estación	9	5	3	135

EST. 1-11	Impresión de Tiempo de Disparo	No se puede imprimir	9	3	3	81
			9	4	3	108
EST. 1-12	Salida de Producto Terminado	El cable de la bobina se enreda o atora	9	6	4	216
EST. 1-13	Banda Transportadora	Sin cajas	4	2	3	24
EST. 2-1	Colocación de Gatillo	El Spacer llega en incorrecta posición	8	8	3	192
		El Spacer se cae de la base para ser tomado por el Gripper o del Gripper mismo	9	8	4	288
		El Spacer no avanza en el transportador.	7	7	4	196
EST. 2-2	Verificación de Gatillo	Se destraba una de las fibras del sensor.	9	1	6	54
EST. 2-3	Engrasado	No engrasa	9	1	6	54
EST. 2-4						
EST. 2-5	Colocación de Levas	Levas se empalman en la entrada del riel transportador	9	7	4	252
		Levas atoradas	9	7	3	189
		No se efectúa la repartición de Levas	8	8	3	192

		No se ensamblan las levas con el Spacer en la última parte de la estación 2-5	9	6	3	162
EST. 2-6	Presencia de Levas	Error en serie leva AWK	8	9	3	216
EST. 2-7	Colocación de Leva en Carro	Una leva se mueve y no está en su posición	9	5	3	135
EST. 2-8	Salida de Scrap	El sensor de herradura se mueve	7	4	4	112
TOTAL:						5838

Anexo 5. Acciones de mejora y NPR Final.

RESPONSABLE / FECHA	ACCIONES RECOMENDADAS	ACCIÓN TOMADA	SEVERIDAD	OCURENCIA	DETENCIÓN	NPR
JESÚS ARAGÓN / 29-ENERO-2018	Resanar Cuba				3	0
JESÚS ARAGÓN / 29-ENERO-2018	Cambio de pieza.	ACCIÓN RECOMENDADA	8	5	3	120
JESÚS ARAGÓN / 29-ENERO-2018	Ajustar Vibración de la Cuba. Establecer un nivel adecuado de alimentación de material.	ACCIÓN RECOMENDADA	9	5	3	135
JESÚS ARAGÓN / 29-ENERO-2018	Reducir la velocidad de la banda.	ACCIÓN RECOMENDADA	9	2	3	54
JESÚS ARAGÓN / 29-ENERO-2018	Ajustar Vibración de la Cuba. Establecer un nivel adecuado de alimentación de material.	ACCIÓN RECOMENDADA	7	5	3	105
JESÚS ARAGÓN / 29-ENERO-2018	Evitar introducir material inadecuado a la cuba.	ACCIÓN RECOMENDADA	9	4	3	108
JESÚS ARAGÓN / 29-ENERO-2018	Ajusta el sensor en su posición correcta	ACCIÓN RECOMENDADA	6	1	4	24
JESÚS ARAGÓN / 29-ENERO-2018	Ajustar set-ponit o recortar las fibras.	ACCIÓN RECOMENDADA	8	3	3	72
						0
JESÚS ARAGÓN / 29-ENERO-2018	Capacitar al operador	ACCIÓN RECOMENDADA	9	2	3	54
JESÚS ARAGÓN / 29-ENERO-2018						

JESÚS ARAGÓN / 29-ENERO-2018						
JESÚS ARAGÓN / 29-ENERO-2018						
JESÚS ARAGÓN / 29-ENERO-2018	Ajustar el sistema de bandas y plataformas de la estación 1.5. Corregir pallet	ACCIÓN RECOMENDADA	1	1	3	3
JESÚS ARAGÓN / 26-MARZO-2018	Reparar pallets. Ajustar Gripper de la estación 1.7.				3	0
JESÚS ARAGÓN / 29-ENERO-2018	Resanar Cuba. Establecer límite de nivel de alimentación de material.				3	0
JESÚS ARAGÓN / 29-ENERO-2018	Cambiar la banda. Limpiar las paredes del transportador.				3	0
JESÚS ARAGÓN / 29-ENERO-2018	Cambio de pieza.	ACCIÓN RECOMENDADA	8	3	3	72
JESÚS ARAGÓN / 29-ENERO-2018	Cambiar la conexión del sensor de nivel 1-8B2	ACCIÓN RECOMENDADA	8	1	3	24
JESÚS ARAGÓN / 29-ENERO-2018	Capacitar al operador para que coloque bien el solenoide.	ACCIÓN RECOMENDADA	9	6	3	162
JESÚS ARAGÓN / 29-ENERO-2018	Ajustar estación 1.7 y 2.5. Reparación de pallets con desgaste.	ACCIÓN RECOMENDADA	9	7	3	189
JESÚS ARAGÓN / 29-ENERO-2018	Ajustar la base de la prueba de disparo	ACCIÓN RECOMENDADA	10	3	3	90
JESÚS ARAGÓN / 29-ENERO-2018	Ajustar periódicamente la posición del pin de la prueba de disparo, caudal y sensor de final de carrera	ACCIÓN RECOMENDADA	9	4	3	108
JESÚS ARAGÓN / 29-ENERO-2018	Revisar Impresora. Revisar Plato Aplicador. Cambiar Etiqueta o Ribbon	ACCIÓN RECOMENDADA	9	2	3	54
JESÚS ARAGÓN / 29-ENERO-2018	Revisar Impresora. Revisar Plato Aplicador.	ACCIÓN RECOMENDADA	9	2	3	54

JESÚS ARAGÓN / 05-MARZO-2018	Reparar pallets. Reparar Gripper. Asegurar cables en el pallet para que no se suelten antes de salir de la máquina.				3	0
JESÚS ARAGÓN / 29-ENERO-2018	Capacitar al operador.	ACCIÓN RECOMENDADA	3	1	3	9
JESÚS ARAGÓN / 05-MARZO-2018	Revisar el sistema de la Cuba. Resanar la Cuba.				3	0
JESÚS ARAGÓN / 29-ENERO-2018	Cambiar pieza.	ACCIÓN RECOMENDADA	9	4	3	108
JESÚS ARAGÓN / 26-MARZO-2018					3	0
JESÚS ARAGÓN / 29-ENERO-2018	Colocar y Ajustar.	ACCIÓN RECOMENDADA	8	1	3	24
JESÚS ARAGÓN / 29-ENERO-2018	Revisar el nivel de grasa antes de cada turno.	ACCIÓN RECOMENDADA	9	1	3	27
						0
JESÚS ARAGÓN / 29-ENERO-2018	Limpiar paredes de transportador. No introducir levas con suciedad.				3	0
JESÚS ARAGÓN / 29-ENERO-2018	Evitar que las levas no tengan impurezas o dobladuras.	ACCIÓN RECOMENDADA	9	4	3	108
JESÚS ARAGÓN / 29-ENERO-2018	Ajustar la presión de aire y la vibración del transportador. Evitar usar levas con impurezas, suciedad o dobladuras.	ACCIÓN RECOMENDADA	8	4	3	96
JESÚS ARAGÓN / 29-ENERO-2018	Evitar que las levas no tengan impurezas o dobladuras.	ACCIÓN RECOMENDADA	9	4	3	108
JESÚS ARAGÓN / 29-ENERO-2018	Cambiar pieza.	ACCIÓN RECOMENDADA	9	2	3	54

JESÚS ARAGÓN / 29-ENERO-2018	Ajustar estación 2.5 y 2.6.	ACCIÓN RECOMENDADA	9	4	3	108
JESÚS ARAGÓN / 29-ENERO-2018	Ajustar y Apretar Tornillo sujetador.	ACCIÓN RECOMENDADA	7	2	3	42

Anexo 6. Historial de Fallos y su Frecuencia.

Fecha de la Última Actualización: 05/02/2018.					
GRAMMER AUTOMOTIVE PUEBLA S.A DE C.V.					
Departamento de Mantenimiento					
Historial del número de fallos por estación en la maquina ensambladora TECMATION en el periodo Diciembre-Enero , en acumulado de un turno de ocho horas por día.					
					
ESTACIONES	FUNCIÓN	fi Frecuencia	Fi	Fi%	80-20
EST. 2-6	Presencia de Levas	677	677	22.321	80
EST. 1-1	Montaje de Carcasa / HOUSING	450	1127	37.158	80
EST. 1-8	Colocación de Tapa / LID	390	1517	50.016	80
EST. 2-5	Colocación de Levas	304	1821	60.04	80
EST. 1-9	Cierre de Pieza Completa	253	2074	68.381	80
EST. 1-2	Colocación de Pin	252	2326	76.69	80
EST. 2-1	Colocación de Gatillo	191	2517	82.987	80

EST. 1-7	Ensamble de Leva - Gatillo	175	2692	88.757	80
EST. 1-12	Salida de Producto Terminado	128	2820	92.977	80
EST. 1-11	Impresión de Tiempo de Disparo	69	2889	95.252	80
EST. 2-7	Colocación de Leva en Carro	68	2957	97.494	80
EST. 1-10	Prueba de Disparo	62	3019	99.538	80
EST. 2-8	Salida de Scrap	11	3030	99.901	80
EST. 2-3	Engrasado	3	3033	100	80
EST. 1-13	Banda Transportadora	0	3033	100	80
EST. 2-4		0	3033	100	80
EST. 1-6	Presencia de Solenoide	0	3033	100	80
EST. 2-2	Verificación de Gatillo	0	3033	100	80
EST. 1-5	Estación de trabajo/Operador	0	3033	100	80

EST. 1-4	Estación de trabajo/Operador	0	3033	100	80
EST. 1-3		0	3033	100	80
TOTAL:			3033		

Anexo 7. Historial de Fallos y su Frecuencia.

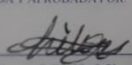
Fecha de la Última Actualización: 16/02/2018.					
GRAMMER AUTOMOTIVE PUEBLA S.A DE C.V.					
Departamento de Mantenimiento					
Historial del número de fallos por estación en la maquina ensambladora TECMATION en el periodo Febrero-Marzo , en acumulado de un turno de ocho horas por día.					
					
ESTACIONES	FUNCIÓN	fi Frecuencia	Fi	Fi%	80-20
EST. 1-7	Ensamble de Leva - Gatillo	773	773	23.625	80
EST. 1-8	Colocación de Tapa / LID	528	1301	39.762	80
EST. 1-1	Montaje de Carcasa / HOUSING	466	1767	54.004	80
EST. 2-5	Colocación de Levas	450	2217	67.757	80
EST. 1-10	Prueba de Disparo	397	2614	79.89	80
EST. 2-1	Colocación de Gatillo	310	2924	89.364	80
EST. 1-9	Cierre de Pieza Completa	94	3018	92.237	80

EST. 1-2	Colocación de Pin	86	3104	94.866	80
EST. 1-12	Salida de Producto Terminado	80	3184	97.311	80
EST. 1-11	Impresión de Tiempo de Disparo	49	3233	98.808	80
EST. 2-6	Presencia de Levas	20	3253	99.419	80
EST. 2-8	Salida de Scrap	9	3262	99.694	80
EST. 2-7	Colocación de Leva en Carro	4	3266	99.817	80
EST. 1-5	Estación de trabajo/Operador	3	3269	99.908	80
EST. 1-6	Presencia de Solenoide	2	3271	99.969	80
EST. 2-2	Verificación de Gatillo	1	3272	100	80
EST. 1-4	Estación de trabajo/Operador	0	3272	100	80
EST. 2-3	Engrasado	0	3272	100	80
EST. 1-13	Banda Transportadora	0	3272	100	80

EST. 2-4		0	3272	100	80
EST. 1-3		0	3272	100	80
TOTAL:			3272		

Anexo 8. Orden de Trabajo.

NOTA: La estación 1.10 sigue parando muy seguido y muchos retrabajos se puede hacer algo) 44912

GRAMMER		Orden de Trabajo		MANTENIMIENTO		FECHA
GRAMMER AUTOMOTIVE PUEBLA, S.A. DE C.V.		ESTACION: 1.10 1.8 2.1		SOLICITADO POR:		19-3-18
AREA/DEPTO: AHR	LÍNEA: Tecmo Job	ESTACION: 2.5	S1101A		TURNO: 1-	
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA / TRABAJO: 1.10 Retrabajos en serie 1.8, 2.5 y 2.1 Material atorado				MANTENIMIENTO		STATUS MAQUINA:
				CORRECTIVO		TRABAJA
DIAGNÓSTICO / TRABAJO REALIZADO:				REFACCIONES / OBSERVACIONES		HORA PARO:
1.10 Revisar estación 1.10 y ajustar estación 1.7						14:15
1.8, 2.5 y 2.1 Retirar material atorado y restablecer						HORA RECIBO:
						1er Turno
CAUSA RAÍZ:						HORA INICIO:
1.10 Bobinas no pasan la prueba de disparo						6:38
1.8 Lid atorada en la entrada de la banda						HORA ARRANQUE:
2.5 Levas no avanzan al sensor optico al final del transportador						6:40
se desajustan los sensores antes del transportador						HORA CIERRE:
2.1 Spucer llega en incorrecta posición						14:20
Piezas buenas: 1736 Retrabajos: 389 Perdidas de tiempo por retrabajos: 60 minutos				Tiempo de Mantto:		OPERADORES AFECTADOS:
NOTA: REALIZAR EN EL ANVERSO DE LA HOJA DIAGRAMA DE CAUSA-EFECTO / PARETO / 5 PORQUE S				EJECUTADO POR TÉCNICO:		3
RECIBIDA Y APROBADA POR:		CALIFICACIÓN DE TRABAJO RECIBIDO:		EJECUTADO POR TÉCNICO:		TOTAL DE TIEMPO MUERTO:
		EXCELENTE		3 Emmanuel Marganto Marco		93 410
		ACEPTABLE				
		NO CONFORME (Observaciones)				

© Calidad Automatizada S.A.P. - Planta Querétaro - Nivel 4 - Formatos 7.0 Realización del Producto FMN-004 Orden de Trabajo

BIBLIOGRAFÍA

- LAFRAIA, J. R. (2001). *Manual de confiabilidade, Manutenibilidade e disponibilidade*. Brasil: Qualitymark Editora.
- Lugo, C. A. (2004). *IMPLEMENTACION DE UN ANALISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA EN UNA LINEA DE MANUFACTURA PARA JUGUETES*. Nuevo Leon, México: Universidad Autonoma de Nuevo Leon.
- Rosales, J. F. (2009). *Análisis de Modos y Efectos de Fallas Potenciales (AMEF)*. El Cid Editor.
- Sampieri, R. H., Fernández-Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2006). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw Hill.
- Altmann, C. (s.f.). Obtenido de ¿Cómo mejorar la Confiabilidad de un Sistema Complejo?: <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/notas/ConfiabilidadCA.pdf>;
- Amendola, L. (s.f.). *Universidad Politécnica Valencia España*. Obtenido de Dpto. Proyectos de Ingeniería: <http://www.industrialtijuana.com/pdf/B-4.pdf>;
- Figueroa, R. V. (s.f.). *Diagramas de Causa y Efecto (Ishikawa)*. Obtenido de <http://inn-edu.com/Calidad/CausaEfecto.pdf>
- Gonzalez, H. (s.f.). *LA MEJORA CONTINUA – DIAGRAMA DE PARETO*. Obtenido de Calidad y Gestión. ISO 9000 ISO 14000 ISO 22000 OHSAS 18000: https://calidadgestion.wordpress.com/2012/09/11/mejora_continua-diagrama_de_pareto/
- LAFRAIA, J. R. (2001). *Manual de confiabilidade, Manutenibilidade e disponibilidade*. Brasil: Qualitymark Editora.
- Lean Solutions*. (s.f.). Obtenido de AMEF, Análisis De Modo Y Efecto De La Falla: <http://www.leansolutions.co/conceptos/amef/>
- Lugo, C. A. (2004). *IMPLEMENTACION DE UN ANALISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA EN UNA LINEA DE MANUFACTURA PARA JUGUETES*. Nuevo Leon, México: Universidad Autonoma de Nuevo Leon.
- Rojas, A. R.-F. (2009). *Herramientas de Calidad*. Obtenido de <http://web.cortland.edu/matresearch/HerraCalidad.pdf>
- Rosales, J. F. (2009). *Análisis de Modos y Efectos de Fallas Potenciales (AMEF)*. El Cid Editor.