



# Reporte Final de Estadía

Reducción de tiempos muertos.

**Diego Alvarado Esperon**



# 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  
Reducción de tiempos muertos

Presenta  
Diego Alvarado Esperon

Cuitláhuac, Ver., a 15 de Abril de 2018



# Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz

Programa Educativo  
Ingeniería en Mantenimiento Industrial

Nombre del Asesor Industrial  
Ing. Raymundo Martínez Hernández

Nombre del Asesor Académico  
MAFO. Arely Vallejo Hernández

Jefe de Carrera  
Ing. Gonzalo Malagón González

Nombre del Alumno  
Diego Alvarado Esperon

### **AGRADECIMIENTOS**

Me gustaría que estas líneas sirvieran para expresar mi más profundo y sincero agradecimiento a todas aquellas personas que con su ayuda han colaborado en la realización del presente trabajo, en especial al Ing. Arelly Vallejo Hernández, director de esta investigación, por la orientación, el seguimiento y la supervisión continua de la misma, pero sobre todo por la motivación y el apoyo recibido a lo largo de estos años.

Quisiera hacer extensiva mi gratitud a mis compañeros del Departamento de mantenimiento en el área de costura dentro de la empresa Grammer Querétaro, por su amistad y colaboración.

Un agradecimiento muy especial merece la comprensión, paciencia y el ánimo recibidos de mi familia y amigos.

A todos ellos, muchas gracias.

### **RESUMEN**

El presente proyecto consiste en reducir la concurrencia de los mantenimientos no planificados en área de costura para así lograr la disponibilidad de los equipos en las líneas de producción situadas en la empresa Grammer Automotive Puebla S.A. de C.V. usando las herramientas necesarias para lograr los objetivos deseados.

Parte de este procedimiento será realizado con la metodología "PDCA", en la que donde Edwards Deming nos habla de que todo proceso puede ser mejorado si se lleva un correcto orden de mejora, ya que si no se puede llevar un ciclo, no se llegaría al mismo resultado.

Al inicio del proyecto se muestra la poca disponibilidad con la que cuentan las líneas de producción, así como los paros no programados en los que, gracias a la evaluación realizada, se lograron cambios significativos en los equipos, aumentando la disponibilidad y disminuyendo los tiempos muertos no contemplados que son tan problemáticos en la planta.

## Contenido

<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>1</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
1.1 Estado del Arte .....	3
1.2 Planteamiento del Problema.....	4
1.3 Objetivos .....	7
1.4 Definición de variables .....	8
1.5 Hipótesis.....	8
1.6 Justificación del Proyecto .....	8
1.7 Limitaciones y Alcances.....	8
1.8 La Empresa (Grammer Automotive Puebla S.S. de C.V.) .....	9
<b>CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA .....</b>	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO 3. DESARROLLO DEL PROYECTO .....</b>	<b>14</b>
<b>CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>24</b>
4.1 Resultados.....	25
4.2 Trabajos Futuros .....	26
4.3 Recomendaciones .....	26
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>27</b>

## Tabla de ilustraciones

## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

En la empresa Grammer Automotive Puebla S.A. de C.V. la cual es productora de interiores automotrices, camiones y trenes, se tiene una gran pérdida en las líneas de producción, ya sea por operadores, mantenimientos no programados, o por la distribución que estas tienen, es de que se generan tiempos muertos.

Para poder saber a qué se refiere esto, se realizará un análisis de datos en los cuales se tomarán dos meses de información de reportes de falla en las máquinas de costura para saber cuál es el problema raíz de esta gran pérdida. Cabe mencionar que en estos reportes de falla están escritos en ordenes de trabajo, en los cuales están plasmados los movimientos no rutinarios y rutinarios que se llevaron a cabo para poder accionar el equipo, que tipo de falla fue la que ocurrió, que tipo de falla, cuando ocurrió, y se realizan análisis del porqué fue que sucedió.

Toda esta información fue respaldada por el programa MP9 con la que la empresa Grammer Automotive Puebla S.A. de C.V. cuenta. Dado a que no se puede sacar información de la planta, los datos que se proporcionan en este documento no están respaldados a un 100%.

### 1.1 Estado del Arte

#### CICLO PDCA

La mejora continua de la capacidad y resultados, debe ser el objetivo permanente de la organización. Para ello se utiliza un ciclo PDCA, el cual se basa en el principio de mejora continua de la gestión de la calidad. Ésta es una de las bases que inspiran la filosofía de la gestión excelente. El ciclo PDCA de mejora continua se basa en los siguientes apartados:

#### PLAN (PLANIFICA)

Organización lógica del trabajo.

- Identificación del problema y planificación.
- Observaciones y análisis.
- Establecimiento de objetivos a alcanzar.
- Establecimiento de indicadores de control.

#### B) DO (HACER)

Correcta realización de las tareas planificadas.

- Preparación exhaustiva y sistemática de lo previsto.
- Aplicación controlada del plan.
- Verificación de la aplicación.

### C) CHECK (COMPROBAR)

Comprobación de los logros obtenidos.

- Verificación de los resultados de las acciones realizadas.
- Comparación con los objetivos.

### D) ADJUST (AJUSTAR)

Posibilidad de aprovechar y extender aprendizajes y experiencias adquiridas en otros casos.

- Analizar los datos obtenidos.
- Proponer alternativa de mejora.
- Estandarización y consolidación.
- Preparación de la siguiente etapa del plan.

### **INDICADORES DE CONFIABILIDAD.**

Tiempo Promedio para Fallar (TPPF) – Mean Time To Fail (MTTF): Este indicador mide el tiempo promedio que es capaz de operar el equipo a capacidad sin interrupciones dentro del período considerado; este constituye un indicador indirecto de la confiabilidad del equipo o sistema. El Tiempo Promedio para Fallar también es llamado “Tiempo Promedio Operativo” o “Tiempo Promedio hasta la Falla”.

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.

**Disponibilidad:** La disponibilidad es una función que permite estimar en forma global el porcentaje de tiempo total en que se puede esperar que un equipo esté disponible para cumplir la función para la cual fue destinado. A través del estudio de los factores que influyen sobre la disponibilidad, el TPPF y el TPRR, es posible para la gerencia evaluar distintas alternativas de acción para lograr los aumentos necesarios de disponibilidad.

**Utilización:** La utilización también llamada factor de servicio, mide el tiempo efectivo de operación de un activo durante un período determinado.

**Confiabilidad:** Es la probabilidad de que un equipo cumpla una misión específica bajo condiciones de uso determinadas en un período determinado. El estudio de confiabilidad es el estudio de fallos de un equipo o componente. Si se tiene un equipo sin fallo, se dice que el equipo es ciento por ciento confiable o que tiene una probabilidad de supervivencia igual a uno. Al realizar un análisis de confiabilidad a un equipo o sistema, obtenemos información valiosa acerca de la condición del mismo: probabilidad de fallo, tiempo promedio para fallo, etapa de la vida en que se encuentra el equipo.

### **5's.**

Las 5's representan principios expresados con cinco palabras japonesas que comienzan con "S" y que componen la metodología.

No son algo totalmente nuevo, ya que es el reflejo de las actitudes y comportamientos dentro de la organización y del compromiso de la alta dirección con el personal.

El número de "S" varía en cada organización, pero el objetivo es el mismo: "Crear el hábito de respetar lo establecido, definido y acordado".

¿Cuáles son las 5's y cuál es su objetivo?

**Clasificación:** Identificar y separar los materiales necesarios y eliminar estos últimos.

**Orden:** Organizar de manera eficiente el espacio de trabajo, ubicando e identificando los materiales para facilitar y hacer más rápida su localización.

**Limpieza:** Identificar y eliminar las fuentes de suciedad para mantener limpios los lugares de trabajo, las herramientas y los equipos.

**Estandarizar:** Distinguir fácilmente las situaciones anormales, mediante normas sencillas y visibles para todos. Mantener y mejorar los logros obtenidos.

**Auto disciplina:** Trabajar permanentemente de acuerdo con las normas establecidas.

### **Disponibilidad.**

La "disponibilidad" de un aparato es, matemáticamente,  $MTBF / (MTBF + MTTR)$  para el tiempo de trabajo programado. El automóvil del ejemplo anterior está disponible durante  $150/156 = 96.2\%$  del tiempo. La reparación es tiempo de inactividad no programado.

Con un cambio de aceite de media hora no programado cada 50 horas – cuando un indicador del tablero alerta al conductor – la disponibilidad incrementaría a  $50/50.5 = 99\%$ .

Si los cambios de aceite se programaran adecuadamente como una actividad de mantenimiento, entonces la disponibilidad sería 100%.

### **Análisis del modo y efecto de falla (AMEF).**

EL AMEF (failure mode and effect analysis) es una técnica de prevención, usada para detectar un problema y sus posibles modos de falla, para así, poder establecer controles apropiados para controlar la concurrencia de sus defectos.

Objetivos:

- Identificar los modos potenciales de fallas y clasificar la severidad de sus defectos.
- Objetivamente accede a la ocurrencia que causa y la habilita los controles necesarios cuando estos ocurran,
- Clasifica el control potencial de los productos y deficiencia de los procesos.
- Se enfoca en la prevención y eliminación de los productos y las deficiencias del proceso.

Preparación para el AMEF

Recomendamos que sea un equipo multidisciplinario que lo lleve a cabo. Por ejemplo: el ingeniero responsable del sistema, producto o proceso de fabricación / Asamblea está incluido en el equipo, así como representantes de las áreas de diseño, fabricación, ensamblaje, calidad, confiabilidad, servicio, compras, pruebas, proveedores y otros expertos en el campo que considere apropiado.

Cuando iniciar un AMEF

- Al diseñar sistemas, nuevos productos y procesos.
- Para cambiar diseños o procesos existentes o que serán utilizados en aplicaciones o entornos nuevos.
- Después de completar la solución de problemas (para evitar la incidencia de ellos).
- El sistema FMEA, ya que las funciones del sistema están definidas, aunque antes de seleccionar el hardware específico.
- El FMEA de diseño, ya que las funciones del producto están definidas, incluso antes de que el diseño sea aprobado y entregado a su fabricación.

- El proceso FMEA, cuando los dibujos preliminares del producto y sus especificaciones están disponibles.

AMEF de diseño: se usa para analizar componentes de diseños. Se enfoca hacia los modos de falla asociados con la funcionalidad de un componente, causados por el diseño.

AMEF de proceso: se utiliza para analizar los procesos de fabricación y ensamblaje. Se centra en la incapacidad de producir el requisito que se pretende, un defecto. Los modos de falla se pueden derivar de causas identificadas en el diseño FMEA.

### 1.2 Planteamiento del Problema

Una de las empresas dedicadas a la costura de partes no automotrices en México se encuentra Grammer Automotive Puebla S.A. de C.V., que cuenta con al menos 1600 trabajadores repartidos en sus tres turnos de trabajo, de los cuales, el personal se divide en personal directo PMD (operadores, todos los que intervienen con el proceso directamente), personal indirecto PMI (personal que interviene en el proceso pero no de forma directa pero hace que el proceso funcione, dentro de estos se encuentra el personal de mantenimiento, Shift leaders, Team leaders), calidad, gerencia, supervisores.

Grammer al haberse expandido de forma muy rápida en México, se encuentra con problemas en la producción de materiales, cabe mencionar que dentro de los principales productos que Grammer Automotive Puebla ofrece están las cabeceras y las consolas para autos, dentro de los cuales se encuentran las áreas de corte y costura, inyección y ensamble. Al tener tantas áreas y tan poco personal que controle a los operadores, resulta difícil tener un control de las líneas de costura, ya que son pocas las personas que se encuentran capacitadas para el tipo de operaciones que se llevan a cabo en dicho proceso. Al no tener controlados los paros de línea generados por las pequeñas fallas se generan índices de tiempos muertos entre falla y tiempos muertos, de entre los cuales se encontró que se tenía una disponibilidad de los equipos de un 77.08%, en donde en promedio son 110 minutos por línea de paros no programados en cada turno. Generando así baja productividad y disponibilidad en los equipos.<sup>6</sup>

### 1.3 Objetivos

#### **Objetivo general.**

Reducir la concurrencia de los mantenimientos no planificados para lograr aumentar la disponibilidad de las líneas de producción situadas en el área de costura usando herramientas necesarias para evaluar y establecer acciones que reduzcan los tiempos muertos en el área.

#### **Objetivos específicos.**

- 1.- Recolectar datos para obtener la información necesaria para poder evaluar la situación actual
- 2.- Analizar la información previamente recuperada

3.- Establecer y verificar KPI's.

### 1.4 Definición de variables

Dentro de las variables a medir, se encuentra los que es la disponibilidad de los equipos y los tiempos muertos que estos sufren al adquirir mantenimientos no programados, afectando la producción de piezas/hora de las líneas costureras.

### 1.5 Hipótesis

La disponibilidad de los equipos se podrá mejorar si se identifican y atacan las principales fallas en los equipos, reduciendo así los tiempos muertos que sufren las líneas de costura.

### 1.6 Justificación del Proyecto

Dentro del área de costura de la empresa Grammer Automotive Puebla se presentan varios problemas, dentro de los cuales, el principal de ellos es la baja productividad a causa de la inadecuada gestión de la producción, manejo inapropiado de las máquinas y manejo inadecuado del personal, la falta de capacitación de personal, en cambio, los tiempos muertos que se trabajaran en este proyecto serán los generados por fallas mecánicas, ya que se puede tener un mayor control de los incidentes ocurridos. En este caso se eligió este aspecto por la mala administración de los equipos por falta de personal de mantenimiento, que como ya se mencionó antes, solo se cuenta con 6 mecánicos distribuidos en 3 turnos para atender 280 máquinas de costura.

Con este proyecto se pretende disminuir los tiempos muertos que sufren los equipos, para así aumentar la disponibilidad de las máquinas de costura.<sup>98</sup>

### 1.7 Limitaciones y Alcances

Alcances:

El proyecto en desarrollo tiene como alcance el aumentar la productividad en el área de costura de la empresa Grammer Automotive Puebla S.A. de C.V. Ubicada en la ciudad de Querétaro, Qro.

Los aspectos puntuales referidos ante esta investigación comprenden desde el compromiso de los operarios hasta el poder realizar correctamente los mantenimientos preventivos en cada equipo.

Limitaciones:

- a) Falta de capacitación hacia los operadores de las máquinas de costura.

Se han tenido problemas con los rendimientos de los operadores de las máquinas asignadas a los operarios, ya que no tienen la capacitación adecuada para hacer limpiezas o pequeños ajustes para realizar el proceso.

b) Falta de mecánicos para el área designada.

Dentro del área de costura solo se cuentan con 6 mecánicos en los 3 turnos (2 en cada turno) capacitados para reparar o realizar ajustes a los 280 equipos con los que cuenta la planta, los cuales son limitados para atender a los operarios en caso de ser necesario.

### 1.8 Grammer Automotive Puebla S.A. de C.V.

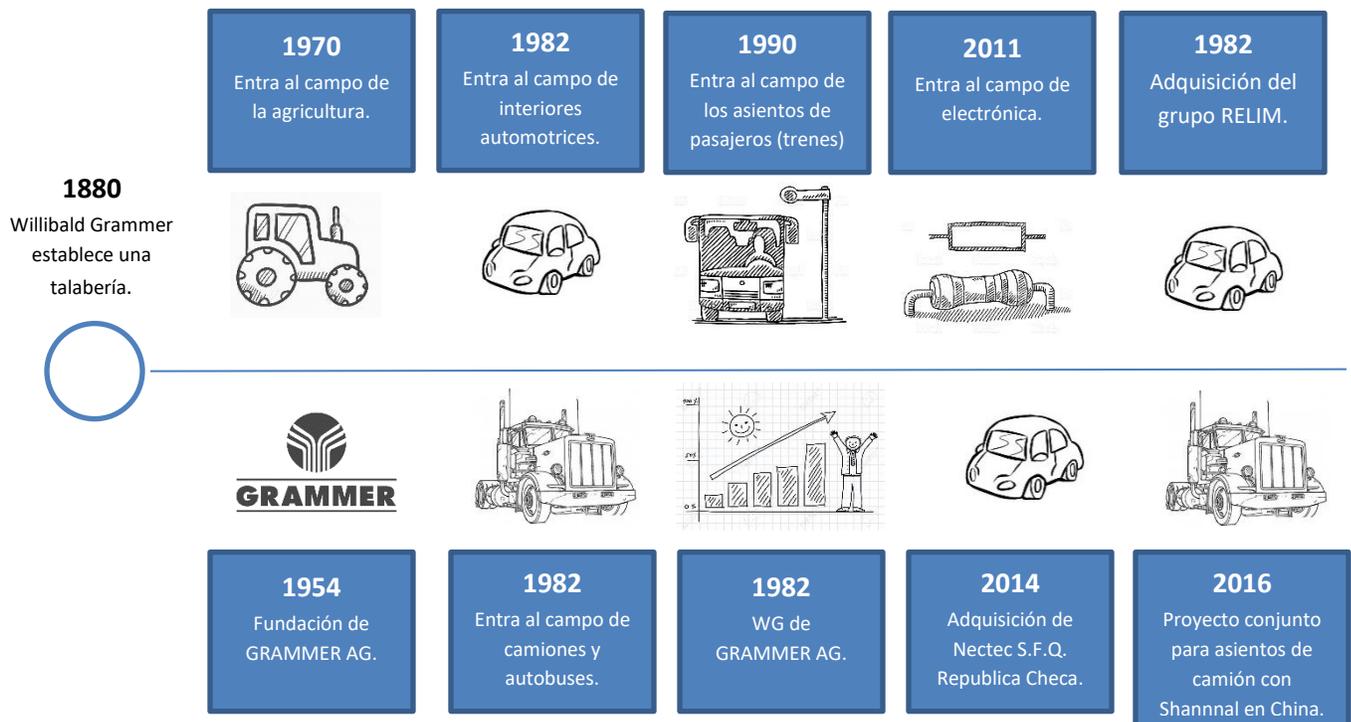
Nombre de la empresa:

Grammer Automotive Puebla S.A. de C.V.



Ubicación:

Parque industrial Benito Juárez, C.P. 76120 Av. de la luz No. 24 Int. 1, 2, 3 Acceso III



**Visión Grammer Group:** Ser líder y marcar la tendencia en el mercado mundial de asientos “OFF-ROAD”. Ser participante líder en el mercado mundial de componentes interiores automotrices, y asientos para pasajeros, vehículos comerciales y ferrocarriles.

**Visión Querétaro:** Ser la planta número uno en el Grupo Grammer logrando la excelencia operacional y la rentabilidad sustentable.

**Misión Grammer Group:** Fortalecer nuestra posición como innovador. Producir partes de alta calidad, seguridad, ergonómicos, cómodos y valiosos para nuestros clientes.

**Misión Querétaro:** Ser una organización que se rete a si misma a través de la pasión y el desarrollo de su gente, buscando siempre la mejor forma de realizar nuestro trabajo, lograr resultados y asegurar el bienestar común.

### Valores Grammer:

- ✓ Compromiso de mantener un balance de intereses entre empleados, clientes, inversionistas y comunidad.
- ✓ Comunicación honesta, objetiva, clara y en tiempo.
- ✓ Respeto, transparencia y confianza.
- ✓ Filosofía de cabeza, corazón y manos.
- ✓ Involucramiento y desarrollo del empleado.

**Dentro de los productos que el Grupo GRAMMER Automotive Puebla S.A. de C.V. ofrece se encuentran:**

### ***Cabeceras:***

Los estilos de vida cada vez más móviles y los vehículos más rápidos requieren altos niveles de seguridad y comodidad.

Los reposacabezas de GRAMMER Automotive cumplen estos criterios, en forma de soluciones personalizadas para cada modelo de vehículo. La forma, el rango de movimiento y los materiales son solo algunos de los muchos factores que deben tenerse en cuenta.



### Consolas:



Las consolas centrales de GRAMMER aseguran que los ocupantes de los vehículos puedan relajarse, trabajar y comunicarse.

Se necesita una gran cantidad de alta tecnología para que una consola realice estas tareas. Vemos potencial en la expansión de opciones multimedia y la actualización a una consola de control para la electrónica de a bordo. El futuro promete mucho espacio y libertad gracias a los sistemas de plataforma diseñados.

### Componentes interiores:

Como uno de los principales fabricantes de componentes interiores de alta calidad y sistemas operativos para la industria automotriz y de consumo, nuestros productos de vanguardia establecen continuamente nuevos estándares a través de nuestras soluciones no convencionales, diseño innovador y funcionalidad de productos.



### Mapa y ubicación geográfica.



Imagen 1. Parque industrial Benito Juárez, C.P. 76120 Av. de la luz No. 24 Int. 1, 2, 3 Acceso III.



## CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

La metodología a seguir para la elaboración del proyecto designado, se muestra a continuación en la Imagen 2.1, en donde se encuentran los pasos a seguir, tales pasos serán desarrollados en el desarrollo del proyecto encontrado en el *Capítulo 3*.

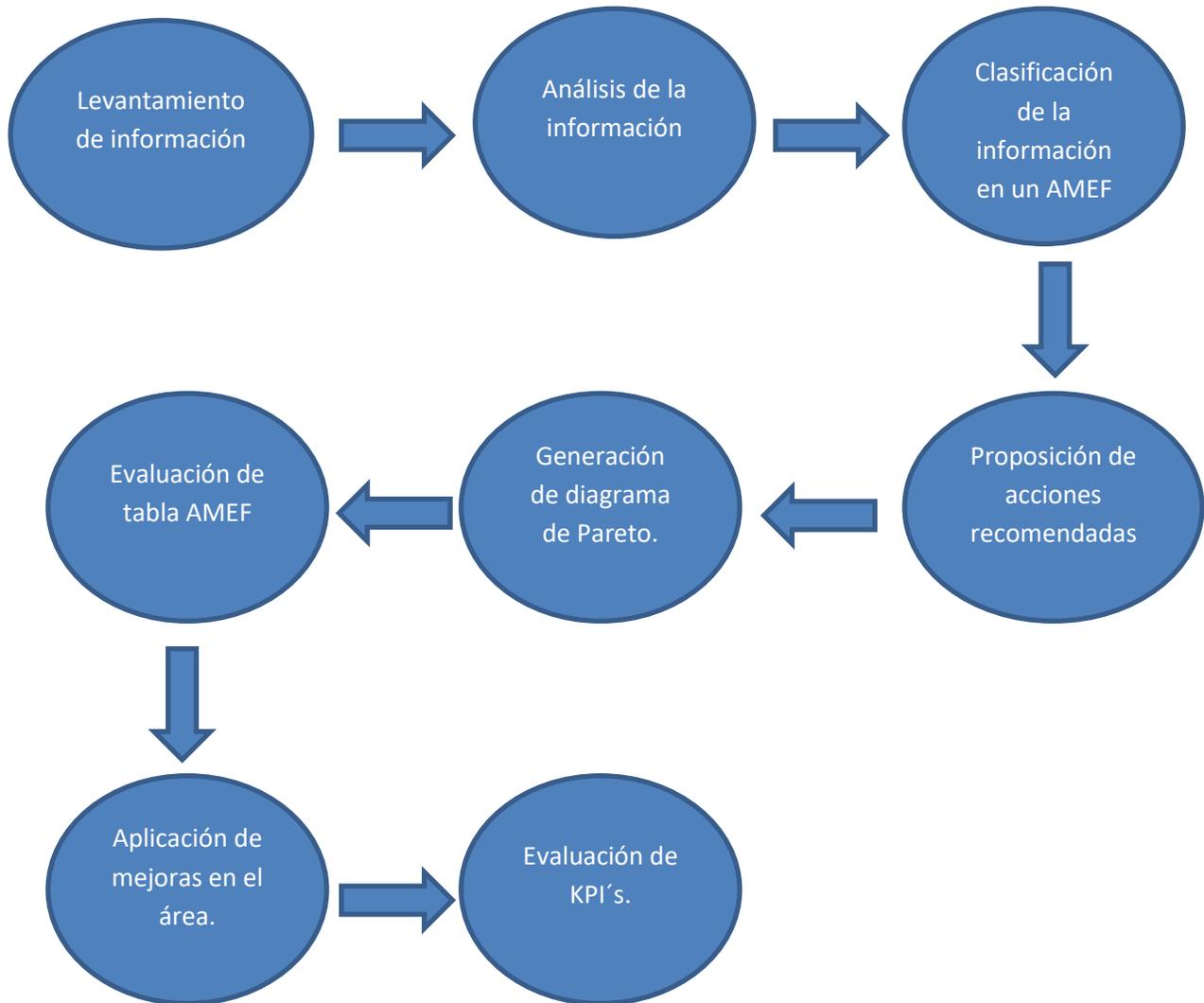


Imagen 2.1. Metodología para desarrollo de proyecto. Fuente. Elaboración propia.

### CAPÍTULO 3. DESARROLLO DEL PROYECTO

Para que el presente proyecto llamado “Reducción de tiempos muertos” tuviera éxito para su desarrollo, se necesitaron tomar en cuenta suficientes variables para poder tener la información necesaria y llevar a cabo paso a paso su procedimiento de mejora en las líneas de producción.

Como primer punto se tomaron en cuenta que los factores que afectan a la productividad son los tiempos improductivos por error de dirección, esto se refiere a que las personas a cargo del área tienen una mala administración de los equipos, esto puede entrar en la falta de mantenimiento, o fallas en la maquinaria. Otra causa importante son los tiempos improductivos por errores en diseño, este punto fue muy común en el área de costura, ya que las líneas fueron cambiadas de lugar por el hecho de que se incorporaron nuevas líneas a la planta, por lo que generó desestabilidad en los operadores al también cambiarles el equipo que estaban acostumbrados a trabajar. Cabe mencionar que estos movimientos duraron al menos 2 meses hasta que se establecieron completamente las líneas.

Dicha productividad fue plasmada en hojas de productividad, que se encuentran en cada una de las líneas de costura ubicadas dentro de la planta GRAMMER Querétaro, dicha evaluación al ser plasmada tal como se muestra en la *Imagen 3.1*.

The image shows a handwritten productivity table for line BR166. The table is divided into two main sections. The top section is a grid with columns for 'Hora' (Time), 'Operario' (Operator), 'Real' (Actual), 'Tiempo Muerto' (Downtime), 'Causa' (Cause), 'Stop', and 'Causa'. The bottom section is a summary table with columns for 'Max', 'Min', 'Avg', and 'Total' for various metrics.

*Imagen 3.1.* Tabla de evaluación de línea de producción BR166. Fuente. Máximos y mínimos de línea BR166

Un factor importante que se toma en cuenta para la medición de los indicadores en el área de costura es la productividad, para poder tomar en cuenta la productividad se tomaron en cuenta la información de un mes de producción en una línea de costura, para saber la información de los tiempos que esta genera, estos indicadores se les conoce como KPI's en la empresa GRAMMER, por lo tanto, cada área tiene diferentes indicadores que los ayuda a mejorar como departamento.



Una vez teniendo el Lay- out del área que se desea mejorar, se procedió con el levantamiento de los equipos, el cual en su proceso, se tomó semana y media para tener los equipos actualizados, ya que, anteriormente, el moviennto de líneas, la incoorporación de nuevos equipos y el rememplazo de algunos otros, fue generando que las listas que se tenían, estuvieran desactualizadas. Al finalizar el levantamiento de los equipos, se encontró que se cuenta con 283 máquinas de costura en servicio.

Mientras se realizaba el análisis y la planeación de las líneas con las que se iniciaría el proceso de mejora, se llegó la conclusión de que se implementarían 5's a todas las líneas una vez ya implementadas las mejoras del AMEF, ya que los operadores, al no realizar limpieza y revisiones a sus equipos, dificultan el trabajo de análisis y acortan los tiempos de vida de los equipos.

Como primer paso para la implementación, fue necesario recurrir a subir ordenes de trabajo, en donde se tiene la información de las fallas ya clasificadas en solo las fallas mecánicas. Estas ordenes de trabajo se incluyeron en el programa MP9 para graficar y tener una mejor comprensión del análisis realizado.

El formulario es un documento de trabajo para mantenimiento, con el logo de GRAHNER en la parte superior izquierda. El título principal es 'Orden de Trabajo MANTENIMIENTO' y el número de modelo es 'FORM 31451'. El formulario está dividido en varias secciones: 'DESCRIPCIÓN DE LA FALLA', 'ACCIONES A REALIZAR', 'ESTADO DE LA MÁQUINA' (con opciones como 'EXCELENTE', 'ACEPTABLE', 'NO LINEAL', 'OTRO'), y 'FECHA DE EJECUCIÓN'. Hay un espacio amplio para escribir los detalles de la falla y las acciones tomadas.

Imagen 4. Documento de llenado para orden de trabajo.

Las fallas analizadas, fueron de las máquinas JUKI LU-2210N-7 y máquinas JUKI PLC-2760, otra razón por la que se eligió la línea BR166, fue de que contiene este modelo de máquinas, que son las mas recientes en modelo, pero tambien son las que son mas complicadas de ajustar respecto a la opreación, ya que las máquinas de costura francesa, contienen guías externas para el material, que con el mas minimo desajuste, el acabado superficial termina siendo de mala calidad y posteriormente desechado.

En cambio, con las máquinas rectas (LU-2210N-7), son ajustes pequeños, pero en las que las partes móviles se desgastan rápido por el uso que estas sufren. Anteriormente, las máquinas rectas y las de costura francesa, no se ocupaban a como marcaba el manual de operador, que es el que los equipos traen de fábrica, ya que las revoluciones, ajustes y piezas que estas ocupan, no son las adecuadas para el uso, por lo que suelen fallar frecuentemente.

Una vez encontradas las fallas en los manuales de procedimientos, se realizó el cambio y actualización de estos con la ayuda del departamento de ingeniería, entre estas fallas se encontraban:

- Calibre de aguja incorrecto.
- Largo de puntada no apto para proceso.
- Ancho de puntada no concuerda en siguiente proceso.

- Revoluciones del equipo incorrectas.

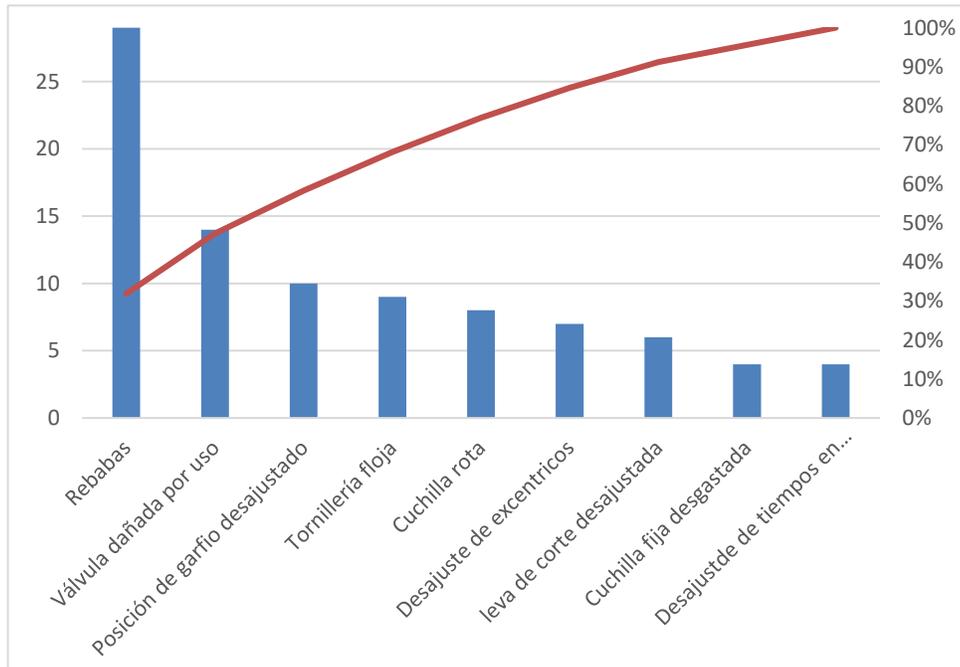
Corrigiendo la fallas en manuales de procedimiento de cada máquina en la línea BR166, se lograron reducir defectos en costura por parte de operadores, y así iniciar a tomar notas de las fallas mecánicas y realizar las evaluaciones y adquisición de datos descartando fallas operativas, tomando eso en cuenta, se adquirieron los datos siguientes generales de los dos modelos de máquinas de costura:

Tipo de falla	Incidencias
Rebabas	29
Válvula dañada por uso	14
Tornillería floja	10
Posición de garfio desajustado	9
Cuchilla rota	8
Desajuste en excéntricos	7
leva de corte desajustada	6
Cuchilla fija desgastada	4
Desajuste de tiempos en transportadores	4

*Tabla 1.* Datos de las fallas den máquinas de costura. *Fuente.* Elaboración propia.

De las fallas anteriores solo se muestran 5 de las 12 fallas totales, ya que se les aplicó una causa raiz, que simplificaron estas fallas, dejando como causas las cinco mas importantes.

Teniendo la información recolectada. Se procedió a realiza el análisis de las fallas, y encontrar las fallas mas reelevantes y poder así, atacar fallas mas importantes en la línea de prueba (BR166)



*Gráfica 3.1.* Diagrama pareto de fallas en máquinas de costura. . *Fuente.* Elaboración propia.

Una vez teniendo las fallas mas importantes simplificadas en solo cinco, se procedió a realizar un análisis de modo y efecto de falla. En el cual se densenglosan puntos importantes a tratar como lo son:

- Modos potenciales de falla.
- Efectos potenciales de falla.
- Causa potencial de falla.
- Verificaciones y controles actuales.

En donde estos puntos importantes a evaluar se tienden a apoderar de a cuerdo a tablas con criterios ya establecidos, como lo son:

- Severidad.
- Ocurrencia.
- Detección.

De los cuales, multiplicando:

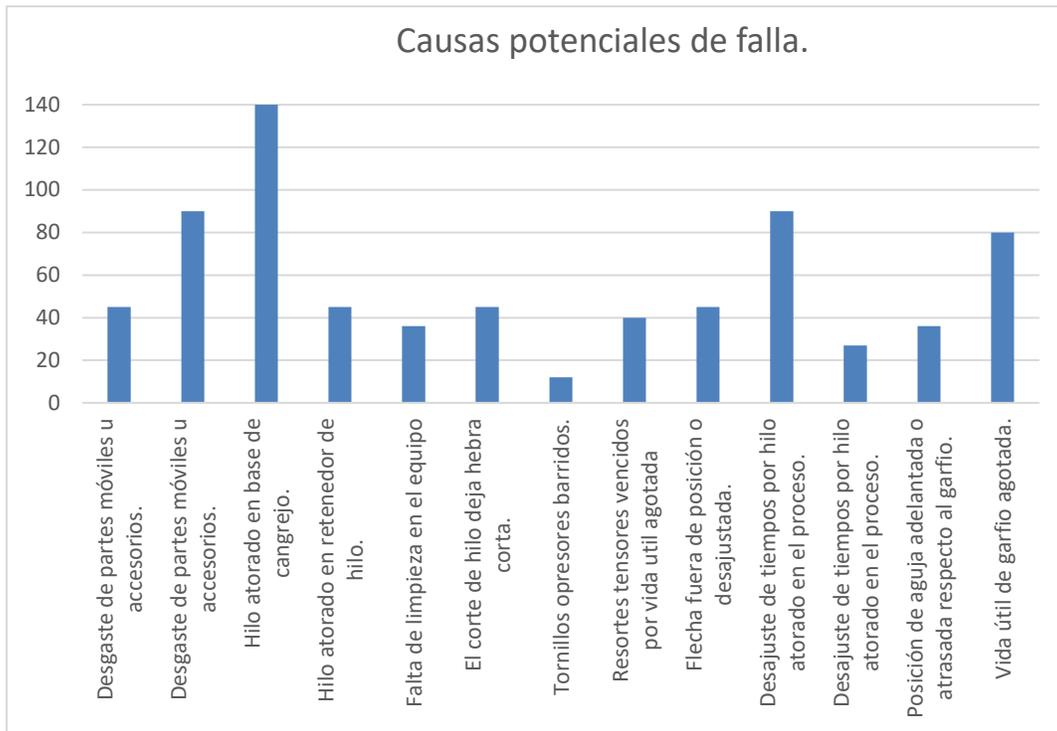
$$(Severidad)(Ocurrencia)(Detección) = \text{Número de prioridad de riesgo (NPR)}$$

EL número de prioridad de riesgo, para nosotros será un medidor para saber cuales son las fallas que mas afectan a la línea de producción BR166. A continuación, se mostrarán las tablas de Analisis y modo de falla de las máquinas LU-2210N-7 y PLC-2760-7.

		Análisis modal de fallos y efectos						
		Diseño				Proceso	X	
Cliente: GRAMMER AUTOMOTIVE PUEBLA S.A. DE C.V.		Denominación producto: Máquina de costura JUKI 2760						
Planta: QUERÉTARO, QRO.		Referencias: Línea BR166						
Proveedores involucrados: N/A		Nivel de modificación cliente:						
Descripción de la fase	Modos potenciales de falla	Efectos potenciales de falla	Causa potencial de falla	Verificaciones y control actual	Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR
Máquina de costura francesa	Rebabas.	Enchinado de hilo	Desgaste de partes móviles u accesorios.	Monitoreo de acabado de costura.	3	5	3	45
		Ruptura de hilo	Desgaste de partes móviles u accesorios.	Monitoreo de acabado de costura.	5	6	3	90
		Salto de puntada	Hilo atorado en base de cangrejo.	Monitoreo de acabado de costura.	5	7	4	140
	Válvula dañada por uso	No realiza el remate.	Hilo atorado en retenedor de hilo.	Monitoreo de acabado de costura.	5	3	3	45
			Falta de limpieza en el equipo	Monitoreo de acabado de costura.	4	4	2	36
	Tornillería floja.	No cose una parte de la pieza.	El corte de hilo deja hebra corta.	Monitoreo de acabado de costura.	5	3	3	45
		No levanta la guía	Tornillos opresores barridos.	Monitoreo de acabado de costura.	2	2	3	12
		Presión floja de guía.	Resortes tensores vencidos por vida útil agotada	Monitoreo de acabado de costura.	5	2	4	40
	Posición de garfio desajustado.	La máquina no costura.	Flecha fuera de posición o desajustada.	Monitoreo de acabado de costura.	3	5	3	45
		Enchina el hilo	Desajuste de tiempos por hilo atorado en el proceso.	Monitoreo de acabado de costura.	6	5	3	90
		No realiza la costura	Desajuste de tiempos por hilo atorado en el proceso.	Monitoreo de acabado de costura.	3	3	3	27
		Daña el hilo.	Posición de aguja adelantada o atrasada respecto al garfio.	Monitoreo de acabado de costura.	4	3	3	36
	Salto de puntada	Vida útil de garfio agotada.	Monitoreo de acabado de costura.	5	4	4	80	

Tabla 2. AMEF antes de implementar acciones recomendadas. . Fuente. Elaboración propia.

Teniendo en cuenta las ponderaciones de la *Tabla 2*, se procede a gráficar para interpretar los datos obtenidos.



*Gráfica 1. Causas potenciales de falla. . Fuente. Elaboración propia.*

Como se muestra en la *Gráfica 1*, se analizarón los datos de la *Tabla 2*, en donde se muestra que el efecto de falla mas dañino que puede haber en una máquina de costura es el salto de puntada, el porque de este fallo, y el porque es tan alta la ponderación, es porque al hacer salto de puntada, se requieren 90 minutos como promedio en ajustes mecánicos sin tomar en cuenta el tiempo de pruebas que a este se le realizan. Entre estos ajustes a realizar, se encuentran:

- Ajuste de distancias entre garfio y aguja.
- Ajuste de largo de puntada.
- Revisión de los mecanismos internos.
- Verificar correcto condicionamiento de parámetros 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 500, 161, 172, 272.
- Ajuste en altura de transportador
- Ajuste en altura en diente.
- Ajuste en tiempos de garfio (abridor, ciclos)

Otro punto importante es el SCRAP que se genera en el tiempo en que el mecanico realiza su función, ya que el SCRAP son los desechos que se tienen y no todos pueden ser retrabajados.

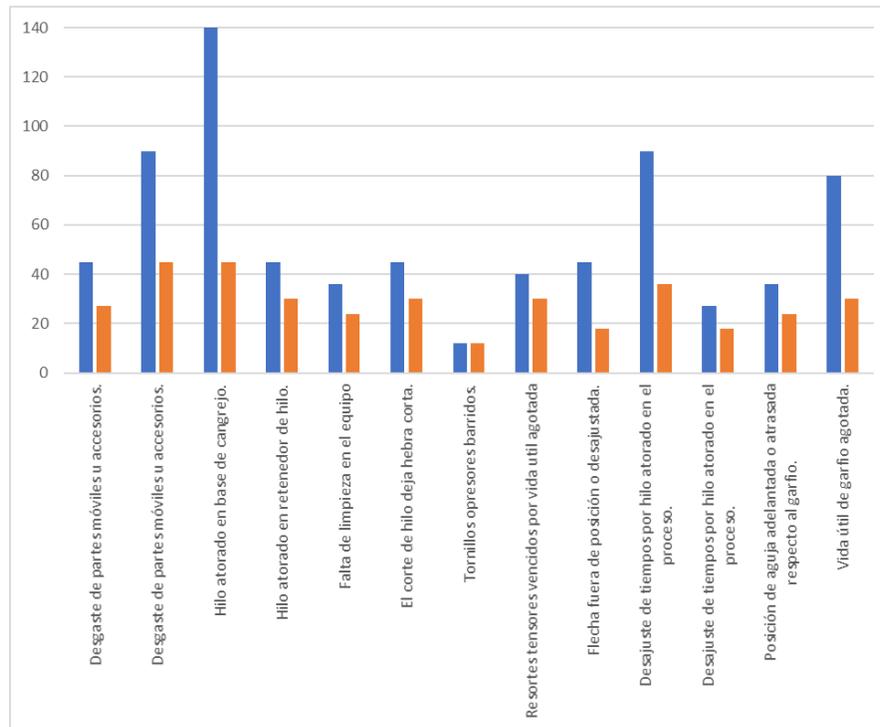
Los dos puntos altos que se observan en la *Gráfica 1* es el desgaste de partes móviles y desajuste de tiempos por hilo atorado. La exolicación del porqué tan altos puntos es por el hecho de tener desgaste

las piezas, en la mayoría de los casos se generan rebabas en las puntas de los garfios, esto genera torceduras en el hilo, rupturas, daños en materiales, distancias de costura, materiales atorados y por ende, genera retrabajos o en el peor de los casos, SCRAB.

Una vez analizadas las fallas, se procedió a realizar propuestas de acciones de mejora en el AMEF de la máquina de costura frances, tal como se muestra a continuación.

Acciones recomendadas	Áreas personas responsables y fecha de reización	Resultado de las acciones				
		Acciones realizadas	Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR
Mantenimiento preventivo.	Mantenimiento	Se implantó lo recomendado.	3	3	3	27
Mantenimiento preventivo.	Mantenimiento	Se implantó lo recomendado.	5	4	3	45
Mantenimiento preventivo.	Mantenimiento	Se implantó lo recomendado.	5	4	3	45
Mantenimiento preventivo y mantenimiento autonomo.	Mantenimiento	Se implantó lo recomendado.	5	2	3	30
Mantenimiento autonomo.	Mantenimiento y operadores.	Se implantó lo recomendado.	4	3	2	24
Mantenimiento autonomo.	Mantenimiento	Se implantó lo recomendado.	5	2	3	30
Mantenimiento preventivo.	Mantenimiento	Se implantó lo recomendado.	2	2	3	12
Mantenimiento preventivo.	Mantenimiento	Se implantó lo recomendado.	5	2	3	30
Capacitación a personal.	Mantenimiento	Se implantó lo recomendado.	3	2	3	18
Mantenimiento preventivo.	Mantenimiento	Se implantó lo recomendado.	6	2	3	36
Mantenimiento preventivo.	Mantenimiento	Se implantó lo recomendado.	3	2	3	18
Mantenimiento preventivo.	Mantenimiento	Se implantó lo recomendado.	4	2	3	24
Mantenimiento preventivo.	Mantenimiento	Se implantó lo recomendado.	5	2	3	30

Tabla 3. Aplicación de mejoras en máquina de costura PLC-2760. . Fuente. Elaboración propia.



Gráfica 2. Comparación de resultados obtenidos. . Fuente. Elaboración propia.

Como se puede observar en la *Gráfica 2*, se observa que las acciones realizadas resultaron disminuir el número de prioridad de riesgo, así como en otras, como es el caso de “tornillos opresores barridos”, se mantuvo estable con un NPR de 12.

Así mismo, se puede observar en la gráfica que nuestro NPR que resultaba más alto, por lo tanto, se redujo mas de un 50% del total de fallas analizadas en un principio.

Al terminar la evaluación y aplicación del metodo “PDCA” (Plan, do, check, act) en la máquina de costura francesa se prosiguió a realizar una metodología semejante a esta, ya que son máquinas con el mismo propósito, pero con diferente acabado de costura.

Como primer paso se realizó la adquisición de datos, que como en el modelo anterior, se refiera a ordenes de trabajo llenadas en tiempo real de trabajo de la linea, en las tres jornadas de trabajo durante dos semanas de pruebas.

Una vez realizado el chequeo del proceso de costura de cada una de las máquinas, se rectificaron los manuales de procedimiento tal como se realizó en las máquinas de costura francesa. Dentro de la rectificación, se encontró que:

- Se ocupaban agujas inadecuadas para la operación asignada.
- Los anchos de puntada estaban mal ajustados.
- Los largos de puntada desajustados.
- Las revoluciones por minuto elevadas.

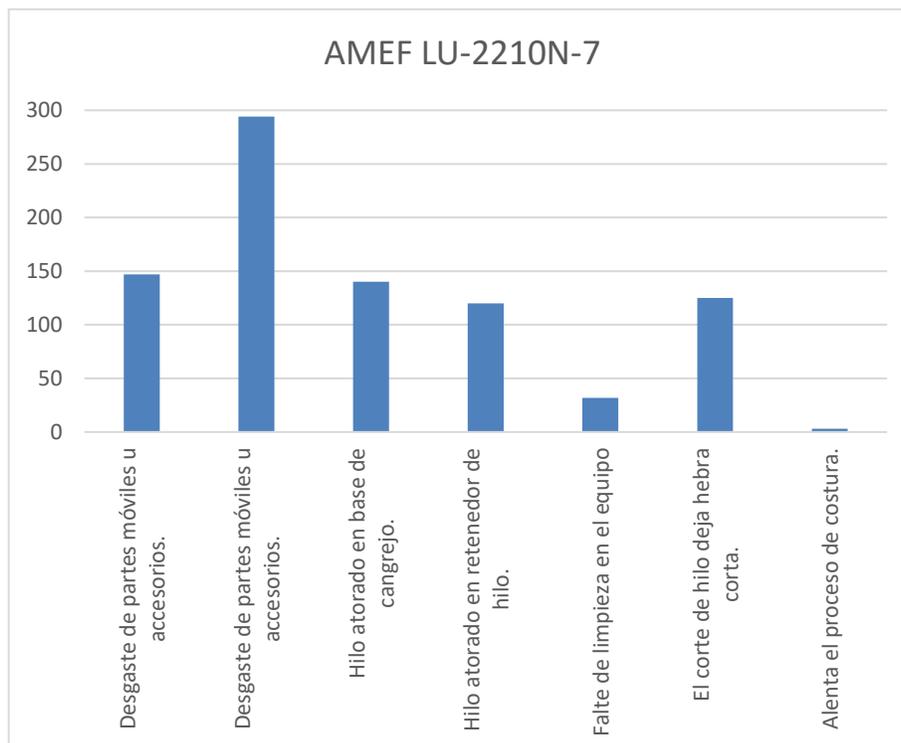
Tomando en cuenta la lista de los defectos anteriores encontrados en los manuales de procedimiento de la actividad designada a cada operador, se procedió a rectificarlos para descartar fallas por ingeniería en las que los mecánicos no tengan que intervenir para reparar.

Como siguiente paso, se realizó el llenado de la tabla de análisis y modos de falla, para interpretar la información recolectada en las ordenes de trabajo, tal como se muestra a continuación.

GRAMMER		Análisis modal de fallos y efectos						
		Diseño				Procesos X		
Cliente: GRAMMER AUTOMOTIVE PUEBLA S.A. DE C.V.		Denominación producto: Máquina de costura JUKI 2210						
Planta: QUERÉTARO, QRO.		Referencias: Línea BR166						
Proveedores involucrados: N/A		Nivel de modificación cliente:						
Descripción de la fase	Modos potenciales de falla	Efectos potenciales de falla	Causa potencial de falla	Verificaciones y control actual	Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR
Máquina de costura recta	Rebabas.	Enchinado de hilo	Desgaste de partes móviles u accesorios.	Monitoreo de acabado de costura.	7	4	7	147
		Ruptura de hilo	Desgaste de partes móviles u accesorios.	Monitoreo de acabado de costura.	7	6	7	294
		Salto de puntada	Hilo atorado en base de cangrejo.	Monitoreo de acabado de costura.	7	4	5	140
	Retenedor de hilo dañado	No realiza el remate.	Hilo atorado en retenedor de hilo.	Monitoreo y control del equipo.	5	4	8	120
			Faltes de limpieza en el equipo	Monitoreo y control del equipo.	2	4	4	32
	Anillo embobinador dañado.	No cose una parte de la pieza.	El corte de hilo deja hebra corta.	Monitoreo y control del equipo.	5	5	5	125
		No llena el carrete de hilo.	Alenta el proceso de costura.	Monitoreo de llenado de carrete.	1	3	1	3

Tabla 4. AMEF a máquina recta LU-2210N-7. Fuente. Elaboración propia.

Tomando en cuenta la información de la Tabla 4, se puede interpretar mejor la información adquirida, se procedió a graficarla.



Gráfica 3. NPR de LU-2210N-7 adquiridos en Tabla 4. . Fuente. Elaboración propia.

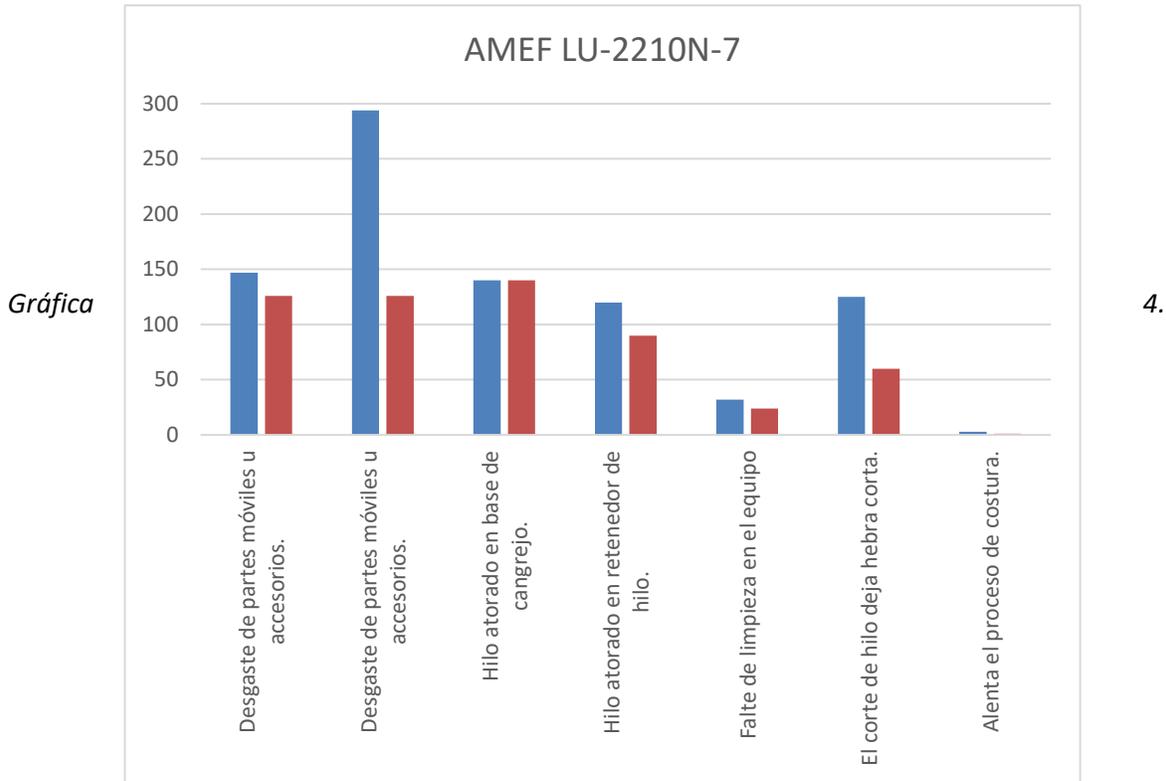
Como se puede observar en la Gráfica 3, las ponderaciones con mas alto peso, es el desgaste de partes móviles u accesorios, esto es porque usualmente al relaizar costuras con rebabas, el material que se este ocupando puede ser dañado superficialmente, cortar el hilo con el que se realizan las uniones o en casos muy comunes, este puede reventar el hilo y generar SCRAP en la linea de producción, produciendo así retardos en la producción, ya que actualmente, se implementó un KAIZEN con anterioridad implementado en todas las lineas de costura, en la que se aplica la producción de 1x1, esto quiere decir que mientras una pieza se produce esa misma pieza, la operación que continua despues de esta, se tiene que esperar y no pued producir mas piezas para evitar la acumulación de piezas en la mesa de trabajo, o dicho de otra manera, “Producción en serie”.

Al encontrar las fallas con mas efecto en la productividad de la linea BR166, se procedió a atacarlas con las implementacion de análisis de modo y efectos de falla anteriormente realizado con las fallas con mas frecuencia en las lineas.

Una vez evaluada las ponderaciones anteriores, se procede a realizar la mejora de las fallas encontradas, dicha evaluación fue realizada con los ingenieros acargo del área de mantenimiento, dicha tabla quedó de la sieguiente manera.

Acciones recomendadas	Áreas personas responsables y fecha de reización	Resultado de las acciones				
		Acciones realizadas	Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR
Mantenimiento preventivo	Mantenimiento	Se implantó lo recomendado.	7	3	6	126
Mantenimiento preventivo	Mantenimiento	Se implantó lo recomendado.	7	3	6	126
Mantenimiento preventivo	Mantenimiento	Se implantó lo recomendado.	7	4	5	140
Mantenimiento preventivo	Mantenimiento	Se implantó lo recomendado.	5	3	6	90
Mantenimiento preventivo y mantenimiento autónomo	Operadores, mantenimiento.	Se implantó lo recomendado.	3	2	4	24
Mantenimiento preventivo	Mantenimiento	Se implantó lo recomendado.	5	3	4	60
Mantenimiento preventivo	Mantenimiento	Se implantó lo recomendado.	1	1	1	1

Tabla 5. Mejora implementada en máquina LU-2210N-7. . Fuente. Elaboración propia.



Resultados obtenidos en AMEF LU-2210N-7 . Fuente. Elaboración propia.

Implementando la *Tabla 5*, se lograron resultados positivos tal como se logra observar en la comparación de los NPR, tal como se muestra en la *Gráfica 4*.

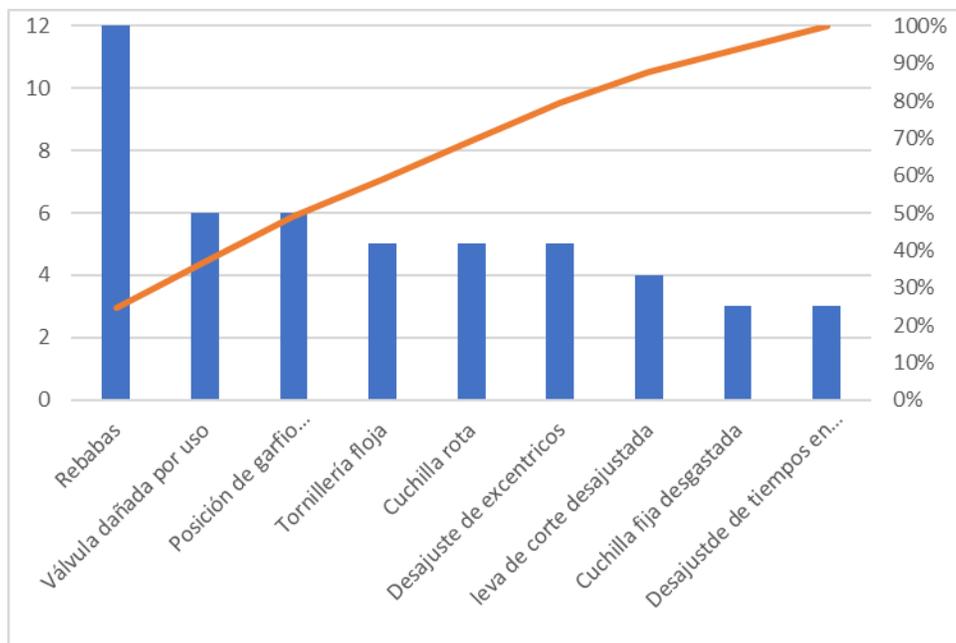
## CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

### 4.1 Resultados

Como conclusión de lo implementado durante el proyecto, se lograron reducir exitosamente las reparaciones no planificadas y se redujeron las fallas en poco mas de un 50%, generando así mayor disponibilidad en los equipos y confiabilidad de las máquinas de costura, tal como de muestra en la *Tabla 4.1.* y *Gráfica 4.1*

Tipo de falla	Incidencias	% Acumulado	%
Rebabas	12	24%	24%
Válvula dañada por uso	6	37%	12%
Posición de garfio desajustado	6	49%	12%
Tornillería floja	5	59%	10%
Cuchilla rota	5	69%	10%
Desajuste de excentricos	5	80%	10%
leva de corte desajustada	4	88%	8%
Cuchilla fija desgastada	3	94%	6%
Desajustde de tiempos en transportadores	3	100%	6%
<b>Total:</b>	<b>49</b>	<b>100%</b>	

*Tabla 4.1.* Resultados obtenidos. *Fuente.* Elaboración propia.



*Gráfica 4.1.* Pareto de resultados obtenidos. *Fuente.* Elaboración propia.

Tal como se puede observar en la *Gráfica 4.1.*, las fallas adquiridas en un principio solían ser de mayor frecuencia a las comparadas a la gráfica actual.

### 4.2 Trabajos Futuros

Dentro del proyecto presente se planea implementar en cada una de las líneas de costura para generar una mejora global en el área, para adquirir beneficios y desarrollo de productividad, disminuyendo considerablemente los paros no planificados de mantenimiento correctivo y aumentando la disponibilidad de todos los equipos no solo del departamento, si no de la planta en general.

### 4.3 Recomendaciones

Como recomendaciones del proyecto realizado, es necesario tener el tiempo necesario para realizar la recolección de datos necesarios, así como tener planificados los procesos a realizar, para obtener mejores resultados

## BIBLIOGRAFÍA

Alvarez, D. C. (Noviembre de 2000). Mejora de la productividad en el área de confecciones de la empresa best group textiles A.C. mediante la aplicación de la metodología PDCA. San Matin de Porres, San Matin de Porres, Perú.

Cuatrecasas, L. (2000). La competitividad de los procesos productivos. En L. Cuatrecasas, *La competitividad de los procesos productivos* (págs. 85-117).

G., M. G. (Agosto de 2003). Mejore continua en calidad de procesos. San Marcos, Lima, Perú.

Moen, R. (1990). China's ancient History of managing for quality . En J. Juran, *China's ancient History of managing for quality* (pág. 32). Wilton, CT, USA: Quality Progress.