

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MEXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROYECTO DE RESIDENCIAS PROFESIONALES
REDUCCIÓN DE TIEMPOS PARO EN EL PROCESO DE
CORTE PARA VOLKSWAGEN DE LA EMPRESA SE-
BORDNETZE MÉXICO S.A DE C.V

PRESENTA

MARCO ANTULIO GARCÍA LIRA

NÚMERO DE CONTROL

18371089

ASESOR INTERNO

GERARDO ISLAS TÉLLEZ

ASESOR EXTERNO

EMILIO ROBERTO SILVA HERNÁNDEZ

PERIODO: JULIO-DICIEMBRE 2022

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al departamento de sistema de gestión de la calidad y mejora continua por darme la oportunidad de realizar mis residencias profesionales con ellos, en especial a mi asesor externo, el ingeniero Emilio Roberto Silva Hernández, quien, con sus consejos, su experiencia profesional, su paciencia y la seguridad que me dio, me sirvieron para despejar mis dudas en la realización de este proyecto.

A mi asesor interno el ingeniero Gerardo Islas Téllez, quien con sus conocimientos precisos y consejos siempre me fueron útiles para lo que hoy he logrado de mi proyecto. A los docentes del Instituto Tecnológico de Apizaco, gracias por su paciencia, por compartir sus conocimientos de manera profesional, y por la dedicación que me dieron como su estudiante.

Agradezco a mis padres Marco Antulio García Munguía y Eustolia Lira Martínez por ser la inspiración de todo lo que hago, por su apoyo incondicional, por estar siempre en los momentos buenos como en los malos y por formar a la persona que soy. a mi hermana Nallely García Lira, gracias no solo por ser parte fundamental de este gran logro, sino también por todos aquellos momentos donde me apoyaste en mi estancia universitaria.

A mis amigos y compañeros del Instituto Tecnológico de Apizaco, en especial a mi amiga Susana Osorno Zamora, con quien compartí muy buenas experiencias durante mi estancia, gracias por aguantar mis cambios de humor, por escucharme y ayudarme cuando lo necesitaba, gracias por estar ahí.

A mi amigo Marco Axel Rea Santacruz, gracias por estar en los momentos en los que fueron confusos para mí en la universidad, gracias por los consejos y por estar en la mayoría de las locuras que hice durante la universidad.

A mi primo Jhonatan Alvarado García, gracias por ser un mentor en mi desarrollo profesional, por estar para darme un consejo y por brindarme el apoyo cuando muchas de las cosas que no conocía eran confusas para mí.

A todas las personas que saben que son importantes para mí, pero tal vez olvide mencionar gracias, por toda la aportación que han tenido en mi vida.

RESUMEN

El presente proyecto se realizó en la empresa SE Bordnetze México SA de CV, la cual se dedica al giro automotriz, específicamente a la fabricación de arneses eléctricos para vehículos de las empresas Volkswagen y Ford. La empresa se encuentra ubicada en la Carretera Vía Corta Puebla – Santa Ana Km 17.2 S/N, Acuamanala, Tlaxcala.

Este proyecto busca eliminar los tiempos paro en el proceso de corte para Volkswagen, una de las tareas que debe hacer frente el área de mejora continua, donde el área deberá de buscar y analizará las variables a tomar en cuenta y las herramientas necesarias para reducir la cantidad de tiempo paro en este proceso.

El proyecto comenzó a elaborarse, con la definición del problema, no se puede hacer una mejora sin saber si es necesaria, se analizó el value stream mapping y los KPI's del proceso de corte y se detectó que había oportunidades de mejora en ese proceso, después se comenzó a medir los tiempos de las máquinas con tomas de tiempos, recolección de información en app de tiempos paro y comparando los tiempos que tenía ingeniería, una vez que se tenía toda la información se analizó y se detectó que el top 1 de tiempos paro en las máquinas de corte se debía a la realización del set up, desglosando el set up se detectó que la actividad que generaba más tiempo era el pre-ajuste del dial del aplicador, por lo que todos los esfuerzos y recursos del proyecto se centraron en esta parte.

Como resultado se realizó un SMED en las herramientas que se usan en corte (aplicadores), donde se redujo el tiempo paro de las máquinas de corte.

PALABRAS CLAVE: Aplicadores, set up, proyecto

ABSTRACT

The project was made in the company SE Bordnetze México SA de CV, who had dedicated into the automotive sector primarily in the manufacture of electrical harnesses for vehicles of the Volkswagen and Ford companies. The Firm is located in the Vía Corta Puebla – Santa Ana Highway Km 17.2 S/N, Acuamanala, Tlaxcala.

The project began to be developed, with the definition of the problem, an improvement cannot be made without knowing if it is necessary, the value stream mapping and the KPIs of the cutting process were analyzed and it was detected that there were opportunities for improvement in that process. , then the times of the machines began to be measured with time recordings, information collection in the unemployment time app and comparing the times that engineering had, once all the information was available, it was analyzed and it was detected that the top 1 of



downtime in the cutting machines was due to the set up, die time the set up it was detected that the activity that generated the most time was the pre-adjustment of the applicator dial, This project search to eliminate die time in the cutting process for Volkswagen, A one of the works that the continuous improvement area must face, where the area must search and analyze the variables to take into account and the necessary tools to reduce the die time in this proces.

As a result, an SMED was did on the tools used in cutting (applicators crimping), where the die time of the cutting machines was reduced.

KEYWORDS: Applicators crimping, set up, project

Índice de contenido

1. Introducción.....	9
2. Generalidades de la empresa.....	11
2.1.1 Información general de la empresa.....	11
2.1.2 Ubicación.....	11
2.1.3 Política de Calidad	11
2.1.4 Misión	11
2.1.5 Visión.....	11
2.1.6 Valores	11
2.3 Producto (Bordnetze)	14
3. Descripción del área de trabajo	15
4.Problemas a resolver priorizándolos	16
5. 1 Objetivo general.....	16
5. 1 Objetivos específicos.....	16
6. Justificación	17
7. Marco Teórico.....	19
7.1.1 Lean Manufacturing.....	19
7.1.2 Six Sigma.....	21
7.2 Concepto de SMED	22
7.3 Importancia de SMED	24
8. Contenido.....	26
8.1 Área de Corte.....	26
8.2 Proceso de corte, desforre y crimpado de terminales	27
8.3 Herramental de área de corte (aplicadores)	29
9.1 Indicadores de tiempos paro por turno	33
9.2 Gemba, situación actual del proceso.....	35
9.3 Análisis de tiempos de Ingeniería.....	36
9.4 Toma de tiempos sin ajuste a dial de aplicadores	37
9.5 Toma de tiempos con pre-ajuste a dial de aplicadores.....	39
10.1 Ajuste previo de aplicadores con recomendación del fabricante, histórico y mantenimiento	43
10.2 Evaluación del pre-ajuste con recomendación del fabricante, histórico y mantenimiento	45
10.3 Pruebas piloto con ajuste de dial.....	46

10.3.1 Seguimiento en proceso de pruebas piloto	47
10.6 Marcaje de aplicadores junto con Mantenimiento	50
10.6.1 Sugerencias para el marcaje de aplicadores	51
10.7 Propuesta para cambio de método para implementar el punto cambio en proceso	54
10.8 Marcaje de aplicadores en el proceso de acuerdo con los colores planteados en el punto de cambio	56
10.9 Presentación de los resultados con el GNTA	58
10.10 Análisis de riesgo sobre el ajuste de aplicadores	59
12.1 Método definido para el ajuste y montado de aplicadores	62
12.2 Posteo del método en proceso	62
13.1 Retroalimentación de ajuste de aplicadores a operadores	65
13.1.1 Inspección de correcta ejecución del método por operador	65
13.2 Validación de marcas de aplicadores	65
13.2.1 Corrección de aplicadores mal marcados	68
14.1 Aumento de OEE	70
14.2 Reducción de tiempo paro	70
14.3 Aumento de Piezas x Hora	71
14.4 Reducción de cantidad de set up	71
14.5 Confirmación del objetivo del proyecto	72
16. Competencias desarrolladas	73
17. Glosario	74
18. Fuentes de información	74
19. Anexos	76

Índice de Tablas

Tabla 9.1 Set Up con sellos para máquina de corte	36
Tabla 9.2 Set Up con sellos para máquina de corte	36
Tabla 9.3 Toma de tiempos en el área de corte	37
Tabla 9.4 Resultado de toma de tiempos sin preajuste de aplicadores	38
Tabla 9.5 Toma de tiempos de aplicadores ajustados	39
Tabla 9.6 Resultado de toma de tiempos sin preajuste de aplicadores	40
Tabla 10.1 Histórico de posicionamiento en diales para cobre	44

Tabla 10.2 Comparación de ajuste de aplicadores, Histórico, recomendación del fabricante y mantenimiento	45
Tabla 10.3 Candidatos para realizar las pruebas piloto	46
Tabla 10.4 Pruebas piloto realizadas en dial de cobre	47
Tabla 10.5 Pruebas piloto realizadas en dial de PVC	47
Tabla 10.6 Liberación altura dial de cobre en marca de mantenimiento vs recomendación del fabricante (aplicador 130).....	47
Tabla 10.7 Liberación altura dial de cobre en marca de mantenimiento vs recomendación del fabricante (aplicador 18).....	48
Tabla 10.8 Liberación altura dial de cobre en marca de mantenimiento vs recomendación del fabricante (aplicador 71).....	49
Tabla 10.9 Liberación altura dial de PVC en marca de mantenimiento (aplicador 130)	49
Tabla 10.11 Liberación altura dial de PVC en marca de mantenimiento (aplicador 71)	50
Tabla 10.12 Recomendación para marcas en dial de cobre	51
Tabla 10.13 Propuesta de colores para marcar aplicadores	54
Tabla 10.14 Top 20 aplicadores con más uso.....	57
Tabla 10.15 Aplicadores sin uso	57
Tabla 10.16 Estado inicial de aplicadores marcados	58
Tabla 10.17 Estado final de aplicadores marcados.....	58
Tabla 13.2 Marcas verificadas en proceso	66

Índice de Figuras

Figura 2.1 Valores de SE Bordnetze México, S.A. de C.V	12
Figura 2.2 Nombre y logo de la empresa Sumito Electric Bordnetze	12
Figura 2.3 Sedes de SEBN a lo largo del mundo	14
Figura 2.4 Arnés eléctrico para un vehículo	15
Figura 7.1 Principales herramientas de Lean Manufacturing	19
Figura 7.2 Sistema DMAIC.....	22
Figura 7.3 Etapas de la progresión en el cambio rápido	23
Figura 8.1 Lay Out de Area de Corte	26
Figura 8.2 Máquina de corte.....	26
Figura 8.3 Diagrama de recorrido del proceso de corte y crimpado.....	28

Figura 8.4 Etapas del crimpado.....	29
Figura 8.5 Componentes de aplicador parte 1	29
Figura 8.6 Componentes de aplicador parte 2	30
Figura 9.1 Reporte de tiempos muertos en máquinas de corte	33
Figura 9.2 App de tiempos paro	34
Figura 9.3 Diagrama de Pareto de tiempos paros promedios por turno	34
Figura 9.4 Diagrama de Pareto de tiempos de Set Up	35
Figura 9.5 Situación actual (GEMBA).....	36
Figura 10.1 Recomendación del fabricante	43
Figura 10.2 Marca realizada para prueba piloto	46
Figura 10.3 EPP para operadores en área de corte	54
Figura 10.4 Forma de ajustar el aplicador con el uso de marcas	55
Figura 10.5 Forma de montar un aplicador	55
Figura 10.6 Menú definición en máquina de corte.....	56
Figura 10.7 Reseteo de prensa en maquina de corte	56
Figura 10.8 Reseteo de prensa en maquina de corte	59
Figura 10.9 Reseteo de prensa en máquina de corte	60
Figura 12.1 Método de montaje y ajuste de aplicadores	62
Figura 12.2 Información técnica de máquina de corte.....	63
Figura 13.1 Pre-ajuste de aplicador por parte de operador	65
Figura 13.3 Solicitud de aplicadores a corregir	68
Figura 14.1 Aumento de OEE	70
Figura 14.2 Reducción de tiempo promedio.....	70
Figura 14.3 Aumento de Piezas x Hora.....	71
Figura 14.4 Reducción de cantidad de set up	71
Figura 14.5 Confirmación Objetivo del Proyecto	72
Figura 19.1 Carta de Liberación	76
Figura 19.2 Carta de no inconveniencia.....	77

1. Introducción

La reducción de los tiempos es una estrategia que emplean las organizaciones, con el fin de aumentar la productividad, esto les permite ser más competitivas y tener la capacidad de cumplir con las cantidades necesarias de cada producto ahorrando muchos costos.

Las herramientas que ofrece la filosofía Lean Manufacturing y Six Sigma, nos permiten ahorrar tiempos con el uso de la mejora y mejora continua que se puede implementar con ayudas de estas

Actualmente en la empresa SE Bordnetze México, S.A. de C.V en el proceso de corte y crimpado de VW se tenían problemas con la cantidad de tiempo muerto que se generaba en el set up de la máquinas, por lo que se implemento una herramienta SMED, con la finalidad de aumentar el porcentaje de OEE en el proceso de corte y crimpado en VW con el uso de aplicadores ajustados.

CAPÍTULO 1 MARCO REFERENCIAL DE SE BORDNETZE MÉXICO, S.A. DE C.V.

2. Generalidades de la empresa

2.1.1 Información general de la empresa

En el mes de Julio de 2007, SEBN MX establece sus oficinas temporales en Panzacola, Tlaxcala. A principios del 2008 se establece con oficinas definitivas en la dirección vía corta a Santa Ana Chiautempan – Puebla Km. 17+200. Acuamanala, Tlaxcala. Actualmente la empresa realiza 3 proyectos, cada uno de ellos es para un vehículo en específico, de los cuales el proyecto 371(Jetta) y 316 (Taos) son para Volkswagen.

2.1.2 Ubicación

Nombre de la empresa: SE Bordnetze México, S.A. de C.V.

Domicilio: Carretera Vía Corta Puebla – Santa Ana Km 17.2 S/N.

Ciudad: Acuamanala, Tlaxcala.

2.1.3 Política de Calidad

- Mejorar continuamente el producto y los procesos.
- Satisfacer al cliente interno y externo.
- Trabajar sin originar defectos.

2.1.4 Misión

Desarrollar, fabricar y comercializar arneses eléctricos, que satisfagan la necesidad y superen las expectativas de nuestros clientes y accionistas.

Mediante el desarrollo continuo de nuestros colaboradores, con una amplia contribución a la sociedad y cumpliendo con los lineamientos legales y gubernamentales.

2.1.5 Visión

Ser la empresa líder y referente en el mercado automotriz norteamericano para la fabricación de arneses eléctricos.

2.1.6 Valores

- Responsabilidad: Actuamos de forma responsable y estamos dispuestos a adaptarnos a los cambios para asegurar el éxito a largo plazo de nuestra compañía.
- Respeto: Trabajamos en un ambiente de aprecio y respeto mutuo
- Confianza: Confiamos en nuestros compañeros y aprendamos los unos de los otros.

En la figura (Figura 2.1), podemos ver de manera resumida los valores que se manejan en la planta.

- Cooperación: Trabajamos juntos, sobrepasando fronteras, considerándonos siempre un equipo.

Figura 2.1 Valores de SE Bordnetze México, S.A. de C.V



2.2 Historia de SEBN

Sumitomo Electric Industries

Las raíces de Sumitomo se remontan a más de 400 años, cuando todo comenzó con la refinación del cobre. Sumitomo Electric Industries fue fundada en 1897 y hoy es uno de los principales proveedores internacionales de la industria automotriz.

Sumitomo Electric Bordnetze

La empresa fue fundada en 1986 como una empresa conjunta entre Volkswagen AG y Siemens AG bajo el nombre de Volkswagen Bordnetze GmbH. En 2006, Sumitomo Electric Industries se hizo cargo de la empresa, que desde entonces opera como Sumitomo Electric Bordnetze (SEBN). SEBN actualmente emplea a más de 25,000 personas en 21 ubicaciones en todo el mundo. En la siguiente figura (Figura 2.2), se encuentra el logo y nombre de la empresa, algo que permite diferenciarla a y hacerla única.

Figura 2.2 Nombre y logo de la empresa Sumito Electric Bordnetze



Hechos históricos en Sumito Electric Bordnetze:

1986: Fundación de Volkswagen Bordnetze GmbH con sede en Berlín por Volkswagen AG y Bergmann Kabelwerke AG en diciembre. Inicio de la producción de los primeros mazos de cables para el Polo y el Golf.

1990: Siemens AG adquiere el 100 por ciento de Bergmann Kabelwerke AG. Como resultado, las acciones de Volkswagen Bordnetze GmbH también se transfieren a Siemens. La primera ubicación en el extranjero se funda en Cerkezköy/Turquía en noviembre.

1992: Fundación de la sede polaca en Gorzow.

1993: La empresa pasó de ser un fabricante a un proveedor de desarrollo. Volkswagen Bordnetze recibe el pedido de desarrollo del Golf A4 y asume así la responsabilidad de las áreas de desarrollo de concepto, diseño, gestión de la cadena de suministro, construcción de prototipos y verificación de diseño.

1995: Puesta en marcha del Centro de Sistemas de Cableado en Emden.

1996: Fundación de la ubicación eslovaca en Nitra. Puesta en marcha del centro de sistemas de cableado en Zwickau.

2000: Comienza el traslado de la sede de la empresa de Berlín a Wolfsburg. En mayo se funda la filial AutoSystem GmbH como empresa independiente de desarrollo y ventas. El objetivo era adquirir nuevos pedidos en el mercado abierto, fuera del Grupo Volkswagen.

2001: Fundación de la sucursal marroquí en Tánger. Establecimiento y desarrollo del centro del sistema de cableado español en Pamplona.

2003: Fundación de la empresa conjunta "Changchun Volkswagen Bordnetze Co., Ltd." en Changchun. El objetivo era abrir el mercado chino.

2004: Fundación de la empresa conjunta "Suzhou Bordnetze Electrical Systems Ltd". cerca de Shanghái.

2006: Volkswagen AG y Siemens AG venden Volkswagen Bordnetze GmbH. El 1 de abril la empresa es reemplazada por Sumitomo Electric Industrie Ltd. y Sumitomo Wiring Systems Ltd. aceptado. Establecimiento de la ubicación ucraniana en Ternopil el 1 de junio. Cambio oficial de nombre a Sumitomo Electric Bordnetze GmbH el 17 de julio. Fundación de SE Bordnetze - Bulgaria EOOD en Karnobat el 14 de septiembre.

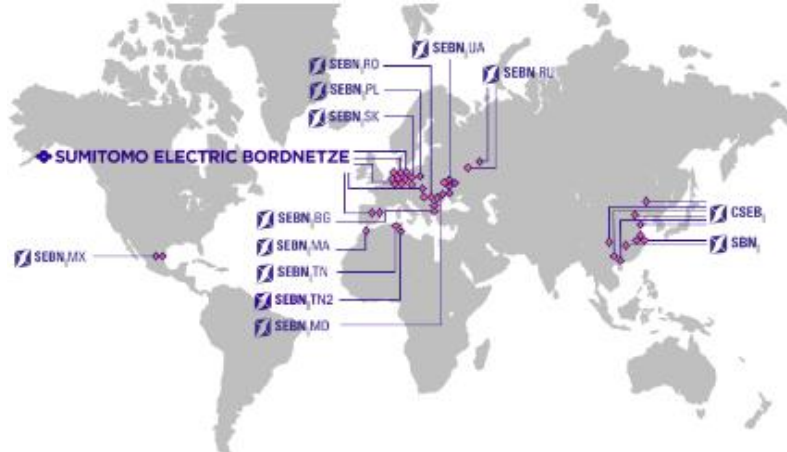
2007: Fusión de AutoSystems GmbH con la empresa matriz Sumitomo Electric Bordnetze GmbH el 15 de febrero. **Fundación de la sede mexicana "SE Bordnetze - México SA de CV" en Tlaxcala el 31 de mayo.**

2008: Fundación de la sucursal tunecina "SE Bordnetze - Tunisia SARL" el 12 de septiembre.

2010: Fundación de la ubicación rumana "SC Automotive Wiring Systems SRL" el 15 de marzo.

En la figura (Figura 2.3), se encuentran todas las sedes que tiene SEBN en todo el mundo, las cuales como vimos fueron creadas a lo largo del tiempo.

Figura 2.3 Sedes de SEBN a lo largo del mundo



2.3 Producto (Bordnetze)

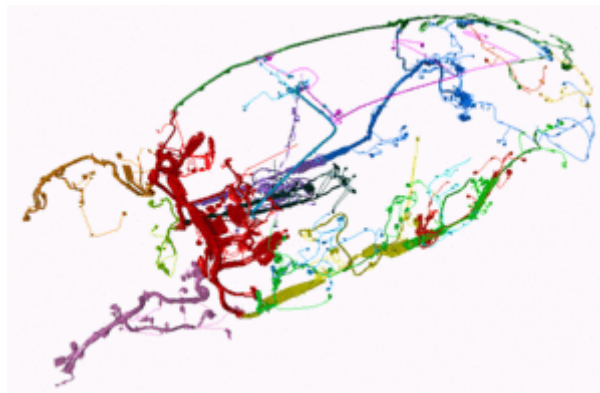
Como lo describe el nombre de la empresa, el área más grande de su cartera de productos es el desarrollo y montaje de sistemas eléctricos para vehículo. Cuando usamos el término sistema eléctrico del vehículo, nos referimos a la conexión en red de todos los componentes electrónicos que este tiene. El sistema eléctrico del vehículo se puede visualizar como los núcleos eléctricos. Sin estos, los sistemas relevantes para la seguridad como el ABS, el ESP y los sistemas de confort como los asientos con calefacción, los elevallunas o el aire acondicionado no funcionarían. Ahora bien, si queremos saber la composición de un arnés eléctrico, debemos de saber que se trata de un juego de cables que a medida consiste en ensamblar una gran cantidad de componentes. Esto puede incluir hasta 11.000 piezas, como cables, carcasas de enchufes, clips y contactos. Para tener una idea de lo que realmente puede llegar a contener un arnés eléctrico, en la siguiente lista está un aproximando de lo que uno de estos puede llegar a contener ya como producto terminado:

- Aproximadamente 600 líneas de circuitos.
- Aproximadamente 150 enchufes.
- Aproximadamente 800 contactos.
- Aproximadamente 1.000 metros de longitud total del cable con diferente calibre.

Cuando hablamos del arnés eléctrico, hablamos de dos partes importantes del vehículo, una de ellas va a ser innenraum que puede ser desde el sistema de calefacción, el de audio o hasta una puerta y la otra va a ser motorraum que por el nombre que esta tiene es exclusiva para el área del motor, estas tiene un proceso muy similar, donde la mayoría de operaciones que se realizan en un área se

terminan realizando en la otra, cada una cuenta con diferentes tipos de circuitos y conectores que las terminan haciendo únicas, eso sin contar el uso que cada una de estas tiene dentro del vehículo. Por último y no menos importante, debemos de entender que el Bordnetze será la unión de innenraum y motorraum, mejor conocido como el **casamiento**, ya que en sí la unión de estas dos partes da como resultado el arnés eléctrico completo para un vehículo. En la figura (Figura 2.4), es la manera en la que se ve el arnés eléctrico montado en un vehículo.

Figura 2.4 Arnés eléctrico para un vehículo



3. Descripción del área de trabajo

El departamento que lleva los proyectos de mejora y mejora continua es el de sistema de gestión de la calidad y mejora continua, específicamente en el área de mejora continua, el departamento cuenta con coordinadores que se encargan de las siguientes actividades:

- 1.-Aseguramiento del cumplimiento de KPI'S, reclamaciones de hombre, garantía, cumplimiento de normas: Colaborar sistemáticamente con el departamento de calidad, PK-PK, y con el sistema de gestión de calidad, con la finalidad de encontrar áreas de oportunidad en el que se puedan desarrollar proyectos de mejora y mejora continúa.
- 2.-Elaboración de Value Stream Mapping: Desarrollar y retroalimentar el Value stream mapping de los procesos de la empresa con la finalidad de localizar oportunidades de mejora.
- 3.-Gestión y seguimiento de proyectos de mejora: Dentro de sus funciones es brindar herramientas de mejora, asesoramiento metodológico a los demás departamentos con el propósito de agilizar los procesos y elaborar proyectos.
- 4.-Definir e implementar planes de acción: Elaboración de matriz de riesgos, definiendo los posibles riesgos y la gravedad de estos en la implementación de un

proyecto, así como el plan de acción que se realizara para evitar que sucedan estos riesgos.

5.-Elaboración de Project charter: Se encarga de realizar un documento donde se tiene toda información importante y resumida de un proyecto.

6.- Medir resultados de mejora: Encargado de medir los impactos de los proyectos de mejora en los diferentes procesos, presentar los resultados con las gerencias.

4.Problemas a resolver priorizándolos

Aumento de OEE

Una manera para medir el rendimiento, la calidad y la disponibilidad de las máquinas es con el OEE (Overall Equipment Effectiveness) o la Efectividad total del Equipo, y ¿qué problema tienen aquí?, bueno el problema que se tiene es el porcentaje el cual es de 62 %, lo cual al investigar la causa principal de tener este porcentaje se debe a la disponibilidad de las máquinas las cuales generan mucho tiempo muerto por diferentes factores, y es aquí donde comienza la premisa del proyecto, ya que ahora que conocemos esto, se tendrá que investigar las causas principales que ocasionan esos porcentajes, a su vez se deberá de analizar cuál será la factibilidad y la rentabilidad de querer incursionar en uno de estos problemas y darle solución para tratar de alcanzar o mejorar el porcentaje de OEE el cual debe de llegar 70 % de acuerdo a lo que busca la organización.

Reducción del tiempo paro en máquina de corte Komax 355 y Schleuniger

Va relacionado con el problema del aumento del OEE, ya que actualmente en las máquinas de corte se reportan muchos tiempos paro en las máquinas de corte, lo que ocasiona que la disponibilidad de la máquina se vea afectada, ocasionando que el porcentaje de OEE disminuya, por lo que se busca que con este proyecto se puedan disminuir la cantidad de tiempo respecto al tiempo paro de las máquinas.

5. Objetivos

5. 1 Objetivo general

Aumentar el porcentaje de OEE en el proceso de corte y crimpado en VW con el uso de aplicadores ajustados, con la finalidad de ahorrar costos.

5. 1 Objetivos específicos

- Aumentar el número de piezas producidas en el proceso de corte y crimpado VW con el uso de aplicadores ajustados, con la finalidad de ahorrar costos
- Reducir los tiempos paro en el proceso de corte, con el uso de metodologías de mejora continúa asegurando un aumento de productividad en el proceso.

- Reducir la cantidad de set up realizados en el proceso de corte y crimpado VW.

6. Justificación

Actualmente, los problemas de calidad generan costos y crean una imagen negativa para la industria automotriz, por lo que los proyectos de mejora y mejora continua son una oportunidad excelente para mejorar el sistema de gestión de la calidad en la cadena de valor de una empresa, ya que añaden un valor importante a las acciones correctivas de los riesgos que representan el proceso de elaboración de productos.

El departamento de mejora continua de la empresa “SE BORDNETZE MÉXICO, S.A. DE C.V.”, considera el incumplimiento de KPI's, reclamaciones del cliente e incumplimiento en auditorias como una oportunidad para desarrollar un proyecto de mejora.

Por estas razones se busca desarrollar un proyecto en el proceso de corte y crimpado para VW, ya que actualmente En el periodo de agosto-septiembre 2022 no se ha alcanzado el indicador de OEE en el proceso de corte, el objetivo es 70 % y el promedio es 66 % teniendo como diferencia de -4 % lo cual representa una pérdida de \$341,920MXN anual por no alcanzar este objetivo.

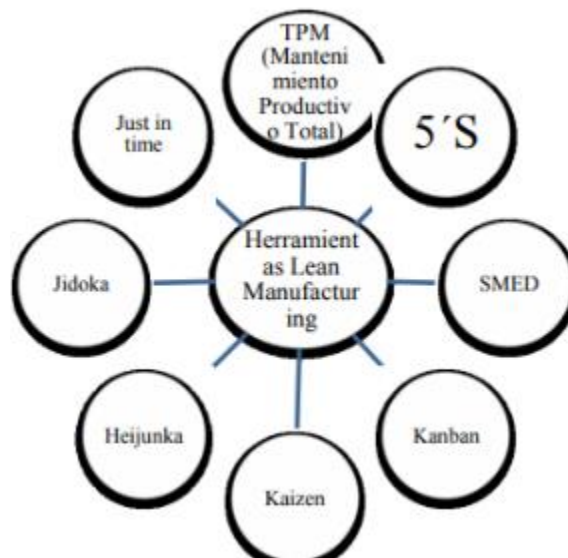
CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO

7. Marco Teórico

7.1.1 Lean Manufacturing

Lean manufacturing es una filosofía que tiene como objetivo la eliminación del despilfarro o desperdicios a todas aquellas actividades que no aportan valor al producto y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar, mediante el uso de una colección de herramientas (TPM, 5'S, SMED, Kanban, Kaizen, heijunka, Andon jidoka, Poka-Yoke, etc.), en la siguiente figura (Figura 7.1), podemos ver algunas de las herramientas lean que se utilizan.

Figura 7.1 Principales herramientas de Lean Manufacturing



La producción ajustada puede considerarse como un conjunto de herramientas que se desarrollaron en Japón, las cuales están inspiradas en los principios de William Edwards Deming". Los principales tipos de desperdicios se clasifican en las siguientes categorías:

- a) Defectos: Un defecto es una inconformidad que no cumple con nivel de calidad que el producto o servicio requiere, estos se originan por diversas fallas presentes en la cadena de suministros.
- b) Sobreproducción: Algo que comúnmente pasa en la empresa, originado por el incorrecto almacenamiento de productos en proceso y terminados, ya que el registro es de manera manual con el uso de un escáner, lo que origina que el fluidor no siempre realice el registre, lo cual ocasiona que no coincidan los almacenes físicos y digitales, esto a su vez hace que producción produzca más de lo que ya había realizado, y que compras tenga que comprar más material para realizar el producto.
- c) Espera: Si ponemos de ejemplo a la empresa, en esta existen procesos donde las estaciones de trabajo deben esperar a otras para continuar con sus operaciones, esto genera tiempo muerto, que a su vez es valor no agregado para el producto.

- d) Talento desaprovechado: Esto sucede comúnmente con la rotación del personal, no todos los operadores son capaces de desempeñarse de manera eficaz en un producto, es razonable pensar que no todos los operadores pueden cumplir con la misma tarea, por lo que el buscarles un lugar donde se desempeñen es de suma importancia.
- e) Transporte: Un mal diseño en el diagrama de flujo de proceso solo genera más movimiento para el producto. Este movimiento innecesario del producto solo ocasiona tiempo muerto.
- f) Inventario: Al igual que el ejemplo de sobreproducción, si se tienen componentes que ya no se usan, con el paso del tiempo se vuelven obsoletos, estos obsoletos solo generan gastos al tenerlos almacenados en el inventario.
- g) Movimiento: Cuando analizamos una operación, en ocasiones existen movimientos que son complicados de ejecutar y que a su vez pueden ser cambiados por otros más sencillos, los cuales no le quiten mucho tiempo al operador y a su vez no generen fatiga en este.
- h) Procesamiento extra: Un sobre proceso o procesamiento extra surge cuando se quita o se añade más valor al producto.

Ahora que conocemos algunas de las herramientas que ofrece lean manufacturing y los tipos de desperdicios que podemos identificar dentro de una empresa, enseguida conoceremos los principios, con el fin de conocer cuando es que vamos a usar una de estas herramientas que nos ofrece lean manufacturing. Los cinco principios de lean manufacturing son Value, Value Stream, Flow, Pull y Perfection. Los cuales guían a las organizaciones sobre cómo crear la mayor cantidad de valor para sus clientes y maximizar la eficiencia. La aplicación de conceptos lean ayuda a los fabricantes a mejorar continuamente su oferta y la forma en que la entregan. Es útil en todas las etapas del proceso de producción, desde la investigación y el desarrollo hasta el embalaje y la entrega. Este enfoque se puede utilizar para mejorar un producto específico o una línea de montaje completa:

- **Value:** Siempre debe considerarse desde una perspectiva del cliente. Al final del día, no importa si se te ocurrió una gran idea y el cliente no ve ningún valor en ella y, por lo tanto, no está listo para pagarlo. Es importante recordar que los clientes disfrutan el valor en su totalidad, pero no si se entrega parte por parte.
- **Value Stream:** Se refiere al ciclo de vida completo del producto o servicio, desde el inicio hasta la eliminación y cada etapa intermedia. Abarca toda la cadena de suministro, los materiales de origen, los procesos de producción, las características y el transporte que generan el producto final. Es más comúnmente la etapa en la que se identifican los desperdicios y se sugieren áreas de mejora. Un concepto clave de Lean es la eliminación de desperdicios para mantener todo lo más optimizado posible. Por lo tanto, la creación de mapas de flujo de valor es importante para evaluar dónde hay oportunidades para eliminar pasos inútiles u optimizar el trabajo en proceso.

- **Flow:** Se refiere a la creación y el movimiento constante del flujo de valor. Es uno de los más abstractos de todos estos principios, pero vale la pena tomarse un tiempo para comprenderlo. Cuando el flujo de la corriente de valor se bloquea o deja de avanzar, se crean desechos. Esto puede ser en forma de tiempo muerto, sobre movimiento o costos adicionales de almacenamiento. Los retrasos conducen a interrupciones en la cadena de valor y también dan como resultado una reducción de la eficiencia. Para que fluya sin problemas, debe haber un cambio del procesamiento por lotes y el pensamiento aislado a la producción nivelada. Cuando esto sucede, las empresas pueden lanzar productos más rápidamente, llevándolos desde el concepto hasta la fabricación en mucho menos tiempo. Pueden entregar productos y servicios más rápidamente, mejorando su tiempo de respuesta o ciclo de pedidos. Esto mejora la eficiencia y permite que las grandes empresas sean ágiles para que puedan aprovechar cualquier oportunidad que se les presente.
- **Pull:** Este enfoque reduce el desperdicio y es un elemento esencial de las operaciones ajustadas. Sin embargo, implementar un sistema pull con éxito no siempre es fácil. Requiere un proceso de fabricación que sea lo suficientemente flexible y rápido para entregar productos rápidamente. También se requiere un liderazgo esbelto y una sólida comunicación interna para garantizar que cada paso en la cadena de valor sepa lo que está por delante y lo que viene por detrás. Afortunadamente, los tres principios anteriores habrán ayudado a eliminar el desperdicio y centrar los esfuerzos en lo verdaderamente valioso. Esto coloca a las empresas en la mejor posición posible para establecer pull con éxito.
- **Perfection:** Buscar la perfección es uno de los principios de lean manufacturing que a veces sorprende a la gente. Las empresas Lean no están satisfechas una vez que completaron las cuatro etapas anteriores e implementaron un sistema pull. Siempre están buscando otras formas de mejorar y creando pasos que faciliten una mayor innovación. A medida que las empresas continúan mejorando, se eliminan más residuos y se crea mayor valor. Esto da como resultado una espiral ascendente continua de eficiencia, rentabilidad y satisfacción del cliente. La aplicación de principios esbeltos como mapas de flujo de valor y sistemas de extracción es un enfoque poderoso. Crea una clara ventaja competitiva, al tiempo que ofrece operaciones de menor costo y mayores ganancias. El uso de herramientas Lean puede brindarle una gran ventaja comercial y prepararlo para el éxito a largo plazo en el futuro.

7.1.2 Six Sigma

Six Sigma es un método de gestión de calidad combinado con herramientas estadísticas cuyo propósito es mejorar el nivel de variación de un proceso mediante decisiones acertadas, logrando de esta manera que la organización comprenda las

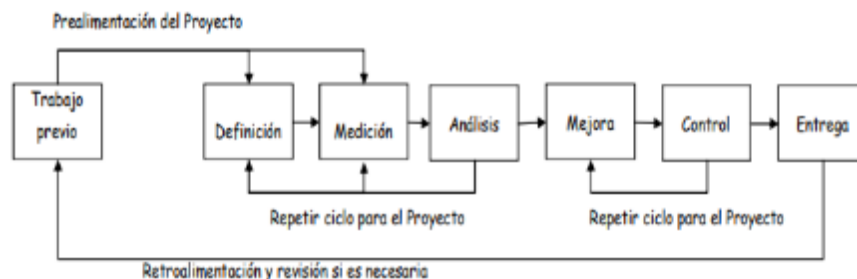
necesidades de sus clientes. El método Six Sigma, conocido como DMAIC, se basa en el ciclo de calidad PDCA, propuesto por Deming, el cual es la siguiente:

1. Definición del proyecto.
2. Medición de la información suministrada por el proceso y los clientes de la organización.
3. Análisis de la información, en donde se aplica algunas herramientas estadísticas, descriptivas e inferenciales.
4. Mejoramiento, etapa en la cual se proponen las soluciones de los problemas de calidad planteados.
5. Control, el cual incluye los métodos estadísticos de seguimiento a las variables del proceso.

En la figura (Figura 7.2), está el ciclo propuesto por Deming. La clave para conseguir que el DMAMC se aplique en forma adecuada en la organización es la siguiente:

- El enfoque centrado en las necesidades y los requerimientos de los clientes.
- La identificación de las causas de los problemas que atentan contra la calidad del producto final o del servicio prestado, evitando las soluciones apresuradas que generen decisiones erradas y sin fundamento estadístico.
- La realización de las mediciones de todas las variables críticas del proceso, lo que implica el conocimiento profundo de cada una de las etapas o fases que conforman las actividades de la organización.
- La utilización de las herramientas estadísticas propias que conduzcan a soluciones válidas y efectivas.
- El control mediante un seguimiento constante que evalúe las diferentes actividades que se encaminen a la solución de un problema de calidad.

Figura 7.2 Sistema DMAIC



7.2 Concepto de SMED

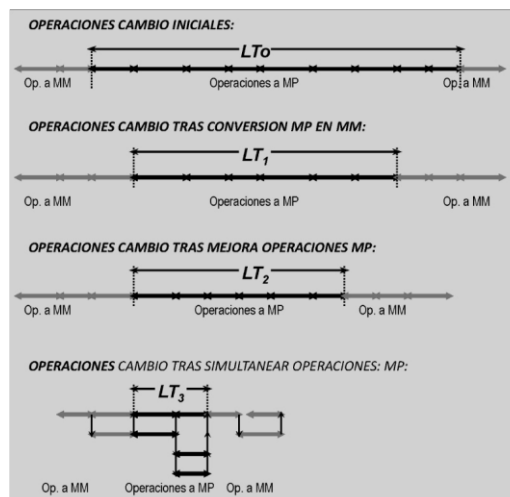
Las técnicas SMED permiten realizar cambios de preparación muy rápidos. Shigeo Shingo, quien dirigió el desarrollo de estas técnicas, obtuvo con un enfoque totalmente nuevo, en solo tres minutos, el cambio de matriz de prensas de carrocerías de automóvil, que hasta entonces había requerido cuatro horas. Éste fue el origen de las técnicas SMED (Single Minute Exchange of Die), que significa cambio de matriz en un tiempo, en minutos, de un solo dígito, es decir, menos de

diez. Lo cual significó un cambio radical en el concepto de la reducción de tiempos, ya que esto significó una nueva oportunidad para implementarse en diferentes procesos, si bien SMED es una herramienta que significó algo revolucionario, se apoya de otras como lo son Kanban o 5'S porque sin estas no se tendrían los objetos a tiempo y necesarios para hacer este cambio de herramental en la maquinaria y equipos. Según el propio Shingo, SMED es un nuevo enfoque o filosofía que supone un cambio generalizado de actitud. Las etapas esenciales para su implantación son:

1. Separar las operaciones que deben hacerse a máquina o proceso parado (MP) de las que pueden hacerse con la máquina o proceso en marcha (MM).
2. Transformar el mayor número posible de operaciones tipo MP a MM, ya que, así, se reduciría el consumo de tiempo con la máquina o procesos parados.
3. Simplificar las operaciones de tipo MP (eliminando, además, todas aquellas que sea posible) y reducir sus tiempos; asimismo, será muy conveniente suprimir ajustes manuales y operaciones de fijación sustituyéndolas por dispositivos de encajado rápido o automático.
4. Las operaciones de tipo MP no eliminadas o no transformadas a tipo MM es posible que no precisen efectuarse de forma secuencial; acaso, algunas o incluso todas, puedan efectuarse de forma simultánea, obteniendo de esta manera una nueva ganancia de tiempo.

En la figura (Figura 7.3), se encuentran las etapas de progresión en el cambio rápido de herramental cuando se aplica un SMED en un proceso.

Figura 7.3 Etapas de la progresión en el cambio rápido.



7.3 Importancia de SMED

La aplicación de las técnicas de cambio rápido se ha extendido en la actualidad por doquier, con importantes ventajas para los procesos de producción, tales como:

- La posibilidad de programar fabricaciones combinadas de pequeñas cantidades de producto variado, sin incurrir en costes excesivos por paros en el proceso.
- Aumentar la tasa de utilización y, por tanto, el rendimiento de las máquinas, ya que se reducen drásticamente los tiempos de paro.
- Simplificar y automatizar las operaciones de cambios de preparación, al mismo tiempo que se lleva a cabo la reducción de las actividades que comportan, lo que supone poder emplear personal menos cualificado.
- Posibilidad de ajustes en el programa de producción sin incurrir en graves perjuicios.
- El cambio de operaciones de tipo MP a tipo MM, aspecto clave de las técnicas de preparación rápida, es el desarrollo de útiles o dispositivos intermedios donde montar los que sustituirán a los que aún se están utilizando en la máquina en marcha; por ejemplo, si el proceso utiliza una bancada sobre la que se halla un útil que está trabajando, puede disponerse de una segunda bancada para montar el utillaje que se empleará en la producción que aún se está preparando.
- Otros elementos importantes son los que permiten reducir al mínimo los tiempos de las operaciones realizadas como MP. En este sentido, hemos comentado la importancia de sustituir el correcto reglaje de la posición del útil a montar por un encaje automático y sin errores, así como los laboriosos sistemas de atornillar o similares por otros de sujeción rápida y eficaz.

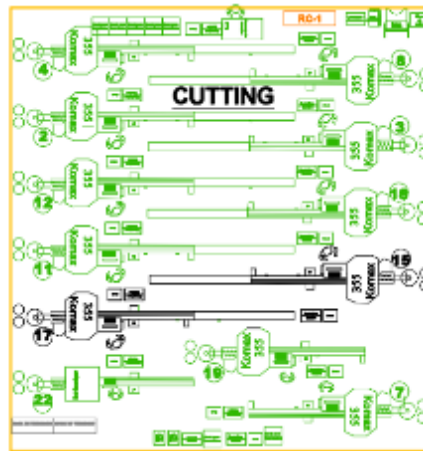
CAPÍTULO 3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y GENERALIDADES DEL PROCESO

8. Contenido

8.1 Área de Corte

Cuando hablamos de una parte importante de la elaboración del arnés eléctrico para un vehículo, debemos ir al área de corte, esta área es muy importante para la empresa, ya que en esta es donde comienza el origen de los demás procesos, en esta área se elaboran circuitos.

Figura 8.1 Lay Out de Area de Corte



Actualmente, se cuentan con 21 máquinas de corte, en la anterior figura (Figura 8.1), podemos ver como se encuentra la distribución de las máquinas de corte todas trabajan de la misma manera, la gran diferencia que va a ver entre cada una de estas va a ser el tipo de calibre que cortan, los cuales pueden ir desde 0.35 a 6, cada uno de estos circuitos son utilizados dependiendo de la parte del vehículo en los que van para formar el arnés. Esta es una de las máquinas de corte (Figura 8.2) que se encuentran en dicha área, esta cuenta con diferentes equipos como lo son un dinamómetro, micrómetro, flexómetro, etc. que le permiten al operador realizar diferentes pruebas para poder cumplir con las especificaciones que se tienen de la orden de producción, dentro de esta máquina se encuentran dos prensas, una del lado 1 y la otra del lado 2, en cada una de ellas se puede colocar una herramienta que se conoce como aplicador, que más adelante se va a conocer en los siguientes subtemas.

Figura 8.2 Máquina de corte

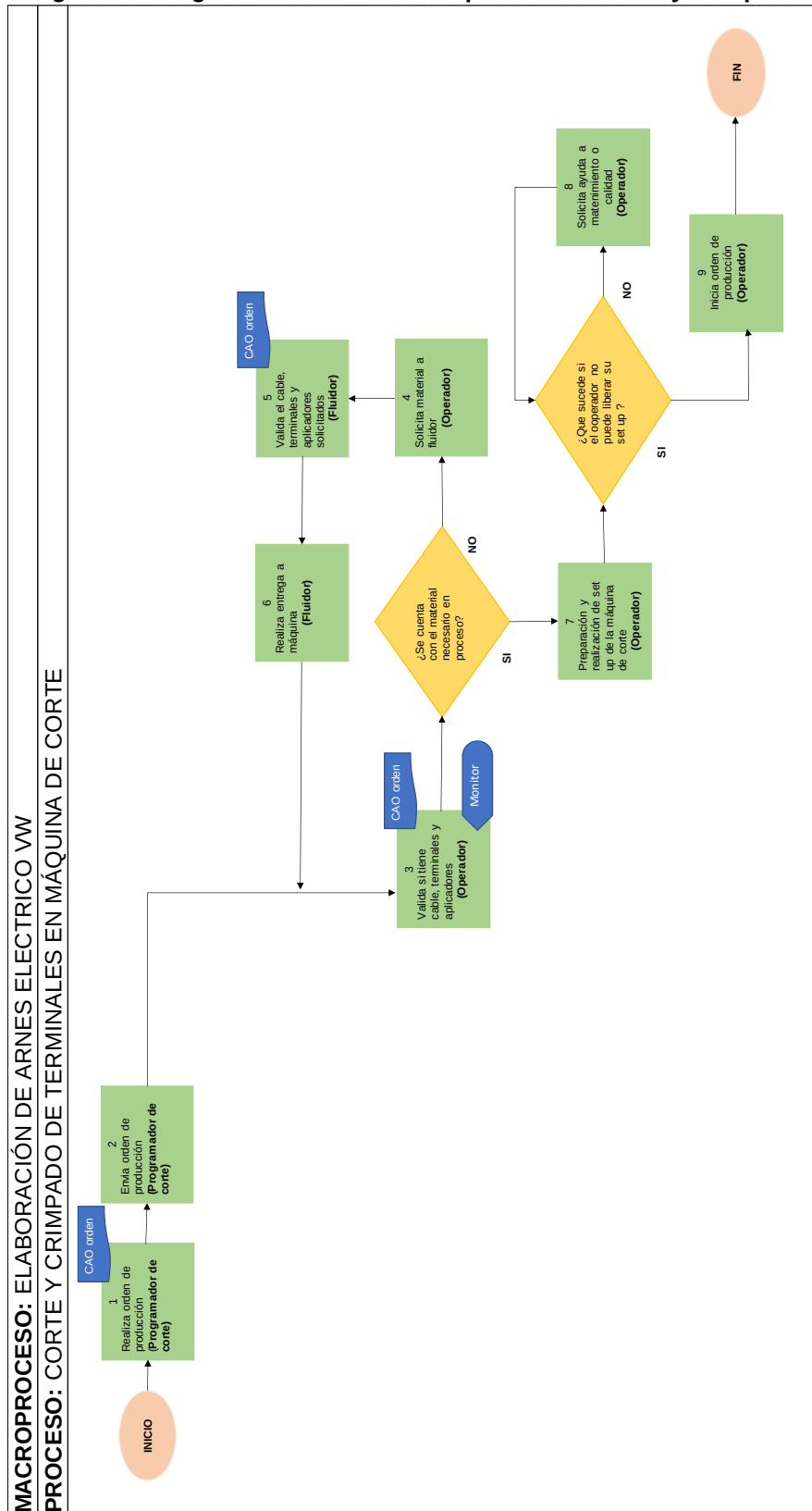


8.2 Proceso de corte, desforre y crimpado de terminales

El proceso de corte y crimpado se basa en diferentes operaciones que deben de realizar los responsables del área para poder llevar a cabo el corte y crimpado de circuitos, todo comienza de la siguiente manera:

- 1.-Primero el programador de producción asigna el circuito solicitado en nave 1
- 2.-Posteriormente el operador revisa la orden de producción cargadas en la máquina.
- 3.-Al revisarlas el operador solicita aplicadores, que son herramientas que se encuentran en un almacén que tiene mantenimiento, solicita cable y terminales al área de logística.
- 4.-Una vez que el operador cuenta con la terminal, el sello, los aplicadores y el cable, solo espera a iniciar con la orden de producción, una vez que esto pasa, el operador realizar el set up de la máquina, este set up se divide la siguiente manera:
 1. Desmonte y cambio de aplicadores y terminal
 2. Cambio de cable
 3. Cambio de sellos
 4. Escaneo de orden
 5. Ajuste de máquina
 6. Prueba de ajuste de alturas y ajuste dial
- 5.-Una vez que termina de realizar el set up, el operador se queda en su área de trabajo con el fin de estar supervisando la máquina y realzar mazos de los circuitos que va obteniendo de la máquina de corte. En el siguiente diagrama, podemos ver de manera resumida como es este proceso (Figura 8.3):

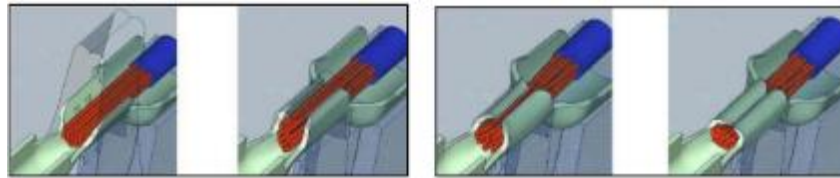
Figura 8.3 Diagrama de recorrido del proceso de corte y crimpado



8.3 Herramental de área de corte (aplicadores)

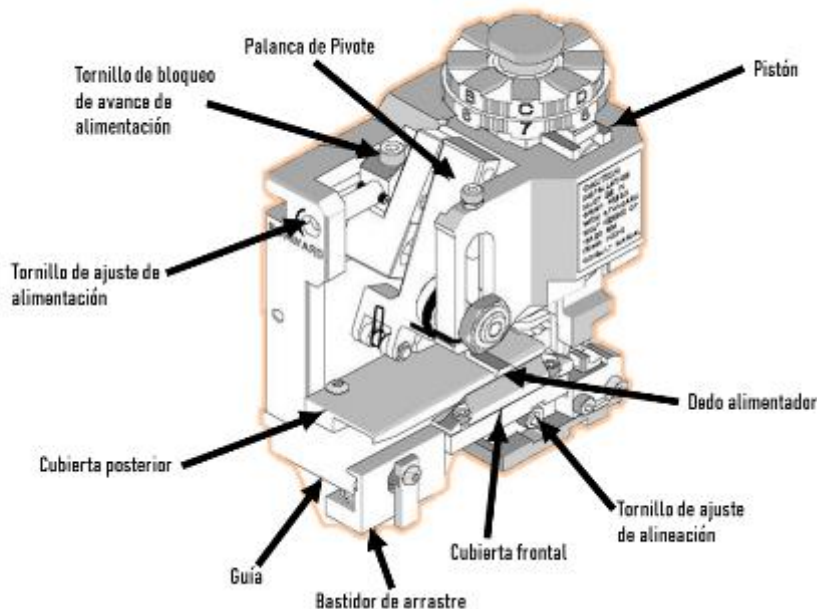
Cuando hablamos de un aplicador nos referimos a una herramienta que es importante para el proceso de corte, crimpado y de la elaboración de un arnés eléctrico, ya que esta herramienta nos va a servir como un pistón donde van a estar involucrados los circuitos, terminales, aislantes (PVC) y sellos, el proceso que esta elabora se llama crimpado y cuando hablamos del crimpado nos referimos al enlace de una terminal con un cable a través de la compresión mecánica o hidráulica donde las pestañas de la terminal se cierran alrededor del diámetro del cable originando la unión de estos dos y es ahí donde entra nuestro aplicador, ya que es la herramienta que nos permite realizar este proceso, el nivel de precisión no es fácil de alcanzar sin estas herramientas, en la siguiente figura (Figura 8.4) podemos ver cómo es el proceso de crimpado con el circuito

Figura 8.4 Etapas del crimpado



Hay que aclarar que como vimos anteriormente en el subtema 8.1 en cuanto al área de corte, existen máquinas automáticas y semiautomáticas que nos permiten hacer el crimpado, ya que, por su diseño del aplicador, este necesita de una prensa que permita que este se use en forma de pistón con el fin del realizar el crimpado, en la siguiente figura (Figura 8.5) podemos ver como es el diseño de uno de estos.

Figura 8.5 Componentes de aplicador parte 1



Las partes del aplicador con las que va a interactuar el operador son las siguientes:

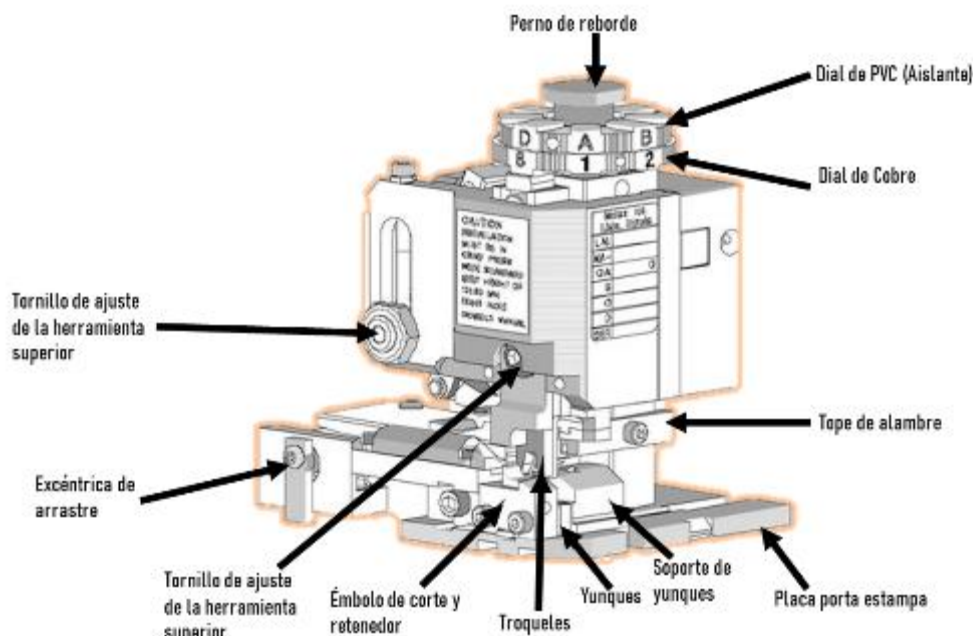
- Dial de cobre
- Dial de PVC (Aislante)
- Soporte de yunques
- Perno de reborde
- Cubierta posterior
- Troquel (solamente para limpiar el área)

Las dos primeras de la lista están relacionadas con nuestro enfoque de estudio, ubicando estas dos partes la pregunta sería. ¿Para qué nos sirve el dial en el aplicador?, bueno respondiendo la pregunta, el dial sirve como una perilla, la cual dependiendo del sentido en el que nosotros la movamos, vamos a ocasionar que la altura de cobre y PVC aumente o disminuya. Otra pregunta importante sería ¿Cuándo sé que aumento o disminuyo la altura de estas dos? Y respondiéndola; sería cuando nosotros abrimos el dial que sería girarla al lado izquierdo estamos aumentando la altura y cuando lo cerramos o lo movemos a la derecha estamos disminuyendo la altura, en pocas palabras:

*Cuando cerramos el dial disminuimos altura
Cuando abrimos el dial aumentamos la altura*

Esto es algo muy importante a tomar, ya que, si el aplicador se encuentra muy cerrado, existe el riesgo de que se dañe el yunque por la enorme presión que genera al crimpar la terminal con un circuito. en la siguiente figura (Figura 8.6) podemos ver como el resto de las piezas de un aplicador.

Figura 8.6 Componentes de aplicador parte 2





El aplicador es una herramienta con la que se debe tener mucho cuidado, ya que un mal uso de esta puede ocasionar que se dañe, lo cual va a originar defectos como lo son:

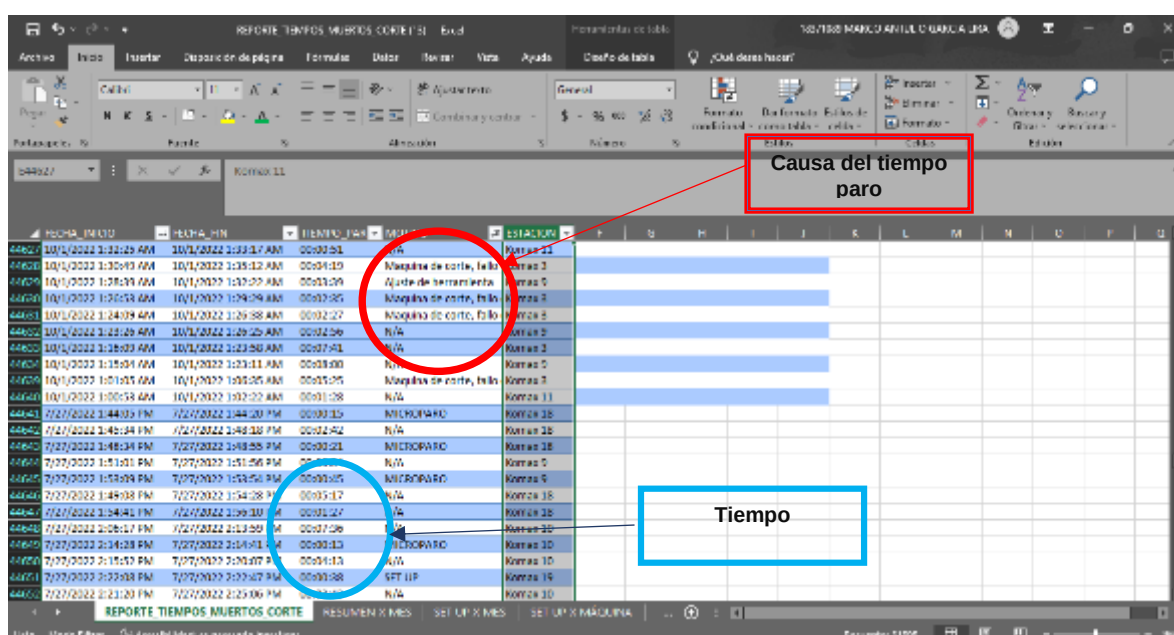
- Filamentos fuera del área de crimpado
- Daño del herramental del crimpado
- Doble crimpado en circuitos
- Perforación de PVC
- Daño en terminales

CAPÍTULO 4 RECOLECCIÓN DE DATOS

9.1 Indicadores de tiempos paro por turno

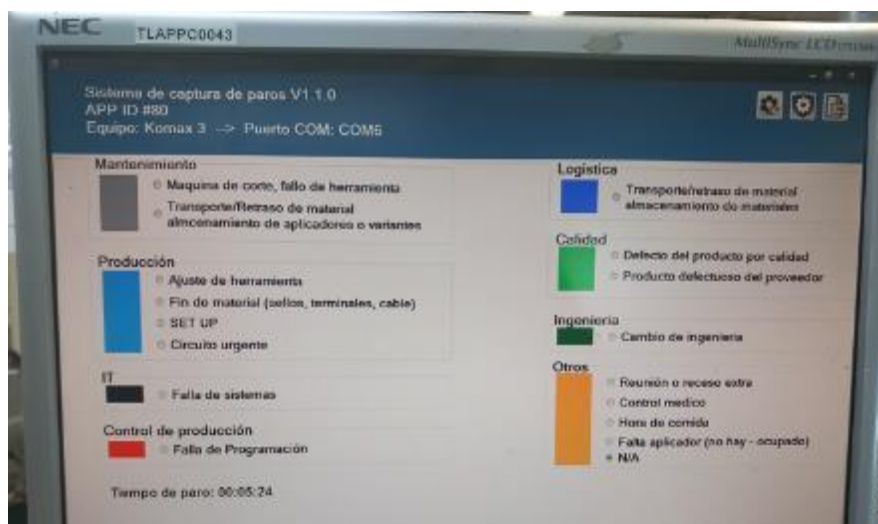
Actualmente, en el proceso de corte la manera de medir los tiempos paro que tienen las máquinas, se realizan por parte de una **aplicación de tiempos paro**, esta interactúa con el operador por medio de un monitor que posee la máquina, cuyo propósito es que el operador identifique la causa del tiempo paro y seleccione una de estas causas, estos datos son recopilados desde una página que tiene la empresa (pkn track), todos estos tiempos en los que la máquina está sin trabajar son clasificados en subgrupos y a su vez se coloca todo el tiempo paro de la máquina, esta aplicación facilitó más la recolección de datos para identificar cual es el top uno de nuestros tiempos paro, en la siguiente figura (Figura 9.1) se muestra cómo es que aparecen estos datos ya en un documento de Excel:

Figura 9.1 Reporte de tiempos muertos en máquinas de corte



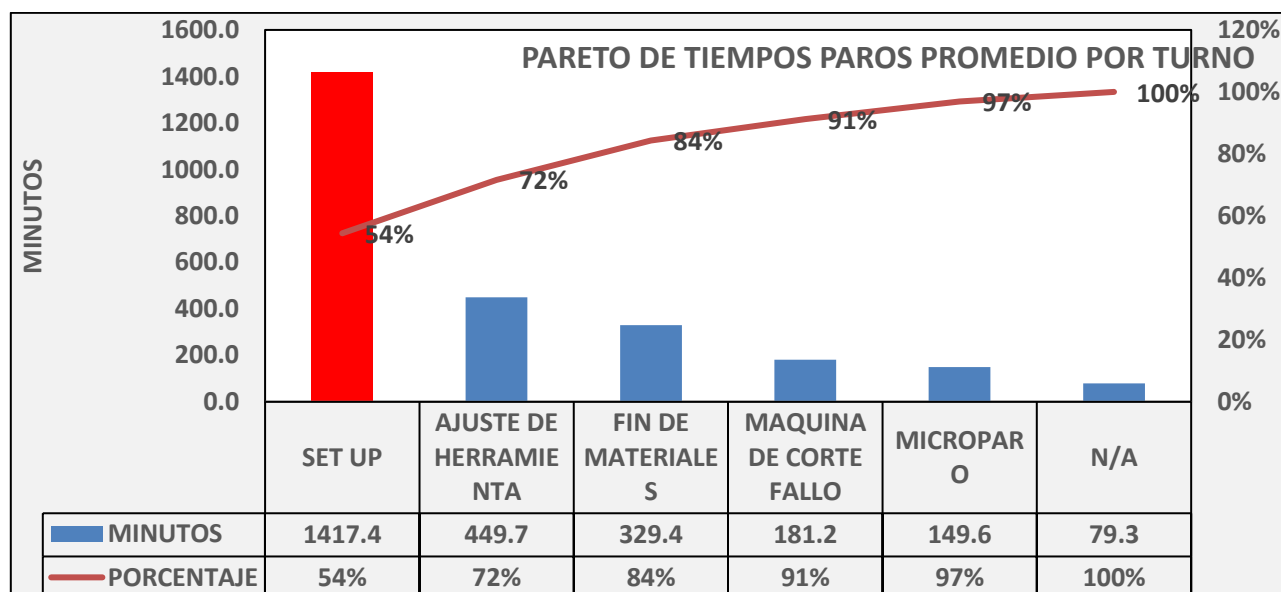
La aplicación de tiempos paros funciona con ayuda de una tarjeta Arduino, está a la vez se conecta a la base del ordenador de la máquina a través de un cable USB y, por otro lado, se conecta al motor de la máquina, cuya función es la de indicarle a la aplicación de paros cuando tiene que salir y cuando no, en pocas palabras, cuando la máquina se detiene, la app de paros sale en el monitor y cuando esta trabaja, la app de paros no sale. En la figura (Figura 9.2) se puede visualizar la interfaz con la que interactúa el operador.

Figura 9.2 App de tiempos paro



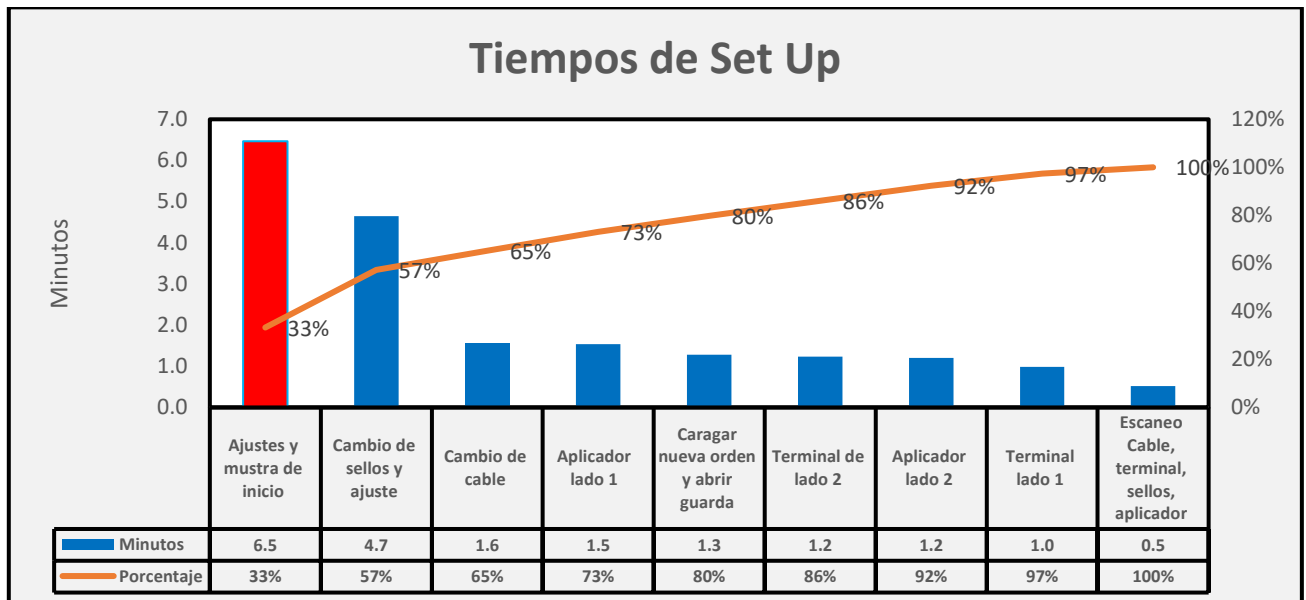
Al recolectar todos los datos identificamos que el tiempo de Set Up es el top 1 en tiempos de paro en el proceso de corte, con un **54 %** promedio por turno, lo cual equivale **1,417.4 minutos** por turno promedio (23.6 HRS).

Figura 9.3 Diagrama de Pareto de tiempos paros promedios por turno



Tomando en cuenta el diagrama de Pareto, se realizó otro diagrama (Figura 9.4) de este con la información recolectada. El ajuste y la liberación de muestra es el top 1 de tiempos de set up con un **33 %** lo cual equivale a **6.5 minutos**.

Figura 9.4 Diagrama de Pareto de tiempos de Set Up



Por lo tanto, el enfoque de la mejora se tendrá que realizar en el **ajuste y muestra de inicio**.

9.2 Gemba, situación actual del proceso

Actualmente, en el proceso de corte, el método que realizan los operadores consiste en tomar el aplicador y montarlo en la prensa, una vez que se encuentra montado, el operador gira el dial del aplicador al lado izquierdo de manera que lo abre mucho, y procede a realizar los demás pasos del set up, durante este el operador debe de resetear las alturas de la prensa desde el monitor que tiene la máquina, esto se hace porque la máquina cuenta con un verifica y aprende lo que ocasiona que la prensa se autoajuste de acuerdo a las alturas especificadas, esto es un gran riesgo ya que si no se resetea la prensa, el aplicador que se va a montar, va a terminar trabajando con las alturas del anterior aplicador, esto es importante a tomar en cuenta, después de todos los pasos anteriores, el operador realiza una probeta o muestra para liberar la altura de cobre y PVC con el micrómetro, este sistema de medición funciona como un Poka-Yoke, ya que si no da con las alturas o con el rango de tolerancia, en automático el operador deberá de realizar el ajuste. En la figura (Figura 5.5) se encuentra la manera en la que actualmente se encuentra el proceso

Figura 9.5 Situación actual (GEMBA)

SITUACION ACTUAL(GEMBA).



9.3 Análisis de tiempos de Ingeniería

El área de ingeniería de procesos se encarga de medir constantemente los tiempos de las máquinas de corte, por lo que poseen unas referencias respecto al tiempo total en el que tarda un operador en realizar el **set up** de las máquinas. Existen dos situaciones respecto al set up, una donde se realiza el cambio de sellos y variantes para las máquinas, como el que se muestra en la tabla (Tabla 9.1):

Tabla 9.1 Set Up con sellos para máquina de corte

SET UP CON SELLOS	TIEMPO MIN
DESMONTE Y CAMBIO DE APLICADORES Y TERMINAL	5.0
CAMBIO DE CABLE	1.6
CAMBIO DE SELLOS	4.7
ESCANEO DE ORDEN	0.5
AJUSTE DE MÁQUINA	1.28
PRUEBA DE AJUSTE DE ALTURAS Y AJUSTE DIAL	6.5
TIEMPO TOTAL	19.4

Y la segunda situación que es cuando no se realiza ningún cambio de sello y de variante (Tabla 9.2).

Tabla 9.2 Set Up con sellos para máquina de corte

SET UP SIN SELLOS	TIEMPO MIN
DESMONTE Y CAMBIO DE APLICADORES Y TERMINAL	5.0
CAMBIO DE CABLE	1.6
ESCANEO DE ORDEN	0.5
AJUSTE DE MÁQUINA	1.28
PRUEBA DE AJUSTE DE ALTURAS Y AJUSTE DIAL	6.5

TIEMPO TOTAL	14.8
--------------	------

Nuestro enfoque de estudio es respecto al tiempo en el que tardan la prueba de ajuste de alturas y dial, el tiempo promedio en que tardan es de **6.5 minutos**, respecto al cálculo realizado por ingeniería.

9.4 Toma de tiempos sin ajuste a dial de aplicadores

Una vez identificado el top 1 de nuestros tiempos paro, que corresponde al ajuste de aplicadores y liberación de primera muestra, lo siguiente es realizar una toma de tiempos que nos muestre la cantidad de tiempo en la que tardan los operadores sin ningún punto de referencia en cuanto al ajuste. Las condiciones para realizar las tomas de tiempos fueron con base a dos situaciones, una donde el operador cambiara el aplicador, es decir que no tuviera un ajuste previo y la otra donde el aplicador ya estuviese montado en la prensa de la máquina, es decir que estuviese previamente ajustado. Esto nos sirvió como un punto de referencia para conocer el impacto de tener un aplicador ya previamente ajustado.

Tenemos de referencias dos tomas de tiempos, primero hablaremos sobre la de color azul (Tabla 9.3), esta toma de tiempos se realizó en la máquina 7, estaba usando un calibre 0.35 para el cable, esta tenía un solo aplicador el 142 y se estaba trabajando del lado 2 de la máquina, cabe destacar que ya se encontraba montado, es decir que en la anterior orden de producción lo estuvieron utilizando, por lo que la cantidad de ajustes que realizaron al dial fue de **0 ajustes**, y el tiempo fue de **1.63 min** lo que tardó el operador en realizar la primera muestra y el ajuste del aplicador, mientras que en la tabla de color verde podemos ver que la toma de tiempos que se realizó en la máquina 7, estaba usando un calibre 1 para el cable, el operador tuvo que cambiar el calibre del cable y tenía dos aplicadores un 54 del lado 1 y un 73 del lado 2, el aplicador del lado 2 ya lo habían estado utilizando en una orden anterior, por lo tanto, las especificaciones de las alturas cambiaron respecto a lo que tenía anteriormente el aplicador, tras esto el operador solo realizó un ligero ajuste en el dial para que coincidiera con las especificaciones de las alturas, en pocas palabras el operador ya tenía una referencia para ajustar el dial del aplicador, si vemos cuanto fue lo que tardó fue de **0.75 min** y **1 ajuste** al dial. En el aplicador del lado 1 se trataba de un aplicador que no había utilizado el operador, por lo que este no tenía ningún ajuste previo, al utilizarlo el operador se tardó **4.82 minutos**, y realizó **5 ajustes** al dial, siendo bastante tiempo el que tarda un operador en ajustar el dial del aplicador cuando es que no se ha utilizado recientemente.

Tabla 9.3 Toma de tiempos en el área de corte

Número de Máquina				Número de Máquina			
7				5			
Lado de Máquina	1	Lado de Máquina	2	Lado de Máquina	1	Lado de Máquina	2
Aplicador	-	Aplicador	142	Aplicador	54	Aplicador	73

Calibre	0.35			Calibre	1		
Terminal	-	Terminal	91000182	Terminal	91000640	Terminal	91001112
Tiempo de ajuste dial (min)	-	Tiempo de ajuste dial (min)	1.63	Tiempo de ajuste dial (min)	4.82	Tiempo de ajuste dial (min)	0.75
Tiempo de ajuste de campana (min)			0.52	Tiempo de ajuste de campana (min)			0.67
Cantidad de ajustes de dial	-	Cantidad de ajustes de dial	-	Cantidad de ajustes de dial	5	Cantidad de ajustes de dial	1
Nota:	-	Nota:	No cambio aplicador y cambio de cable	Nota:	Cambio aplicador y cambio calibre de cable	Nota:	No cambio aplicador y cambio calibre

Tras haber realizado varias tomas de tiempos se obtuvo un resumen respecto a la situación de los aplicadores, donde en la siguiente tabla (Tabla 9.4) podemos ver el tiempo promedio en el que tardan en ajustar el dial del aplicador el cual es de **5 minutos** y el promedio del ajuste del dial es de **4 ajustes**.

Tabla 9.4 Resultado de toma de tiempos sin preajuste de aplicadores

APLICADORES	TIEMPO PROMEDIO (MINUTOS)	PROMEDIO DE AJUSTE DEL DIAL DE APLICADOR
210	4.6	4
179	6.8	4
176	4	3
167	5.3	4
165	5.9	5
147	5.8	4
146	2.8	5
145	3.7	3
144	7.2	4
142	4.8	4
139	4.2	3

130	3.7	6
130	2.6	2
76	2.7	4
73	2.7	3
71	5.4	5
63	5.1	5
57	5.1	4
55	3	3
54	4.8	4
53	3.4	3
51	11.5	6
31	7.5	4
19	4.2	3
5		4

9.5 Toma de tiempos con pre-ajuste a dial de aplicadores

Como vimos en el anterior subtema solo analizamos el tiempo que tarda un aplicador cuando no ha sido ajustado previamente, por lo que cuando estos son ajustados y trabajan con una orden de producción parecida, el tiempo que el operador tarda en ajustarlo es mínimo, ya que ahora no tiene que girar tanto los diales, si no que ahora solo tiene que hacer un ligero ajuste o bien solo sacar una muestra y comprobar que siga con los parámetros que necesita la altura del crimpado. Dentro de las nuevas tomas de tiempos se empezaron a incluir las lecturas que daba el micrómetro al igual que el posicionamiento con el que habían liberado los diales respecto al aplicador, eso lo podemos visualizar en la siguiente tabla (Tabla 9.5).

Tabla 9.5 Toma de tiempos de aplicadores ajustados

Aplicador	19	Lado de máquina	2	Ajuste Dial	0	Lectura en micrómetro	Liberación de aplicador		Tiempo Total (min)
No. Parte	Máquina	Terminal	Calibre	Posición del dial (Inicio)			Posición del dial (Final)		
				Cobre	D/5	1.156	Cobre	D/5	
9511103137	21	910000657	0.5	Cable o sello	5.9	1.815	Cable o sello	5.9	0.33

El posicionamiento del dial nos sirvió para ir generando un historial con el que pudiéramos analizar y determinar si existía una variabilidad respecto al uso de aplicadores en diferentes máquinas. Tras haber recolectado diferentes muestras, se obtuvieron los siguientes datos (Tabla 9.6).

Tabla 9.6 Resultado de toma de tiempos sin preajuste de aplicadores

APLICADORES	TIEMPO PROMEDIO (MIN)	PROMEDIO DE AJUSTE DEL DIAL DE APLICADOR
226	0.78	1
218	0.98	1
215	1.05	1
207	0.79	1
194	1.53	1
177	0.47	0
176	0.53	2
164	0.77	1
163	0.72	1
146	0.78	1
144	1.00	1
142	0.91	1
132	0.78	1
130	1.47	0
75	0.82	0
74	1.38	1
56	1.43	1
55	0.65	1
35	0.30	1
21	1.65	1
18	0.97	1
	0.94	1

Como podemos analizar el tiempo promedio del pre-ajuste del aplicador es **0.94 minutos** y el promedio del ajuste de diales es de **1 ajuste**, esto significa que al lograr que los aplicadores se puedan ajustar previamente antes de la liberación de la primera muestra, es decir al comienzo del SET UP, podemos disminuir **4.06 minutos**, lo cual significa una gran oportunidad considerando el cambio que se realiza diariamente, durante ambos turnos de trabajo.

9.6 Propuesta de Mejora con el uso de SMED

Al analizar los datos existe una reducción en el tiempo respecto a los aplicadores que previamente fueron ajustados, actualmente estos nunca están ajustados antes de que el operador comienza a trabajar con ellos, solo hasta que realiza el Set Up es cuando el realiza dicho ajuste. Entonces la pregunta que se puede realizar es

¿Por qué el operador no a preajustado el aplicador antes de utilizarlo o durante el Set Up? Eso es fácil de responder, actualmente no existe ninguna referencia con la que el operador pueda hacer el preajuste, por lo que prefieren abrir el aplicador e irlo cerrando a medida que obtengan las especificaciones respecto a las alturas del crimpado, esto lo hacen así, ya que si optaran por cerrarlo es decir ajustarlo desde un inicio y sin ninguna referencia, lo más probable es que lo terminen dañando y el aplicador quede inoperativo durante 2 horas, ocasionando que se tenga que cambiar el aplicador, esto se vuelve un riesgo más grande cuando se trata de un aplicador único, es decir que no existe otro que sea parecido y realice la misma función, si lo analizamos desde los siguientes puntos podemos ver lo que pasaría en estos casos si es que el operador bajo esas circunstancias daña el aplicador:

- Aspecto de calidad: Daño en terminales por parte de aplicador, ocasionando que calidad tenga que rechazar el producto si es que se trabaja con ese aplicador:
- Aspecto de mantenimiento: Mantenimiento correctivo al aplicador dañado, un aproximando de **2 horas** para liberar aplicador.
- Aspecto de producción: Origina cambio en la programación de órdenes de producción (algo imposible cuando se trata de un circuito de categoría **urgente**).

Es por eso que el operador no realiza ningún pre-ajuste a estas herramientas, ¿pero qué pasaría si existiera una referencia en los aplicadores, una marca o una señal que les permita a los operadores realizar el pre-ajuste sin poder dañar el aplicador, bueno es ahí donde nace la propuesta de mejora, la idea de usar un SMED en el proceso, si bien recordamos lo que era SMED, es una herramienta que nos permite convertir ciertas actividades que no generan ningún valor a actividades que si lo generan, es decir cambiar actividades donde genera tiempo muerto a actividades donde se aproveche el tiempo, como esta herramienta se ocupa generalmente en máquinas, estamos hablando que para convertir estas actividades que generan tiempo muerto a actividades que generan valor, debemos de convertirlas en actividades en momentos en los que la máquina está trabajando y en donde el operador tiene cierto tiempo para poder realizar estas actividades, ya que por lo general este tiempo que tiene disponible el operador suele ser ocio, es decir que no está realizando otra actividad, más que supervisar que trabaje bien la máquina, el SMED que se desean colocar para el pre-ajuste de aplicadores, parte de algo sencillo, algo que no tenga que necesitar de ningún dispositivo adicional o de tecnología, algo que sea fácil de realizar y a su vez facilite más la actividad del operador, por lo que se desea colocar en el aplicador es una marca de color que permita al operador realizar el pre-ajuste del aplicador durante el Set Up o antes de este, siempre y cuando esta marca garantice que el aplicador no se va a dañar por realizar dicho pre-ajuste, al igual que garantice que a la primera muestra que obtenga el operador sea la primera o la última, que necesite para terminar de realizar el Set Up.

CAPÍTULO 5 ACCIONES DE MEJORA

10.1 Ajuste previo de aplicadores con recomendación del fabricante, histórico y mantenimiento

Como vimos en el último subtema del anterior capítulo, se necesita de un SMED, cuya función sea de ayuda visual la cual se encuentre en los diales del aplicador que facilite el ajuste de aplicadores. Para conseguir una referencia respecto al posicionamiento que debe de tener el dial para liberar la primera muestra, y colocar una marca en ese lugar, esta se podría hacer respecto a tres situaciones, la primera es:

1.-Recomendación del fabricante:

Algo que es importante de analizar antes de hacer una mejora en una máquina o en una herramienta es conocer si existe una recomendación que el mismo fabricante nos da para poder realizarlas, afortunadamente las herramientas poseen una recomendación que se encuentra a un costado de esta, la cual nos trae una referencia del posicionamiento del dial y a su vez nos da la altura que obtendríamos en caso de colocar ese posicionamiento de los diales en el proceso, en la siguiente figura (Figura 10.1) se puede ver cómo es que aparece la placa que contiene esta información.

Figura 10.1 Recomendación del fabricante



Ahora bien, si es que existe esta recomendación, ¿porque no se han realizado aun las marcas?, el problema que se tiene con ellas es que si bien te dice la altura que vas a obtener, no siempre va a ser la que te pide el proceso, es decir puede ser que el requerimiento de alturas sea diferente, esto ocasionaría que la marca no fuese precisa, lo que no asegura que realmente se puedan disminuir los ajustes del dial y a su vez el tiempo, otro problema que existe es que si bien se tienen bastantes aplicadores para diferentes tipos de terminales y calibres de cable, no todos los aplicadores son de la misma marca, existen algunos que no tienen ninguna recomendación del fabricante, lo que ocasionaría que el marcaje de los aplicadores no se llevara en su totalidad, aun a pesar de esto, nos sirve como una condición a

tomar en cuenta para realizar las pruebas con estas recomendaciones y determinar si son viables para pruebas pilotos. La segunda opción que se tiene es por medio de un historial tomado en proceso.

2.- Histórico de liberación

Durante las tomas de tiempos para el ajuste de aplicadores también se anotó el posicionamiento de los diales tanto para cobre y para PVC, estos registros son los siguientes (Tabla 10.1):

Tabla 10.1 Histórico de posicionamiento en diales para cobre

MÁQUINA	APLICADOR	CALIBRE	MARCA DEL DIAL LIBERADA EN PROCESO	MEDICIÓN DE LA ALTURA	ALTURA NOMINAL
13	12	0.35	A/9	1.759	1.75
15	18	0.35	F/0	1.05	1.05
15	18	0.35	E/9	1.059	1.05
22	31	0.75	F/2	1.212	1.2
22	31	1	D/9	1.348	1.35
22	33	1	C/9	1.52	1.5
10	37	4	B/0	2.052	2.05
10	51	1.5	D/9	1.412	1.4
13	51	0.35	D/3	1.609	1.6
20	55	1.5	E/8	1.617	1.6
20	55	1.5	E/8	1.617	1.6
7	71	0.35	E/1	0.99	0.98
7	71	0.35	D/9	0.982	0.98
16	78	2.5	F/2	1.597	1.6
15	130	0.35	4	0.852	0.84
15	130	0.35	5.5	0.848	0.84
11	139	6	10.5	2.58	2.58
2	142	0.35	13	0.915	0.92
14	142	0.35	18	0.924	0.92
19	144	0.5	15.6	0.909	0.9
19	144	0.5	16.2	0.897	0.9
9	144	0.5	15.4	0.896	0.9
8	146	0.35	12.6	0.929	0.92
8	146	0.35	12.6	0.929	0.92
11	163	0.35	24.6	0.975	0.98

La razón de este histórico nos da una referencia para conocer el posicionamiento del dial en proceso, para comprobar que al hacer el ajuste en ese posicionamiento nos de la misma altura o se mas muy parecida a esta en cuanto a si se cambia un aplicador de máquina, estos históricos son los que más se acercan a la altura nominal, ya que el operador siempre busca que el aplicador quede lo más cerca de la altura nominal, recordando que estos historial va creciendo de los registros que

se visualizan en proceso, el único problema es que para realizar las marcas con este medio tomaría mucho tiempo ya que se depende totalmente de proceso para que se observe y anote el posicionamiento de los diales, aunque es una solución para los aplicadores que no tienen ninguna recomendación por parte del fabricante, por lo que no se descarta como candidato a las pruebas piloto.

3.- Ajuste de mantenimiento

El departamento de mantenimiento es el encargado de realizar el mantenimiento preventivo y correctivo a los aplicadores, y son aquellos que cuidan de estas herramientas, en pocas palabras son los especialistas en el conocimiento de estos, por lo que ellos serán los encargados de realizar las marcas en los diales. Antes de que un aplicador se lleve a proceso ellos liberan el aplicador en una prensa que ajusta los aplicadores a la altura nominal y abren el dial dos o tres centésimas más, con el fin de evitar de que se lleguen a dañar los aplicadores, por lo que se podrían colocar las marcas, justo donde ellos mandan al aplicador a proceso.

10.2 Evaluación del pre-ajuste con recomendación del fabricante, histórico y mantenimiento

Tras haber conocido las maneras de realizar el ajuste en los aplicadores, estos se pusieron a prueba en proceso con algunos aplicadores para conocer cuál es el que mejor se puede adaptar para realizar las marcas en los diales, estos fueron los resultados respecto a estos ajustes que se muestran en la siguiente tabla: (Tabla 10.2).

Tabla 10.2 Comparación de ajuste de aplicadores, Histórico, recomendación del fabricante y mantenimiento

	Aplicador	Situación actual (Seg.)	Prueba/ajuste (seg.)
Recomendación del fabricante	19	252	20
Histórico de liberación	139	219	25
Ajuste de mantenimiento	51	690	25.5
	176	182	31.8
	144	432	31.8
	55	180	39
	163	48	43
	164	789	46
	142	280	46.5
	146	168	47
	71	407	54
	44	108	60
	130	222	71
	147	348	208

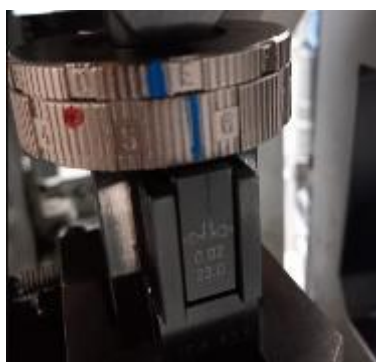
Promedio seg	309	53
Promedio min	5	1

Si comparamos las situaciones en las que se realizó el ajuste, podemos ver que para los aplicadores donde se hicieron los ajustes de acuerdo a mantenimiento los tiempos están un poco arriba de **1 minuto**, mientras que los del histórico de liberación están muy cerca de los **30 segundos**, y por último la mayoría de los aplicadores que se realizaron respecto a la recomendación del fabricante es de menos de **30 segundos**, por lo que se ha decidido que las marcas se realizaran para tres aplicadores, los cuales servirán para realizar las pruebas piloto.

10.3 Pruebas piloto con ajuste de dial

Al llegar a un acuerdo con mantenimiento se decidió colocar las marcas en tres aplicadores (Figura 10.2), una de estas marcas se colocó dos centésimas arriba de la recomendación del fabricante (aplicador 130), mientras que las otras dos se realizaran de acuerdo con la recomendación del fabricante (aplicador 71 y 18), las marcas se colocaron de color azul y se usaron en aplicadores que solo usaran un tipo de calibre de cable el cual era 0.35.

Figura 10.2 Marca realizada para prueba piloto



Los aplicadores que se escogieron fue el aplicador 130, 71 y 18 (Tabla 10.3) con respecto al posicionamiento del dial, en la siguiente tabla se puede apreciar en donde se colocó la marca.

Tabla 10.3 Candidatos para realizar las pruebas piloto

APLICADOR	NO. DE PARTE	CALIBRE	POSICIONAMIENTO PARA COBRE	POSICIONAMIENTO PARA PVC
130	1027462	0.35	5.7	16
71	9511103154	0.35	E/6	4/8.
18	9511103127	0.35	E/9	5/8.

10.3.1 Seguimiento en proceso de pruebas piloto

Para los aplicadores que se pusieron a prueba tenemos una tolerancia de ± 0.03 mm respecto a la altura nominal de cada uno de ellos esto en cuanto al cobre, el tiempo promedio de liberación es de **0.9 minutos**. Este informe se encuentra en la siguiente tabla (Tabla 10.4).

Tabla 10.4 Pruebas piloto realizadas en dial de cobre

APLICADOR	NO. PARTE	CALIBRE	MARCA REALIZADA EN DIAL DE COBRE	LIBERACIÓN DE ALTURA	ALTURA NOMINAL	TIEMPO DE LIBERACIÓN
130	1027462	0.35	5.5	0.899	0.84	3.30
18	9511103127	0.35	E/9	1.044	1.045	0.52
71	9511103154	0.35	E/6	1.009	0.98	0.75

Para los aplicadores que se pusieron a prueba tenemos una tolerancia de ± 0.1 mm respecto a la altura nominal de cada uno de ellos esto en cuanto al cobre, el tiempo promedio de liberación es de **0.9 min**. Este informe se encuentra en la siguiente tabla (Tabla 10.5).

Tabla 10.5 Pruebas piloto realizadas en dial de PVC

APLICADOR	NO. PARTE	CALIBRE	MARCA REALIZADA EN DIAL DE PVC	LIBERACIÓN DE ALTURA	ALTURA NOMINAL	TIEMPO DE LIBERACIÓN
130	1027462	0.35	16	1.405	1.4	3.30
18	9511103127	0.35	5/8.	1.567	1.6	0.52
71	9511103154	0.35	4/8.	1.62	1.59	0.75

10.3.2 Evaluación de pruebas piloto:

Pruebas realizadas en dial de cobre:

Nota: Solo para estos aplicadores se pudo comparar respecto a la recomendación del fabricante, ya que recordemos que no todos tienen esta recomendación. Se escogieron específicamente tres aplicadores que tuvieran la recomendación del fabricante.

Aplicador 130, resumen mostrado en la tabla (Tabla 10.6):

Tabla 10.6 Liberación altura dial de cobre en marca de mantenimiento vs recomendación del fabricante (aplicador 130)

APLICADOR	LIBERACIÓN DE ALTURA CON MARCA	LIBERACIÓN DE ALTURA CON RECOMENDACIÓN DE FABRICANTE	LÍMITE SUPERIOR	ALTURA NOMINAL	LÍMITE INFERIOR
130	0.899	0.869	0.87	0.84	0.84

Los resultados del aplicador 130 nos muestran que durante las pruebas realizadas que hicimos, la altura registrada con el uso de la marca en los diales nos dio **0.899 mm**, respecto a su altura nominal que es de **0.84 mm**, es una diferencia de **+0.059 mm** estando fuera del límite que es de **±0.03 mm**, al realizar la prueba del ajuste respecto a la recomendación del fabricante la altura registrada fue de **0.869 mm** respecto a la altura nominal de **0.84 mm**, la diferencia de **+0.029 mm**, con una tolerancia de **±0.03 mm** estando dentro de los límites de especificación, pero estando muy cerca de salirse de estos límites, respecto al tiempo si analizamos el tiempo de la tabla (Tabla 5.3), encontramos que nos da **3.3 min**, siendo que está por encima del tiempo promedio el cual es de **0.9 min**, por lo que si bien la marca se acerca a los límites de especificación, no está dentro, por lo que se descarta colocar la marca en ese lugar para este aplicador.

Aplicador 18, resumen mostrado en la tabla (Tabla 10.7):

Tabla 10.7 Liberación altura dial de cobre en marca de mantenimiento vs recomendación del fabricante (aplicador 18)

APLICADOR	LIBERACIÓN DE ALTURA CON MARCA	LIBERACIÓN DE ALTURA CON RECOMENDACIÓN DE FABRICANTE	LÍMITE SUPERIOR	ALTURA NOMINAL	LÍMITE INFERIOR
18	1.044	1.046	1.075	1.045	1.015

Los resultados del aplicador 18 nos muestran que durante las pruebas realizadas que hicimos, la altura registrada con el uso de la marca en los diales nos dio **1.044 mm**, respecto a su altura nominal que es de **1.045 mm**, es una diferencia de **-0.001 mm** estando dentro del límite que es de **±0.03 mm**, al realizar la prueba del ajuste respecto a la recomendación del fabricante la altura registrada fue de **1.046 mm** respecto a la altura nominal de **1.045 mm**, la diferencia de **+0.001 mm**, con una tolerancia de **±0.03 mm** estando dentro de los límites de especificación, pero estando muy cerca de salirse de estos límites, respecto al tiempo si analizamos el tiempo de la tabla (Tabla 5.3), encontramos que nos da **0.52 min**, siendo que está por debajo del tiempo promedio el cual es de **0.9 min**, está dentro de los límites de especificación y dentro del tiempo, por lo que se acepta que la marca este en ese lugar.

Aplicador 71, resumen mostrado en la tabla (Tabla 10.8):

Tabla 10.8 Liberación altura dial de cobre en marca de mantenimiento vs recomendación del fabricante (aplicador 71)

APLICADOR	LIBERACIÓN DE ALTURA CON MARCA	LIBERACIÓN DE ALTURA CON RECOMENDACIÓN DE FABRICANTE	LIMITE SUPERIOR	ALTURA NOMINAL	LIMITE INFERIOR
71	1.009	1.005	1.01	0.98	0.95

Los resultados del aplicador 18 nos muestran que durante las pruebas realizadas que hicimos, la altura registrada con el uso de la marca en los diales nos dio **1.009 mm**, respecto a su altura nominal que es de **1.01 mm**, es una diferencia de **-0.001 mm** estando dentro del límite que es de **±0.03 mm**, al realizar la prueba del ajuste respecto a la recomendación del fabricante la altura registrada fue de **1.005 mm** respecto a la altura nominal de **1.01 mm**, la diferencia de **-0.005mm**, con una tolerancia de **±0.03 mm** estando dentro de los límites de especificación, pero estando muy cerca de salirse de estos límites, respecto al tiempo si analizamos el tiempo de la tabla (Tabla 5.3), encontramos que nos da **0.75 min**, siendo que está por debajo del tiempo promedio el cual es de **0.9 min**, está dentro de los límites de especificación y dentro del tiempo, por lo que se acepta que la marca este en ese lugar.

Pruebas realizadas en dial de PVC:

Nota: Para estas pruebas no se pudo comparar respecto a la recomendación del fabricante porque no todos los aplicadores tienen una recomendación del fabricante, respecto al PVC.

Aplicador 130, resumen mostrado en la tabla (Tabla 10.9):

Tabla 10.9 Liberación altura dial de PVC en marca de mantenimiento (aplicador 130)

APLICADOR	LIBERACIÓN DE ALTURA CON MARCA	LIMITE SUPERIOR	ALTURA NOMINAL	LIMITE INFERIOR
130	1.405	1.5	1.4	1.3

Los resultados del aplicador 130 nos muestran que durante las pruebas realizadas que hicimos, la altura registrada con el uso de la marca en los diales nos dio **1.405 mm**, respecto a su altura nominal que es de **1.4 mm**, es una diferencia de **+0.005 mm** estando dentro del límite que es de **±0.1 mm**.

Aplicador 18, resumen mostrado en la tabla (Tabla 10.10):

Tabla 10.10 Liberación altura dial de PVC en marca de mantenimiento (aplicador 18)

APLICADOR	LIBERACIÓN DE ALTURA CON MARCA	LIMITE SUPERIOR	ALTURA NOMINAL	LIMITE INFERIOR
18	1.567	1.7	1.6	1.6

Los resultados del aplicador 18 nos muestran que durante las pruebas realizadas que hicimos, la altura registrada con el uso de la marca en los diales nos dio **1.567 mm**, respecto a su altura nominal que es de **1.6 mm**, es una diferencia de **-0.037 mm** estando dentro del límite que es de **±0.1 mm**.

Aplicador 71, resumen mostrado en la tabla (Tabla 10.11):

Tabla 10.11 Liberación altura dial de PVC en marca de mantenimiento (aplicador 71)

APLICADOR	LIBERACIÓN DE ALTURA CON MARCA	LIMITE SUPERIOR	ALTURA NOMINAL	LIMITE INFERIOR
71	1.832	1.9	1.8	1.7

Los resultados del aplicador 71 nos muestran que durante las pruebas realizadas que hicimos, la altura registrada con el uso de la marca en los diales nos dio **1.832 mm**, respecto a su altura nominal que es de **1.8 mm**, es una diferencia de **+0.032 mm** estando dentro del límite que es de **±0.1 mm**.

Tras haber realizado las pruebas podemos ver que de 3 aplicadores marcados, 2 de ellos si cumplen en cuanto a los límites de especificación y con el tiempo promedio que tiene un aplicador preajustado, mientras que uno solo fallo respecto a la altura registrada en el dial de cobre, ocasionado que el tiempo aumentara por la cantidad de ajustes que tuvo que volver a realizar el operador para poder acercarse más a la altura nominal, podemos llegar a la conclusión que las marcas que va a colocar mantenimiento para los demás aplicadores si cumplen dentro de la idea de la mejora, pero hay que colocarlas dentro de los límites de especificación, ya que si bien bajamos el tiempo comparado a la situación actual, no estaríamos reduciendo en su totalidad todo el tiempo muerto que ocasiona esta operación.

10.6 Marcaje de aplicadores junto con Mantenimiento

Tras la presentación de los resultados de las pruebas piloto con el departamento de mantenimiento se optó por comenzar a marcar los aplicadores con un aerosol de color azul, el mismo que se utilizó en las pruebas piloto. Al inicio las marcas se realizarán en calibres de 0.35, para posteriormente comenzar a marcar los demás aplicadores, estas marcas las realizarían con base en los históricos que ellos tienen y tomando en cuenta la recomendación del fabricante, la marca la colocarían dos centésimas arriba del histórico o recomendación, con la finalidad de proteger de que se dañe el aplicador, y darle la seguridad al operador para que haga el ajuste en proceso. Otro de los acuerdos es estar retroalimentando a mantenimiento para la

realización de marcas, es decir estar en proceso, observar y registrar el posicionamiento de los diales, con el fin de tener una referencia de donde se podrían colocar las marcas.

10.6.1 Sugerencias para el marcaje de aplicadores

Como se había acordado en el anterior subtema, estas son algunas de las recomendaciones solicitadas al departamento de mantenimiento para que coloquen las marcas en el dial de los aplicadores, donde está el aplicador, su número de parte para identificarlo, el calibre, el posicionamiento en el que libero y la altura que se registró con este y respecto a la altura nominal. Este resumen se muestra en la tabla (Tabla 10.12).

Tabla 10.12 Recomendación para marcas en dial de cobre

APLICADOR	NO. PARTE	CALIBRE	POSICIONAMIENTO DIAL	LIBERACIÓN DE ALTURA	ALTURA NOMINAL	TIEMPO (MIN)
226	21P032	0.35	16	1.011	1.01	0.45
225	1258454	0.75	7.2	0.983	0.98	0.67
225	1258454	0.5	7.3	0.932	0.93	0.32
224	1260849	2.5	6.6	1.893	1.89	0.42
223	1205118	1	7.4	1.105	1.1	0.35
222	951220109	2.5	E/3	1.802	1.8	0.43
215	1205118	0.35	9.2	0.794	0.78	0.58
215	1205118	0.35	8.3	0.783	0.78	0.63
210	L76282	1	22	1.254	1.25	0.50
210	L76282	0.75	25.4	1.137	1.13	0.53
200	10096521	0.13	F/8	0.731	0.74	0.42
198	DT1053	0.13	24.8	0.902	0.9	0.47
194	DT1057	0.13	11	0.909	0.9	0.3
194	DT1055	0.13	25	0.907	0.9	0.3
194	DT1051	0.13	25.6	0.905	0.9	0.8
185	1028628	4	2.1	2.368	2.35	0.58
184	1029742	1.5	10	1.5	1.5	0.42
182	1029743	1	6.6	1.607	1.61	0.53
182	1029743	0.5	6.7	1.614	1.61	0.2
181	L76285	1.5	9.6	1.464	1.47	0.38
180	L76284	1	12.4	1.316	1.3	0.48
179	L76280	0.5	25.6	1.049	1.05	0.45
179	L76281	0.5	24.4	1.05	1.05	0.42
177	L76277	0.5	14.4	1.05	1.05	0.30
177	L76276	0.5	14.6	1.057	1.05	0.30
177	L90508	0.5	15.4	1.068	1.05	0.32
176	L76997	0.35	14	0.99	0.98	0.50

176	L76996	0.35	14	1.003	0.98	0.3
176	L90507	0.35	13.4	0.986	0.98	0.18
175	L76992	0.35	14.6	0.98	0.987	0.25
174	9110242-5447	1	E/2	1.146	1.14	0.58
173	951160091	0.35	F/4	0.965	0.94	1.22
173	951160092	0.35	G/1	0.945	0.94	0.58
167	L73566	0.35	24	0.984	0.98	0.25
167	L73567	0.35	23.6	0.987	0.98	0.58
167	L73567	0.35	23.6	0.987	0.98	0.58
165	L72536	0.35	24	0.981	0.98	0.55
164	L72534	0.5	24.2	1.028	1.01	0.75
164	L72539	0.75	21.6	1.145	1.13	0.25
163	L90624	0.35	24.6	0.976	0.98	0.40
163	L72533	0.35	24.2	0.979	0.98	0.27
162	L73565	0.5	23.8	1.015	1.01	0.2
162	L76282	0.75	24.4	1.131	1.13	0.42
147	L70678	0.5	15.8	0.919	0.9	0.62
147	L69814	0.5	16.6	0.894	0.9	0.83
146	L70657	0.35	13.4	0.924	0.92	0.3
146	L70656	0.35	15.8	0.923	0.92	0.23
145	L61736	0.5	15.2	0.894	0.88	0.88
144	L70670	0.5	16	0.913	0.9	1.58
144	L69813	0.5	16.6	0.914	0.9	0.38
144	L70685	0.5	15.8	0.897	0.9	0.38
144	1205118	0.5	15	0.908	0.9	0.37
142	L70662	0.35	15	0.92	0.92	0.53
142	L70675	0.35	16.2	0.921	0.92	0.38
142	L70660	0.35	15.6	0.925	0.92	0.47
142	L70659	0.35	15.4	0.921	0.92	0.37
142	L70676	0.35	14.8	0.926	0.92	0.33
142	L61548	0.35	13.4	0.917	0.92	0.50
142	L70667	0.35	13.2	0.917	0.92	0.20
142	L7066	0.35	14.2	0.912	0.92	0.75
142	L69812	0.35	16.4	0.934	0.92	0.77
139	1043947	6	10.6	2.598	2.58	0.53
139	102722	0.35	6.4	0.842	0.8	0.35
132	4850.8	0.35	E/2	1.015	1.01	0.48
130	111482	0.35	8.5	0.842	0.84	0.25
130	1160965	0.35	3.8	0.843	0.84	1.20
130	1027462	0.35	5.7	0.869	0.84	0.55
129	1165831	0.5	7.8	0.928	0.93	0.75



118	681935	0.5	B/0	0.932	0.93	0.35
117	952120110	1	C/3	1.818	1.8	0.57
111	9511103152	0.35	F/3	0.98	0.98	0.32
83	9511103119	0.35	E/5	1.125	1	0.78
81	9511103130	0.5	E/6	1.205	1.2	0.38
78	9511103180	2.5	F/7	1.597	1.6	0.8
77	9511103153	0.75	E/0	1.194	1.2	0.53
77	9511103153	0.5	E/2	1.146	1.15	0.3
76	681737	0.35	B/8	0.764	0.78	0.23
75	9511103157	2.5	E/2	1.838	1.83	0.65
74	9512000615	1	C/6	1.507	1.5	0.50
73	4940.8	0.5	D/6	1.208	1.2	0.58
73	4621.8	1	F/0	1.235	1.25	0.75
71	9511103154	0.35	E/6	1.009	0.98	0.25
68	9511103131	0.75	D/8	1.206	1.2	0.3
59	9100031-4099	0.5	E/4	1.224	1.2	0.75
57	9511103178	4	D/3	2.069	2.05	0.42
57	9511103177	4	D/6	2.052	2.05	0.42
56	951080457	0.35	F/7	1.002	1	0.18
56	9510709102	0.35	F/8	1.008	1	0.37
55	9511103173	2.5	E/0	1.867	1.85	0.58
55	9511080393	1.5	C/7	1.607	1.6	0.8
55	951100875	1.5	F/4	1.6	1.6	0.75
53	9511103161	0.35	E/4	1.147	1.15	0.78
51	9511103166	1.5	E/1	1.41	1.4	0.43
51	9511103166	2.5	C/7	1.609	1.6	0.53
51	951140889	1.5	D/9	1.396	1.4	0.53
48	9511103122	0.35	C/9	1.084	1.07	0.52
44	9511103174	0.5	C/1	1.701	1.7	0.47
44	9511103175	1.5	D/8	1.449	1.45	0.45
44	9511103179	1.5	D/4	1.456	1.45	0.32
43	9110031-4100	0.35	F/1	0.986	0.99	0.75
37	9511103148	4	D/1	2.063	2.05	0.82
35	9511103149	2.5	E/2	1.852	1.85	0.55
35	951110458	1.5	F/7	1.599	1.6	0.4
33	9511103145	0.35	D/6	1.379	1.35	0.3
33	9511103145	1	C/9	1.52	1.5	0.53
33	951140888	1	D/5	1.502	1.5	0.75
31	4618.8	0.5	E/9	1.166	1.17	0.50
31	4227.8	1	E/0	1.27	1.25	0.42

31	4227.8	0.75	E/3	1.214	1.2	0.53
30	9511103162	1	D/5	1.37	1.35	1.58
22	3979.8	1	D/4	1.29	1.3	0.25
21	951100873	0.35	E/3	1.154	1.15	1.17
19	9511103139	0.5	E/2	1.152	1.15	0.57
19	9511103137	0.75	E/8	1.211	1.2	0.43
19	9511103171	0.5	E/7	1.318	1.3	0.22
18	9511103127	0.35	E/9	1.044	1.045	0.52
18	9511103126	0.35	E/8	1.078	1.05	0.83
17	9511103160	2.5	B/2	1.91	1.9	0.5
16	9511103169	1	C/3	1.641	1.6	0.58
14	9511103168	2.5	F/0	1.703	1.7	0.62
12	5033.8	1.5	F/2	1.545	1.55	0.42
11	951110288	1	D/5	1.355	1.35	1.20
11	9511103135	1	D/8	1.354	1.35	0.42
5	952190214	2.5	D/4	2.248	2.25	0.67
5	952090405	1.5	F/7	2.103	2.1	0.37
5	952190214	1.5	D/6	2.09	2.1	0.47

10.7 Propuesta para cambio de método para implementar el punto cambio en proceso

Nombre de la instrucción: *Montaje y ajuste de aplicadores.*

Área donde aplica: *Corte y aplicación automática.*

Proyecto: VW371/316.

OCU3/ADAPTADORES

1.- Al iniciar el turno y después de ir a comer utiliza tu equipo de seguridad, guantes, gafas y casaca. (Figura 10.3)

Realiza la verificación diaria de tu equipo.

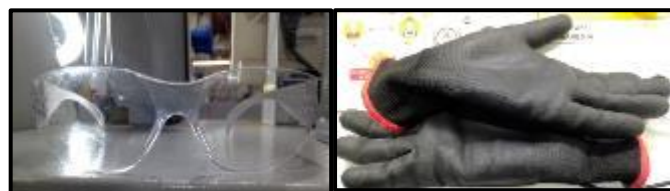


Figura 10.3 EPP para operadores en área de corte

2. Tomar el aplicador de la base de entrada y retirar la protección levantando los discos.

3.- Realizar ajustes de los discos contra lo siguiente:

De acuerdo con la siguiente tabla identificar el calibre con el que se va a trabajar

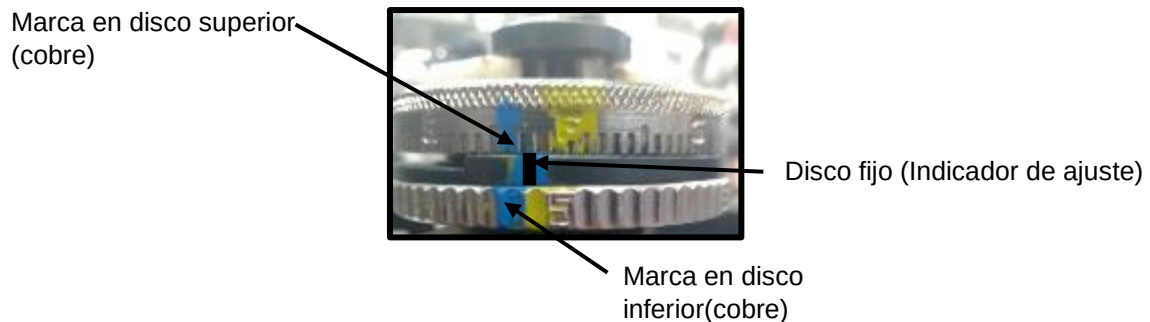
Este dato se encuentra en la pantalla. Revisar la placa de identificación para corroborar el color de la marca. Como se muestra en la siguiente tabla (Tabla 10.13).

Tabla 10.13 Propuesta de colores para marcar aplicadores

Tabla de marcas aplicadores	
CALIBRE	COLOR
Calibre Mayor	
Calibre Intermedio	
Calibre Menor	

4.-Si el aplicador que vas a utilizar no está ajustado para el calibre a procesar, realizar el ajuste moviendo los discos del aplicador hasta que coincidan las marcas de color a utilizar, contra el indicador de ajuste que se encuentra en el disco fijo de la parte media (p. ejemplo para un aplicador 18), (Figura 10.4).

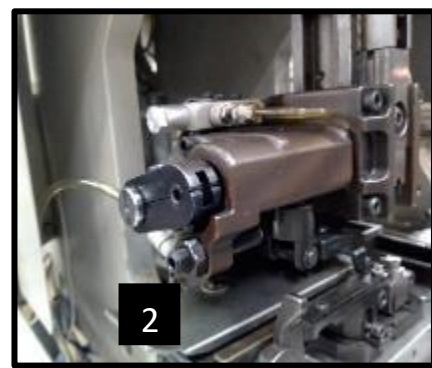
Figura 10.4 Forma de ajustar el aplicador con el uso de marcas

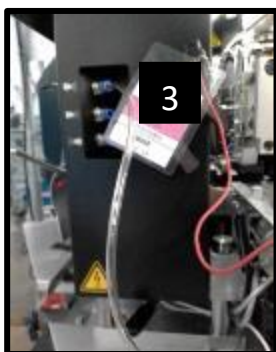


De manera que coincida la marca el disco superior y disco inferior contra el indicador de ajuste que se encuentra en el disco fijo. Nota: Para los aplicadores que no se puedan mover sus discos, llamar a mantenimiento para que lo realicen.

5 colocar el aplicador entre las garras del RAM de la prensa (1), después colocar la base del aplicador en la platina de la prensa (2), subir la palanca a un costado para asegurar el aplicador (3), conectar la manguera de aire (4) (Figura 10.5).

Figura 10.5 Forma de montar un aplicador





Nota: Antes de realizar el montaje del aplicador, “Resetear la prensa”, acceder al menú DEFINICIÓN. Como se muestra en la siguiente figura (Figura 10.6).

Figura 10.6 Menú definición en máquina de corte



Dar click derecho con el mouse en las estaciones activas y seleccionar **Resetear offset de altura de crimp en leadset**. Como se muestra en la siguiente figura (Figura 10.7).

Figura 10.7 Reseteo de prensa en maquina de corte



Esto también aplica cuando un aplicador se usará para aplicar otro calibre diferente al que se termina de procesar.

Esta es la propuesta para que el método quede definido en proceso, en el que se busca que el operador realice el ajuste del aplicador respecto al marcaje de los aplicadores donde quedarían tres colores definidos.

10.8 Marcaje de aplicadores en el proceso de acuerdo con los colores planteados en el punto de cambio

De acuerdo con lo planteado con mantenimiento, el objetivo es que todos los aplicadores del inventario queden marcados, el estatus que se tienen de ellos es un

total de 229 que tienen en inventario. Para poder ver un impacto más rápido en la mejora se optó por marcar los aplicadores que tienen más frecuencia de uso, para eso se tuvo que revisar la frecuencia del uso en CAO una página que pertenece a la empresa, esta permite visualizar la cantidad de aplicaciones realizadas en el proceso, y que aplicador fue el que se utilizó para realizar la aplicación, la prioridad entonces eran los siguientes aplicadores (Tabla 10.14):

Tabla 10.14 Top 20 aplicadores con más uso

APLICADOR	CANTIDAD DE APLICACIONES	USO	% Acumulado
142	8716646	21.9%	21.9%
130	3018833	7.6%	29.4%
146	2692716	6.8%	36.2%
176	2034125	5.1%	41.3%
167	1735889	4.4%	45.7%
144	1632933	4.1%	49.8%
163	1452249	3.6%	53.4%
194	1235754	3.1%	56.5%
173	1140352	2.9%	59.4%
71	1136869	2.9%	62.2%
129	999875	2.5%	64.7%
215	866592	2.2%	66.9%
179	855178	2.1%	69.0%
147	830292	2.1%	71.1%
207	805995	2.0%	73.1%
165	761415	1.9%	75.1%
21	639658	1.6%	76.7%
53	582767	1.5%	78.1%
177	558752	1.4%	79.5%
18	512464	1.3%	80.8%

Estos son los aplicadores que representan la mayor cantidad de aplicaciones, mientras que existe un grupo que no se ha utilizado en lo que va en el transcurso del año (Tabla 10.15).

Tabla 10.15 Aplicadores sin uso

APLICADOR	CANTIDAD DE APLICACIONES	USO
221	0	0.0%
220	0	0.0%
203	0	0.0%
201	0	0.0%
193	0	0.0%

191	0	0.0%
123	0	0.0%
84	0	0.0%
66	0	0.0%
64	0	0.0%
46	0	0.0%
8	0	0.0%
6	0	0.0%
2	0	0.0%

Independientemente del uso todos los aplicadores tenían que quedar marcados para poder iniciar con un punto de cambio dentro del proceso, por lo que hubo un tiempo de espera, ya que para este punto se dependía totalmente de mantenimiento para realizar las marcas, al inicio de esta actividad, este era el estado que se tenía de los aplicadores cuando se comenzó a realizar la actividad en la siguiente tabla podemos ver ese resumen (Tabla 10.16).

Tabla 10.16 Estado inicial de aplicadores marcados

APLICADORES TOTALES	229	INVENTARIO	USO	MTTO
APLICADORES MARCADOS	141	62%	81%	94%
APLICADORES NO MARCADOS	88	38%	19%	6%
Aplicadores sin uso 28				

Mantenimiento termino de marcar todos los aplicadores que se tienen en el inventario, el estatus actual en su inventario es el siguiente (Tabla 10.17)

Tabla 10.17 Estado final de aplicadores marcados

APLICADORES TOTALES	229	INVENTARIO	USO	MTTO
APLICADORES MARCADOS	229	100%	100%	100%
APLICADORES NO MARCADOS	0	0%	0%	0%
Aplicadores sin uso 28				

Con la totalidad de los aplicadores marcados, ahora se busca que se establezca el punto de cambio en el proceso.

10.9 Presentación de los resultados con el GNTA

Dentro de la empresa existe un grupo llamado GNTA (Grupo natural que interviene indirectamente en un proceso) su función es ser un equipo de soporte que sabe lo que pasa en el proceso, es el asignado y responsable de que se pueda cumplir con

la producción y la calidad necesaria, para el área de corte este grupo está conformado de la siguiente manera:

- Supervisor de producción (1 por turno): Encargado de que se cumpla con los requerimientos de producción, encargado de gestionar el equipo y material necesario para los operadores.
- Asesor de calidad (1 por turno): Encargado de garantizar la calidad del producto y darles seguimiento a rechazos de producto dentro de su área, rechazar materia prima sin cumplimientos de calidad, avisos de calidad.
- Entrenador (1 por turno): Encargado de capacitar a los operadores sobre el uso de maquinaria, herramientas y métodos, entrenar a los operadores para cambios en el método o proceso.
- Ingeniero de proceso: Define y analiza los procesos de fabricación, define y controla los tiempos de producción del proceso de fabricación, colabora con los departamentos de mantenimiento y seguridad y ambiente para la prevención de riesgos laborales y medio ambiente con el fin de asegurar el cumplimiento de las normativas en los procesos.

Este grupo será el encargado de analizar las mejoras en proceso o producto, por lo que ellos analizan y retroalimentan las acciones de mejora para que se pueda implementar un punto de cambio, con ellos se presentaron todos los datos tomados durante los anteriores subtemas, el GNTA acepto que se realizara el punto de cambio, pero antes se definieron los riesgos posibles y las correcciones para que se tomaran en cuenta en caso de que sucedieran:

10.10 Análisis de riesgo sobre el ajuste de aplicadores

Figura 10.8 Reseteo de prensa en maquina de corte

ANTES										
Item	Riesgo	Efecto	Clasificación *Selecciona la opción de acuerdo a la clasificación.				Probabilidad 1 - 2 - 3	Defección 1 - 2 - 3	Consecuencia 1 - 2 - 3	Riesgo potencial:
			Estrategia (X)	Financiero	Operativo	Proyecto				
1	Dial de aplicadores sin marca	No realizar el preajuste de manera adecuada			x		2	2	2	8
2	Marcaje de Dial no visible	No realizar el preajuste de manera adecuada			x		2	2	2	8
3	Marcaje del Dial no funcional	Daño de aplicador			x		2	2	3	12
4	Incorrecta ejecución del operador	Daño de aplicador			x		2	2	3	12

En la figura (Figura 10.8) podemos ver los posibles riesgos que pueden existir dentro de la mejora los cuales son:

- **Dial del aplicador sin marca:** Este riesgo ocasiona que el operador no realice el ajuste de manera adecuada, lo que ocasionaría que la mejora no

funcione, es un riesgo moderado, ya que ocasionaría que no se redujera el tiempo.

- **Marcaje de dial no visible:** Este riesgo ocasiona que el operador no realice el ajuste de manera adecuada, lo que ocasionaría que la mejora no funcione, es un riesgo moderado ya que ocasionaría que no se redujera el tiempo.
- **Marcaje del dial no funcional:** Este riesgo ocasiona que se dañe el aplicador, el riesgo es importante, ya que se tomaría un lapso de 2 horas para que el aplicador pueda ser de nuevo funcional.
- **Incorrecta ejecución del operador:** Este riesgo ocasiona que se dañe el aplicador, el riesgo es importante, ya que se tomaría un lapso de 2 horas para que el aplicador pueda ser de nuevo funcional.

Por lo que se acordó a los responsables y las acciones correctivas para minimizar los riesgos seria de la siguiente manera (Figura 10.9):

Figura 10.9 Reseteo de prensa en máquina de corte

DESPUES						
Acción para minimizar el riesgo	Responsable	Fecha compromiso	Probabilidad 1 - 2 - 3	Deteccion 1 - 2 - 3	Consecuencia 1 - 2 - 3	Riesgo
Definir revisión de marcaje de Dial de manera sistematica en el mantenimiento preventivo de los aplicadores 300 K golpes y una frecuencia de 1-3 meses	MANTENIMIENTO	SEM- 43	2	1	3	6
Liberación de alturas en el mantenimiento preventivo en los 300 K golpes de acuerdo sus valores nominales	MANTENIMIENTO	SEM- 43	1	2	3	6
Plan de capacitación de acuerdo al método de trabajo ENG- MX CORT-043	CAPACITACIÓN	SEM- 44	1	2	3	6

Para el dial del aplicador sin marca, el marcaje del dial no visible y el marcaje no funcional se puso como a responsable a mantenimiento para definir la revisión del marcaje de dial de manera sistemática en el mantenimiento preventivo de los aplicadores a los 300,000 golpes (aplicaciones) y una frecuencia de 1 a 3 meses.

Para la incorrecta ejecución del operador en el ajuste de diales respecto a sus marcas, los responsables son capacitación los cuales usaran su plan de capacitación de acuerdo con el método de trabajo ENG- MX CORT-043.

CAPÍTULO 6 PUNTO DE CAMBIO

12.1 Método definido para el ajuste y montaje de aplicadores

Una vez que se analizan todos los datos y estos a su vez se aprueban, y se tiene un plan de acción para mitigar los posibles riesgos al implementar la mejora en los procesos, es entonces cuando el ingeniero de proceso se encarga de realizar la gestión de la actualización del nuevo método en el sistema de gestión de la calidad y en proceso, para el proyecto de mejora el método que quedo definido es el que se ve en la figura (Figura 12.1), será el método definido para poder hacer el ajuste de los aplicadores y los pasos que se tienen que realizar para la correcta ejecución de esta.

Figura 12.1 Método de montaje y ajuste de aplicadores

Nombre de la instrucción: **Montaje y ajuste de aplicadores**
 Área donde aplica: Corte y aplicación automática Proyecto: VW371 PA / VW316
 Clave: ENG-MX CORT-043 Rev.: 17

1.-Al iniciar el turno y después de ir a comer utiliza tu equipo de seguridad guantes, gafas, botas y casaca (verificar formato SAA-MX-F-11-160-A para komax A355 y para komax 433H). Realiza tu verificación diaria del equipo.

2. Realizar ajustes de los discos del aplicador contra lo siguiente:
 Identificar el calibre a procesar. Este dato se encuentra en la pantalla de la máquina. Revisar en la placa del aplicador para cuantos calibres se utiliza. Tomar en cuenta la siguiente tabla:

Calibre	para 3 calibres	para 2 calibres	para 1 calibre
Mayor			No aplica
Intermedio		No aplica	No aplica
Menor			

NOTA: el aplicador debe ajustarse al valor nominal de la carta de control estadístico

3. Si el aplicador que vas a utilizar no está ajustado para el calibre a procesar, realizar el ajuste, moviendo los discos del aplicador hasta que coincidan las marcas del color del calibre a utilizar, contra el indicador de ajuste entre los 2 discos (p. ejemplo para un calibre 2.50 , con marcas amarillas)

Disco superior (altura cobre)

Disco inferior (altura PVC)

Indicador de ajuste

Calibre menor

Calibre mayor

4.- Tomar el aplicador de la base de entrada, colocar el aplicador entre las garras del RAM de la prensa y retirar la protección levantando los discos, después colocar la base del aplicador en la platina de la prensa, subir la palanca a un costado para asegurar el aplicador, conectar la manguera de aire comprimido en la válvula del aplicador.

Nota: Antes de aplicar la primera muestra no olvides, "Resetear la prensa", acceder al menú DEFINICION Dar click derecho con mouse en las estaciones activas y seleccionar **Resetear offset de altura de crimp en leadset** Esto también aplica cuando un aplicador se usará para aplicar otro calibre diferente al que se terminó de procesar

COPA CONTROLADA

Ingeniería

20

12.2 Posteo del método en proceso

Una vez que se tiene el método definido y este se encuentra en el sistema de gestión de la calidad, ingeniería se encarga de sacar impresiones del nuevo método y colocarlas en la información técnica de la máquina, de manera que sirva para que

el operador pueda consultar el método del ajuste de aplicadores con el fin de retroalimentar lo aprendido por parte de capacitación, con esta información ya en corte el punto de cambio se realiza, donde se les da una breve platica a los grupos de operadores al inicio del turno, donde capacitación es la encargada de dar el aviso del nuevo método, y durante el transcurso del turno se aclaran dudas y capacitación se encarga de recolectar firmas de cada uno de los operadores. (Figura 12.2)

Figura 12.2 Información técnica de máquina de corte



CAPÍTULO 7 SEGUIMIENTO A PUNTO DE CAMBIO

13.1 Retroalimentación de ajuste de aplicadores a operadores

Una de las actividades importantes es darle seguimiento al punto de cambio y para esto se realiza una retroalimentación en el punto de cambio, la cual consiste en preguntar al operador sobre las dudas que tiene, recordarle constantemente sobre los colores que existen para las marcas y cada cuando es que aplica esta, la importancia de que realice el ajuste y lo más importante hacerlo parte del punto de cambio, hacer que el operador se sienta a gusto con este nuevo método y que realmente le guste, ya que de lo contrario el operador no lo terminara realizando, para eliminar las antiguas prácticas es necesario seguir en proceso con la finalidad de lograr los puntos antes mencionados.

13.1.1 Inspección de correcta ejecución del método por operador

El seguir en proceso permite analizar y evaluar la ejecución de la operación, esto es importante, de lo contrario la mejora no se reflejará y por ende no se alcanzarán los objetivos, es por esto por lo que al notar algún tipo de resistencia al cambio o que el operador no realice correctamente el pre-ajuste del aplicador, a pesar de que se le haya dado la retroalimentación, es ahí donde se le pedirá a capacitación o a su supervisor de producción, para que le pida que lo realice bien. Como está en la siguiente figura (Figura 13.1).

Figura 13.1 Pre-ajuste de aplicador por parte de operador



13.2 Validación de marcas de aplicadores

Una de las tareas con la que se debe cumplir de acuerdo a lo establecido, es validar las marcas que realizó mantenimiento, estas deben de estar bien colocadas y

cumplir con los colores establecidos y lo más importante que las marcas hagan que el operador obtenga una altura dentro de los límites de especificación, de lo contrario no se estaría cumpliendo con el objetivo que se realizaron las marcas, es por eso que constantemente se tiene que validar y registrar las alturas que nos dan los micrómetros al medir la altura del crimpado, en la siguiente tabla se encuentra el resumen de todas las validaciones de marcas, que se han realizado hasta la actualidad. Este resumen se muestra en la siguiente tabla (Tabla 13.2).

Tabla 13.2 Marcas verificadas en proceso

NO. PARTE	CALIBRE	POSICIONAMIENTO DE MARCA	LIBERACIÓN DE ALTURA EN PROCESO	ALTURA NOMINAL	TOLERANCIAS DE ALTURAS	TIEMPO DE LIBERACIÓN (MIN)
21P032	0.35	16	1.013	1.01	±0.03	0.62
1118097	0.13	10	0.792	0.78	±0.02	0.73
1205118	0.35	8	0.772	0.78	±0.02	0.55
10099421	1	D/5	1.38	1.35	±0.03	1.25
L76282	1	21.6	1.28	1.25	±0.03	2.7
10096521	0.13	F/3	0.75	0.74	±0.03	1.17
DT1053	0.13	24.8	0.908	0.90	±0.03	0.55
DT1057	0.13	11	0.901	0.9	±0.03	0.92
DT1055	0.13	25	0.917	0.9	±0.03	0.80
DT1051	0.13	24.2	0.909	0.9	±0.03	0.85
1029743	1	7	1.62	1.61	±0.05	0.65
L76276	1	12.8	1.16	1.13	±0.03	0.6
L76997	0.35	14	0.992	0.98	±0.03	0.35
L76992	0.35	14.6	1.01	0.98	±0.03	2.45
951160092	0.35	F/6	0.941	0.94	±0.03	0.78
L73567	0.35	24	0.958	0.98	±0.03	1.97
L72535	0.5	23	1.018	1.01	±0.03	0.62
L72533	0.35	23.8	1.005	0.98	±0.03	1.72
L90624	0.35	24.2	0.963	0.98	±0.03	1.33
L69828	0.5	15	0.919	0.9	±0.03	1.17
L69827	0.5	16	0.907	0.9	±0.05	0.82
L70679	0.5	16	0.905	0.9	±0.05	0.50
L70679	0.5	16	0.905	0.9	±0.05	0.55
L70655	0.35	14.4	0.947	0.92	±0.03	1.60
L70657	0.35	13.8	0.891	0.92	±0.03	2.03
L61752	0.35	13	0.928	0.92	±0.03	0.77
L70658	0.35	14.6	0.94	0.92	±0.03	1.53
L70659	0.5	15.2	0.891	0.88	±0.03	1.38
L69813	0.5	14	0.906	0.9	±0.03	0.78

L61733	0.5	15.4	0.898	0.9	±0.03	0.65
L70672	0.5	15.6	0.93	0.9	±0.03	1.57
L69812	0.35	16.4	0.918	0.92	±0.03	0.92
L70659	0.35	14.4	0.952	0.92	±0.03	2.02
L70660	0.35	15.6	0.924	0.92	±0.03	1.18
L70662	0.35	14.6	0.95	0.92	±0.03	2.77
L70666	0.35	14	0.93	0.92	±0.03	0.63
L70667	0.35	12	0.948	0.92	±0.03	1.70
L70675	0.35	14	0.924	0.92	±0.03	0.35
L70676	0.35	14	0.921	0.92	±0.03	0.58
4850.8	0.35	E/2	1.004	1.01	±0.03	0.50
1027462	0.35	5.7	0.869	0.84	±0.03	1.55
1160965	0.35	3.8	0.847	0.84	±0.03	0.75
1114841	0.35	7.5	0.847	0.84	±0.03	0.78
1165831	0.5	7.5	0.958	0.93	±0.03	1.75
1165832	0.5	7.8	0.951	0.93	±0.03	2.20
9511103152	0.35	F/4	0.989	0.98	±0.03	0.63
9511103130	0.5	E/4	1.201	1.2	±0.03	0.83
9511103180	2.5	F/1	1.605	1.6	±0.03	1.2
9511103157	2.5	E/1	1.846	1.85	±0.03	0.63
951200615	0.5	D/7	1.292	1.3	±0.05	0.45
9511103154	0.35	E/6	1.009	0.98	±0.03	2.25
951161769	0.35	E/6	1.001	0.98	±0.03	1.18
9510709102	0.35	F/6	1.024	1	±0.03	0.82
DT1417	0.35	6	1.01	1	±0.03	0.75
951180255	1	E/1	1.76	1.75	±0.05	0.65
951080393	2.5	D/8	1.864	1.85	±0.03	1.7
951100869	0.5	E/1	1.3	1.3	±0.03	0.72
9511103161	0.35	E/2	1.142	1.15	±0.03	0.58
9511103174	1.5	D/2	1.471	1.45	±0.05	1.82
9511103174	2.5	B/8	1.71	1.7	±0.05	1.18
9110031-4100	0.35	F/2	0.971	0.99	±0.03	1.2
951110458	2.5	D/9	1.86	1.85	±0.05	0.78
951110458	1.5	F/2	1.63	1.6	±0.05	1.67
951140938	2.5	D/6	1.86	1.85	±0.05	1.2
9511103149	2.5	E/1	1.9	1.85	±0.05	2.42
951140888	0.5	D/8	1.357	1.35	±0.03	0.82
951140888	0.75	D/6	1.393	1.4	±0.03	0.77
4618.8	1	E/0	1.25	1.25	±0.04	0.62
4227.8	1	E/0	1.27	1.25	±0.04	1.62
5101.8	1	D/9	1.255	1.25	±0.04	0.8
4227.8	0.5	E/3	1.21	1.17	±0.04	0.63

9511103162	1	D/6	1.375	1.35	±0.03	1.58
9511103167	1	D/5	1.366	1.35	±0.03	1.80
951140887	1	D/3	1.343	1.35	±0.05	0.72
9511103137	0.75	E/8	1.183	1.2	±0.03	1.58
9511103138	0.5	E/5	1.16	1.15	±0.03	0.82
9511103139	0.5	E/5	1.17	1.15	±0.03	1.58
9511103137	0.5	E/8	1.18	1.15	±0.03	0.55
9511103139	0.75	E/2	1.21	1.2	±0.03	0.85
9511103127	0.35	E/9	1.044	1.045	±0.03	0.52
9511103160	2.5	B/7	1.87	1.9	±0.03	2.17
9511103170	0.5	D/5	1.48	1.45	±0.05	1.97
9511103164	0.75	D/5	1.343	1.35	±0.03	1.37
9511103135	1	D/9	1.324	1.35	±0.03	1.97
9511103136	0.5	E/3	1.21	1.2	±0.05	0.75

13.2.1 Corrección de aplicadores mal marcados

Los errores son comunes cuando los trabajos se realizan por personas, así que se tiene que garantizar que las marcas estén bien colocadas en los diales de los aplicadores, de lo contrario el operador no sabrá bien como realizar el ajuste, por lo que constantemente se retroalimenta a mantenimiento para que corrija algunos casos especiales de aplicadores que tienen marcas incorrectas o no están dentro de los límites de especificación que se requieren para las alturas. En la figura (Figura 13.3) se muestra un ejemplo de los diales de aplicadores que se encuentran mal marcados o se necesitan realizar ajustes.

Figura 13.3 Solicitud de aplicadores a corregir

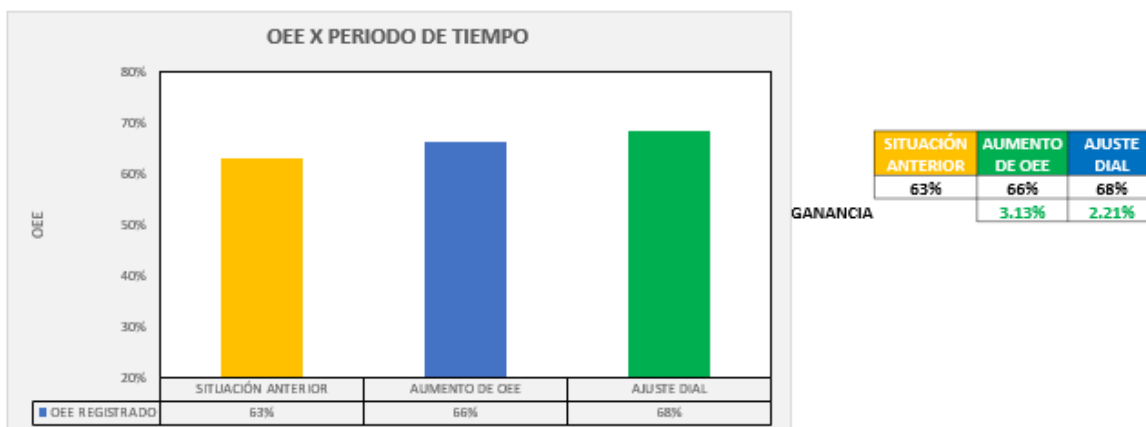
Aplicador	Número de parte	Calibre que aplica	Marca realizada en cobre	Lectura de la marca actual	Altura Nominal (cobre)	Observaciones	Evidencia tomada en el proceso
10	9511103165	0.35	E/9	0.999	1.04	Favor de ajustar a 7M, ya que en la marca que está nos da 0.999, estando fuera del límite de tolerancia el cual es de ±0.03 respecto a su altura nominal que es de 1.04, de manera que la marca quedará con el dial un poco más abierta.	 
31	57018					Colocar bien las marcas	 

CAPÍTULO 8 RESULTADOS DE APLICADORES PRE- AJUSTADOS

14.1 Aumento de OEE

En la situación anterior el porcentaje del OEE era de **66%**, con el proyecto de ajuste de aplicadores se aumentó a **68.21%**, teniendo una ganancia del **2.81%** en porcentaje de OEE (Figura 14.1), logrando el objetivo general el cual buscaba aumentar el porcentaje de OEE en el proceso de corte y crimpado en VW con el uso de aplicadores pre-ajustados, el objetivo que buscaba la empresa era **70%** y el promedio es **68.21%** teniendo como diferencia de **-1.79%** lo cual representa un ahorro de **\$153,010 MXN** anual por alcanzar este objetivo.

Figura 14.1 Aumento de OEE



14.2 Reducción de tiempo paro

Estos son los datos que se obtuvieron de la reducción de tiempo en el proceso, en la situación anterior que sería el no ajuste vs el pre-ajuste del aplicador.



Figura 14.2 Reducción de tiempo promedio

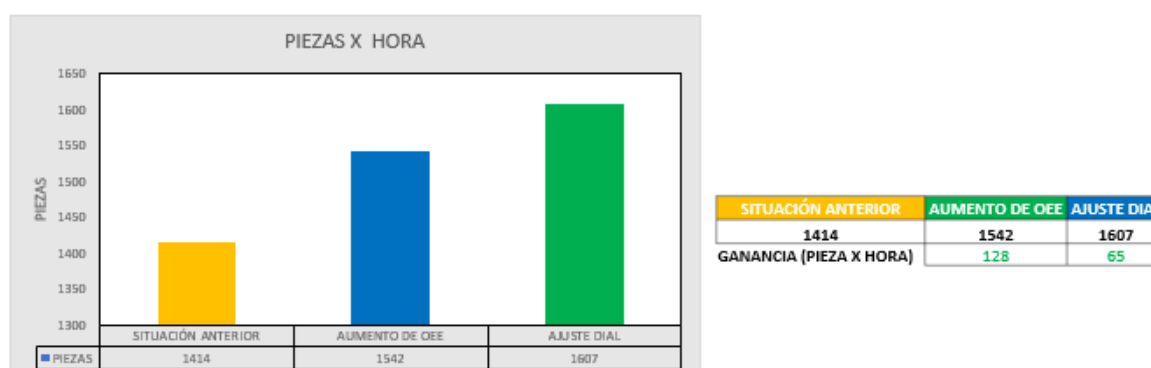
El tiempo que se tenía para set up con sello era de **14.79 min**, actualmente es de **10.29 min**, teniendo una reducción de **4.5 min**, en el set up sin sello era de **18.46**

min y actualmente es de **14.25 min**, teniendo una reducción de **4.22 min** ya con el proyecto de ajuste de aplicadores (Figura 14.2), por lo que se cumplió con uno de los objetivos el cual buscaba reducir el tiempo paro en el proceso de corte con el uso de metodologías de mejora continua asegurando un aumento de productividad en el proceso.

14.3 Aumento de Piezas x Hora

En la situación anterior la cantidad de piezas x hora eran de **1542**, con el proyecto de mejora se aumentó a **1607 piezas x hora**, teniendo un aumento de **65 piezas x hora** (Figura 14.3). Se logró el objetivo de aumentar el número de piezas producidas en el proceso de corte y crimpado VW con el uso de aplicadores ajustados.

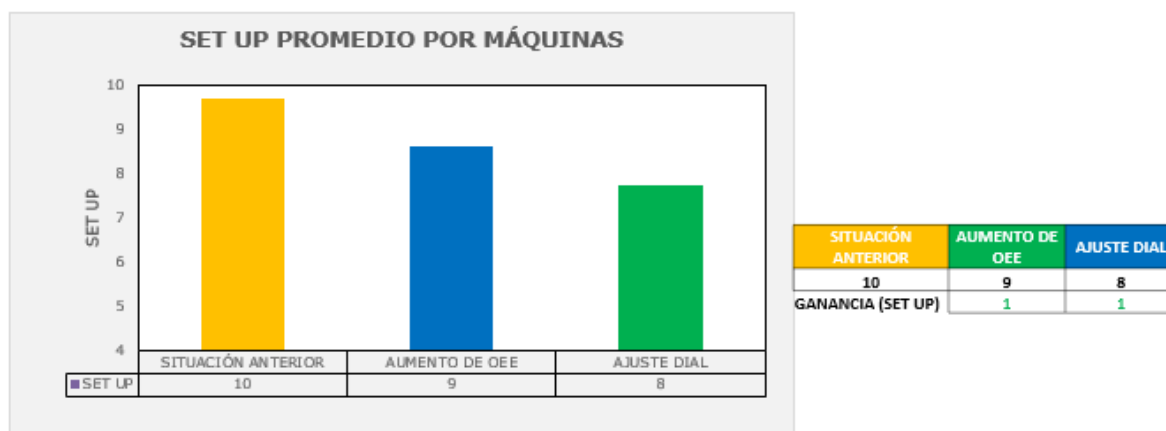
Figura 14.3 Aumento de Piezas x Hora



14.4 Reducción de cantidad de set up

En la situación anterior la cantidad de set up promedio por máquina era de **9**, actualmente el set up promedio por máquina es de **8**, teniendo una reducción de **1 set up** por máquina (Figura 14.4), por lo que se logró cumplir con unos de los objetivos, que buscaba reducir la cantidad de set up realizados en el proceso de corte y crimpado VW, esto ayuda mucho al proceso de corte y crimpado, ya que el promedio de un set up va de **14.25 min** a **10.29 min** con la mejora actual.

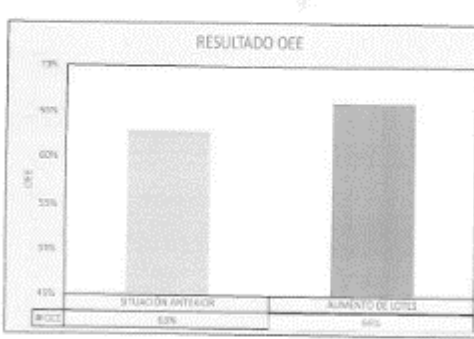
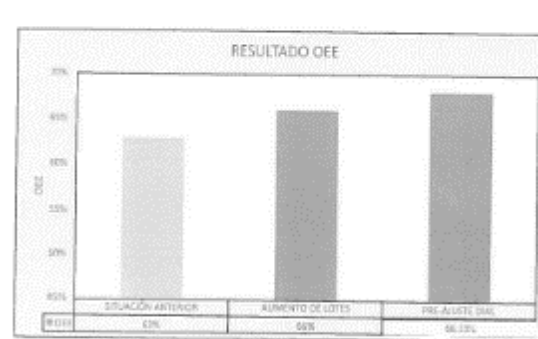
Figura 14.4 Reducción de cantidad de set up



14.5 Confirmación del objetivo del proyecto

En la figura (Figura 14.5), está la confirmación de haber alcanzado el objetivo principal del proyecto, el cual fue el aumentar el OEE un indicador que prioriza la organización para alcanzar los objetivos, este documento es de suma importancia, ya que es una evidencia de que se cumplió con el proyecto y de que realmente se logró eliminar la problemática con la que tenía la organización.

Figura 14.5 Confirmación Objetivo del Proyecto

SEBN MX		Confirmación Objetivo del Proyecto	
Nombre del Proyecto: REDUCCIÓN DE TIEMPO DE SET UP POR PRE-AJUSTE DE APLICADORES JETTA/TADS		Fecha Inicio Confirmación: 03/10/2022 Fecha Final Confirmación: 14/11/2022	
Objetivo del proyecto: AUMENTO DE 2% OEE		Confirmación del proceso que fue mejorado:	
Lider del proyecto: EMILIO SILVA			
MUDA a mejorar	Sobre producción ☐ Defectos ☐ Sobre proceso ☐	Firma Gte. 	
Espera	☒ Inventario ☐	Firma Gte. 	
Transporte	☐ Movimientos ☒	Firma Gte. 	
		Firma Gte. 	
		Cierre de proyecto: Firma Jefe Muestra 	
Situación antes del proyecto (Gráficos, tendencias etc)		Evidencia del Objetivo proyecto implementado (Gráficos, tendencias, etc.) durante 4 semanas.	
			

MC-MX.F 013-1
REV. 2

15. Conclusiones y Recomendaciones

Con la culminación de mis residencias profesionales y con el desarrollo del proyecto en la empresa SE Bordnetze México SA de CV, se implementó en ella las herramientas y la filosofía que nos ofrece Lean Manufacturing, esto ayudara a la empresa a que tenga una base sólida para seguir impulsando proyectos de mejora continua en el área de corte, seguir planteando nuevos objetivos y mejorar para poder alcanzarlos. Se logró obtener todos los objetivos planteados, por lo que, con la culminación del proyecto, este sirvió para un desarrollo del área de corte, a mí me sirvió para conocer y llevar un proyecto de mejora que no solo se implementara, si no que se obtuvieran resultados de este.

Unas de mis recomendaciones para el proyecto es darle seguimiento constante a la capacitación del pre-ajuste de aplicadores hacia a los operadores, ya que quien realiza el pre-ajuste es el operador, si no se le da el seguimiento a su capacitación y retroalimentación de esta, el operador se va a resistir al cambio que se realizó, y al constate marcaje de los diales de aplicadores no hay peor error como ingeniero culpar a los operadores por no hacer el bien el ajuste si es que nosotros como ingenieros no les damos las herramientas necesarias para hacerlo, por lo que espero que se siga con la práctica de marcar correctamente los diales de los aplicadores, respecto al calibre que se usa.

16. Competencias desarrolladas

Las competencias que desarrolle durante mi estancia en la empresa SE Bordnetze México SA de CV fueron las siguientes:

- Capacidad para llevar la gestión y seguimiento de proyectos de mejora y mejora continua en las diferentes áreas de la empresa.
- Capacidad para proponer y desarrollar ideas de mejora.
- Aprender a utilizar adecuadamente las herramientas básicas de control de calidad para el análisis de información y la toma de decisiones.
- Capacidad para interpretar y actualizar un value stream mapping.
- Desarrolle una mejor capacidad para la toma de tiempos y el análisis de movimientos.
- Capacidad para elaborar un project charter.
- Mejor manejo de Excel.
- Desarrollar propuesta de métodos de trabajo para puntos de cambio.
- Elaboración de SMED.
- Conocimientos adquiridos en herramientas Lean.

17. Glosario

B

Bordnetze: Reticulación completa de los componentes eléctricos y electrónicos en un vehículo que se utiliza en la transmisión de energía eléctrica y señales.

C

Crimpar: Empalmar o unir determinados tipos de terminales a cables.

D

Dial: Superficie graduada sobre la cual se mueve un indicador (aguja, punto luminoso, etc.) que mide o señala una determinada magnitud.

G

Gemba: Lugar donde realmente sucede el trabajo.

M

Mejora: es el proceso de una cosa que pasa de un estado a otro considerado mejor, generalmente a través de alguna acción destinada a lograr ese mejor estado.

Mejora Continua: es un enfoque para la mejora de procesos operativos que se basa en la necesidad de revisar continuamente las operaciones de los problemas, la reducción de costos oportunidad, la racionalización, y otros factores que en conjunto permiten la optimización.

P

Poka-Yoke: es una técnica japonesa que se usa para evitar errores en las operaciones de una empresa.

S

Set Up: Preparación y ajuste que se lleva a cabo antes de realizar una operación.

18. Fuentes de información

Eckes G. (2005). *EL SIX SIGMA PARA TODOS*. (20 ed.) Bogotá, Colombia
Editorial: Editorial Norma S. A

Cuatrecasas L. (2017). *INGENIERÍA DE PROCESOS Y DE PLANTA. Ingeniería lean*. Barcelona. España. Editorial: Profit Editorial I., S.L.

Socconini L, V. (2019). *LEAN MANUFACTURING. PASO A PASO*. (ed 1). Barcelona. España. Editorial: Marge Books

Rajadel M, Sánchez J L. (2010). *LEAN MANUFACTURING La evidencia de una necesidad*. (ed 1). España. Editorial: Ediciones Diaz de Santos



S/N. (2018). *SUMITOMO ELECTRIC BORDNETZE*. Recuperado de:
<https://www.sebn.com/>

S/N. (S/F): *SUMITOMO ELECTRIC BORDNETZE*. Recuperado de:
<https://www.sebn-career.com/>

Shigeo S. (1993). *Una revolución en la producción: El sistema SMED*. (ed 3).
Madrid. España. Editorial: Centro Reprográfico Neptuno.

19. Anexos

Figura 19.1 Carta de Liberación



SE Bordnetze – México S.A. de C.V. • Av. Arco Sur, No 4924, Santa Rita la Magdalena Axcoapan, Trinidad-Tepango CP. 74365• Atlixco, Puebla • México

Acuamanala, Tlaxcala a 25 de Diciembre de 2022.

CARTA DE LIBERACIÓN

Lic. Norma Angelica Aguiñaga Sánchez
Jefa de depto. De gestión tecnológica y vinculación
Instituto Tecnológico de Apizaco

Presente:

Por medio de la presente le informo que el alumno **Marco Antulio Garcia Lira**, que cursa la carrera de **Ingeniería Industrial** con numero de control **18371089**, finalizó sus **Residencias Profesionales** satisfactoriamente durante el periodo comprendido del **10 de julio de 2022 al 25 de diciembre de 2022** cubriendo un total de **500 horas**, con un horario de **lunes a viernes de 08:00 a.m. a 5:30 p.m.**

Nombre del proyecto:
Reducción de tiempos paro en el proceso de corte para Volkswagen de la empresa SE Bordnetze México S.A. de C.V.

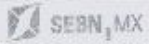
Asesor de proyecto:
Emilio Roberto Silva Hernández
Coordinador de mejora continua

Agradezco su atención a la presente.

Atentamente.



Lic. Samay Abigail Castillo Herrera
Analista de Reclutamiento y Selección.


RECURSOS HUMANOS
25 DIC-2022
Carretera Via Cuernavaca-Puebla-Santa Ana
km. 17.2 Sin Relicario Acuamanala Tlax.
Tlax., México C.P. 90860

♦ SUMITOMO ELECTRIC BORDNETZE Group Company

SE Bordnetze – México S.A. de C.V.
Av. Arco Sur, No 4924 •
Santa Rita la Magdalena Axcoapan
Trinidad-Tepango
CP. 74365• Atlixco, Puebla
México
Teléfono (222)4545300

RM-MX-F038
(Rev.0)

Figura 19.2 Carta de no inconveniencia



SE Bordnetze – México S.A. de C.V. • Av Arco Sur, N° 4924, Santa Rita la Magdalena Axocapan, Trinidad-Tepango. CP. 74365 • Atlixco, Puebla • México

Acuamanala, Tlaxcala a 25 de Diciembre del 2022.

Asunto: Carta de No Inconveniencia

Mtro. Sergio Octavio Rosales Aguayo
Director del Instituto Tecnológico de Apizaco
Instituto Tecnológico de Apizaco

Presente:

Por medio del presente le informo que el alumno **Marco Antulio García Lira** que cursa la Carrera de **Ingeniería Industrial** en el **Instituto Tecnológico de Apizaco**, con número de control **18371089** finalizó satisfactoriamente su **Residencia Profesional** en la empresa **SE Bordnetze – México S.A. de C.V** en el área de **Sistema de Gestión de Calidad y Mejora Continua** con el proyecto denominado **"Reducción de tiempos paro en el proceso de corte para Volkswagen de la empresa SE Bordnetze México S.A. de C.V."** a cargo del **Ing. Emilio Roberto Silva Hernández**, durante el periodo comprendido del **10 de julio del 2022 al 25 de diciembre del 2022**, en un horario de **lunes a viernes de 08:00 a.m. a 05:30 p.m.**, cubriendo un total de **500 horas**, por lo cual no existe inconveniente alguno para que dicha información sea utilizada para llevar a cabo su proceso de titulación.

Agradezco su atención a la presente.

Atentamente,



Lic. Samay Abigail Castillo Herrera
Analista de Reclutamiento y Selección.

 **SEBN, MX**
RECURSOS HUMANOS
25 DIC 2022
Carr. Via Corta Puebla-Renta Ana
km. 17.2 Sin Número Acuamanala Tlax.
Tlax., México C.P. 90360

♦ SUMITOMO ELECTRIC BORDNETZE Group Company

SE Bordnetze – México S.A. de C.V.
Av Arco Sur, N° 4924 –
Santa Rita la Magdalena Axocapan
Trinidad-Tepango
CP. 74365 • Atlixco, Puebla •
México
Teléfono (222) 4545302

RH-HXX F038
Rev 10)



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de Apizaco
División de Estudios Profesionales

Apizaco, Tlaxcala, 28/octubre/2024

GARCÍA LIRA MARCO ANTULIO.
EGRESADO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL.
CON NÚMERO DE CONTROL 18371089.
PRESENTE.

Por este medio, me permito informar a usted que por aprobación de la comisión revisora asignada para valorar el trabajo que mediante la opción TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL cuyo tema es: "REDUCCIÓN DE TIEMPOS PARO EN EL PROCESO DE CORTE PARA VOLKSWAGEN DE LA EMPRESA SE BORDNETZE MÉXICO S.A. DE C.V."; conforme a lo establecido en el procedimiento para la obtención del Título Profesional en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le otorga la:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Debiendo entregar 2 USB del mismo, apropiadamente empastados, a la brevedad, para presentar su Acto de Recepción Profesional.

Sin otro particular por el momento me despido.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®

CÉSAR REYNALDO RAMOS GÓMEZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DIVISIÓN DE
ESTUDIOS PROFESIONALES

ccp. Archivo
CRRG/rts



Apizaco, Tlax. 28/junio/2023

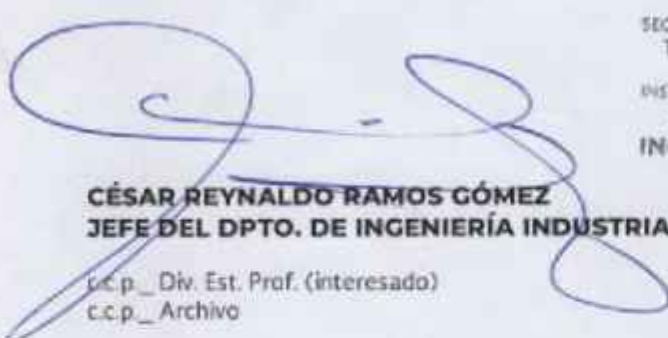
Asunto: Liberación de Proyecto para Titulación Integral

MARTÍN ROJAS RAMÍREZ
JEFE DE LA DIVISION DE ESTUDIOS PROFESIONALES
PRESENTE

Por este medio le informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la Titulación integral:

Nombre del Egresado:	MARCO ANTULIO GARCÍA LIRA
Carrera:	INGENIERÍA INDUSTRIAL
No. De control:	18371089
Nombre del proyecto:	"REDUCCIÓN DE TIEMPOS PARO EN EL PROCESO DE CORTE PARA VOLKSWAGEN DE LA EMPRESA SE BORDNETZE MÉXICO S.A. DE C.V."
Producto:	TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTEEXCELENCIA EN EDUCACIÓN TECNOLÓGICA.®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar.®SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA INDUSTRIAL
CÉSAR REYNALDO RAMOS GÓMEZ
JEFE DEL DPTO. DE INGENIERÍA INDUSTRIALc.c.p. Div. Est. Prof. (interesado)
c.c.p. Archivo
GERARDO ISLAS TÉLLEZ
ASESOR INTERNO