



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga
Departamento de Ciencias Económico Administrativas

**REPORTE FINAL PARA ACREDITAR LA RESIDENCIA PROFESIONAL
DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

PRESENTA:
RICARDO SEGOVIA SALAS

CARRERA:
INGENIERÍA INDUSTRIAL MIXTO

[INCREMENTAR LA EFICIENCIA DE LA LINEA DE PRODUCCIÓN SLITTER]



ING. EDGAR GUZMÁN DÚRAN

Nombre del asesor externo

M.I.P. MARÍA ESMERALDA
ESPARZA MUÑOZ

Nombre del asesor Interno

CAPÍTULO 1: PRELIMINARES

2. Agradecimientos.

Agradezco a mi esposo por todo el apoyo que me ha brindado hasta el momento, por ser mi motivación para seguir estudiando y superarme profesionalmente, por ser el ejemplo a seguir, porque su apoyo fue fundamental para iniciar y terminar la carrera; a mis padres por haberme enseñado valores y el respeto hacia otras personas, a ser un mejor ser humano todos los días, aunque ya no están a mi lado los llevo en mi mente y corazón, en donde me dejaron grabadas sus enseñanzas del día con día, el ejemplo que me deja a seguir es que en la vida no todo es fácil, pero que con mucho esfuerzo y sacrificio todo se puede lograr.

Agradezco al Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga por ser mi segunda casa y haberme enseñado lo que el día de hoy utilizo en la industria, que siempre tiene las puertas abiertas, y dispuestos a resolvernos dudas, a todos los docentes, porque por ellos y sus enseñanzas que nos transmiten, para poder afrontar los problemas que surgen en la industria, por los cuales soy una persona realizada en la vida con mis sueños cumplidos profesionalmente, y a mis asesores de residencias el Ing. Edgar Guzmán Duran y M.I.P. María Esmeralda Esparza Muñoz que estuvieron ayudándome a dar cierre a este ciclo de mi vida.

Agradezco a mis compañeros de estudio por su amistad incondicional durante la carrera que estuvimos compartiendo tantos momentos y apoyándonos unos a otros para terminar la carrera, por lo cual supimos salir adelante.

3. Resumen.

En la empresa CMA Automotive S.A de C.V. que es una productora de tubos conformados de acero, tiene como objetivo el garantizar la disponibilidad de los equipos y la eficiencia de la misma, así como la confiabilidad de operación de la maquinaria en la empresa, de una manera eficiente y segura, con el fin de contribuir en el cumplimiento de los requerimientos de calidad y los tiempos de entrega pactados por los clientes.

Actualmente la organización se ha visto envuelta en la identificación de problemas debido a errores y esto ha causado un impacto en los clientes, por tal motivo se ha sancionado a la empresa por las entregas tardías de productos, por la falta de disponibilidad del equipo en el área de corte Slitter.

Se realizó una investigación en la línea de corte Slitter encontrando la principal problemática para determinar cuál sería una posible solución, además se analizó el área de trabajo en las condiciones de cómo se encontraba.

Mediante la implementación de un TPM (Mantenimiento Productivo Total) del tipo Mantenimiento Autónomo para la línea de corte lineal Slitter.

Este programa de TPM nos ayuda a reducir los costos de mantenimientos que se deben de realizar al equipo, también compromete al operador del equipo a estar más enfocado en su cuidado del mismo, a reducir los tiempos de espera por paros no programados de mantenimiento y tener una mayor eficiencia del equipo.

4. Índice.

Fecha (diciembre 2022)

Índice

CAPÍTULO 1: PRELIMINARES	2
2. Agradecimientos.	2
3. Resumen.	3
4. Índice.....	4
4.1 Lista de tablas.....	6
4.2 Lista de figuras	7
4.3 Lista de Ecuaciones	7
4.4 Lista de Gráficos.....	7
CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO.....	8
5. Introducción.	8
6. Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del residente.....	9
6.1 Misión.....	9
6.2 Visión.	10
6.3 Política de calidad.	10
6.4 Valores	10
6.5 Organigrama	11
6.6 Lay out de la empresa.....	12
6.7 Principales clientes.....	12
7. Problemas a resolver, priorizándolos.	13
8. Justificación	14
9. Objetivos (general y específicos)	15
CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO	16
10. Marco teórico (fundamentos teóricos).	16
10.1 ¿Qué es el TPM?	16
10.2 Mantenimiento Productivo Total (TPM).....	17
10.3 Historia	17
10.4 Evidencias de implementación de TPM y resultados de otros casos.	19

10.4.1 Caso 1: Helados Cali, C.A.	20
10.4.2 Caso 2: Implementación de TPM Perú.	21
10.4.3 Caso 3 Implementación del TPM Construcción y Negocios S.A.C.	22
10.5 Características.....	22
10.6 Filosofía del TPM.....	23
10.7 Ventajas de implementar el TPM	23
10.8 Pilares del TPM	24
10.8.1 Pilar 1: Mejoras enfocadas o Método Kaizen	24
10.8.2 Pilar 2 Mantenimiento autónomo o Jisho Hozen	25
10.8.3 Pilar 3: Mantenimientos programados	26
10.8.4 Pilar 4: Mantenimiento de calidad o Hinshitsu Hozen	26
10.8.5 Pilar 5: Prevención de Mantenimiento.	27
10.8.6 Pilar 6: Mantenimiento de áreas soporte.	27
10.8.7 Pilar 7: Polivalencia y desarrollo de actividades.	28
10.8.8 Pilar 8: Seguridad y entorno	28
10.9 Principios fundamentales	29
10.10 Mudos (pérdidas o despilfarros) de los equipos.....	30
10.10.1. Perdidas por averías	30
10.10.2. Perdidas por reparación o ajuste	33
10.10.3. Perdidas por tiempos muertos y paradas pequeñas.....	33
10.10.4. Perdidas por reducción de velocidad	33
10.10.5. Defectos de calidad y repetición de trabajos.....	34
10.10.6. Perdidas de puesta en marcha.....	34
10.11 ¿Cuándo debe de implementarse el TPM?	34
10.12 Medios de mejora del mantenimiento	34
10.13 Etapas de implementación.....	35
10.14 Actividades fundamentales	36
10.15 Beneficios del TPM	37
10.15.1 Organizativos.....	37
10.15.2 Seguridad	37
10.15.3 Productividad.....	37

10.15.4 Costo y beneficio implementar TPM	37
10.16 Herramientas a utilizar	40
10.16.1. Diagrama de Pareto	40
10.16.2. Diagrama de Ishikawa	42
10.16.3. Check list o lista de verificación	43
10.16.4. HOE	44
CAPÍTULO 4: DESARROLLO	45
11. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.	45
11.1 Etapa Preparación.....	46
11.2 Etapa Implantación.....	48
11.2.1 Capacitación al personal.....	50
11.2.2 Capacitación al personal por parte de Mantenimiento	50
11.3 Etapa Evaluación.....	51
11.4 Etapa Estandarizar	52
11.4.1 Realización de HOE	52
11.4.2 Revisión y actualización de check list	53
11.4.3 Realización de un manual para el chequeo del check list	54
11.5 Cronograma de actividades	54
CAPÍTULO 5: RESULTADOS.....	55
12. Resultados.....	55
CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES	59
13. Conclusiones del Proyecto	59
CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS	60
14. Competencias desarrolladas y/o aplicadas.....	60
CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN.....	61
15. Fuentes de información.....	61
CAPÍTULO 9: ANEXOS	62
16. Anexos.....	62

4.1 Lista de tablas

Tabla 1 Principales problemas CMA	47
Tabla 2 Acumulado de % de problemas	51
Tabla 3 Cronograma de actividades	54
Tabla 4 Objetivos propuestos y Resultados	57
Tabla 5 Check List antes y después	57
Tabla 6 HOE CMA	57
Tabla 7 Ayuda visual manual del check list	58

4.2 Lista de figuras

Ilustración 1 Organigrama CMA	11
Ilustración 2 Lay Out CMA	12
Ilustración 3 Principales clientes CMA	12
Ilustración 4 Resultados caso práctico 1	21
Ilustración 5 Filosofía del TPM	23
Ilustración 6 Medios de mejora de mantenimiento	35
Ilustración 7 Etapas de implementación del TPM	35
Ilustración 8 Diagrama de Pareto	42
Ilustración 9 Diagrama de Ishikawa	43
Ilustración 10 Check List	43
Ilustración 11 HOE	44
Ilustración 12 Diagrama de Ishikawa problemática CMA	46
Ilustración 13 Diagrama de Pareto Principales Problemas	47
Ilustración 15 Capacitación 1	50
Ilustración 14 Capacitación 2	50
Ilustración 16 HOE CMA	52
Ilustración 17 Check List anterior	53
Ilustración 18 Check List modificado	53
Ilustración 19 Ayudas visuales manual de chequeo check list	54
Ilustración 20 Carta de presentación	62
Ilustración 21 Carta de liberación	63

4.3 Lista de Ecuaciones

Ecuación 1 Disponibilidad del Equipo mes de Agosto	48
Ecuación 2 Disponibilidad del equipo mes de Noviembre	55

4.4 Lista de Gráficos

Grafica 1 Principales problemas agosto-noviembre	51
Grafica 2 Resultados de disponibilidad del equipo	55

CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO

5. Introducción.

En la actualidad y debido a la situación de salud por la que ha pasado todo el mundo, las organizaciones se encuentran envueltas en entornos cada vez más competitivos, por lo cual, para continuar siendo una empresa de alto nivel de confianza se requiere garantizar la producción de bienes o servicios con la disponibilidad y eficiencia de los equipos, para poder tener altos niveles de calidad.

Tomando en cuenta que para lograr una meta y la completa satisfacción de los clientes, es importante tener un óptimo mantenimiento en la organización, no obstante, se implementará un TPM altamente calificado, el cual proporcione mayor disponibilidad de los equipos y una eficiencia en la producción, en la empresa CMA Automotive S.A. de C. v. en el área de corte lineal Slitter.

En el presente trabajo, se orientó en la implementación de un TPM en el área de corte lineal Slitter, esto con la finalidad de tener un mayor aumento en la producción, mediante la disponibilidad de los equipos, debido a que fue la mejor solución para la problemática presentada en el área, reduciendo los tiempos muertos por paros no programados de mantenimiento, y por la falta de conocimiento por parte del personal para reportar a tiempo las fallas de los equipos, e implementar un mantenimiento autónomo, el cual garantice un alto índice de eficiencia y mejora en el proceso.

En los siguientes capítulos se muestran a detalle las actividades que se realizaron a lo largo de este proyecto, como lo fue la observación y el análisis, la actualización de documentos y capacitación del personal para la mejora de las operaciones en el área de corte lineal Slitter, obteniendo la problemática principal, además se presenta la propuesta para la mejora de la productividad.

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

La empresa CMA S.A de C.V. es una empresa familiar dedicada a la fabricación y comercialización de tubos de acero, así como el proceso de corte lineal de cintas de acero; forma parte de los procesos claves para la conformación de tubos, contando con máquinas y equipos necesarios para cubrir la demanda de los productos que se elaboran.

La empresa cuenta con una línea de producción de tubos, que inicia en el formado, corte e inspección del producto lo cual se divide en diferentes áreas, el área de recibo por parte del almacén general, de ahí pasa al área de corte de cintas lineales slitter, posteriormente el formado de tubos en el área de molino, después el corte de los tubos y para finalizar pasa al área de GP12, lo cual ellos son los encargados de la inspección y el aseguramiento de calidad para el producto terminado, la cual depende directamente del suministro de cintas de la slitter o línea de corte de bobinas de acero en frío.

A continuación, se explicará el puesto de trabajo donde el residente va a desarrollar su proyecto en el área de corte lineal slitter como ayudante general, donde se realizarán las siguientes actividades, observación del proceso de corte lineal slitter, encontrando las principales problemáticas de la misma, implementando metodologías para encontrar posibles soluciones.

6.1 Misión.

CMA Automotive somos una empresa familiar cuya razón de ser es proporcionar un trabajo digno que ayude a crecer como persona y como profesional a quien quiera formar parte de esta familia.

6.2 Visión.

Ser una empresa líder en el mercado de la transformación del acero mediante la capacitación, preparación y compromiso de nuestra gente a través de la adquisición y uso de nuevas tecnologías de manufactura y de información, ofreciendo productos y servicios diferenciados.

6.3 Política de calidad.

En CMA Automotive estamos comprometidos en lograr la satisfacción de nuestros clientes, ejecutando las mejores prácticas de calidad, seguridad y medio ambiente para la manufactura de tubos rectos y conformado en acero al carbón, mejorando continuamente, logrando objetivos de calidad y cumplimiento con los objetivos legales aplicables.

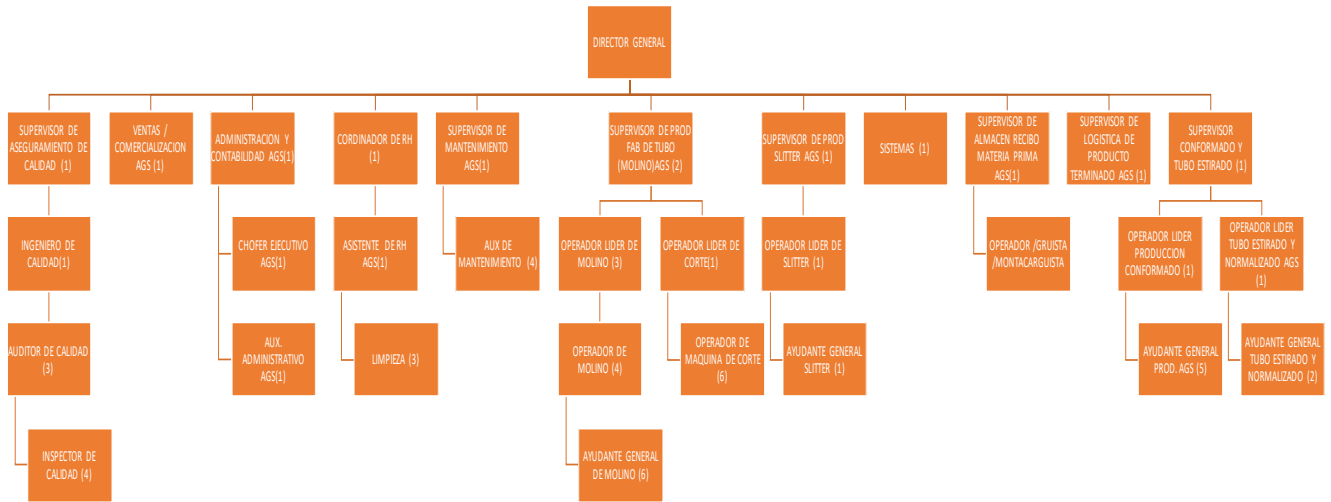
6.4 Valores

- Innovación
- Humildad
- Compromiso
- Responsabilidad
- Honestidad
- Trabajo en equipo

6.5 Organigrama



ORGANIGRAMA CMA AUTOMOTIVE AGUASCALIENTES



Elaborado y sugerido:
Lic. Verónica Oviedo Menchaca
Gerencia de Recursos Humanos

Aprobado y Autorizado
MBA. Antonio Pérez Collado
Director General

Fecha de emisión:
27-Nov- 1998

Fecha de revisión:
01/10/2021

Ilustración 1 Organigrama CMA

6.6 Lay out de la empresa

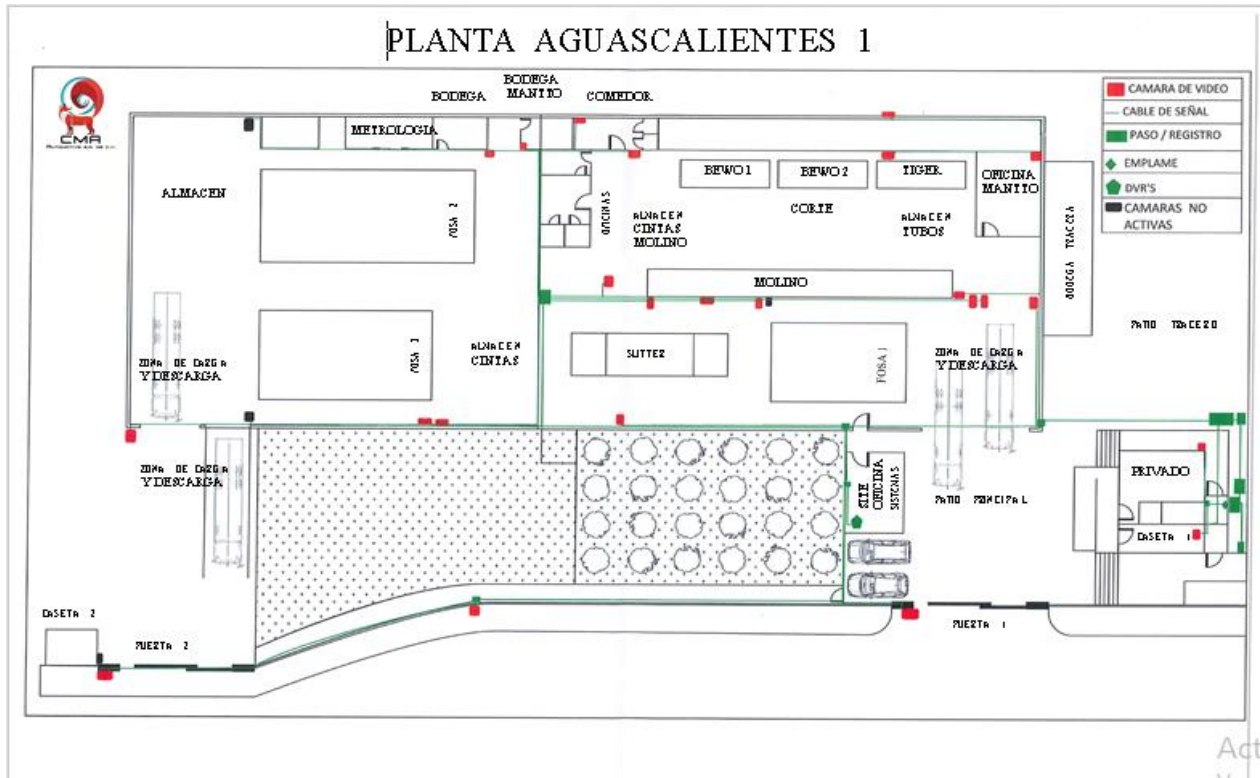


Ilustración 2 Lay Out CMA

6.7 Principales clientes

- AMV
- FAURECIA
- SEATING
- BOS
- VALEO
- METALISTIK
- COLUMBUS
- FEITA
- MULTITECH

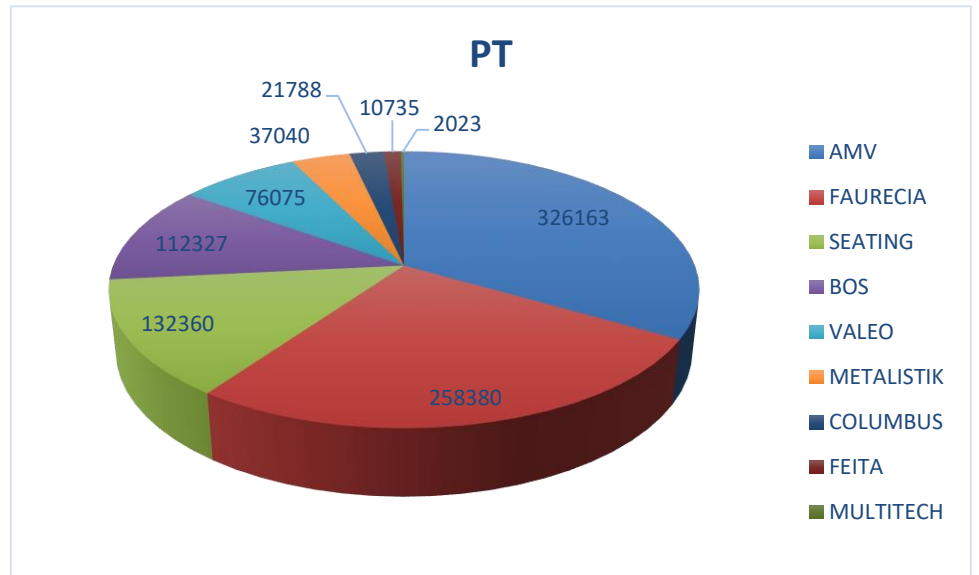


Ilustración 3 Principales clientes CMA

7. Problemas a resolver, priorizándolos.

La empresa CMA Automotive S.A. de C.V. actualmente se dedica a la elaboración de tubos conformados de acero, dentro del proceso de producción se considera el uso de máquinas y hombres, sin embargo, la parte importante que tiene más peso es el de la maquinaria, debido a esto se origina que cuando existe un problema en la maquinaria, repercuta en el producto final y en las entregas a tiempo al cliente.

La problemática general es que hay demasiados paros o tiempos muertos por fallas menores que no son atendidas de manera correcta, que son provocadas por la inexistencia de un correcto mantenimiento preventivo en los equipos.

Debido a los problemas anteriores se considera de manera concreta se presentan los problemas y además se prioriza:

1. Falta de compromiso por parte del personal para detectar fallas y reportarlas de manera inmediata.
2. Falta de capacitación y entrenamiento del personal sobre la correcta implementación del mantenimiento preventivo.
3. Falta de una estandarización o un cheque que permita la identificación oportuna de los problemas y de un mantenimiento correctivo o preventivo.
4. Falta de implementación de un mantenimiento productivo.

8. Justificación

En la actualidad la organización está presentando problemas con los clientes internos y externos debido a las entregas tardías de los productos, esto es debido a fallas, tiempos muertos y fallas en los equipos.

No se cuenta con un factor que mida la disponibilidad de los equipos y, por lo tanto, no se dispone de información actualizada para saber si un equipo da el rendimiento que se espera.

Por tal motivo se han atrasado las entregas con los clientes, debido al alto índice de tiempos muertos y tiempos de paros en máquinas, lo que genera una sanción para la organización por parte de los clientes por aquellos retrasos en los productos por las entregas tardías, es por eso que es importante realizar la implementación del proyecto en esta área, mejorar y encontrar las causas y dar una solución oportuna.

9. Objetivos (general y específicos)

Objetivo general:

Disminuir los tiempos de paros por fallas en los equipos de un 10% a un 15% y con ello incrementar la disponibilidad de los equipos en un 5%, en la línea de producción de corte slitter, en el periodo agosto-diciembre 2022. Lo anterior, se espera lograr mediante la implementación de herramientas para un correcto mantenimiento, que les pueda permitir el tener un mejor control de equipos, mediante la implementación de herramientas para un correcto mantenimiento autónomo eficaz y eficiente, e incrementar la eficiencia del equipo en la línea.

Objetivos específicos:

- Diagnosticar la situación actual del proceso de corte slitter, evaluando y analizando los factores que intervienen en el proceso como personal, maquinaria, equipo, tipo de procedimiento, entre otros.
- Disminuir y/o eliminar los mantenimientos correctivos que son los principales problemas en el proceso; detectar cuales son las fallas más comunes dentro de los equipos para poder darles una solución.
- Incrementar la disponibilidad del equipo de corte slitter, con la reducción de tiempos muertos con la implementación de un correcto mantenimiento.
- Minimizar los costos por mantenimientos correctivos en el equipo de corte slitter, con la implementación de un mantenimiento adecuado y correcto al equipo.

CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO

10. Marco teórico (fundamentos teóricos).

A continuación, se presentan fundamentos teóricos del proyecto, que fueron utilizados para la realización del mismo, mediante la implementación de uno de los pilares del TPM llamado Mantenimiento Autónomo, considerando las herramientas que lo integran como lo es el check list de verificación, un manual para la realización del check list, la capacitación de personal, entrenamiento, y estandarización de los Mantenimientos mediante una HOE.

10.1 ¿Qué es el TPM?

El TPM (Total Productive Maintenance) es el sistema japonés de mantenimiento industrial desarrollado a partir del concepto “mantenimiento preventivo” creado en la industria en Estados Unidos.

El TPM es una estrategia compuesta por una serie de actividades ordenadas que una vez implantadas, ayudan a mejorar la competitividad de una organización industrial o de servicios, se considera como estrategia, ya que ayuda a crear capacidades competitivas a través de la eliminación rigurosa y sistemática de las deficiencias de los sistemas operativos, (Gómez Santos, 2001).

El TPM adopta como filosofía el principio de la mejora continua desde el punto de vista del mantenimiento y de la gestión de los equipos. El Mantenimiento Productivo Total también ha incluido los conceptos relacionados con el Mantenimiento Basado en el Tiempo (TBC) y el Mantenimiento Basado en la Condición (CBM).

El MBT intenta planificar las actividades de mantenimiento de los equipos de forma regular, sustituyendo en el momento oportuno las partes esperadas de los mismos, para garantizar su correcto funcionamiento. Mientras el MBC intenta planificar el control a ejercer sobre los equipos y sus partes, para asegurarse de que cumplen las condiciones

necesarias para su correcto funcionamiento y pueden evitar posibles averías o anomalías de cualquier tipo, (Gómez Santos, 2001).

En contra del enfoque tradicional del mantenimiento, en el que unas personas se encargan de producir, y otras de reparar cuando hay averías, el TPM aboga por la implicación continua de toda la plantilla en el cuidado, limpieza y mantenimientos preventivos, logrando de esta forma que no se lleguen a producir averías, accidentes o defectos. Por lo cual no existe nadie mejor que el operador para conocer el funcionamiento del equipo, ya que este convive y trabaja diariamente con las maquinas por lo que llega a conocerlas muy profundamente, (Gómez Santos, 2001).

10.2 Mantenimiento Productivo Total (TPM)

El mantenimiento preventivo consiste en actividades de revisión parciales de forma planificada, en las cuales se ejecutan cambios, sustituciones, lubricaciones, entre otras actividades; antes de que se materialicen las fallas.

La forma planificada requiere de una programación periódica, teniendo en cuenta las recomendaciones técnicas del fabricante, y el histórico de las averías de los equipos.

Como una evolución de la planificación periódica de las actividades del mantenimiento, se incorporan el concepto de mejoramiento de los equipos, con el propósito de evitar que se produzcan fallas, aprovechando el conocimiento del operario, como resultado hace un plan de mantenimiento relacionado con mejoras incrementales, (Gómez Santos, 2001).

10.3 Historia

Para conocer el origen del TPM, debemos de situarnos en el Japón posterior a la finalización de la II Guerra Mundial. En esta época (1946 – 1952), los japoneses estaban en la reconstrucción de su país.

Como parte de este enorme proyecto, buscaron a expertos en control estadístico como Walter Andrew Shewhart o William Edwards Deming. En 1950, la Unión Japonesa de Científicos e Ingenieros (JUSE) invitó al Dr. Deming, debido a su conocimiento acerca de

Japón y su cultura, a impartir unas charlas sobre Calidad y Control Estadístico de Procesos (SPC), (Gómez Santos, 2001).

El mantenimiento introducido en Japón en la década de los cincuentas en conjunto con otras ideas para como las de control de calidad, ciclo Deming y otros conceptos, de management americano, posiblemente en la creación del TPM influyo el desarrollo del modelo Wide-Company Quality Control o Total Quality Management.

En la década de los sesenta en el mundo del mantenimiento en empresas japonesas se incorporó el concepto Kaizen o de mejora continua, esto significo que la función del mantenimiento no era solo corregir las averías, sino mejorar la fiabilidad de los equipos en forma permanente con la contribución de todos los trabajadores de la empresa.

Este progreso de las acciones de mejora llevo a crear el concepto de prevención del mantenimiento, realizando acciones de mejora de equipos en todo el ciclo de vida: diseño, construcción y puesto en marcha de los equipos productivos, para eliminar actividades de mantenimiento, (Gómez Santos, 2001).

El TPM nació en Nippondenso Co., Ltd., una importante empresa proveedora del sector del automóvil, esta compañía introdujo esta visión de mantenimiento en 1961, la compañía logro grandes resultados de su modelo de mantenimiento a partir de 1969 cuando introdujo sistemas automatizados y de transferencia rápida, los cuales requerían alta fiabilidad. El nombre inicial fue "Total member participación PM" abreviado (TPM).

Este nombre muestra el verdadero sentido del TPM, esto es participación de todas las personas en el mantenimiento preventivo (PM), la compañía recibió un premio por la excelencia al PM en 1971, para el desarrollo del PM Nippondendo, el Japan Institute of Plant Engineers (JIPE), apoyo y ayuda a desarrollar el modelo del mantenimiento posteriormente el JIPE se transformó en el Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM), organización líder y creadora de los conceptos del TPM, a esta empresa se le reconoció

el Premio de la Excelencia Empresarial y que más tarde se transformó en Premio PM (Mantenimiento Productivo), (Gómez Santos, 2001).

La organización japonesa conocida como JIPM (Japan Institute of Plant Maintenance) es el instituto que ha desarrollado las metodologías y conceptos de TPM, desde los años sesenta ha trabajado en la promoción de modelos de mantenimiento eficientes y aplicables a todo tipo de industrias, (Gómez Santos, 2001).

El JIPM ha registrado como marca de término TPM®, en la mayoría de países de Europa y América, el JIPM posee los derechos registrados de esa marca. El mantenimiento preventivo fue introducido en Japón en la década de los cincuenta en conjunto con otras ideas como la de control de calidad, ciclo Deming y otros conceptos de management americano, (Gómez Santos, 2001).

En la década de los ochenta se introdujo el modelo de mantenimiento basado en el tiempo (TBM) como parte del modelo TPM. El aporte en el sistema RCM (Reliability Center Maintenance) o mantenimiento centrado en la fiabilidad ayudó a mejorar la eficiencia de las acciones preventivas de mantenimiento, (Gómez Santos, 2001).

El TPM ha progresado muy significativamente y continuara beneficiando de los desarrollos recientes de las telecomunicaciones, tecnologías digitales y otros modelos emergentes de dirección y tecnologías de mantenimiento. Posiblemente en los siguientes años se incorporen al TPM modelos probados de gestión de conocimiento, nuevos sistemas económicos y financieros, tecnologías para el análisis y estudio de averías automático y nuevos desarrollos, (Gómez Santos, 2001).

10.4 Evidencias de implementación de TPM y resultados de otros casos.

A continuación, se presentan algunos casos en los que fue exitoso la implementación del TPM y se toma como referencia para la implementación en la empresa.

10.4.1 Caso 1: Helados Cali, C.A.

Helados Cali, C.A. hoy es la empresa líder en el mercado de productos alimenticios congelados, posee la fábrica de helados más grande de Venezuela con una capacidad de producción de 5.000.000 de litros mensuales, con un área de 13.500 m², genera 650 empleados directos y empleados indirectos, revendiendo los helados en casa, favoreciendo a los más necesitados del país, también es reconocido a nivel Nacional por su calidad, variedad, servicio y precios justos.

Hoy en día, la empresa Helados Cali C.A. dispone para su proceso productivo de maquinarias complejas, lo que hizo que el mantenimiento fuera haciéndose más complicado. El tiempo improductivo resultante de los tiempos por paradas de los equipos comenzó a preocupar a la empresa, ya que las disponibilidades de estas se han ido mermando a consecuencias de las grandes pérdidas del proceso, por lo que las actividades de mantenimiento correctivo se han visto incrementadas. Vale decir, que la poca eficiencia del proceso influye directamente con el volumen de producción, dejando así de percibir ganancias por efectos de demanda, eleva los costes de materia prima y re-trabajo.

Resultados

La gerencia de Mantenimiento, gestionar en el menor tiempo posible el desarrollo de los diferentes pilares del TPM en las líneas de producción aún sin evaluar, logrando así estandarizar el proceso en función de este novedoso mantenimiento. Aunado está que este puede ser utilizado para concientizar a la alta gerencia sobre la necesidad e importancia de adoptar este programa de mantenimiento, dando a conocer las mejoras que puede traer a la empresa, y como la aplicación exitosa de esta filosofía y la metodología de la 5's puede impulsar el logro de los objetivos de la organización, (Leal, 2007).

10.4.2 Caso 2: Implementación de TPM Perú.

La empresa SIDERPERU – GERDAU es la principal empresa siderúrgica del Perú. Desde 1956 se dedica a la fabricación y comercialización de productos de acero de alta calidad. El Complejo Siderúrgico, ubicado en la ciudad de Chimbote, está instalado en un extenso terreno de aproximadamente 600 hectáreas y tiene una capacidad de producción superior a las 500 mil toneladas de productos terminados de acero. Una de las plantas pertenecientes a Siderperu es la planta de Tubos, esta planta fabrica tubos cuadrados y redondos electro soldados de diferentes espesores. Debido a la alta demanda (6 000 Ton / mes) es necesario bajar los costos operativos para ser competitivos en un mercado nacional que se ha perdido (Siderperu provee ahora el 33% del mercado nacional con 2 000 Ton / mes luego de tener el 80% del mercado).

El objetivo general sería, encontrar que tipo de mantenimiento sería el más adecuado para solucionar el alto costo operativo de la producción en la planta de Tubos.

Resultados

En el presente Tabla 15 vemos en forma cuantificada cuánto es lo que se ha procedido a mejorar en cada ítem debido a la implantación del TPM. Como se podrá observar, los semáforos de los indicadores muestran en rojo como No Aceptables, esto significa que no se está logrando la meta propuesta. Se muestra el semáforo de color amarillo cuando se aprecia un alza en los indicadores. Se muestra color verde cuando ya están en un + / - 5 % de la meta propuesta. Al final de año vemos que el precio de operación ha bajado en un 6%, lo cual indica que es Aceptable para la meta de bajar en 10% el costo operativo, (Porrás Guzmán, 2012).

CATEGORIA	EFFECTIVIDAD DEL TPM. BASE DEL FUTURO	2010	Enero - Junio 2011	Julio - Diciembre 2011	Meta Propuesta TPM
P (Productiva)	- Incremento productividad personal 18% (100% a 118%)	100%	105%		117%
	- Reducción de Averías o Fallos 22% (100% al 78%)	100%	100%		78%
	- Mejorar paradas por impresión eléctrica 50% (100% al 78%)	100%	85%		50%
	- Mejorar paradas por sistema de soldado 50% (100% al 78%)	100%	87%		75%
	- Mejorar paradas por sistema de corte 20% (100% al 80%)	100%	100%		80%
	- Mejorar las paradas por cambio de proceso 15% (100% al 85%)	100%	93%		85%
	- Mejorar paradas por sistema de refrigeración 40% (100% al 50%)	100%	80%		60%
	- Incrementar la velocidad de la línea 9 mt /min (27mt / min a 36 mt / min)	27 mt / min	30 mt / min		36 mt / min
	- Mejorar la utilización de las máquinas 30 % (100% al 130%)	100%	110%		130%
O (Calidad)	- Mejorar la cantidad de chatarra 11 Kg / ton (25KG / ton a 14 kg / ton)	25 kg / ton	22 Kg / ton		14 kg / ton
	- Reducción defectos en proceso 1 x mes (3 x mes a 1 x mes)	3 x mes	2 x mes		1 x mes
	- Reducción reclamos del cliente 50% (5 x mes a 1 x mes)	5 x mes	3 x mes		1 x mes

Ilustración 4 Resultados caso práctico 1

10.4.3 Caso 3 Implementación del TPM Construcción y Negocios S.A.C.

Investigación Aplicada, porque tiene como finalidad primordial la resolución de problemas prácticos inmediatos en orden a mejorar los procesos de mantenimiento mediante la aplicación del Total Productive Maintenance (TPM) en su etapa inicial con el compromiso de los conformantes de la empresa, en la implementación utilizando métodos de apoyo con la finalidad de logra la eficiencia global y eficacia de la maquinaria, y en la etapa de consolidación con la aplicación del TPM; ya que se trata de solucionar la problemática del mantenimiento de Maquinaria pesada retroexcavadoras Caterpillar Modelo 420F que evaluando la fiabilidad de la mano de obra y máquinas, eliminación de mudas o desperdicios que no generan valor en el proceso de mantenimiento, buscando aumentar la productividad y por ende la rentabilidad de la empresa y cumplan con las exigencias y la satisfacción de los clientes, (Novoa Evaristo, 2015).

10.5 Características

El mantenimiento productivo total consiste en la implementación de todos los operarios en el mantenimiento, pero no solo consiste en eso, sino que tiene otras series de objetivos significativos:

- Busca obtener el rendimiento más alto posible, este se busca tanto en los equipos individuales, como el propio sistema.
- Busca obtener una mayor vida útil tanto en los equipos como en las instalaciones.
- Quiere obtener la implicación activa de todos los departamentos.
- Promueve la mejora continua de los equipos con la finalidad de poseer una mayor rentabilidad.
- Debido al conocimiento del operador sobre la máquina, evitar fallos y averías, así como una mala producción.
- Posee una mayor seguridad para el operario y para los equipos, (Salazar López , 2019).

10.6 Filosofía del TPM



Ilustración 5 Filosofía del TPM

La filosofía del TPM implica una serie de puntos importantes como son:

- a) Cambiar el pensamiento que tenemos sobre equipos e instalaciones, las pérdidas de producción hacen que se pierda eficiencia, este es un punto que debemos de evitar mediante el control de las fallas, averías, mal funcionamiento, paradas, etc.
- b) Establecer una filosofía de prevención de averías, para ello implica:
 - Conservar el estado específico del equipo o instalación.
 - Detección anticipada de problemas.
 - Tomar medidas apropiadas para evitar el deterioro.
 - Aumentar la calidad de la operación.
 - Controlar las causas de estas a fin de gestionarlas, (Salazar López , 2019).

10.7 Ventajas de implementar el TPM

El TPM enfoca sus objetivos hacia la mejora de la eficiencia de los equipos y las operaciones mediante la reducción de fallas, no conformidades, tiempos de cambio y se relaciona, de igual forma, con actividades de orden y limpieza, actividades en las cuales se involucra a l personal de producción, con el propósito de aumentar las probabilidades de mantenimiento del entorno limpio y ordenado, como requisitos previos de la eficiencia del sistema, además, el TPM presenta las siguientes ventajas:

- Mejoramiento de la calidad: los equipos en buen estado producen menos unidades no conformes.
- Mejoramiento de la productividad: mediante el aumento del tiempo disponible.

- Flujo de producción continuos: el balance y la continuidad del sistema no solo benefician a la organización en función a la disponibilidad del tiempo, si no también reduce la incertidumbre de la planeación.
- Aprovecha el capital humano.
- Reducción de gastos de mantenimiento correctivo: las averías son menores, así mismo se reduce el rubro de compras urgentes.
- Reducción de costos operativos.

Es de suma importancia considerar que los equipos son susceptibles a un desgaste natural, y aun desgaste forzoso, las actividades del TPM se enfocan en eliminar los factores de desgaste forzoso, aumentando el cuidado sobre el equipo y las instalaciones, (Salazar López , 2019).

10.8 Pilares del TPM

El mantenimiento productivo total (TPM) se fundamenta sobre ocho pilares:

1. Mejoras enfocadas.
2. Mantenimiento autónomo.
3. Mantenimiento planificado.
4. Mantenimiento de calidad.
5. Educación y entrenamiento.
6. Seguridad y medio ambiente
7. Polivalencia y desarrollo de actividades
8. Seguridad y entorno

Hoy en día suele considerarse la excelencia administrativa y la gestión temprana como pilares TPM, (Salazar López , 2019).

10.8.1 Pilar 1: Mejoras enfocadas o Método Kaizen

Son actividades que se desarrollan con la intervención de las diferentes áreas comprometidas en el proceso productivo, con el objetivo de maximizar la efectividad de

los equipos, procesos y plantas; todo esto a través de un trabajo organizado en equipos y centra su atención en la eliminación de las pérdidas existentes en las plantas industriales. Se trata de desarrollar el proceso de mejora continua similar al existente en los procesos aplicados, procedimiento y técnicas de mantenimiento.

Las técnicas TPM ayudan a eliminar ostensiblemente las averías de los equipos. El procedimiento seguido para realizar acciones de mejoras enfocadas sigue los pasos del conocido ciclo Deming o PHVA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar), (Salazar López , 2019).

El sistema TPM habla de 6 tipos de pérdidas a eliminar de nuestros procesos productivos:

- a) Fallos en los equipos principales.
- b) Cambios y ajustes no programados.
- c) Ocio y paradas menores.
- d) Reducción de velocidad.
- e) Defectos en el proceso.
- f) Pérdidas de arranque.

10.8.2 Pilar 2 Mantenimiento autónomo o Jisho Hozen

Una de las actividades del sistema TPM, y la más importante, es la participación del personal de producción en las actividades de mantenimiento. Su propósito es involucrar al operador en el cuidado del equipo a través de un alto grado de formación y preparación profesional, respeto de las condiciones de operación, conservación de las áreas de trabajo libres de contaminación, suciedad y desorden.

El mantenimiento autónomo se fundamenta en el conocimiento que el operador tiene para dominar las condiciones del equipo, esto es, mecanismos, aspectos operativos, cuidados y conservación, manejo, averías, etc. Con este conocimiento los operadores podrán comprender la importancia de la conservación de las condiciones de trabajo, la necesidad de realizar inspecciones preventivas, participar en el análisis de problemas y

la realización de trabajos de mantenimiento en una primera etapa, para luego asimilar acciones de mantenimiento más complejas, (Salazar López , 2019).

El mantenimiento autónomo tiene a prevenir fallas mediante la implantación de un sistema básico que consta de:

- a) Limpieza.
- b) Eliminación de fuentes de suciedad y contaminación.
- c) Elaboración de normas de Mantenimiento Autónomo.
- d) Aplicar técnicas de inspección general.
- e) Aplicar técnicas de auto inspección.
- f) Estandarización de procedimientos.
- g) Control de objetivos.

10.8.3 Pilar 3: Mantenimientos programados

Mantenimiento planeado consiste en lograr mantener el equipo y el proceso en estado óptimo por medio de actividades sistemáticas y metódicas para construir y mejorar continuamente a fin de evitar paradas innecesarias, (Salazar López , 2019).

Para conseguirlo, se establecen unas medidas como son:

- a) Establecer contramedidas diarias.
- b) Confirmar planes y acciones de mantenimiento programado.
- c) Mejorar la vida útil de los equipos e instalaciones.
- d) Control de repuestos y stocks.
- e) Perfeccionar el análisis, capacidad de diagnósticos y prevención de averías.
- f) Confirmar planes de lubricación.

10.8.4 Pilar 4: Mantenimiento de calidad o Hinshitsu Hozen

El TPM tiene como propósito mejorar la calidad del producto reduciendo la variabilidad controlando las condiciones de los componentes y condiciones del equipo que tienen impacto directo en la calidad del producto. Frecuentemente se entiende en el entorno

industrial que los equipos producen problemas cuando fallan y se detienen, sin embargo, se pueden presentar averías que no detienen el funcionamiento del equipo, pero producen pérdidas debido al cambio de las características de calidad del producto final, (Salazar López , 2019).

Para conseguir este pilar, se pueden realizar las siguientes medidas:

- a) Realizar acciones de mantenimiento orientadas al cuidado del equipo para que este no genere defectos de calidad.
- b) Prevenir defectos de calidad certificado que la maquinaria cumple las condiciones para “cero defectos” y que estas se encuentran dentro de los estándares técnicos.
- c) Observar las variaciones de las características de los equipos para prevenir defectos y tomar acciones adelantándose a la situación de anomalía potencial.
- d) Identificar los elementos del equipo que tienen una alta incidencia en la calidad del producto final y realizar el control de estos elementos de la máquina.

10.8.5 Pilar 5: Prevención de Mantenimiento.

Este pilar se centra en las actividades de mejora que se realizan durante la fase de diseño, construcción y puesta a punto de los equipos. Una empresa que pretende adquirir nuevos equipos puede hacer uso del historial del comportamiento de la maquinaria que posee, con el objeto de identificar posibles mejoras en el diseño y reducir drásticamente las causas de averías. Las técnicas de prevención de mantenimiento se fundamentan en la teoría de la fiabilidad, esto exige contar con buenas bases de datos sobre frecuencia de averías y reparaciones, (Salazar López , 2019).

10.8.6 Pilar 6: Mantenimiento de áreas soporte.

Su objetivo es lograr que las mejoras lleguen a la gerencia de los departamentos administrativos y actividades de soporte y que no solo sean actividades en la planta de producción. Estas mejoras buscan un fortalecimiento de estas áreas, al lograr un equilibrio entre las actividades primarias de la cadena de valor y las actividades de soporte, (Salazar López , 2019).

En estos departamentos las siglas del TPM toman estos significados:

T.- Total participación de sus miembros.

P.- Productividad (volúmenes de ventas y ordenes por persona)

M.- mantenimiento de clientes actuales y búsqueda de nuevos.

10.8.7 Pilar 7: Polivalencia y desarrollo de actividades.

Las habilidades tienen que ver con la correcta forma de interpretar y actuar de acuerdo con las condiciones establecidas para el buen funcionamiento de los procesos. Es el conocimiento adquirido a través de la reflexión y experiencia acumulada en el trabajo diario durante un tiempo, (Salazar López , 2019).

El TPM requiere de un personal que haya desarrollado habilidades para el desempeño de las siguientes actividades:

- a) Habilidad para identificar y detectar problemas en los equipos.
- b) Comprender el funcionamiento de los equipos.
- c) Entender la relación entre los mecánicos de los equipos y las características de calidad del producto.
- d) Poder de analizar y resolver problemas funcionales y operacionales de los procesos.
- e) Capacidad para conservar el conocimiento y enseñar a otros compañeros.
- f) Habilidad para trabajar y cooperar con áreas relacionadas con los procesos industriales.

10.8.8 Pilar 8: Seguridad y entorno

Se busca lograr el objetivo de “cero accidentes” y “cero contaminaciones”. Para se crean ambientes seguros, higiénicos y medio ambientales buenos, aparte de ser motivadores. La contaminación en el ambiente de trabajo puede llegar a producir un mal funcionamiento de una máquina y muchos de los accidentes son ocasionados por la mala distribución de los equipos y herramientas en el área de trabajo, (Salazar López , 2019).

10.9 Principios fundamentales

El TPM constituye un nuevo concepto en materia de mantenimiento, basado este en los siguientes cinco principios fundamentales, (Lefcovich, 2009):

1. Participación de todo el personal, desde la alta dirección hasta los operarios de planta, incluir a todos y cada uno de ellos permite garantizar el éxito del objetivo.
2. Creación de una cultura corporativa orientada a la obtención de la máxima eficiencia en el sistema de producción y gestión de los equipos y maquinaria, de tal forma se trata de llegar a la eficiencia global.
3. Implantación de un sistema de gestión de las plantas productivas tal que se facilite la eliminación de las pérdidas antes de que se produzcan y se consigan los objetivos.
4. Implantación del mantenimiento preventivo como medio básico para alcanzar el objetivo de cero pérdidas mediante actividades integradas en pequeños grupos de trabajo y apoyo en el soporte que proporciona el mantenimiento autónomo.
5. Aplicación de los sistemas de gestión de todos los aspectos de la producción, incluyendo diseño y desarrollo, ventas y dirección.

La aplicación del TPM garantiza a las empresas resultados en cuanto a la mejora de la productividad de los equipos, mejoras corporativas, mayor capacitación del personal y transformación del puesto de trabajo.

Entre los objetivos principales y fundamentales del TPM se tiene:

- Reducción de avería en los equipos.
- Reducción del tiempo de espera y de preparación de los equipos.
- Utilización eficaz de los equipos existentes.
- Control de la precisión de las herramientas y equipos.
- Promoción y conservación de los recursos naturales y economía de energéticos.
- Formación y entrenamiento del personal.

10.10 Mudas (pérdidas o despilfarros) de los equipos

El TPM debe de afrontar perdidas que obstaculizan la optimización total de los equipos, estas perdida o fallas ocasionan o multiplican la posibilidad de detención del equipo, la definición de la falla es mucho más amplia que la parada de un equipo e incluye su funcionamiento defectuoso y/o falla, por lo cual quiere decir que el TPM quiere aumentar la efectividad del equipo a través de dos tipos de actividades:

- Cuantitativas: aumentando la disponibilidad total del equipo y mejorando su productividad dentro de un periodo dado de tiempo operativo.
- Cualitativas: reduciendo el número de productos defectuosos estabilizando y mejorando la calidad.

La meta del TPM es aumentar la eficacia del equipo de forma que cada pieza del mismo pueda ser operada óptimamente y mantenida a ese nivel, aunque sea difícil aproximarse al cero, el creer que los defectos cero pueden lograrse es un requerimiento importante para el éxito del TPM, (Lefcovich, 2009).

Estas pérdidas deben ser eliminadas o reducidas a su mínima expresión:

- Por un lado, se tienen las averías y tiempos de preparación que ocasionan tiempos muerto o de vacío.
- En segundo término, tenemos a el funcionamiento a velocidad reducida y los tiempos de vacío, todo lo cual genera pérdidas de velocidad del proceso.
- Y por último tenemos las pérdidas por productos y procesos defectuosos ocasionados por los defectos de calidad y repetición del trabajo.

La efectividad del equipo se limita por los seis tipos de perdidas las cuales son:

10.10.1. Perdidas por averías

Las averías son el grupo de perdidas más grandes, existen dos tipos de pérdidas por averías: averías de perdida de función y averías de reducción de función.

- Averías de perdida de función: suelen producirse de repente y son fáciles de detectar, el equipo se detiene por completo.

- Averías de reducción de función: permite que el equipo siga funcionando, pero a un nivel de eficacia inferior, muchas veces se descubren las averías de función reducida solo después de una exhaustiva observación, pero cuando no se detectan pueden causar momentos de inactividad y paradas pequeñas, repetición de trabajo, velocidad reducida y otros problemas y pueden llegar a ser las causas de averías de falla de función esporádica, (Lefcovich, 2009).

En general, las averías pueden causarse por todo tipo de factores, pero solo suelen darse cuenta únicamente de los grandes defectos, ya que son los que más llaman la atención, y pasan por alto la mayoría de los defectos pequeños, aunque se merece igual atención porque se acumulan y también causan averías, (Lefcovich, 2009).

Para alcanzar la meta de cero averías hay que llevar a cabo las siguientes siete acciones:

- Impedir el deterioro acelerado: es simplemente un deterioro generado artificialmente, cuando el deterioro acelerado se deja si corregir se acorta la vida del equipo y ocurren averías, por lo cual la mayoría de las averías se deben al deterioro acelerado, (Lefcovich, 2009).
- Mantenimiento de condiciones básicas del equipo: realizar actividades básicas de limpieza, inspección y ajuste para mantener las condiciones básicas del equipo, si estas no se realizan normalmente el equipo sufrirá muchas averías, (Lefcovich, 2009).
- Adherirse a las condiciones correctas de operación: muchas averías son el resultado de un equipo que tiene que operar más allá de su rango normal porque no se cumplen las condiciones normales, operar un equipo bajo condiciones que sobre pasan las especificaciones en el manual de operaciones, expone al equipo

a averías, por esta razón es tan importante el mantenimiento de las condiciones correctas de operación, (Lefcovich, 2009).

- Mejorar la calidad del mantenimiento: a veces ocurren averías en piezas recientemente remplazadas o reparadas debido a que el trabajador de mantenimiento no conocía las técnicas necesarias para llevar a cabo correctamente la reparación o instalación, para impedir que ocurran estos errores, hay que mejorar los niveles de conocimiento técnico a través de la capacitación, y de esta manera mejorar la calidad del trabajo de mantenimiento, (Lefcovich, 2009).
- Hacer que el trabajo de reparación de mantenimiento sea algo más que una media transitoria: el trabajo de reparación regularmente se realiza con las necesidades de poner el equipo en marcha con la mayor rapidez posible sin dar demasiada importancia a conocer las causas de las averías, esta actitud da lugar a una repetición del mismo problema, (Lefcovich, 2009).
- Corregir debilidades de diseño: una razón por la cual las averías se manifiesten es que no se lleva a cabo una investigación suficiente de las debilidades incorporadas en el diseño del equipo (mecanismos mal diseñados, malas configuraciones de sistemas, selección incorrecta de materiales), con demasiada frecuencia, no hay ninguna investigación que trate los defectos de diseño, o si la hay no se profundiza lo suficiente como para descubrir las implicaciones totales, (Lefcovich, 2009).
- Aprender lo máximo posible de cada avería: una vez que haya ocurrido una avería, aprender todo lo que pueda sobre ella, esto servirá para saber cómo impedir que la avería vuelva a ocurrir no sólo en el equipo afectado, sino también en modelos parecidos, a menudo los informes de una avería se archivan y quedan olvidados cuando podrían servir como referencia en el futuro, hay que aprender a aprovechar material de referencia de este tipo porque puede enseñar a trabajadores de

mantenimiento y operarios lo que ellos pueden hacer para impedir las averías, (Lefcovich, 2009).

10.10.2. Pérdidas por reparación o ajuste

Las pérdidas por preparación y ajustes son pérdidas que se deben a paradas que ocurren durante el proceso de re utilaje tales como cambio de útiles, etc., las pérdidas por preparación y ajuste comienzan cuando la fabricación de un producto se ha concluido, y finaliza cuando se consigue la calidad estándar en la fabricación del producto siguiente, los ajustes son los que consumen la mayor parte del tiempo, (Lefcovich, 2009).

10.10.3. Pérdidas por tiempos muertos y paradas pequeñas

A diferencia de las averías ordinarias, la inactividad y paradas pequeñas son el resultado de problemas transitorios en el equipo, pero tienen tanta o mayor incidencia que ellas en la eficacia del equipo, (Lefcovich, 2009).

10.10.4. Pérdidas por reducción de velocidad

Las pérdidas por reducción de velocidad se producen cuando hay una diferencia entre la velocidad prevista en el diseño de la máquina y su velocidad de operación actual, las pérdidas por reducción de velocidad se ignoran, aunque constituyen un gran obstáculo para la eficacia del equipo, la meta debe ser eliminar el desfase entre la velocidad de diseño y la actual, el equipo puede estar operando por debajo de la velocidad ideal o de diseño, (Lefcovich, 2009).

Entre otras opciones, por una variedad de razones:

- Problemas mecánicos y calidad defectuosa.
- Una historia de problemas anteriores.
- Temor de sobrecargar el equipo.
- No conocer la velocidad óptima.

10.10.5. Defectos de calidad y repetición de trabajos

Los defectos de calidad y trabajos rehechos son pérdidas originadas por disfunciones de las máquinas. Los defectos esporádicos se corrigen devolviendo el equipo a su condición normal, estos defectos incluyen los aumentos súbitos en la cantidad de defectos u otros fenómenos dramáticos. Las causas de los defectos crónicos son de identificación difícil. Las reparaciones rápidas para volver a poner la máquina en funcionamiento raramente resuelven el problema, y las condiciones que realmente causan los defectos pueden ignorarse o dejarse de lado. Deben también registrarse como pérdidas crónicas, y no ignorarse, los defectos que se pueden corregir a través de rectificaciones y trabajos rehechos, (Lefcovich, 2009).

10.10.6. Pérdidas de puesta en marcha

Las pérdidas entre la puesta en marcha y la producción estable son las que ocurren debido al rendimiento reducido entre el momento de arranque de máquina y la producción estable, muchas veces, las pérdidas entre la puesta en marcha y la producción estable son difíciles de identificar y su alcance varía según la estabilidad de las condiciones del proceso, la disponibilidad de plantillas y troqueles, la formación de los trabajadores, las pérdidas debidas a operaciones de prueba y otros factores, (Lefcovich, 2009).

10.11 ¿Cuándo debe de implementarse el TPM?

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) debe utilizarse cuando los requerimientos de la organización sean los de tener plantas, equipos e instalaciones de todo tipo, confiables, continuas y seguras, en general, las bondades del TPM son tantas que sus herramientas son recomendadas para cualquier organización, y su metodología completa se recomienda para organizaciones que cuenten con un alto compromiso directivo, con disposición de afectar positivamente la cultura organizacional, (Lefcovich, 2009).

10.12 Medios de mejora del mantenimiento

AVERIAS	Suprimir las causas Anticiparse - Mantenimiento Preventivo
REPUESTOS	Gestión Racional
MANO DE OBRA	Facilitar el trabajo Mejorar la utilización de los medios Utilización del personal operativo

Ilustración 6 Medios de mejora de mantenimiento

10.13 Etapas de implementación

La implementación está conformada por un total de cinco fases, las cuales comprenden una serie de fases, las cuales se resumen a continuación, (Lefcovich, 2009):

FASE	ETAPA
Preparación	Decisión de aplicar el TPM en la empresa
	Campaña de información
	Formación de comités
	Análisis de las condiciones existentes
	Diagnóstico
	Planificación
Implantación	Capacitación
	Implantación de las 3 Y: Motivación, Competencia y Entorno de Trabajo.
	Implantación del CEP para monitoreo
	Determinación y cálculo de ratios e indicadores
	Experiencia piloto
	Aplicación de mantenimiento autónomo Implementación de las 5 "S"
Aplicación de mantenimiento planificado	
Evaluación	Análisis de resultados obtenidos
Estandarización	Se estandarizan los resultados obtenidos
	y luego se da comienzo a un nuevo proceso continuo de mejora en materia de fiabilidad y durabilidad.

Ilustración 7 Etapas de implementación del TPM

10.14 Actividades fundamentales

- Mantenimiento Autónomo, comprende la participación activa por parte de los operarios en el proceso de prevención a los defectos de evitar averías y deterioros en las máquinas y equipos, tiene especial trascendencia la aplicación práctica de las 5's, una característica básica del TPM es que son los propios operarios de producción quienes llevan a término el mantenimiento autónomo, también denominado mantenimiento de primer nivel, algunas de las tareas fundamentales son: limpieza, inspección, lubricación, aprietes y ajustes, (Lefcovich, 2009).
- Aumento de la efectividad del equipo mediante la eliminación de averías y fallos, se realiza mediante medidas de prevención vía rediseño-mejora o establecimiento de pautas para que no ocurran, (Lefcovich, 2009).
- Mantenimiento planificado, implica generar un programa de mantenimiento por parte del departamento de mantenimiento, constituye el conjunto sistemático de actividades programadas a los efectos de acercar progresivamente la planta productiva a los objetivos de: cero averías, cero defectos, cero despilfarros, cero accidentes y cero contaminaciones, este conjunto de labores serán ejecutadas por personal especializado en mantenimiento, (Lefcovich, 2009).
- Prevención del mantenimiento, mediante los desarrollo de ingeniería de los equipos, con el objetivo de reducir la probabilidad de averías, facilitar y reducir los costos de mantenimiento, se trata pues de optimizar la gestión del mantenimiento de los equipos desde la concepción y diseño de los mismos, tratando de detectar los errores y problemas de funcionamiento que puedan producirse como consecuencia de fallos de concepción, diseño, desarrollo y construcción de equipos, instalación y prueba del mismo hasta que se consiga el establecimiento de su operación normal con producción regular, (Lefcovich, 2009).
- Mantenimiento predictivo, consiste en la detección y diagnóstico de averías antes de que se produzcan, de tal forma puede programarse los paros para reparaciones en los momentos oportunos, la filosofía de este tipo de mantenimiento se basa en

que normalmente las averías no aparecen de repente, sino que tienen una evolución, así pues, el mantenimiento predictivo se basa en detectar estos defectos con antelación para corregirlos y evita paros no programados, averías importantes y accidentes, (Lefcovich, 2009).

10.15 Beneficios del TPM

10.15.1 Organizativos

- Mejor calidad del ambiente de trabajo.
- Mejor control de las operaciones.
- Mayor motivación del empleado.
- Aumento de la participación, colaboración y creatividad del empleado.
- Dimensionamiento adecuado de las plantillas de personal.

10.15.2 Seguridad

- Mejores condiciones ambientales.
- Mayor capacidad de identificación de causas de problemas y de búsqueda de acciones de mejora.
- Aumento del entendimiento de ciertas normas, en lugar de como hacerlo.
- Mayor prevención y eliminación de causas potenciales de accidentes.

10.15.3 Productividad

- Eliminación de causas de pérdidas por eficacia de equipos.
- Mejor fiabilidad y disponibilidad de los equipos.
- Menores costes de mantenimiento.
- Menores costes por reprocesos.

10.15.4 Costo y beneficio implementar TPM

Las experiencias en la implementación de TPM desde 1987 y en particular con los consultores de centenares de plantas desde 1991 han mostrado que, durante el arranque

de dicha implementación, puede esperarse un incremento de 10-20% en entrenamiento y sobre 15 % de aumento en los costos de mantenimiento durante los primeros dos años si se obtiene una cobertura de planta del 10% durante el primer año (20% por el segundo año).

Esta inversión disminuye significativamente si solo un par de centros de máquinas o unidades son piloteadas. De hecho, si se desea una integración lenta durante el primero año (de 1 a 3 pilotos), los costos de mantenimiento y los costos de entrenamiento pueden disminuir y pueden frecuentemente ser cubiertos con ligeros incrementos al presupuesto, (Sexton, 2021).

Una de las maneras para calcular esto, es el impacto de tomar equipo crítico (podría ser 25-30% del proceso) a 85-90% de Eficacia Total de Equipo (OEE) --El Valor de Disponibilidad X El Valor de Desempeño X El valor de la Calidad. No es benéfico calcular OEE para una instalación entera, pero si para el equipo o procesos claves (el cuello de botella o crítico).

Cerrando la brecha entre un nivel actual de 55% a un nivel deseado de 85-90% puede calcularse como capacidad adicional. No puede estar en el mejor interés para enfocar TPM en todo el equipo de planta porque el retorno de la inversión puede no estar allí (El costo para implementar TPM podría ser mayor que el retorno de la inversión para lograr el mejoramiento. ¿Quiere usted reconstruir el motor y pintar ese Ford Pinto Modelo 1977?, (Sexton, 2021).

Se requiere convertir el OEE a dólares (pesos, yenes, marcos, etc.). Una manera es tomando su OEE existente y dividirlo en tres categorías de pérdidas y mostrando la brecha entre el actual y el objetivo. Por ejemplo, decimos que se tiene un valor de OEE actual de Disponibilidad a 60% y se sabe que el objetivo es 90% (95% si usted tiene un proceso continuo). Se calculan las unidades que se podrían producir si se tuviera el 30% de disponibilidad extra (la diferencia entre 90% y 60%). Esto es, por supuesto, suponiendo una capacidad limitada. En otras palabras, usted podría vender el 30% extra de la capacidad, (Sexton, 2021).

Tenemos también que calcular el aumento de volumen por reducir las cinco a diez interrupciones menores más frecuentes sobre el equipo específico (si el equipo es afectado por atascamientos, detenciones, e interrupciones cortas). Esto puede ser importante si se tienen líneas múltiples con las mismas interrupciones (puntos crónicos). A través de las pérdidas de desempeño o velocidad, así como también pérdidas de Calidad podrá estimarse "cuántas unidades más podrían producirse" si se estuviera a 95% de desempeño (la Velocidad de diseño) y 99% de Calidad. Esta es mejor hacerlo por equipo que por planta. Sin embargo, podría conseguirse una afinación más real mostrando el costo estimado de calidad si se maneja el concepto de pérdidas por calidad relacionadas. Lo que nos cuesta tener re trabajos, desechos, rechazos, pérdidas de oportunidad, (Sexton, 2021).

También se debe poner atención a sus limitantes o cuellos de botella para calcular el valor de eliminar esas limitaciones. Si se pudiera correr otras 10,000 unidades por la semana y cada una generara un dólar de renta, tendríamos una ganancia adicional de 10,000 dólares por semana. Su costo unitario se reduciría y nos permitiría rebajar el precio y vender más unidades usando la capacidad extra que se ganó por mejorar la OEE, (Sexton, 2021).

Otra manera es evitando la inversión de capital. Digamos que Usted podría, con TPM, extender el ciclo de vida por tres años para todas las 14 máquinas. El reemplazo capital por cada máquina es de 30,000 dólares. Usted puede calcular el costo total de capital (real + intereses + pérdida de oportunidad) para esas máquinas 30,000 dólares y mostrar los ahorros de prevención capital de inversión para esos tres de años para todas las 14 máquinas. Si Yo puedo conseguir más producción de mis activos existentes, mi retorno de capital se incrementará. Mis costos por servicio de capital habrán disminuido, (Sexton, 2021).

También podemos usar Tiempo Medio entre Fallas (MTBF), como puntos de ahorro para mostrar las reducciones de costos por incrementar el tiempo entre fallas. Esto es muy específico de componente y equipo, pero es otra manera para calcular los beneficios.

Hay muchas otras oportunidades de reducir costos (reducción de costos por ciclo de vida, pérdidas por mantenimiento no planeado, reducción de costos de Personal por eliminar la necesidad de un tercer turno, etc.), (Sexton, 2021).

Los variables importantes son la condición actual de su equipo (cuan bien mantenido está), su gente (cuan diestra y capaz es) y el liderazgo persistente con que se hará este trabajo.

La historia ha mostrado que sobre 25% de las compañías que han iniciado con TPM tendrán éxitos importantes. Otro 25% tendrá bastantes éxitos buenos, pero a causa de la competición de otros programas, carencia de constancia de esfuerzo y la carencia de liderazgo persistente único lo hará un éxito modesto y puede demorar o declinar después de unos años de esfuerzo. El otro 50% fracasará en los primeros 18 a 24 meses.

Es difícil calcular el valor de la mejora en la moral, la mejora en las relaciones entre mantenimiento y operaciones, gestión y horarios, así como también el sentimiento de orgullo y sentido de realización por hacer que las áreas de trabajo y equipo se miren mejor y corran mejor. Pero esto también tiene un valor, (Sexton, 2021).

El retorno de la inversión puede calcularse sobre un período de cinco años con una reducción esperada en costos de mantenimiento de 25-30% y costos de conversión (los costos de manufactura) de 20-25%. El retorno es bajo el primer año (el año de la inversión), si existe, pero comienza a aumentar de los años dos al cinco. Tenemos documentados muchos casos estudiados para validar estas cifras. Espero que esto ayude un poco, (Sexton, 2021).

10.16 Herramientas a utilizar

10.16.1. Diagrama de Pareto

Un diagrama de Pareto es una técnica que permite clasificar gráficamente la información de mayor a menor relevancia, con el objetivo de reconocer los problemas más importantes en los que debería enfocarse y solucionarlos. La función del diagrama de

Pareto es que las empresas puedan reconocer cuales son las necesidades más importantes a las que se deberían dirigir los esfuerzos y no malgastar los recursos en asuntos poco relevantes, de ahí la importancia de siempre hacer un análisis de datos.

Es una herramienta que se utiliza para priorizar los problemas o las causas que los generan, el nombre de Pareto fue dado por el Dr. Juran en honor del economista italiano Vilfredo Pareto (1848-1923).

El diagrama de Pareto no es más que un histograma en el que se han ordenado cada una de las "clases" o elementos por orden de mayor a menor frecuencia de aparición, a veces sobre este diagrama se superpone un diagrama de frecuencias acumuladas.

Según este concepto, si se tiene un problema con muchas causas, podemos decir que el 20% de las causas resuelven el 80% del problema y que el 80% de las causas no resuelven el 20% del problema, esta basada en el conocido principio de Pareto, esta herramienta que es posible identificar lo poco vital dentro de lo mucho que podía ser trivial.

Procedimiento

1. Decidir el problema a analizar.
2. Diseñar una tabla para conteo o verificación de datos, en el que se registren los totales.
3. Recoger los datos y efectuar el cálculo de totales.
4. Elaborará una tabla de datos para el diagrama de Pareto con la lista de ítems, los totales individuales, los totales acumulados, la composición porcentual y los porcentajes acumulados.
5. Jerarquizar los ítems por orden de cantidad llenando la tabla respectiva.
6. Dibujar dos ejes verticales y un eje horizontal.
7. Construya un gráfico de barras en base a las cantidades y porcentajes de cada ítem.
8. Dibuje la curva acumulada, para lo cual se marcan los valores acumulados en la parte superior, al lado derecho de los intervalos de cada ítem y finalmente una los puntos con una línea continua.
9. Escriba cualquier información necesaria sobre el diagrama, (Pareto, 1948).

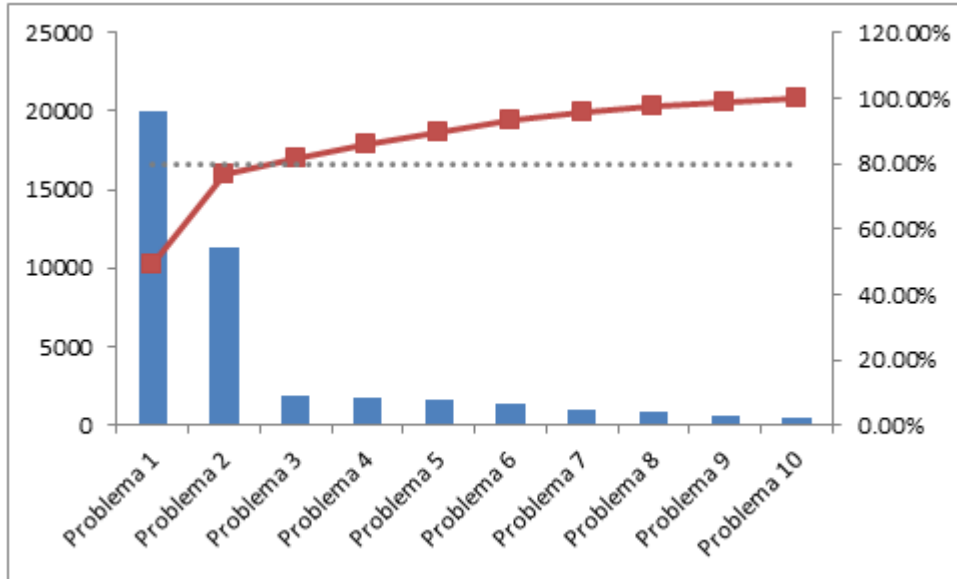


Ilustración 8 Diagrama de Pareto

10.16.2. Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa, también conocido como causa-efecto o diagrama de espina de pez, es una forma de organizar y representar las diferentes teorías propuestas sobre las causas de un problema, son permite representar gráficamente el conjunto de causas que dan lugar a una consecuencia, o bien a un conjunto de factores y subfactores que contribuyen a generar un efecto común.

De todas estas herramientas, quizás sea este el único original de Ishikawa, se utiliza para relacionar los efectos con las causas que los producen, por su carácter eminentemente visual, es muy útil en las tormentas de ideas realizadas por grupos de trabajo y círculos de calidad, el funcionamiento es el siguiente, según los participantes van aportando ideas sobre las causas que pueden producir los efectos se van registrando en el diagrama, cuando han terminado las aportaciones se reordenan las causas de forma jerárquica y se eliminan las repetidas, (Rojas, 2009).

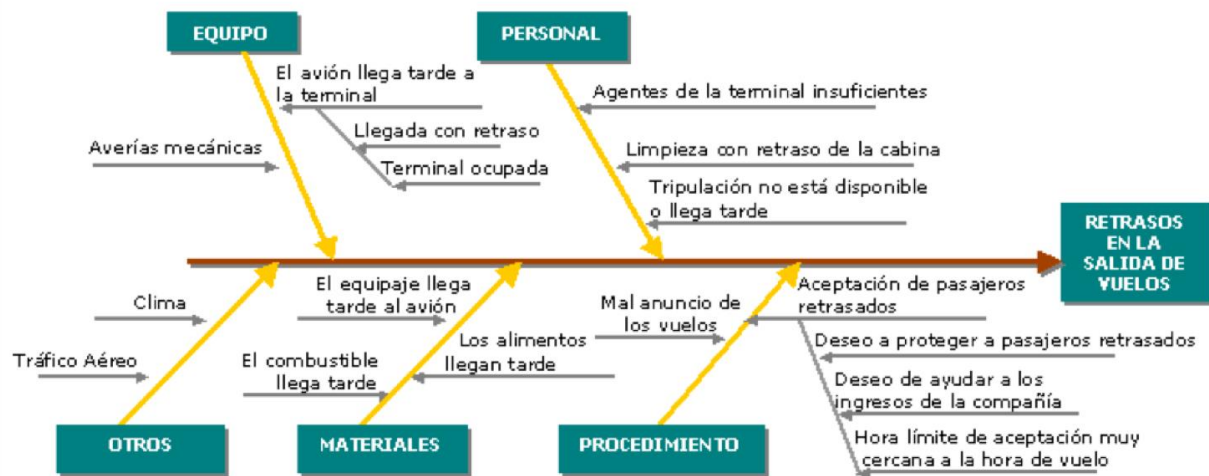


Ilustración 9 Diagrama de Ishikawa

10.16.3. Check list o lista de verificación

Un check list bien diseñado es una herramienta fantástica para evitar olvidos y asegurarse que las cosas se hacen de acuerdo con un procedimiento rutinario establecido, una variante es el diseño de formularios adecuados que faciliten la recogida de los datos que se analizarán posteriormente.

Una variante de los anteriores, son los denominados "Diagramas de Sarampión". Consisten en representar los defectos representados sobre un esquema de la pieza en cuestión. Esta visualización de los defectos puede dar pistas sobre las causas de los mismos, (Rojas, 2009).

Nombre y apellidos del alumno:												Observaciones	Puntos de mejora
Escenario de simulación:													
Tutor:												Observaciones	Puntos de mejora
Ítem	Calificación										Observaciones		
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Orienta la patología gracias a la historia clínica													
Realiza un diagnóstico diferencial adecuado													
Realiza una exploración dirigida correctamente													
Tiene en cuenta las variables fisiológicas clave													
Solicita las pruebas complementarias adecuadas													
Sabe interpretar las pruebas complementarias de forma crítica													
Liga a un diagnóstico correcto													
Informa adecuadamente al paciente y sus familiares													
Administra un tratamiento médico adecuado													
Conoce las técnicas de administración del tratamiento médico													
Conoce las indicaciones de tratamiento intervencionista													
Conoce las técnicas de tratamiento intervencionista													
Conoce las técnicas de tratamiento quirúrgico													
Conoce las indicaciones de tratamiento quirúrgico													
Conoce las complicaciones principales de la patología													
Sabe prevenir y tratar las complicaciones principales													
Es capaz de analizar de forma crítica el ejercicio de simulación													

Ilustración 10 Check List

10.16.4. HOE

Las hojas de operación estándar son documentos que definen el mejor método y los movimientos más eficientes para realizar una operación, eliminando la variación, los desperdicios y el desequilibrio de las mismas, las mismas, permitiendo a los trabajadores que realicen las operaciones con mayor facilidad, rapidez y en el menor tiempo posible, (Rojas, 2009).



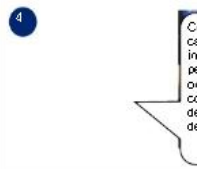


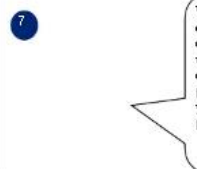


RECURSOS		1519	PROGRAMA TECNOL.	L1519-L157501-06	HOJA DE OPERACIÓN ESTANDAR				
COLOCAción DE CANTONEROS	COLOCACION DE CANTONEROS EN TRES	45			1	15/09/11	DAVID GUTIERREZ	REVISADO	ACTUALIZACION
1º DE ANTE	0000-1 26 ASA, 9K CSA, 9K CTA, 9K KZA, 9 KKS	15 DIAS			4	10/01/14	DAVID GUTIERREZ	REVISADO	ACTUALIZACION
000000000000000000	FR ASSY DOOR LH2 FR POWR L.H	42.5 SEG			1	10/01/14	JOSUE LOPEZ	ELABORADO	REVISADO
000000000000000000					00000000	00000000	000000000000000000	00000000	000000000000000000
Nº	PARADIGMA OPERATIVO	TIEMPO ESTIMADO	MAYOR CANTIDAD DE EXCOPAS PARA DETECTAR EL DEFECTO Y EVITAR						
1	COLOCACION DE NON WOVEN (CANUELA)(4) COLOCAR NON WOVEN (TAPE 300)(1)	12		<p>Pega 4 lapa de cañuela en costillas alineando al borde y orilla de lapa.</p>			<p>Coloca lapa 300 en costilla lateral, revisa que lapa no valla doblada y que lapa toda la costilla.</p>		
2	COLOCACION DE INNER SEAL (CANUELA)(1) COLOCAR EPT SEALER FOAM (RUBBER)(1)	15		<p>Coloca cañuela insertando pestiño en orificio comenzando de la izquierda derecha.</p>		<p>Doble pestiños de las orillas de la cañuela y Revista la cañuela que no este rota de la pestiño o con falta de foam para evitar que se desprendi si mover la puerta.</p> <p>CANUELA ROTA FIN ASSY FR LH 1 PZA 11/SEP/15</p>		<p>Coloca foam rubber entre cañuela y base centrandolo y pagandolo en forma de "U" presiona con dedo pulgar e indica.</p>	
3	COLOCACION DE FR.DOO.CNT (1) COLOCACION DE SCREW (TORNILLOS) (8)	15		<p>Verifica cenlar no es la carla, rasgado a con pagamiento verifica vs ID, coloca cenlar ensamblando pestiños superiores y despues pinas para tornillo</p>		<p>Toma tornillos y coloca en puntilla de atronillador, guia hacia orificio con dedo indica.</p>		<p>Coloca 8 tornillos sigue la secuencia indicada, asegure que no quede flojo y que no se resque en la puerta.</p>	
REPITA LOS PASOS DEL 1 AL 4 HASTA COMPLETAR EL PROGRAMA DE PRODUCCIÓN REQUERIDO									
REVISION DE PRODUCTO		MATERIAL DE CONTROL Y MANTENIMIENTO		MATERIAL DE CONTROL Y MANTENIMIENTO		REVISION DE PRODUCTO		REVISION DE PRODUCTO	
GUANTES DE TELA, CASCO, INFORME COMPLETO		N/A		GRAFICA DE % DE OPERACION Y % DE DEFECTOS		DIAGRAMA DE FLUJO PARA PRODUCTO CON DEFECTO		PINZAS, LAPIDERO, CERA, CEPILLO ANTISTATIC, FIBRA	
GOLPE EN LA MANO AL CORTAR EL SP RUE		ALENCENTRAR TRES DEFECTOS CONSECUTIVOS DEL MISMO TIPO AVISAR A RELEVADO LIDER.		CORTAS, BLANQUEADAS, MEZCLADAS, RAYADAS.		HOLLA DE CONDICIONES TECNICAS.		CAMBIO DE MOLDE Y COLOR	
FLUJO DE TRABAJO COMBINACION DE LA PRODUCCION, MANTENIMIENTO Y CALIDAD									

Ilustración 11 HOE

CAPÍTULO 4: DESARROLLO

11. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.

A continuación, se presenta la descripción de las actividades que se realizaron durante el desarrollo del proyecto tomando en consideración lo que son las fases de la implementación de un TPM, se enlistan a continuación:

- Etapa 1: en esta fase se desarrolló el análisis del proceso productivo para detectar las fallas en los equipos más comunes, se calculó la disponibilidad de los equipos actualmente de manera real.
- Etapa 2: en esta fase se analiza la información recopilada en la etapa 1, para encontrar posibles soluciones inmediatas si lo existen, ver cada problemática desglosada mediante un diagrama de Ishikawa y un diagrama de Pareto para obtener el problema principal del área.
- Etapa 3: en esta etapa se analizan los resultados obtenidos mediante las dos primeras etapas, con los resultados de cómo estaba la línea al principio del estudio y al final del mismo, calculando la disponibilidad del equipo.
- Etapa 4: en esta etapa se estandarizan los resultados obtenidos y luego se da comienzo a un nuevo proceso continuo de mejora en materia de fiabilidad y durabilidad, mediante una HOE de la implementación del TPM, un nuevo check lista y un manual para la realización del check list.

En CMA Automotive S.A. DE C.V. se realiza una variedad de productos en el formado de tubos de acero, los cuales dependen directamente de la línea de corte slitter, es de suma importancia que la línea obtenga la mayor disponibilidad del equipo, ya que esta no contaba con un manual adecuado de mantenimiento y fue necesario recurrir a los antecedentes de las fallas que se han generado en la línea, y así poder conseguir información adecuada del equipo para la implementación de un correcto mantenimiento,

esto a través de investigación teórica lo cual nos arrojó resultados para poder diseñar y mejorar el mantenimiento ya existente que se le aplicaba a dicha línea de producción. Se observa el proceso de la línea de corte Slitter obteniendo una serie de problemas que a su vez se clasifican para tener la prioridad de los mismo, y poder plantear las posibles soluciones para ellas.

11.1 Etapa Preparación

Se seleccionó el tema que es el incremento de la disponibilidad del equipo, así como el incremento de la eficiencia del mismo, asegurar la satisfacción de los clientes con calidad y las entregas de los productos en los tiempos establecidos.

Una vez que se tiene establecido el objetivo se comenzó a recopilar la información necesaria, y se elaboró un diagrama de causa y efecto (ver Ilustración 12 Diagrama de Ishikawa problemática CMA), donde nos cataloga las problemáticas principales del área a mejorar, señalada en su categoría correspondiente, de igual manera se realizó un diagrama de Pareto (ver Ilustración 13 Diagrama de Pareto Principales Problemas) con la finalidad de verificar el número de frecuencia de ocurrencia con la que se estaban generando la problemática para poder abordar las que son más relevantes, y poder establecer posibles soluciones, estos datos son recabados en la misma área de corte lineal Slitter, esta es una de las razones por la cual se seleccionó esta área para aplicar el proyecto de la implementación del TPM de carácter mantenimiento autónomo.

Se realizó un diagrama de causa y efecto para saber la problemática principal de la línea de corte Slitter.



Ilustración 12 Diagrama de Ishikawa problemática CMA

Se realizó un análisis de los principales problemas con mayor índice de frecuencia de la línea de corte Slitter, priorizándolos de los que tienen mayor frecuencia de ocurrencia lo que arroja los paros por mantenimiento, por lo cual se opta por la implementación de un TPM del carácter mantenimiento autónomo.

MES DE AGOSTO		
PRINCIPALES PROBLEMAS	FRECUENCIA	P. ACUMULADO
PAROS POR MANTENIMIENTO NO PROGRAMADOS	48	64%
MAL ARMADO DE NAVAJAS	8	11%
FALTA DE MATERIA PRIMA	7	9%
FALTA DE CRITERIOS PARA REPORTAR FALLAS	4	5%
FALTA DE ACEITE EN LOS DEPOSITOS	3	4%
ATASCAMIENTO DEL EMPUJADOR DE NAVAJAS DE CORTE	2	3%
SUCIEDAD EN LOS SENSORES	2	3%
AGUA EN LA FOSA	1	1%

Tabla 1 Principales problemas CMA

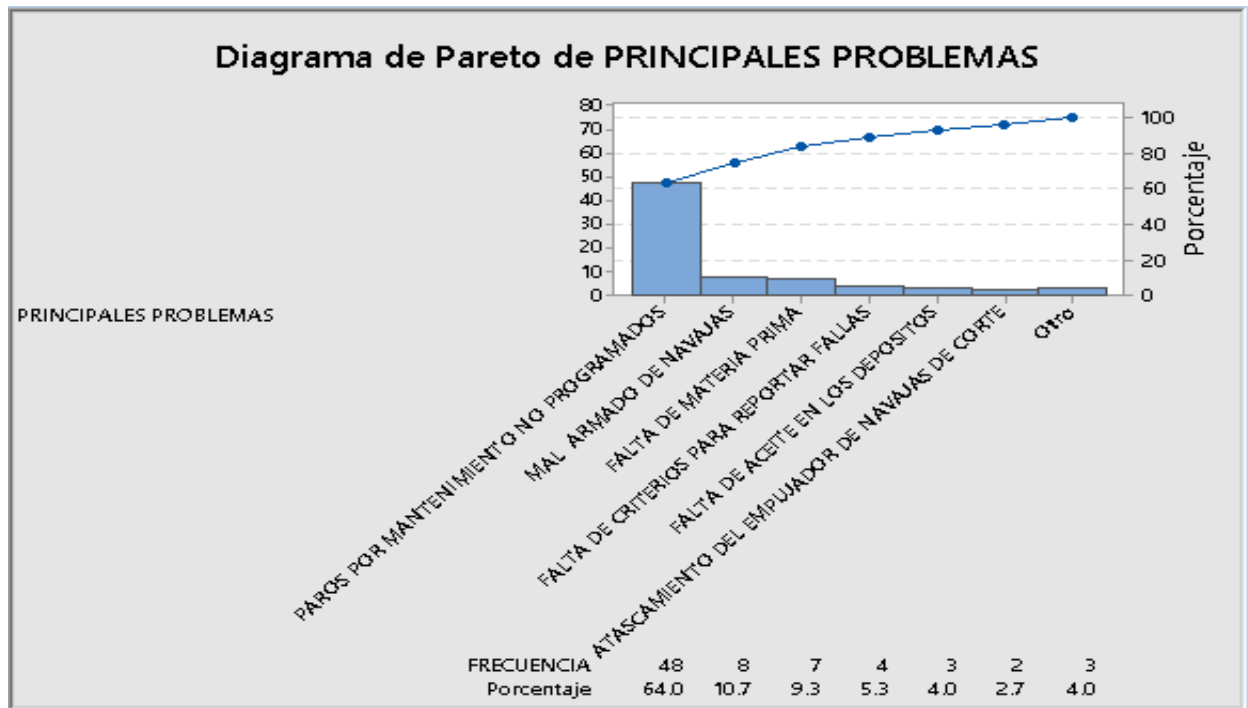


Ilustración 13 Diagrama de Pareto Principales Problemas

El mes de agosto se trabajaron 23 días con un total de 9.5 horas por día y se tuvieron 48 paros de mantenimiento no programado con un total de 24 horas, arrojándonos una disponibilidad del equipo del 89%.

$$DISPONIBILIDAD = \frac{218.5 - 24}{218.5} = 0.89 = 89\% \text{ DE DISPONIBILIDAD}$$

Ecuación 1 Disponibilidad del Equipo mes de Agosto

11.2 Etapa Implantación

Conocimiento de la situación actual

En este punto se analizó la información antes mencionada con la ayuda de diagramas y gráficas para conocer los problemas potenciales que impiden el cumplimiento de los objetivos en la línea de corte Slitter.

Como primer paso se elaboró un diagrama de causa y efecto (ver Ilustración 12 Diagrama de Ishikawa problemática CMA), para encontrar las causas que originan los paros en la línea y posibles consecuencias a través del análisis, se analizan con más detalle cada uno de los factores por separado para encontrar las causas de mayor incidencia y si su solución es inmediata.

Personal: se encontró que el personal tiene falta de conocimiento y de compromiso por parte de ellos, para poder reportar las fallas de una manera inmediata o correcta, así mismo el ímpetu de realizar las actividades por su parte de brindar un mantenimiento autónomo al equipo.

Equipo: la máquina que se utiliza en la línea de corte, no recibe el mantenimiento preventivo a tiempo provocando paros en la línea de formado por falta de material, durante el mes de agosto del 2022 se observó diariamente el equipo, con mayor incidencias de paros dando como resultado que la falta del mantenimiento preventivo es la principal causa de ellos, y por consiguiente se presentaron más fallas de carácter de mantenimiento, como falla en la junta rotativa, falla en el embobinado de desecho, fallas en los rodamientos, etc.

Material: se encontró que la materia prima (rollos master), se encuentran con defectos de rolado de origen y oxidación, provocando que se mandan con deformaciones y rebabas al siguiente proceso lo que ocasiona que se generen reclamos de clientes por que el material no cumple las características que solicita el cliente, así como costuras abiertas de soldadura por la misma deformación del material.

Mantenimiento: por parte del personal de mantenimiento se encontró que las fallas que son reportadas no son atendidas en tiempo y forma, lo que genera que se hace inconmensurable la falla del equipo, falta de un programa de mantenimiento o si existe el mismo no se le da el seguimiento y el cumplimiento, la falta de conocimiento del equipo.

Método: el departamento de ingeniería no ha actualizado las hojas de operación o no existe una hoja de estandarización para el mantenimiento en el área de corte slitter, lo que ocasiona que no se le brinde el mantenimiento correcto al equipo, lo que provoca paros no programados para el cumplimiento del mismo y retrase las líneas de producción.

Una vez que se tiene conocimiento de las condiciones actuales en las que está el equipo, se elaboró un diagrama de causa- efecto (*ver Ilustración 12 Diagrama de Ishikawa problemática CMA*), para encontrar las causas potenciales dentro de la línea de corte Slitter.

Al analizar los factores potenciales de la situación actual se tiene:

- Paros no programados para mantenimiento del equipo.
- Personal con falta de criterio para reportar fallas o atenderlas.

Para el primer factor se analizó porque eran los paros no programados de mantenimiento dando como conclusión la falta de un programa adecuado por parte del área de mantenimiento, y por parte del personal de corte la falta de capacitación para poder brindar un mantenimiento autónomo al equipo al igual la inexistencia del mismo en el área.

Para el segundo factor se analizó porque la falta de criterio por parte del personal para reportar las fallas o ser atendidas por ellos mismos, pues atrasa la producción el mal manejo de la información del reporte inoportuno de las fallas.

11.2.1 Capacitación al personal

Como parte de las actividades a realizar se encuentra la capacitación del supervisor del área de Slitter, así como al operador líder, en el ámbito del TPM, para que conocieran su funcionalidad y la manera correcta de su implementación, se les realizó una prueba de diagnóstico para que el tema quedara más entendible, específicamente en el mantenimiento autónomo, y en el correcto chequeo de las actividades puestas en el nuevo formato del check list, así como el correcto llenado del mismo documento.

11.2.2 Capacitación al personal por parte de Mantenimiento

Como parte de las actividades a realizar se encuentra la capacitación del supervisor y del operador líder por parte del personal del área de mantenimiento, demostrándoles el correcto funcionamiento de las partes de la máquina, así como la correcta implementación del mantenimiento autónomo, ya realizado en el nuevo formato del check list, para una realización adecuada y así evitar más fallas mayores que provoquen paros no programados.



Ilustración 15 Capacitación 1



Ilustración 14 Capacitación 2

11.3 Etapa Evaluación

Una vez que se han asignado acciones correctivas, el siguiente paso es verificar los resultados (ver Grafica 1 principales problemas agosto-diciembre) , se elaboró un diagrama de Pareto donde se describe el porcentaje de paros no programados antes de aplicar el mantenimiento autónomo, donde se observó que al principio de la observación de la línea de corte lineal Slitter en el mes de agosto se encontraba una problemática del 64% de paros en la línea, en el mes de noviembre bajo a un 39% de paros de la línea por mantenimientos no programados que era la problemática principal.

MES DE AGOSTO			MES SEPTIEMBRE		MES OCTUBRE		MES NOVIEMBRE	
PRINCIPALES PROBLEMAS	FRECUENCIA	P. ACUMULADO	FRECUENCIA	P. ACUMULADO	FRECUENCIA	P. ACUMULADO	FRECUENCIA	P. ACUMULADO
PAROS POR MANTENIMIENTO	48	64%	37	60%	20	49%	16	39%
MAL ARMADO DE NAVAJAS	8	11%	7	11%	6	15%	7	17%
FALTA DE MATERIA PRIMA	7	9%	3	5%	4	10%	3	7%
FALTA DE CRITERIOS PARA REPORTAR FALLAS	4	5%	4	6%	2	5%	2	5%
FALTA DE ACEITE EN LOS DEPOSITOS	3	4%	3	5%	2	5%	3	7%
ATASCAMIENTO DEL EMPUJADOR DE NAVAJAS DE CORTE	2	3%	3	5%	5	12%	7	17%
SUCIEDAD EN LOS SENSORES	2	3%	4	6%	1	2%	2	5%
AGUA EN LA FOSA	1	1%	1	2%	1	2%	1	2%

Tabla 2 Acumulado de % de problemas



Grafica 1 Principales problemas agosto-noviembre

11.4 Etapa Estandarizar

Después de haber obtenido los resultados de los factores potenciales, el siguiente paso es evitar que se reincidan los problemas ya mencionados en el área de corte lineal Slitter, para lo cual se elabora una modificación de los documentos existentes, así como la realización de nuevos para la estandarización del mantenimiento autónomo y la capacitación del personal, para evitar reincidencias de la problemática.

11.4.1 Realización de HOE

Se realizó una HOE para el mejor entendimiento del proceso y la estandarización del mismo de cómo implementar el correcto llenado del check list del mantenimiento autónomo de Slitter, así como si el operador no sabe el correcto actuar para verificar el ITEM verificar en el manual del mismo.

CMA AUTOMOTIVE - AGS.																								
CMA AUTOMOTIVE S.R.L. S.C.S. CINCUENTA Y SEIS AV. 117 PARQUE INDUSTRIAL DEL BOSQUE, 111 STABA SAN ISIDORO DE LOS RIOS, C.A. 20004 TELEFONO (044) 424 2824 (044) 424 2824		INSTRUCCIONES DE TRABAJO ESTÁNDAR						Fecha de creación: 15/01/2022																
Op.	HOMBRE DE LA OPERACIÓN	REVISOR	REVISOR	REVISOR	TIPO DE PRODUCTO			LLENADO DE CHECK LIST																
1	REVISIÓN DE CHECK LIST DE SLITTER	VARIOS	VARIOS	SLITTER	LLENADO DE CHECK LIST			10																
NO. PARTE	VARIOS	SEÑALADO	SEÑALADO	SEÑALADO	SEÑALADO	SEÑALADO	SEÑALADO	SEÑALADO	SEÑALADO															
<p>El operador llenará el check list que se encuentra en el equipo</p> <p>El WIP-48 y la granja [MULTI STEP 2] se inspeccionan por los mismos equipos.</p>																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ITEM</th> <th>DESCRIPCIÓN DEL ÍTEM</th> <th>TIPO DE VERIFICACIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>El operador deberá leer el check list para verificar el correcto funcionamiento de los ITEMS del equipo.</td> <td>Visual</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Verificar el ITEM a observar en la hoja de check list, verificar en el equipo en la misma.</td> <td>Visual</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Verificar el funcionamiento del ITEM que se observa.</td> <td>Visual</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>En caso que el operador no sepa cómo se debe observar el ITEM verificar en el manual de cómo observar los ITEMS.</td> <td>Visual</td> </tr> </tbody> </table>										ITEM	DESCRIPCIÓN DEL ÍTEM	TIPO DE VERIFICACIÓN	1	El operador deberá leer el check list para verificar el correcto funcionamiento de los ITEMS del equipo.	Visual	2	Verificar el ITEM a observar en la hoja de check list, verificar en el equipo en la misma.	Visual	3	Verificar el funcionamiento del ITEM que se observa.	Visual	4	En caso que el operador no sepa cómo se debe observar el ITEM verificar en el manual de cómo observar los ITEMS.	Visual
ITEM	DESCRIPCIÓN DEL ÍTEM	TIPO DE VERIFICACIÓN																						
1	El operador deberá leer el check list para verificar el correcto funcionamiento de los ITEMS del equipo.	Visual																						
2	Verificar el ITEM a observar en la hoja de check list, verificar en el equipo en la misma.	Visual																						
3	Verificar el funcionamiento del ITEM que se observa.	Visual																						
4	En caso que el operador no sepa cómo se debe observar el ITEM verificar en el manual de cómo observar los ITEMS.	Visual																						
<p>EQUIPO DE SEGURIDAD</p> <p>Guantes Botas Tapabocas Casco de seguridad Bata Cinturón de seguridad</p>																								
<p>herramientas</p> <p>Hoja de la granja Hoja WIP-48 Hoja Hoja</p>																								
<p>CONSIDERACIONES</p> <p>En caso que el operador no sepa cómo se debe observar el ITEM verificar en el manual de cómo observar los ITEMS.</p>																								

Ilustración 16 HOE CMA

11.4.2 Revisión y actualización de check list

Para poder llevar acabo la actualización de los documentos (check list) se tuvo que realizar un análisis de la operación que se deseaba mejorar.

Para poder realizar el check list anteriormente se llenaba un formato (formato anterior) en el cual se checaban las actividades diarias en el área que constaba de 18 actividades a checar, el cual era de un carácter sencillo y se dificultaba la ubicación de las actividades por parte del personal de nuevo ingreso.

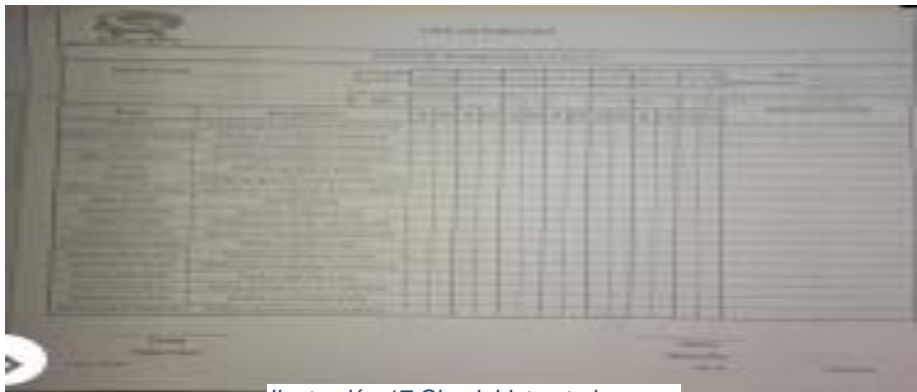


Ilustración 17 Check List anterior

Actualmente se realizaron algunos cambios en el formato (formato actualizado) a utilizar, como son:

- Se agregaron más actividades dando un resultado de 30 en total, las actividades que se revisan diario y las que se deben de realizar cada semana.
- Se agregaron ilustraciones para su mejor ubicación por parte de personal de nuevo ingreso.
- Se agregaron más casillas pues el check list anterior solo era semanal y este se hizo mensual.

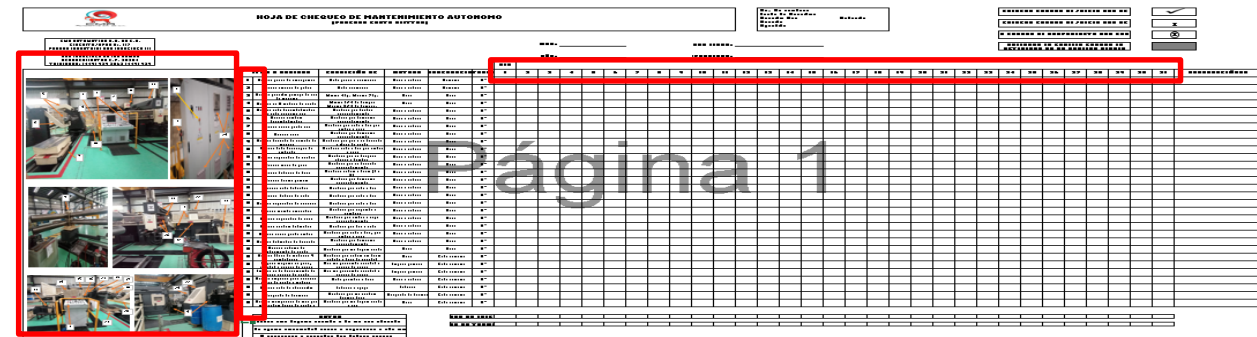


Ilustración 18 Check List modificado

11.4.3 Realización de un manual para el chequeo del check list

Se elaboró un manual donde explica más detalladamente cada punto a revisar por parte del personal con pasos a seguir para su correcta verificación de la máquina, el cual queda en una carpeta para resolver las dudas de los operadores en cómo se debe de realizar quedando estandarizado el proceso. (ejemplo de una hoja del manual).

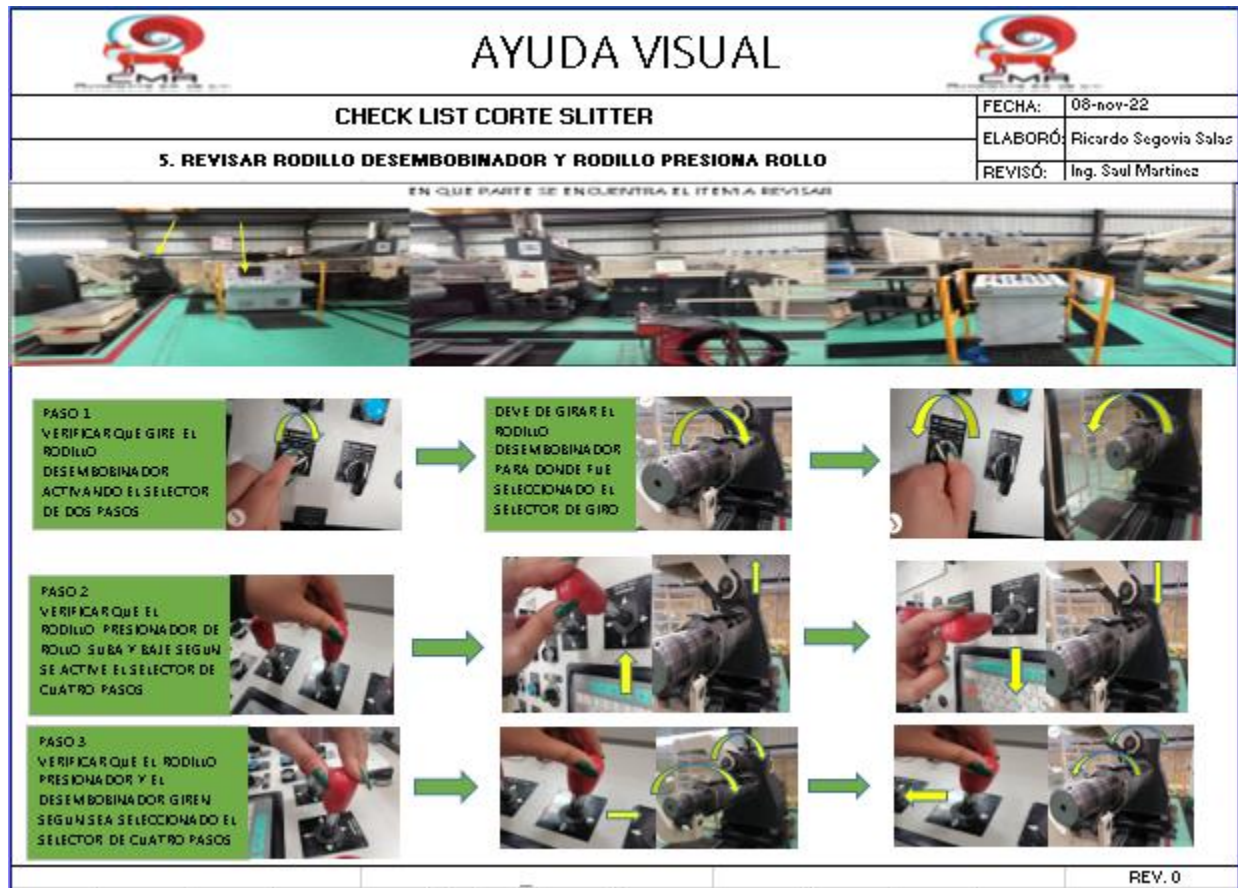


Ilustración 19 Ayudas visuales manual de chequeo check list

11.5 Cronograma de actividades

ACTIVIDADES	Quincena								
	Ago-1a	Ago-2a	Sep-1a	Sep-2a	Oct-1a	Oct-2a	Nov-1a	Nov-2a	Dic-1a
Observación de la problemática en la línea Slitter									
Elaboración de la propuesta de la implementación del TPM en el área slitter									
Realización de Check list de mantenimiento autonomo									
Realización del manual del check list									
Capacitación al personal sobre la correcta implementación del TPM									
Implementación del TPM en el área de slitter									
Realización del reporte de Residencia Profesionales									

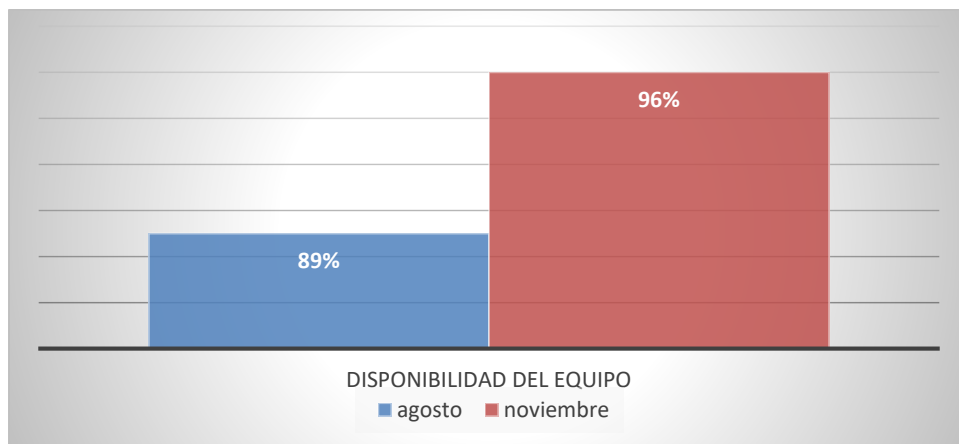
Tabla 3 Cronograma de actividades

CAPÍTULO 5: RESULTADOS

12. Resultados

La implementación del TPM de carácter autónomo es de suma importancia, en la línea de corte Slitter ya que ayuda a tener una disponibilidad de los equipos y por ende a incrementar la eficiencia del mismo, se logra una reducción en la aplicación de los mantenimientos no programados, así evitando paros en la línea y atrasando las entregas a los clientes.

En el mes de agosto se tenía una incidencia de 48 eventos de mantenimiento y el mes de noviembre se contabilizaron 16 paros por mantenimiento (ver Grafica 2 Resultados de disponibilidad del equipo), disminuyendo de un 64% a un 39% de ocurrencia, teniendo un 25% de disminución, la disponibilidad del equipo en el mes de agosto se contemplaba en un 89% , por la problemática tan elevada de paros por mantenimiento no programados, en el mes de noviembre incremento en un 96% por la disminución de los paros no programados, incrementando un 7% la disponibilidad del equipo.



Grafica 2 Resultados de disponibilidad del equipo

$$DISPONIBILIDAD = \frac{209 - 8}{209} = 0.96 = 96\% \text{ DE DISPONIBILIDAD}$$

Ecuación 2 Disponibilidad del equipo mes de Noviembre

La actualización de los documentos para una mejor comprensión para el personal, así como la realización de un manual (ver tabla 6 ayudas visuales manual del check list) de cómo hacer el correcto chequeo del equipo y una HOE (ver tabla 5 HOE) para estandarizar el proceso del mantenimiento autónomo, así como una capacitación al personal de Slitter para que quedara más comprendido el tema.

Objetivo Propuesto	Resultado Esperado
Incrementar la disponibilidad del equipo en un 5%.	Se obtuvo un incremento del 7% en la disponibilidad del equipo (ver Grafica 2 Resultados de disponibilidad del equipo) con la implementación del TPM de carácter autónomo, se disminuyeron los paros no programados de mantenimiento.
Disminuir de un 10% a un 15% el mantenimiento del equipo.	Se obtuvo una disminución de un 25% en los paros no programados por mantenimiento, en el mes de agosto cuando se analizó la problemática de la línea se tenían 48 paros con un 64% de la problemática general de la línea por el mantenimiento, en noviembre se obtuvieron 16 paros solamente con un 39% para ese factor de mantenimiento.
Capacitar al personal para la correcta implementación y comprensión del mantenimiento autónomo.	Se realiza una capacitación al personal de la línea Slitter para la comprensión e implementación del mantenimiento autónomo, así como por parte del personal de mantenimiento se les dio el correcto chequeo de la máquina e implementación del mantenimiento adecuado al equipo.

<p>Actualización de documentos</p>	<p>Se actualizaron los documentos del check list así como la realización de uno nuevo (ver tabla 4 check list antes y después) y un manual para el correcto actuar al implementarlos, la realización de una HOE (ver tabla 6 HOE) para estandarizar el proceso de la revisión y de la realización.</p>
------------------------------------	--

Tabla 4 Objetivos propuestos y Resultados

Se sustituyeron documentos y otros se elaboraron para poder tener un correcto mantenimiento en el área y el personal adquirió más conocimiento con las capacitaciones sobre cómo actuar para una correcta implementación del mantenimiento autónomo.


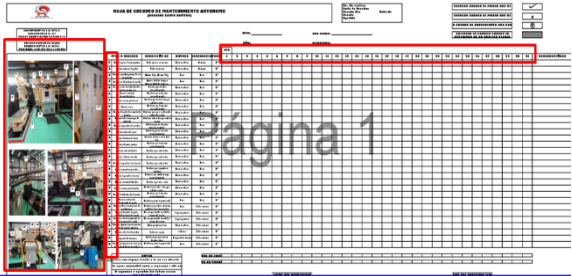
Check list	
Antes	Después
	

Tabla 5 Check List antes y después

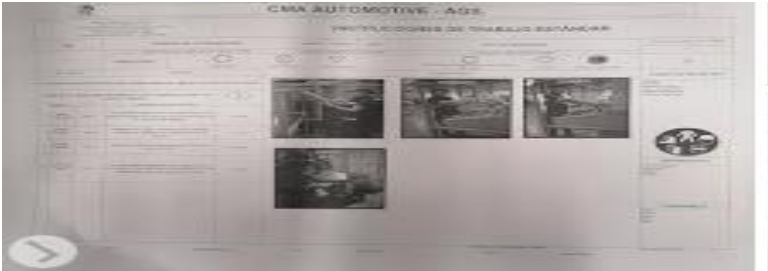
HOE


Tabla 6 HOE CMA

Manual de chequeo correcto del check list


<p>AYUDA VISUAL</p> <p>CHECK LIST CORTE SLITTER</p> <p>1. VERIFICAR PRIMER PRINCIPAL DE CORTA</p>  <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="width: 30%;"> <p>Item 1 VERIFICAR PRINCIPAL DE CORTA EN POSICION CORRECTA.</p>  </div> <div style="width: 30%;"> <p>Item 2 VERIFICAR PRINCIPAL DE CORTA EN POSICION CORRECTA.</p>  </div> <div style="width: 30%;"> <p>Item 3 VERIFICAR PRINCIPAL DE CORTA EN POSICION CORRECTA.</p>  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="width: 30%;"> <p>Item 4 VERIFICAR PRINCIPAL DE CORTA EN POSICION CORRECTA.</p>  </div> <div style="width: 30%;"> <p>Item 5 VERIFICAR PRINCIPAL DE CORTA EN POSICION CORRECTA.</p>  </div> <div style="width: 30%;"> <p>Item 6 VERIFICAR PRINCIPAL DE CORTA EN POSICION CORRECTA.</p>  </div> </div> <p style="text-align: right;">000.0</p>	<p>AYUDA VISUAL</p> <p>CHECK LIST CORTE SLITTER</p> <p>2. VERIFICAR PRIMER PRINCIPAL DE CORTA EN HORRINO</p>  <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="width: 45%;"> <p>Item 1 VERIFICAR PRIMER PRINCIPAL DE CORTA EN HORRINO.</p>  </div> <div style="width: 50%;"> <p>Item 1 VERIFICAR PRIMER PRINCIPAL DE CORTA EN HORRINO.</p>  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="width: 45%;"> <p>Item 2 VERIFICAR PRIMER PRINCIPAL DE CORTA EN HORRINO.</p>  </div> </div> <p style="text-align: right;">000.0</p>
<p>AYUDA VISUAL</p> <p>CHECK LIST CORTE SLITTER</p> <p>3. VERIFICAR HORRINO DE CORTA</p>  <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="width: 45%;"> <p>Item 1 VERIFICAR HORRINO DE CORTA EN POSICION CORRECTA.</p>  </div> </div> <p style="text-align: right;">000.0</p>	<p>AYUDA VISUAL</p> <p>CHECK LIST CORTE SLITTER</p> <p>4. VERIFICAR EN HORRINO DE CORTA</p>  <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="width: 45%;"> <p>Item 1 VERIFICAR EN HORRINO DE CORTA EN POSICION CORRECTA.</p>  </div> <div style="width: 50%;"> <p>Item 1 VERIFICAR EN HORRINO DE CORTA EN POSICION CORRECTA.</p>  </div> </div> <p style="text-align: right;">000.0</p>

Tabla 7 Ayuda visual manual del check list

CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES

13. Conclusiones del Proyecto

Se realizó un nuevo check list, para la implementación del mantenimiento autónomo en el área de corte lineal Slitter, ya con mejoras para que les sea más fácil manejarlo siendo así más fácil encontrar los ITEM's a verificar, para garantizar el buen funcionamiento del equipo, logrando obtener en el equipo un incremento en su disponibilidad y a su vez adquirir mejor calidad para ofrecer a los clientes, incrementando la eficiencia del mismo para poder cumplir con las entregas en tiempo y forma.

Con la implementación del TPM se está logrando que los contratiempos no programados de mantenimiento disminuyan mes con mes, pues el equipo está alcanzando condiciones más favorables en el equipo por parte del personal operativo con el cumplimiento del mantenimiento autónomo, el conocimiento adquirido de los operadores ha ido incrementando para reportar fallas mayores que requieren tiempos más prolongados para su reparación.

El logro obtenido en que los equipos estén en óptimas condiciones y con un índice elevado de disponibilidad, nos ayuda a tener un máximo aprovechamiento del mismo, ya que cuando sea requerido para funcionar y obtener una mejor producción podrá ser utilizado de una manera segura y confiable para el operador.

Mejorar al personal, que esté altamente capacitado en el ámbito del TPM de carácter autónomo, teniendo un nuevo enfoque que no solo sea el mantenimiento llevado a cabo por un solo departamento, sino que todos contribuyamos para lograrlo ya todos somos parte importante de la empresa.

CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS

14. Competencias desarrolladas y/o aplicadas.

1. Apliqué métodos de investigación para desarrollar el modelo de TPM de carácter autónomo.
2. Diseñé un sistema de mantenimiento, con base en las necesidades de la organización de mantener en óptimas condiciones los equipos de la empresa.
3. Apliqué métodos de investigación para obtener el mejor método de mantenimiento requerido para la problemática que se generaba en la línea de corte Slitter.
4. Implementé métodos de ingeniería para la solución de problemas vistas en el programa de estudios de la carrera.
5. Desarrollé habilidades de mantenimiento en el equipo y en tareas dentro del área de corte Slitter.
6. Apliqué métodos, habilidades y herramientas de mantenimiento para la solución de problemas con un razonamiento estratégico.
7. Desarrollé y ejecuté un programa de mantenimiento autónomo para conservar en condiciones óptimas los equipos.
8. Conocí la importancia del mantenimiento en los equipos y para preservarlos y que tengan un índice de disponibilidad.
9. Capacité al personal en el ámbito del TPM.
10. Actualicé formatos para el check list de equipo de área de corte Slitter.
11. Apliqué métodos cuantitativos y cualitativos en el análisis e interpretación de datos a través de graficas comparativas.

CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN

15. Fuentes de información

- Deming, W. E., & Juran, D. (s.f.). *escuelaraggio.edu.ar*. (H. Gutiérrez Pulido, Editor) Obtenido de [escuelaraggio.edu.ar](http://www.escuelaraggio.edu.ar):
<http://www.escuelaraggio.edu.ar/pagina%20web/pagina%20de%20practicos/TPS/Actividades%20Construcciones/5/3-Gestion%20de%20los%20Procesos%20Productivos/TP%209.pdf>
- Gómez Santos, C. (2001). *Mantenimiento Productivo Total una Visión Global*. Las Canarias, España: Lulu Press, Inc.
- Leal, J. (2007). *monografias*. Obtenido de monografias: <https://www.monografias.com/trabajos-pdf5/disenio-programa-mantenimiento-productivo-linea-paletera/disenio-programa-mantenimiento-productivo-linea-paletera>
- Lefcovich, M. (2009). *elibro.net*. Santa Fe, Argentina: El Cid Editor. Obtenido de elibro.net:
<https://elibro.net/es/ereader/parteaga/28220>
- Novoa Evaristo, J. A. (2015). *Repositorio de la Universidad de César Vallejo*. Obtenido de Repositorio de la Universidad de César Vallejo:
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/2866>
- Pareto, V. (1948). *curso.ihmc.us/rid*. Obtenido de curso.ihmc.us/rid:
<https://curso.ihmc.us/rid=1KHL10SPR-1S0VNB2-18MG/pareto.pdf>
- Porras Guzmán, C. A. (2012). *bitstream*. Obtenido de [bitstream](http://209.45.55.171/bitstream/handle/20.500.12952/4082/PORRAS%20GUZM%c3%81N_MAESTRIA_2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y):
http://209.45.55.171/bitstream/handle/20.500.12952/4082/PORRAS%20GUZM%c3%81N_MAESTRIA_2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Rojas, A. (2009). *scholar.google.es*. Obtenido de [cloudfront.net](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/62425347/HERRAMIENTAS_DE_CALIDAD20200320-96683-1iwjtyp-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1667622167&Signature=CF~JGHDyu4yRaEtQz4FFFRY1PetM0nrA99vuMkK7eUrZigciEOPQr1DtB1~lysgrqy6afaoUc7SftE7agP~itrKCVIHxcVuREEDxkiOSAGpAVa):
https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/62425347/HERRAMIENTAS_DE_CALIDAD20200320-96683-1iwjtyp-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1667622167&Signature=CF~JGHDyu4yRaEtQz4FFFRY1PetM0nrA99vuMkK7eUrZigciEOPQr1DtB1~lysgrqy6afaoUc7SftE7agP~itrKCVIHxcVuREEDxkiOSAGpAVa
- Salazar López, B. (2019). *Ingeniería Industrial online*. Obtenido de [Ingeniería Industrial online](https://www.ingenieriaindustrialonline.com/lean-manufacturing/mantenimiento-productivo-total-tpm/):
<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/lean-manufacturing/mantenimiento-productivo-total-tpm/>
- Sexton, M. (2021). *reliabilityweb*. Obtenido de [reliabilityweb](https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/costos-y-beneficios-de-implementacion-de-tpm):
<https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/costos-y-beneficios-de-implementacion-de-tpm>

CAPÍTULO 9: ANEXOS

16. Anexos

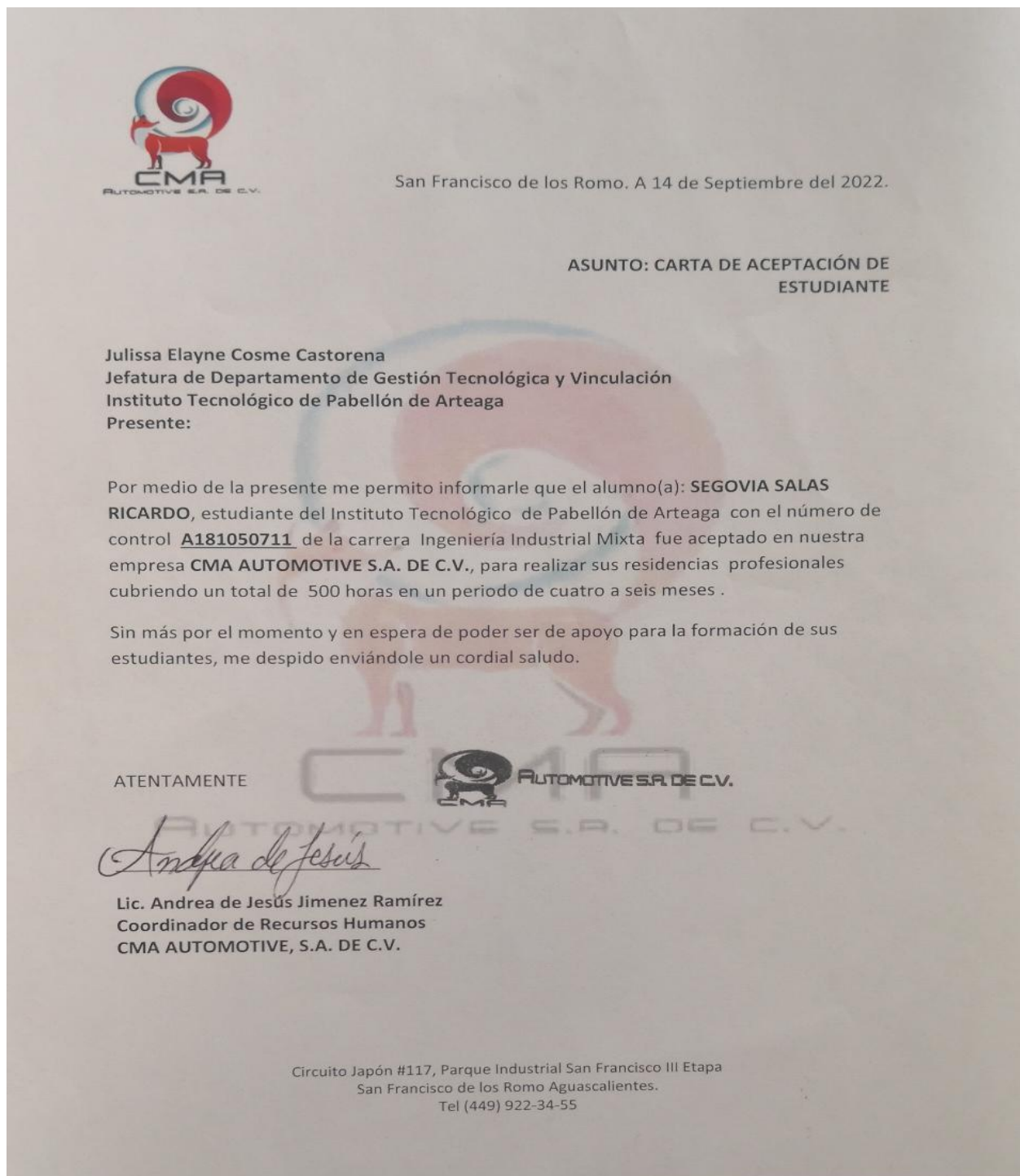


Ilustración 20 Carta de presentación



CMA AUTOMOTIVE S.A. DE C.V.
PLANTA AGUASCALIENTES

CARTA DE TERMINACIÓN DE RESIDENCIA PROFESIONAL

San Francisco de los Romo, Ags. a 05/12/2022

Dr. ERNESTO OLVERA GONZÁLEZ
DIRECTOR DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE PABELLÓN DE ARTEAGA

Att.: Mtra. Julissa Elayne Cosme Castorena
Jefa del departamento de gestión tecnológica y vinculación.

PRESENTE

A través de la presente me permito informarle a usted que Ricardo Segovia Salas con número de control A181050711 de la carrera de INGENIERÍA INDUSTRIAL MIXTA, realizó su Residencia Profesional desarrollando el proyecto "Incrementar la Eficiencia en la Línea de Corte Slitter" en el periodo comprendido a partir del 14 de septiembre del 2022 al 05 de diciembre del 2022, en un horario de 8:30 hrs a 17:30 hrs, cubriendo satisfactoriamente un total de más de 500 horas. En el departamento de Slitter de lunes a viernes y teniendo un asesor empresarial, quien se encargó de supervisar y evaluar sus reportes y actividades.

Se extiende la presente para los fines que al interesado convengan, sin otro particular, aprovecho la oportunidad para enviarte un cordial saludo.

ATENTAMENTE



AUTOMOTIVE S.A. DE C.V.

Andrea Jiménez

Lic. Andrea de Jesús Jiménez Rmz.
Coordinador de Recursos Humanos

AUTOMOTIVE S.A. DE C.V.

Circuito Japón 117, Parque Industrial San Francisco III Etapa, San Francisco de los Romo,
Aguascalientes, México. CP 20304 Teléfono 55 3300 0500

Escaneado con CamScanner

Ilustración 21 Carta de liberación