



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Implementación de la metodología
de mantenimiento total productivo
(mantenimiento autónomo) en el
área de pinturas en una empresa
constructora de carrocerías**

INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES

Que para obtener el título de

Ingeniero Industrial

P R E S E N T A

Kevin Sánchez Hernández

ASESORA DE INFORME

Dra. Susana Casy Téllez Ballesteros



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2025

índice

1. Introducción	2
2. Objetivos	6
2.1. Objetivo general.....	6
2.2. Objetivos particulares	6
3. Descripción de la empresa y puesto.....	7
3.1. Acerca de la empresa	7
3.2. Misión de la Empresa	8
3.3. Visión de la empresa	8
3.4. Política de calidad	8
3.5. Descripción de puesto.....	9
4. Antecedentes	10
5. Definición del problema y condiciones actuales ...	12
6. Metodología	16
7. Resultados	19
8. Conclusiones.....	26
9. Bibliografía.....	28
10. Anexos	29

1. Introducción

Anteriormente con la llegada de automatización en la industria la maquinaria y los procesos estaban en constante funcionamiento hasta que presentaban una avería o alguna pieza se rompía, hasta en ese momento entraba el mantenimiento conocido como mantenimiento de rupturas, esto fueron los antecedentes de TPM en la industria japonesa en la década de los 50's. Posteriormente se siguió con la búsqueda de mejorar esta herramienta y fue hasta 1968 donde JJ Wilkinson, un consultor de management, propuso que las fábricas deberían de reducir costos de mantenimiento y aumentar la productividad, después de la implementación de TPM en empresas asiáticas se expandió hacia el continente americano.

La clave fundamental del TPM es que cualquier equipo, máquina o herramienta de producción se encuentre siempre preparada para ser utilizada en las mejores condiciones para su uso, contando con maquinaria fiable y sin riesgo de averías.

Para ello, se requiere que los trabajadores se involucren en el mantenimiento del entorno de su área de trabajo, realizando inspecciones periódicas de cualquier máquina o equipo utilizado en el puesto individual.

El mantenimiento total productivo (TPM) es una metodología eficaz para asegurar el cuidado básico de las herramientas y equipo de trabajo, uno de sus objetivos es el poder detectar averías a tiempo (es decir detección temprana), esto con el fin de obtener un aumento en la productividad y a su vez la satisfacción de los empleados al realizar su trabajo.

El TPM tiene como una de sus bases la aplicación del mantenimiento proactivo para establecer actividades básicas de limpieza y seguridad que el equipo y herramientas a cargo del operador. Su implementación garantiza un aumento en los estándares de calidad en los productos manufacturados y en la rentabilidad de la empresa, además de que otorga una mejor posición en el mercado.

La estructura del TPM está conformada por 8 pilares en los que se basa su filosofía y tiene como cimiento la filosofía de las 5's.

- **Mantenimiento autónomo o jishu hazen:** El operador debe tener los conocimientos para operar su equipo o máquina, hace hincapié en la aplicación de las cinco "s", además los operarios son los que llevan a cabo el mantenimiento autónomo o de primer nivel.
- **Mejoras enfocadas o kabetsu kaisen:** Actividades con el objetivo de maximizar la efectividad de equipos, procesos y plantas.
- **Mantenimiento planificado o progresivo:** Elimina problemas de las máquinas con la generación de un programa de mantenimiento, donde se llevan a cabo acciones de mejoras, prevención y predicción.
- **Mantenimiento de calidad o hinshitsu hazen:** Mejora la calidad del producto a través del control de las condiciones y componentes que lo impactan, reduciendo la variabilidad y previniendo defectos.
- **Prevención de mantenimiento (reingeniería):** Mejoras durante la fase de diseño, construcción y puesta para reducir las causas de averías.
- **TPM en áreas administrativas:** Mantenimiento enfocado en los departamentos administrativos y de soporte con el objetivo de obtener una producción eficiente, menores costos y alta calidad.
- **Educación, entrenamiento y desarrollo de habilidades de operación:** Es la correcta forma de interpretar y actuar con lo establecido para el funcionamiento de los procesos.
- **Gestión de seguridad, salud y medio ambiente:** tiene el objetivo de crear un sistema de gestión integral de seguridad empleando las metodologías de las mejoras enfocadas y mantenimiento autónomo.

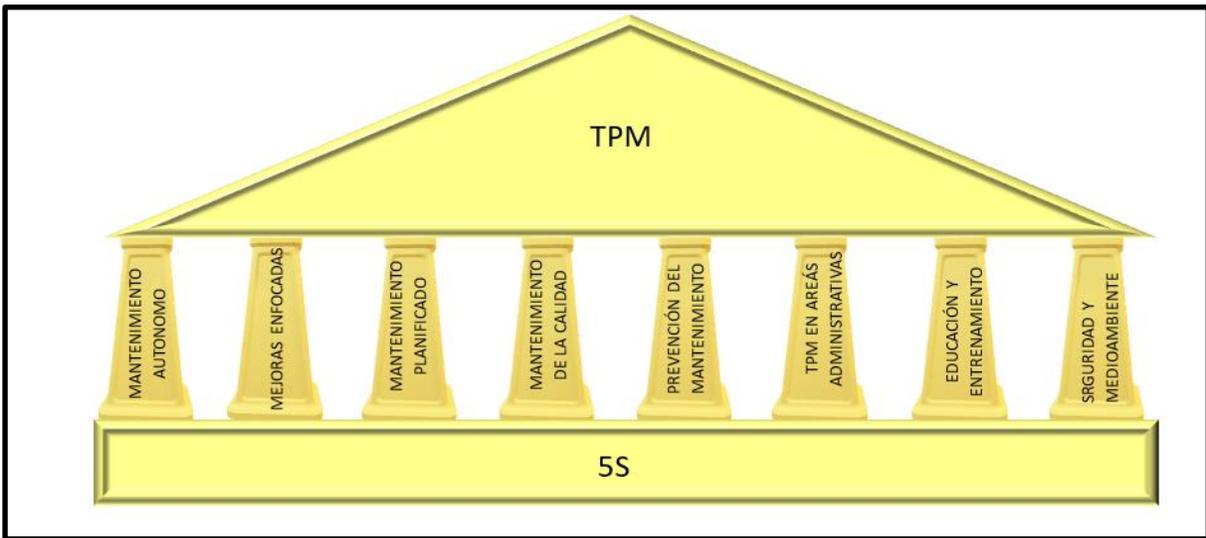


Imagen 1. Pilares del Mantenimiento total Productivo (TPM)

Dentro del alcance de este trabajo, se aplica sólo el primer pilar del TPM, porque es el que mejor se adecua en el proceso de donde la empresa requiere mejorar más urgentemente, ya que las pérdidas monetarias son mayores. Se espera después de la implementación del primer pilar (mantenimiento autónomo) y obteniendo los resultados deseados se puedan aplicar los siguientes pilares para dar una mejora de los procesos de las diferentes áreas en la empresa.

Constructora de carrocerías es una empresa dedicada a la venta de cajas secas, grúas, contenedores, compactadores y transformación de carrocerías. Se fabrican productos bajo estrictas normas de control de calidad. Este trabajo pretende la implementación del TPM enfocando en el mantenimiento autónomo en la empresa enfocado en el proceso de área de pinturas, que es el proceso en donde se encuentran más defectos y donde se realizan más retrabajos causando grandes pérdidas para la empresa. La implementación del TPM se hará sobre las pistolas de pintura debido a que es la fuente de la variación de espesores y las causantes de la mala calidad en los acabados de pintura en las carrocerías y retrabajos sobre las mismas.

Se realizó un estudio de la prueba de espesores de las unidades en el área de calidad a raíz de un rechazo por la compañía de CFE (comisión federal de electricidad) donde hubo que retrabajar las unidades rechazadas. Se propuso hacer un mantenimiento autónomo de la herramienta y maquinaria que involucran el área de pintura para evitar rechazos futuros. Además, en el 2023 se elaboró un estudio de los retrabajos de enero a octubre donde dio como resultado que el área de pintura tiene 28.67% de los trabajos de la empresa y es la segunda área de los costos más altos por los retrabajos.

Otro motivo para escoger el área de pinturas es que el proceso ya se encuentra definido y no en subprocesos como en otras áreas, por lo que se puede implementar el TPM fácilmente a través de la implementación de manuales de usuario, checklist y ayudas visuales para tener un correcto mantenimiento de los equipos de trabajo, de esta forma se pretende reducir, con el mantenimiento autónomo, los defectos de pintura causantes por la falta de mantenimiento de los equipos.

Los de efectos del area de pintura por las pistolas son los siguientes:

- Espesor erróneo.
- Acabado con aspecto de piel de naranja.
- Ojo de pescado.
- Falta de pintura.
- Escurrimiento de pintura.
- Problemas en la adherencia.
- Briseado.
- Cambio de tonalidad en los colores y reducción del brillo.
- Arrugamiento.
- Cráteres.
- Burbujas.
- Pulverizado de pintura.
- Baja cobertura de pintura.
- Descuelgues de pintura.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Implementar la metodología TPM (mantenimiento autónomo) para reducir los defectos que actualmente se producen con gran frecuencia en la empresa de carrocerías para mejorar los procesos del área de pinturas y evitar retrabajos a través del mantenimiento y limpieza de los equipos de trabajo, involucrando de manera adecuada a los operarios en el mantenimiento de sus equipos de trabajo.

2.2. Objetivos particulares

- Realización de manuales, ayudas visuales y checklist adecuados para poder llevar a cabo la implementación del TPM, enfocado en el mantenimiento autónomo.
- Formular propuestas de trabajo en las que se puedan utilizar los manuales, ayudas visuales y checklist planteados, con el fin de tener un mantenimiento autónomo.
- Implementación de las propuestas planteadas y seguimiento semanal con operarios y supervisores.
- Realización de un estudio económico comparativo de los costos de producción antes y después de la implementación del TMP (mantenimiento autónomo).

3. Descripción de la empresa y puesto

3.1. Acerca de la empresa

Constructora de carrocerías es una empresa líder en el mercado de carrocerías. Es la única empresa en este sector que cuenta con 5 unidades de negocios para satisfacer todas las necesidades de mercado, así como el capital humano con programas de entrenamiento continuo para mantener un equipo de trabajo robusto.

Las 5 unidades de negocio son las siguientes:

- Médica y salud: Se fabrican unidades como ambulancias de traslado, urgencias, unidades de terapia intensiva, unidades médicas móviles, dentales, etc.
- Militar y defensa: Se fabrican unidades como unidades blindadas para operaciones especiales, unidades tácticas, unidades para traslado de internos y unidades para traslado de personal.
- Seguridad y protección: Se fabrican unidades como cabinas blindadas, van blindadas y camiones de ruta.
- Hidráulica: Se fabrican unidades como unidades como compactador de basura, grúas para trabajo de altura y cajas de transferencia.
- Ingeniería y manufactura: Se fabrican unidades como refresqueras, cajas secas, semirremolques, cajas de volteo, mastografía y diagnóstico.

Algunos de los principales clientes que cuenta actualmente la empresa son el Gobierno de la ciudad de México, CFE (Comisión Federal de Electricidad), IMSS (Instituto Mexicano del Seguro Social), SEDENA (Secretaría de la Defensa Nacional), Grupo Financiero Banorte, Grupo Modelo, Jumex, La Costeña, Bonafont, Merik, ASECA, empresas privadas, entre otros.

3.2. Misión de la Empresa

“Llevar a cabo la transformación de unidades automotrices, ofreciendo a éstas servicio y accesorios, manufacturando unidades especializadas que satisfagan las necesidades del cliente.

Todo esto a través de la calidad, servicio a clientes y alta productividad, comprometiéndose con el bienestar de sus empleados.”

3.3. Visión de la empresa

“Ser el principal fabricante y exportador de carrocerías especiales, contenedores, remolques y oficinas móviles de México, teniendo la más alta participación en el mercado mexicano. Así como contar con la mejor calidad, tecnología y servicio dentro del mismo.”

3.4. Política de calidad

Incrementar la satisfacción del cliente por medio de la mejora continua de nuestro sistema de calidad y el cumplimiento de los beneficios acordados y requisitos aplicables a las unidades automotrices especializadas que manufacturamos, y a los servicios y accesorios que ofrecemos para estas.

3.5. Descripción de puesto

Auxiliar de manufactura/ becario de calidad

Me desarrollé en la empresa como becario en el área de calidad y actualmente me desempeño como Auxiliar de manufactura. Las principales funciones que he realizado son:

- Elaboración del programa de producción.
- Verificación y seguimiento del programa de producción.
- Cálculo y determinación de la capacidad de planta instalada para el plan de producción.
- Elaboración de indicadores del área y verificación de su cumplimiento.
- Pruebas fisicoquímicas y de funcionalidad de producto terminado.
- Mejora continua de las áreas de producción.
- Manejo de personal.
- Seguimientos de proyectos únicos de manufactura.
- Trabajo de en conjunto con las áreas materiales, ventas, calidad y producción para el cumplimiento de la producción.
- Lectura de planos.
- Toma de tiempos y movimientos.
- Elaboración de manuales para el usuario.
- Elaboración de check list.
- Elaboración de dossier.
- Inspección y liberación de producto terminado.
- Entrega de unidades a trasladistas.
- Actividades de metrología.
- Seguimiento y análisis de defectos.

4. Antecedentes

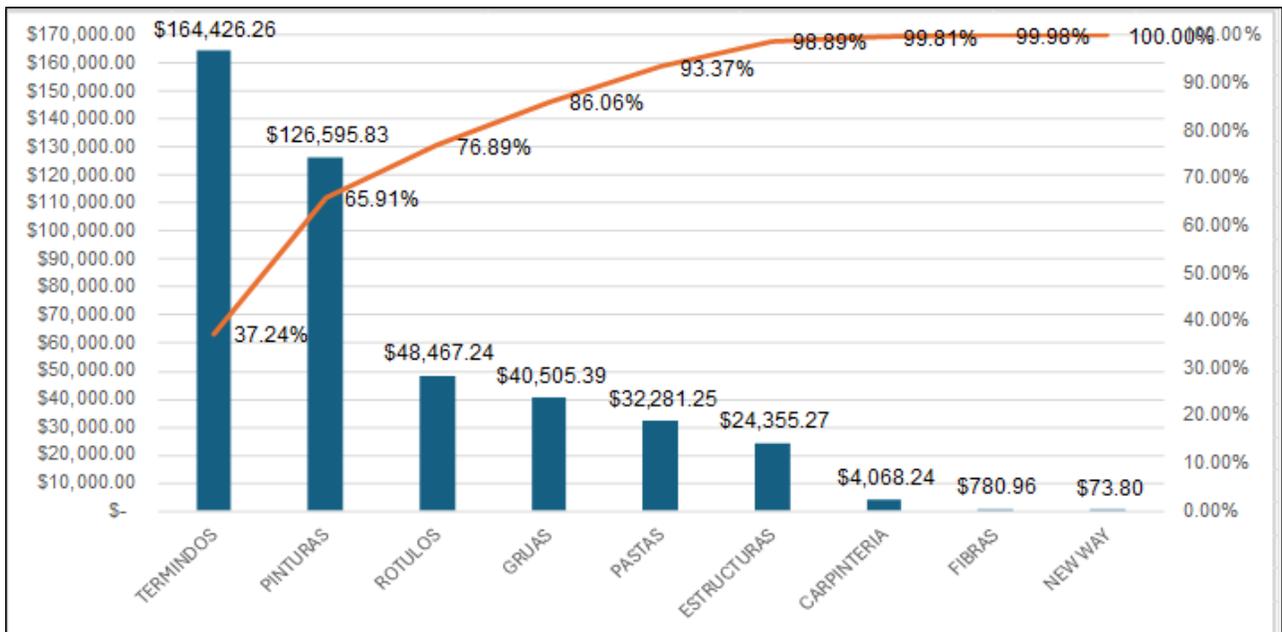
Se realizó un estudio de la prueba de espesores de las unidades en el área de calidad de la empresa a raíz de un rechazo por la compañía de CFE donde hubo que retrabajar las unidades rechazadas. Se propuso hacer un mantenimiento autónomo de la herramienta y maquinaria que involucran el área de pintura para evitar rechazos futuros. Además, en el 2023 se elaboró un estudio de los retrabajos de enero a octubre donde dio como resultado que el área de pintura tiene 28.67% (tabla 1) de los trabajos de la empresa y es la segunda área de los costos más altos por los retrabajos.

Otro motivo para escoger el área de pinturas es que el proceso ya se encuentra definido y no en subprocesos como en otras áreas, por lo que se puede implementar el TPM fácilmente a través de la implementación de manuales de usuario, checklist y ayudas visuales para tener un correcto mantenimiento de los equipos de trabajo, de esta forma se pretende reducir, con el mantenimiento autónomo, los defectos de pintura causantes por la falta de mantenimiento de los equipos.

AREAS	TOTAL DE COSTOS	%	ACUMULADO
TERMINDOS	\$ 164,426.26	37.24%	37.24%
PINTURAS	\$ 126,595.83	28.67%	65.91%
ROTULOS	\$ 48,467.24	10.98%	76.89%
GRUAS	\$ 40,505.39	9.17%	86.06%
PASTAS	\$ 32,281.25	7.31%	93.37%
ESTRUCTURAS	\$ 24,355.27	5.52%	98.89%
CARPINTERIA	\$ 4,068.24	0.92%	99.81%
FIBRAS	\$ 780.96	0.18%	99.98%
NEW WAY	\$ 73.80	0.02%	100.00%
Total	\$ 441,554.24	100.00%	

Tabla 1. Costos de los retrabajos de enero a octubre de 2023

Como se puede observar en la (tabla 1) el área que cuenta con más costos es el área de terminados, pero no se escoge esta área debido a que esta se divide en demasiados subprocesos por lo que implementar el TPM en esta área llevará a altos costos que sería contraproducente para el bajo presupuesto asignado por la empresa. La segunda área con altos costos es el área de pinturas (gráfica 1) en la cual se puede mejorar diversos procedimientos a través de la implementación del TPM (mantenimiento autónomo).



Gráfica 1. Costos de los retrabajos en la empresa de enero a octubre de 2023

Se encontraron las siguientes condiciones del área de pinturas en la empresa:

- No se cuenta con herramienta adecuada para la limpieza y mantenimiento de las pistolas de pintura.
- Mangueras rotas o cuarteadas.
- Falla en el manómetro y filtro.
- Falta de mantenimiento en compresores y accesorios.
- Fallos en red neumática que alimenta al proceso. Fallas en extractores.
- Mal manejo de contaminación de residuos de pintura y polvo. Retrasos en los procesos de pintura.

5. Definición del problema y condiciones actuales

Este trabajo pretende la implementación del TPM enfocando en el mantenimiento autónomo en la empresa, enfocado en el proceso de área de pinturas, que es el proceso en donde se encuentran más defectos y donde se realizan más retrabajos causando grandes pérdidas para la empresa. La implementación del TPM (mantenimiento autónomo) se realizó sobre las pistolas de pintura debido a que es la fuente de la variación de espesores y las causantes de la mala calidad en los acabados de pintura en la carrocería, así como los retrabajos sobre las mismas.

Se cuentan con diversos puntos de mejora en el proceso de área de pinturas, las cuales se dividen en las siguientes líneas donde se propicia la generación de defectos:

a) Las pistolas de pintura

Por falta de mantenimiento se adhiere e incrusta a las partes internas de la pistola ocasionando que se tape y generando fugas así ocasionando los defectos como:

- Espesor erróneo.
- Acabado con aspecto de piel de naranja u ojo de pescado.
- Escurrimiento de pintura. Problemas en la adherencia.
- Briseado.
- Cambio de tonalidad en los colores y reducción del brillo.
- Arrugamiento.
- Cráteres.
- Burbujas.
- Pulverizado de pintura.
- Baja cubrición de pintura.
- Descuelgues de pintura.

b) Las mangueras

Debido al uso constante de las mangueras con el tiempo empiezan a presentar defectos por el desgaste:

- Grietas por calor.
- Fracturas por ensambles incorrectos que resultan en fugas.
- Mala profundidad de inserción de la manguera.
- Averías en los ensambles.
- Desgarros o roturas.
- Grietas internas debido al aire seco o envejecido.
- Erosión de la manguera.
- Abrasión o fracturas por roce con otros objetos.

Al no estar en las mejores condiciones las mangueras afectan el paso de aire comprimido haciendo que la salida de la pintura en la pistola no sea uniforme generando defectos.

c) Sistema de filtrado-regulador-lubricador (FRL)

Este sistema es vital para tener un funcionamiento eficiente del sistema de aire. Si el sistema FRL no funciona correctamente se tendrá aire sucio, inestable y los componentes de la línea podrían fallar. Al no darle mantenimiento a esta unidad puede ocasionar:

- Fallas en el suministro de aire.
- Caídas de presión no deseadas e inestables.
- Falla en el filtrado de sólidos y líquidos.
- Producción de aire húmedo y sucio que afectará a toda la red neumática.
- El taponamiento de filtro ocasiona desgaste en el regulador y el lubricador.
- Fallas en la lubricación (falta o exceso de lubricante).
- Corrosión de válvulas y tuberías por presencia de agua.
- Desgaste indeseable por partículas abrasivas.
- Bloqueos en válvulas y otros pasos.

- Formación de corrosión.
- Degradación del aceite.

d) Red neumática

La instalación neumática presenta 2 problemas, primero en fallas del diseño y segundo en fallas por falta de mantenimiento.

- **Fallas por mal diseño:**
 - No cuenta con cuellos de ganso ni con instrumentos de separación de agua necesarios para evitar retorno de condensados.
 - No cuenta con ángulo de inclinación que es necesaria para purgar.
 - No cuenta con válvulas de aislamiento necesarias para el mantenimiento.
 - El acomodo dificulta maniobrar entre equipos y deja poco espacio para mantenimiento.
 - No se cuenta con decantadores y secadores en la red que eliminen la humedad en el aire comprimido.
- **Fallas por falta de mantenimiento:**
 - Fugas de aire en el sistema.
 - Fallas en el grupo acondicionador de la red neumática (fallas en el sistema FRL).

e) Compresores

En esta área los compresores trabajan con una baja eficiencia debido diversos problemas derivados de un mal mantenimiento, tales como:

- Calentamiento excesivo de los equipos.
- Mal diseño de la entrada de aire (cercana al suelo).
- La entrada de aire se encuentra obstruida.
- Acumulación de partículas sólidas de pintura cercanas a la entrada.
- Filtros y purgadores saturados por partículas de residuos.
- Si los compresores fallan se afecta la calidad del aire comprimido ocasionando efectos en los acabados de pintura (como acabado piel de naranja).

f) Sistema de extracción

Debido al mal diseño se tiene una baja eficiencia de la extracción de los polvos y partículas de pintura que se acumulan en el área de trabajo y en el aire, esto ocasiona:

- Adherencia de polvos y partículas a las superficies metálicas ocasionando defectos en el acabado de la pintura.
- Riesgo de trabajo al personal (daño en vías respiratorias y daño ocular).
- Saturación de partículas en la entrada del compresor que daña el equipo.

6. Metodología

Dentro de la metodología del mantenimiento total productivo existen diversas herramientas y métodos para asegurar el cumplimiento del primer pilar del TPM de mantenimiento autónomo, que es el que se pretende implementar en este trabajo. Dentro del mantenimiento autónomo se encuentra la inspección y limpieza de las herramientas de trabajo y/o maquinaria de forma regular por parte de los operarios, también se encuentra la lista de chequeo de mantenimiento autónomo o formulario de inspección diaria que es un formulario donde se especifican actividades a realizar, parámetros de rendimiento, posibles fallas, lo que facilita que los operarios no omitan ninguna tarea excepción y eviten el averío sus herramientas de trabajo, todo esto se puede ejemplificar con un checklist que enlista lo necesario para llevar cumplimiento diario del mantenimiento autónomo.

Además se debe establecer los estándares operativos y de mantenimiento que guíen a los operarios en las actividades diarias, estos estándares deben estar claramente documentados y ser accesibles para todo el personal, debe de incluirse estándares que mejoren la eficiencia del mantenimiento y que ayude a detectar cualquier desviación o error de los operarios, para ejemplificar los estándares necesarios para cumplir con la parte de mantenimiento autónomo se hace uso de manuales operativos que se encuentren al alcance de los operarios y supervisores con el fin de mejorar el uso de los equipos de trabajo.

Por otra parte, el entrenamiento y formación continua es otra herramienta importante del primer pilar del TPM la cual indica que los operarios deben adquirir experiencia. Es de vital importancia proporcionarles formación adicional para que puedan asumir tareas más complejas de mantenimiento. Para ello existen los programas de capacitación continua con la que se pretende darles a los operarios y supervisores el conocimiento necesario para llevar a cabo de forma adecuada el mantenimiento de sus equipos de trabajo.

La metodología utilizada del TPM (mantenimiento autónomo) se dividirá en 4 etapas.

- A. Preparación: Es la realización de los manuales, ayudas visuales y checklist para la implementación del TPM.
- B. Introducción: Será la capacitación para los operarios y al supervisor sobre llevar a cabo el TPM en los procesos de pintura.
- C. Implementación: Con propuestas de trabajo y la ayuda de los manuales, ayudas visuales y Checklist se plantean dos propuestas (A y B) que contarán con diferente herramienta para llevar a cabo el mantenimiento de nivel 1 y nivel 2.
- D. Estandarización: Seguimiento a través de un checklist semanal y opiniones de operadores para determinar el éxito de la mejora continua y el TPM.

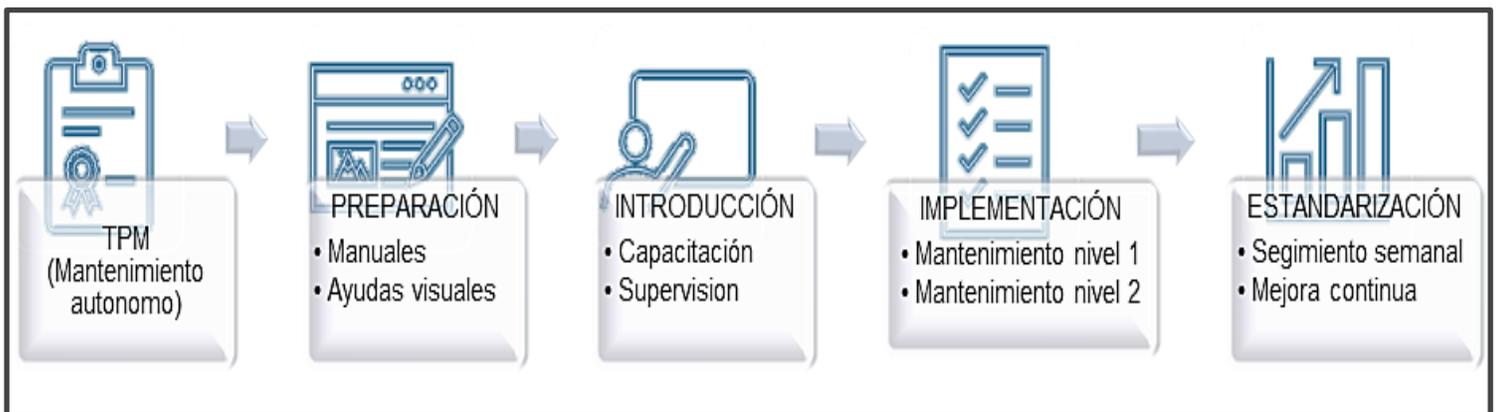


Diagrama 1. Desarrollo de la metodología de la implementación del TPM (mantenimiento autónomo)

A. Checklist (o lista de verificación) es una herramienta que consiste en una lista de elementos o tareas a ser verificadas, completadas o evaluadas de manera sistemática para asegurar que se cumplan ciertos requisitos o se realicen de acuerdo a un estándar. Se utiliza para garantizar que no se omita ningún paso, tarea o detalle importante en un proceso. La principal función del checklist es organizar y estructurar actividades para facilitar su ejecución, seguimiento y

control, asegurando que todas las etapas o condiciones necesarias se hayan cumplido.

Características clave de un Checklist:

1. **Estructura simple:** El checklist suele estar compuesto por un listado de elementos o acciones, cada uno con un espacio para marcar si ha sido completado o verificado.
 2. **Claridad:** Cada ítem debe ser claro, específico y fácil de seguir.
 3. **Facilidad de uso:** Debe ser fácil de consultar y actualizar, permitiendo a la persona encargada comprobar rápidamente si las tareas se han cumplido.
 4. **Seguimiento de procesos:** Es útil para garantizar que se siga un proceso de manera consistente, minimizando errores humanos.
- B.** Un **manual** es un documento que proporciona instrucciones o directrices detalladas sobre cómo realizar una tarea específica, utilizar un producto o comprender un sistema. Su propósito es ofrecer información clara y estructurada para facilitar la comprensión y el uso adecuado de un procedimiento, herramienta, software, o cualquier otro tipo de recurso.
- C.** La **ayuda visual** se refiere a los recursos visuales utilizados para complementar o mejorar la comunicación, el aprendizaje o la comprensión de información. Estas ayudas pueden incluir imágenes, gráficos, diagramas, esquemas, iconos, colores, tipografías y cualquier otro elemento visual que facilite la interpretación de un mensaje o proceso. Se utilizan ampliamente en diversos contextos, como la educación, la publicidad, el diseño gráfico, la ingeniería, la medicina, y el ámbito empresarial.

7. Resultados

Se aprobó solo una propuesta y es el mantenimiento autónomo de las pistolas de pintura, que es de las principales fuentes de los defectos que se tienen en las unidades. Como parte de las herramientas que harán que los trabajadores que utilizan las pistolas lleven diariamente un mantenimiento autónomo adecuado con el objetivo de reducir los defectos, se hizo e implementó un manual de uso, mantenimiento y limpieza de las pistolas de pinturas (anexo 1) con la finalidad de que se utilicen las herramientas adecuadamente. Se hizo además un checklist de limpieza de las pistolas de pintura (anexo 2), para responsabilizar a los usuarios del mantenimiento autónomo.

También se propuso e implementó una Gestión visual para la limpieza de las pinturas de dos niveles, el nivel 1 se debe hacer con cada cambio de pintura, primer, transparente, etc. y durante la jornada laboral (anexo 3), y el de nivel 2 que es únicamente al finalizar la jornada laboral (anexo 4), esto como herramienta de recordatorio de la limpieza diaria (que forma parte del TPM) que deben realizar los operarios.

Por otra parte, se plantearon dos propuestas de equipos de trabajo para realizar el mantenimiento proactivo de las pistolas de pintura con el fin de que la empresa seleccione la mejor opción de acuerdo a los materiales en almacén y al presupuesto que se le quiera asignar al mantenimiento proactivo del área.

Materiales	No.	Precio	Total
Mesa de trabajo	1	\$100	\$ 100
Recipiente	4	\$ 25	\$ 100
Escobillón	4	\$ -	\$ -
Llave	2	\$ -	\$ -
Cepillo kit	2	\$ 76	\$ 152
Solvente	6	\$ 85	\$ 510
Total			\$ 862



En almacén 3 hay 10 llaves y 10 escobillon de un solo tamaño.
El kit de cepillo son 3 cepillos.

Imagen 2. Propuesta A de equipo de trabajo para realizar el mantenimiento proactivo

Materiales	No.	Precio	Total
Mesa de trabajo	1	\$100	\$ 100
Recipiente	4	\$ 25	\$ 100
Escobillón kit	4	\$200	\$ 800
Llave	2	\$ -	\$ -
Cepillo kit	2	\$ 76	\$ 152
Solvente	6	\$ 85	\$ 510
Total			\$1,662



En almacén 3 hay 10 llaves.
 El kit de cepillo son 3 cepillos.
 El kit de escobillón son 10 escobillones de diferentes tamaños.

Imagen 3. Propuesta B de equipo de trabajo para realizar el mantenimiento proactivo

Con el fin de tener una idea de la viabilidad de la implementación del TMP (mantenimiento autónomo) para las pistolas de pintura se hizo una simulación de la implementación y se determinó que se podía llevar a cabo la implementación del TPM en el área de pinturas de la empresa de carrocerías.

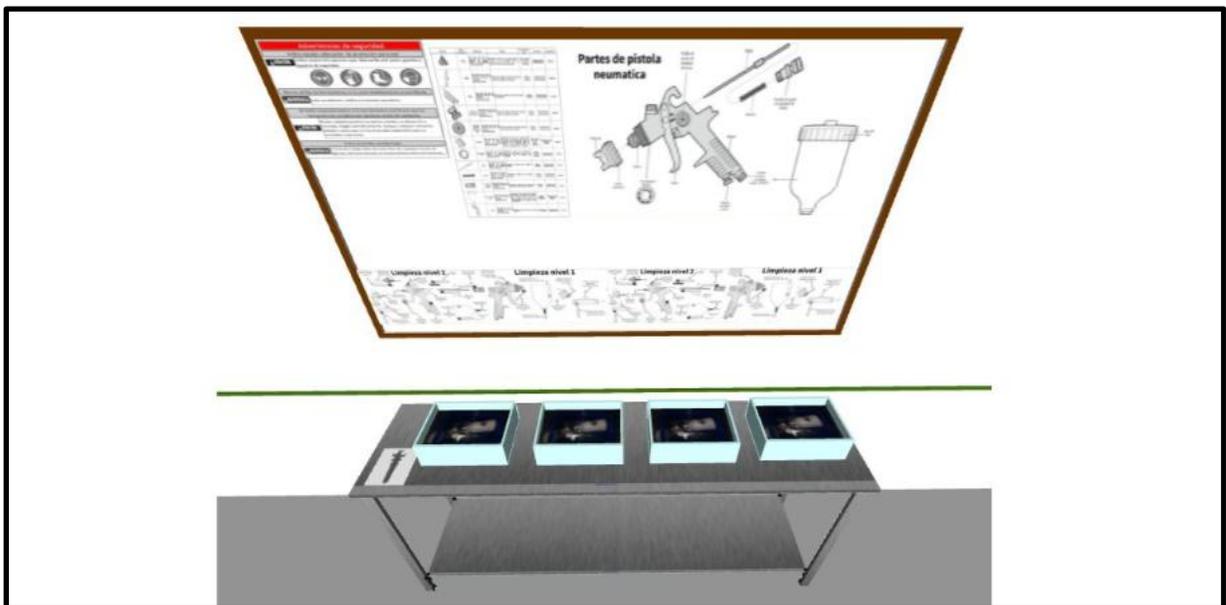


Imagen 4. Simulación de la mesa de trabajo y gestión visual para el mantenimiento autónomo de las pistolas de pintura

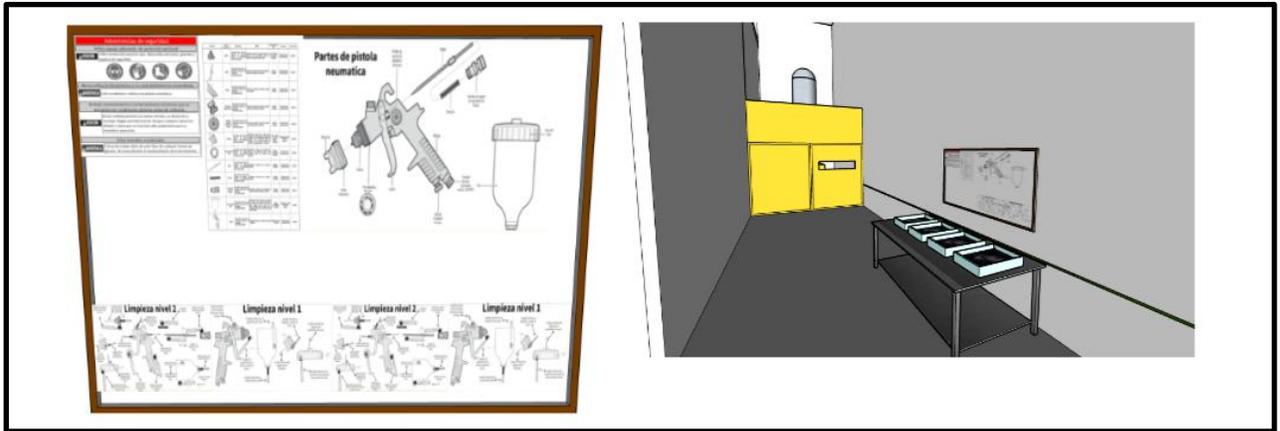


Imagen 5. Simulación de la gestión visual y el área de trabajo para el mantenimiento autónomo de las pistolas de pintura

Para la sección de mangueras se creó un manual de mantenimiento para las mangueras (anexo 5) que consiste en definir su lavado, secado y almacenamiento para que con su mantenimiento autónomo se encuentren en las mejores condiciones y no afecte el proceso de pintado, pero no se aprobó.

Para la sección del compresor se hizo un manual del método de limpieza y mantenimiento proactivo del compresor (anexo 6) y un Checklist (anexo 7) para verificar que se lleve a cabo el mantenimiento de manera correcta, con estas herramientas se pretende que a través del mantenimiento autónomo se aumente la eficiencia de la sección de los compresores y mejore el proceso que implica al aire comprimido que llega a las pistolas de pintura dando una disminución de los defectos por cuestiones de una mala dosificación del aire comprimido, pero no se aprobó.

Así mismo, del sistema de extracción se hizo un manual del método de limpieza y mantenimiento proactivo del extractor (anexo 8) y un Checklist (anexo 9) para verificar que se lleve a cabo el mantenimiento de manera correcta, con esto se pretende que con el mantenimiento autónomo para aumentar la eficiencia y disminuir las partículas acumuladas en el área, no se aprobó.

También para la zona compresores extractor se sugieren una serie de mejoras y cambios para aumentar la eficiencia, por ejemplo, el área de extracción se encuentra obstruido y se acumulan partículas por lo que se sugiere lo siguiente:

- Hacer 5s en la zona de la entrada y salida de los compresores.
- Quitar el techo de lámina ya que provoca la recirculación de aire caliente.
- Aumentar la altura de la salida del aire caliente.
- Buena recolección de partícula de polvo de los extractores.
- Un posible uso de un equipo ciclón para la extracción correcta de partículas y polvos de aire.

Situación actual del área de extracción de partículas (imagen 6)

- El sistema consiste en una base/cama de agua en donde se acumulan las partículas extraídas.
- Los polvos y virutas de pintura) las cuales no son solubles en el agua.
- El sistema se satura y no existe un proceso en donde se limpie.
- Las partículas saturadas se esparcen al ambiente cercano a la entrada del compresor

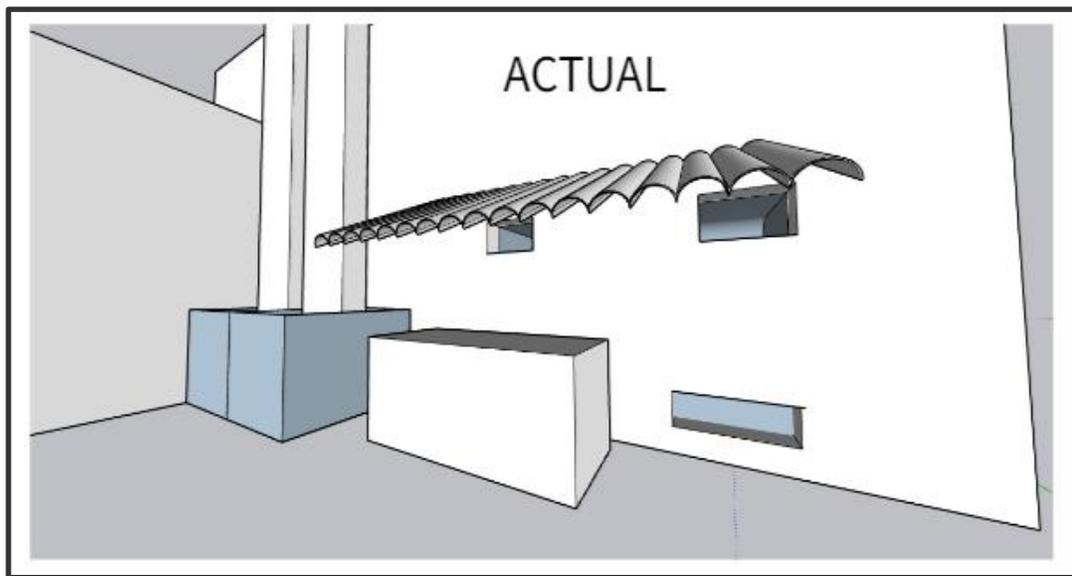


Imagen 6. situación actual del área de extracción de partículas y entrada de aire a compresores.

Con recomendación de la implementación de ciclón (imagen 7 y 8) se pretende tener:

- Eficiente recolección de partículas extraídas y separación de sólidos de gases.
- No necesita una constante limpieza o mantenimiento.
- Controla la contaminación del aire, la entrada del compresor no tendrá partículas provenientes del extractor.
- Se utiliza como tratamiento preventivo para la reducción parcial de contaminantes.

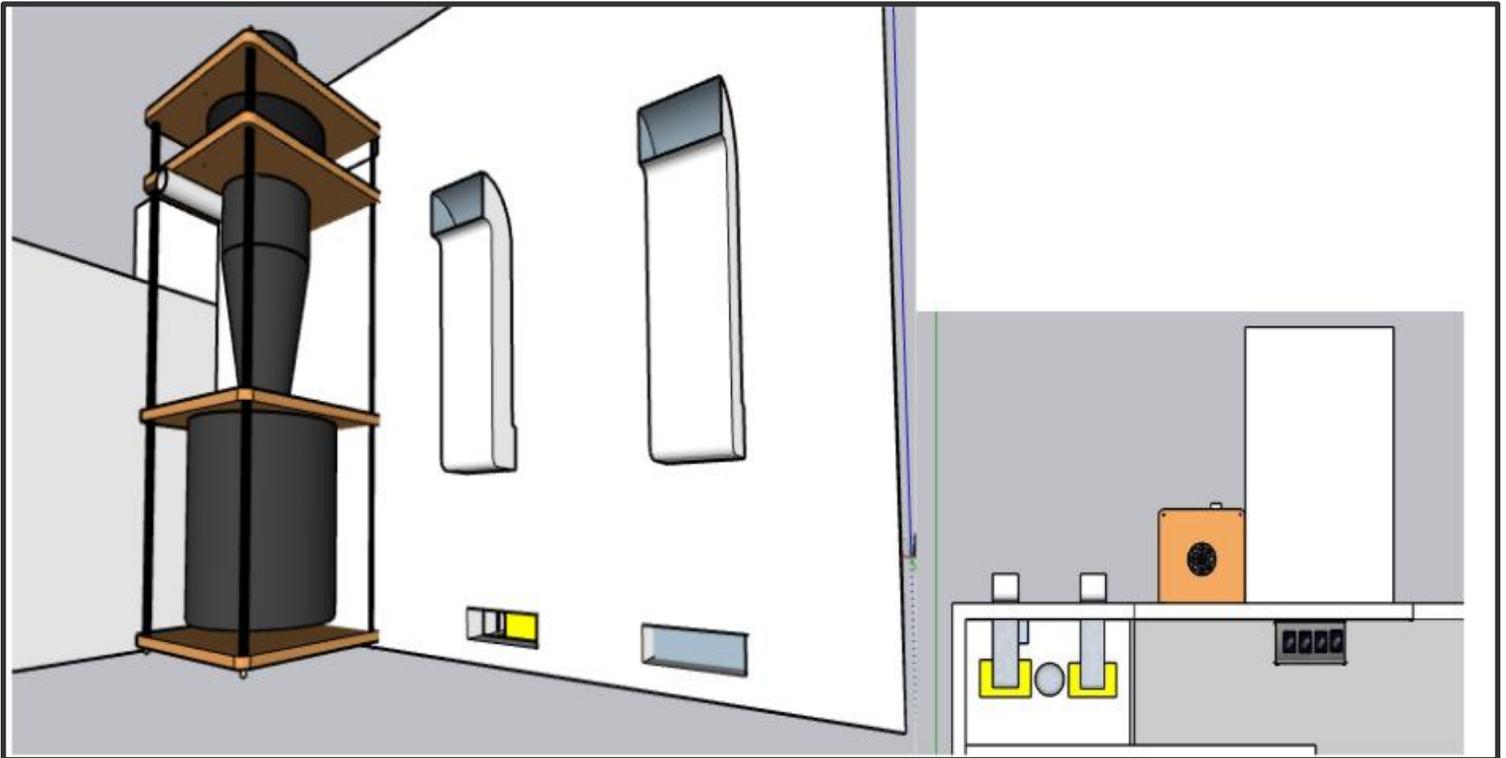


Imagen 7. Simulación de mejora del sistema de extracción y entrada de aire a compresores

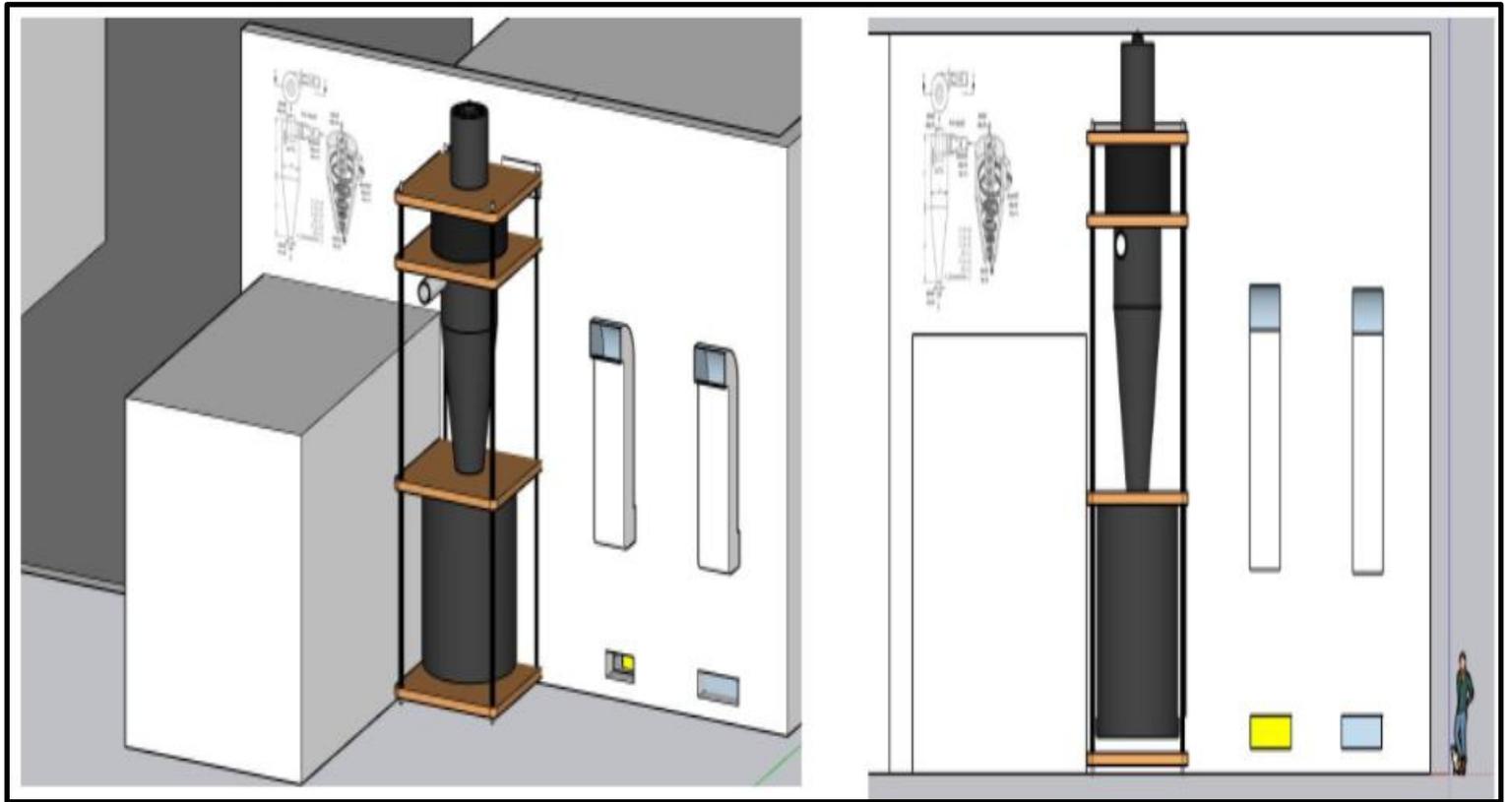
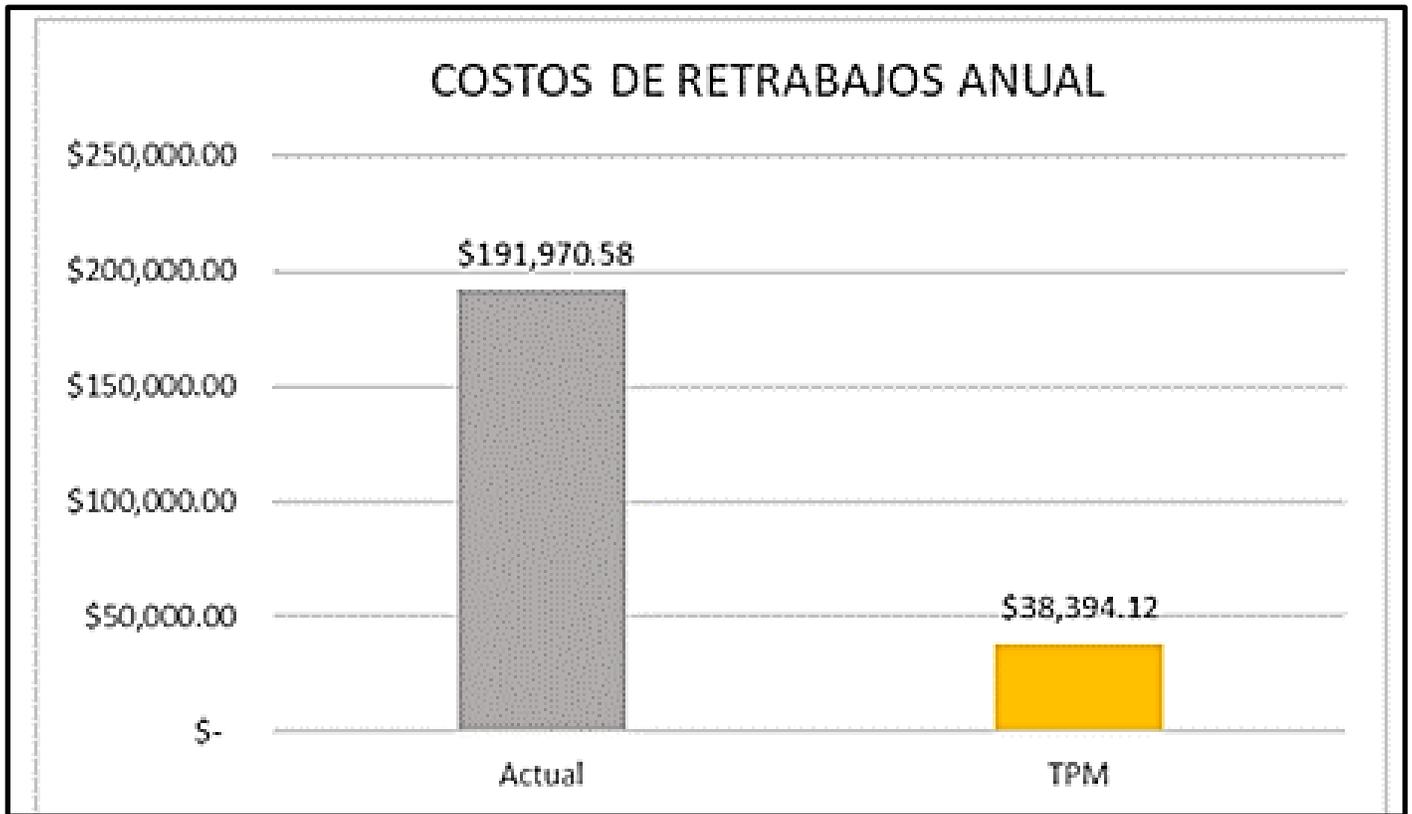


Imagen 8. Simulación de mejora del sistema de extracción y entrada de aire de compresores

Finalmente, con la implementación del TPM (mantenimiento autónomo) en las pistolas de pintura en el área de pinturas de la empresa de carrocería, a través de la capacitación a los operarios, la implementación de los manuales de limpieza, los checklist y las diversas gestiones visuales propuestas para la empresa, se redujo un 80% de número de defectos y se puede ahorrar la empresa \$12,798.03 de retrabajos mensuales (tabla 2). Además, anualmente se puede ahorrar \$153,576.46 pesos (gráfica 2).

Gastos mensuales (Actual)				Gastos mensuales (Con el TPM)			
Defecto	No. Defectos	Precio de retrabajo	Gasto	Defecto	No. Defectos	Precio de retrabajo	Gasto
Falta pintura	94	\$ 70.05	\$ 6,598.71	Falta pintura	19	\$ 70.05	\$ 1,319.74
Briseado	28	\$ 119.30	\$ 3,292.68	Briseado	6	\$ 119.30	\$ 658.54
Ecurridas	18	\$ 190.06	\$ 3,383.07	Ecurridas	4	\$ 190.06	\$ 676.61
Grumos	2	\$ 133.77	\$ 267.54	Grumos	0	\$ 133.77	\$ 53.51
Contaminación	5	\$ 53.31	\$ 266.55	Contaminación	1	\$ 53.31	\$ 53.31
Ojos de pescado	10	\$ 124.70	\$ 1,247.00	Ojos de pescado	2	\$ 124.70	\$ 249.40
Piel de naranja	15	\$ 62.80	\$ 942.00	Piel de naranja	3	\$ 62.80	\$ 188.40
Total	172		\$ 15,997.55	Total	34		\$ 3,199.51

Tabla 2. Comparación de gastos mensuales del área de pinturas (antes y después de la implementación del TPM) con ciclón integrado



Gráfica 2. Comparación de costos anuales de retrabajos del área de pinturas (antes y después de la implementación del TPM)

8. Conclusiones

La herramienta TPM es adecuada para solucionar problemas donde la causa raíz surja de la falta de prevención, defectos, accidentes y falta de participación de las personas. Como se puede observar en los anexos de este informe, se realizó la propuesta de manuales de mantenimiento de diversos equipos y máquinas en el área de pinturas de la empresa, así como ayudas visuales y checklist para el uso correcto del equipo de trabajo y su respectiva correcta limpieza que ayuda a preservar la vida útil del mismo.

Se obtuvo la aprobación de la propuesta de mantenimiento autónomo de las pistolas de pintura en la que se alcanzó el objetivo de tener un mantenimiento autónomo nivel 1 y 2 en el área de pinturas de la empresa, se implementó un checklist de limpieza de las pistolas de pinturas (anexo 2) y gestiones visuales de limpieza de pistolas de pintura de nivel 1 y 2 (anexo 3 y 4). Con esto se prevé la mejora de la calidad del proceso de pintura, ya que permite mantener las pistolas de pintura en condiciones óptimas, asegurando así un acabado de alta calidad y reduciendo los defectos en las piezas pintadas.

A través de la propuesta planteada (checklist) se tendrá seguimiento semanal de la implementación del TPM con los supervisores y los operarios para visualizar los resultados. Así mismo, cabe destacar que la implementación del TPM ofrece diversas mejoras en diferentes ámbitos dentro de la empresa como la reducción de tiempos de inactividad no planificados a través de un enfoque preventivo y predictivo en el mantenimiento se logran detectar y corregir problemas antes de que afecten la producción, lo que disminuye considerablemente los paros inesperados en las líneas de pintura. El TPM también aporta a una mayor eficiencia operativa, el mantenimiento autónomo y el entrenamiento de los operarios permite que tomen un rol activo en el cuidado y la optimización de los equipos, lo que mejora la productividad y reduce los costos operativos, además aumenta de la vida útil de los

equipos mediante el enfoque preventivo que promueve el TPM generando ahorros a largo plazo.

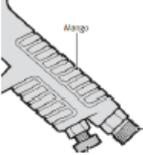
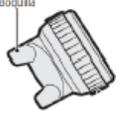
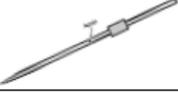
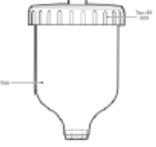
Por otra parte, también se realizó un estudio económico comparativo de los costos de producción antes y después de la implementación del mantenimiento autónomo, en el que dio como resultado la reducción del 80% de números de defectos en el área de pinturas y se ahorra en retrabajos \$12,798.03 pesos mexicanos mensualmente, es decir, \$153,576.46 pesos mexicanos anual, que se traduce en una gran ganancia para la empresa.

9. Bibliografía

- Bamber. G. J., O'Callaghan. J. (1999). Total Productive Maintenance: A Case Study from the Manufacturing Sector. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*. 5(4):343-360.
- Fernandez-Alvarez E. (2018). *Gestión de Mantenimiento: Lean Maintenance y TPM*. Tesis profesional. Universidad de Oviedo. Pp 21-27.
- Huaccha Cataño, Joselyn Iveth *Gestión de calidad en la fabricación de merchandising desde la experiencia de los microempresarios Lima, 2024*
- Hortiales- Rendon. M.A. (1997). *Implementación del mantenimiento total productivo*. Tesis Maestría. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Kwak. Y. H., Anbari. F. T. (2006). Total Productive Maintenance: An Overview and Case Study. *International Journal of Project Management*, 24(1), 13-22.
- Lopez-Arias. E. A. (2009). *El mantenimiento productivo total TPM y la importancia del recurso humano para su exitosa implementación*. Tesis profesional. Universidad Javeriana. Bogotá. Pp. 41-57.
- Mayer. E. (2013). *Mechanical seals*. Butterworth-Heinemann, Londres 3ra edición. Pp. 10-20.
- Morales-Cueto C. (1993). *El mantenimiento productivo total, una herramienta de la administración industrial para incrementar la productividad*. Tesis profesional. Universidad Nacional Autónoma de México. Pp. 44-59,68-76.
- Morales-Martínez M. E. (2023). *Manual de mantenimiento de elementos de neumáticos y electroneumáticos del laboratorio de automatización de la FIME Xalapa*. Tesis profesional. Universidad Veracruzana, México. Pp.10-17.
- Rojas-Rangel. M. F., Gonzáles-Casallas. O. F. (2011). *Implementación de los pilares TPM (Mantenimiento total productivo) de mejoras enfocadas y mantenimiento autónomo, en la planta de producción Ofixpres S.A.S*. Universidad Pontificia Bolivariana. consultado en: <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/1711?show=full>

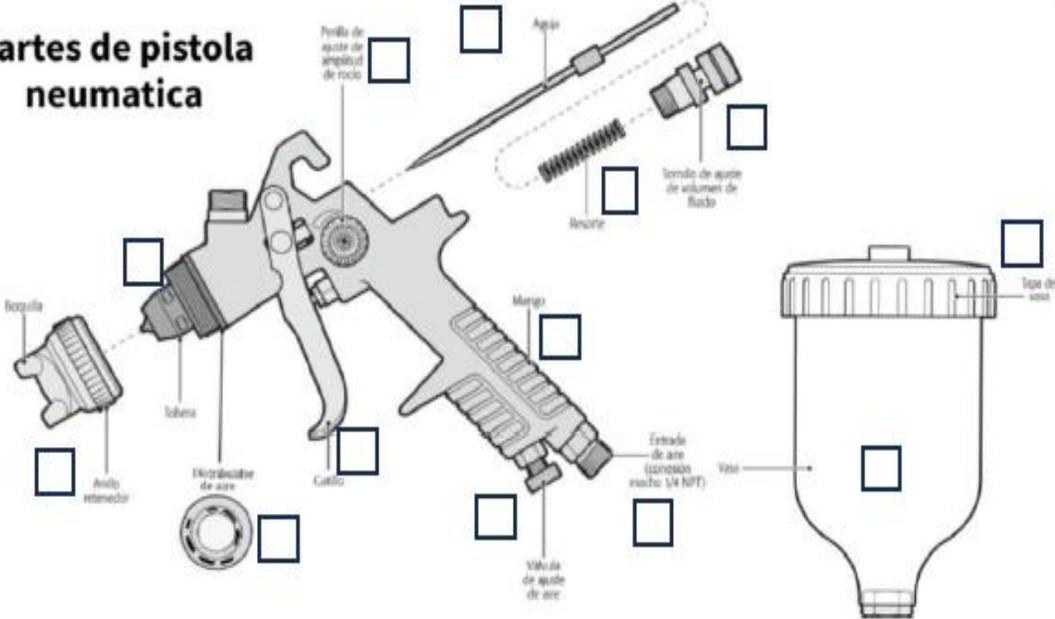
10. Anexos

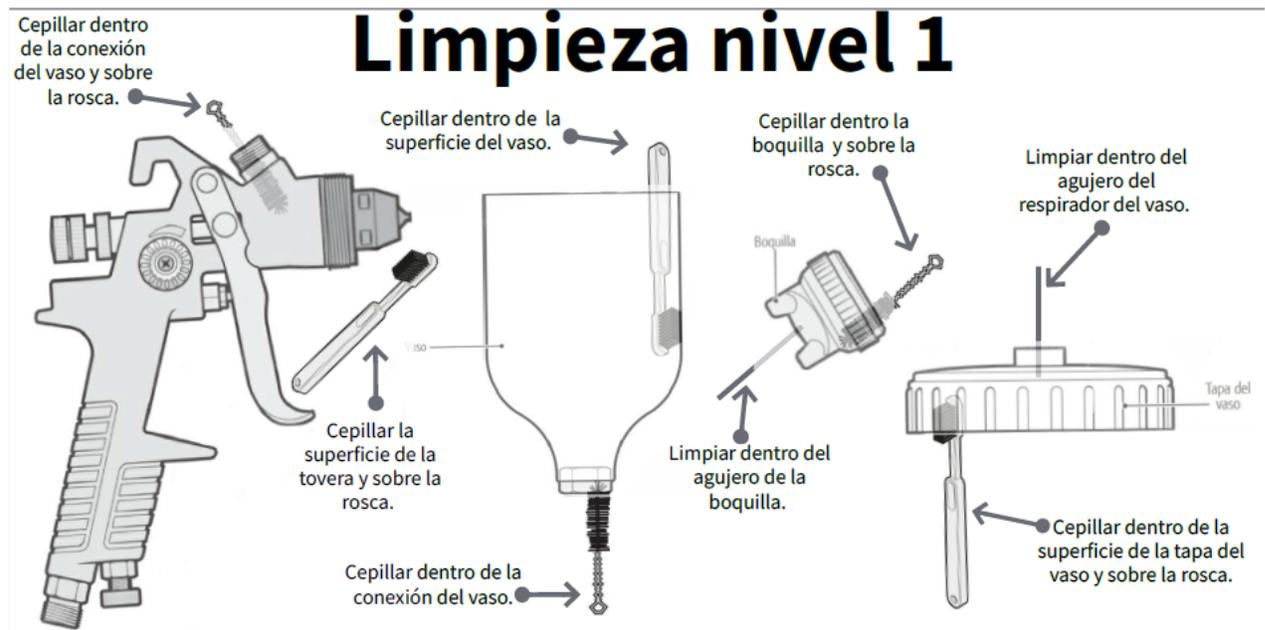
Anexo 1. Manual de uso de las pistolas de pinturas

Ubicación	Parte y descripción	Estandarizar	Método	Herramienta/Utensilio	Frecuencia	Responsable
	Tobera	Este debe estar libre de residuos de pintura, aceite y de partículas extrañas/suciedad	Desmontar, tallar con el cepillo entre la cuerda y con el escobillón tallar los orificios de la tobera con solvente	Llave, cepillo, escobillón y solventes	Al termino de la jornada laboral	Operario
	Gatillo	Este debe estar libre de residuos de pintura y de partículas extrañas/suciedad	Tallar con el cepillo entre las uniones y por todo el cuerpo con solvente	Cepillo y solvente	Al termino de la jornada laboral	Operario
	Mango	Este debe estar libre de residuos de pintura y de partículas extrañas/suciedad	Tallar con el cepillo por todo el cuerpo con solvente	Cepillo y solvente	Al termino de la jornada laboral	Operario
	Válvula de ajuste de aire	Este debe estar libre de residuos de pintura y de partículas extrañas/suciedad	Tallar con el cepillo por todo el cuerpo y entre las cuerdas con solvente	Cepillo y solvente	Al termino de la jornada laboral	Operario
	Perilla de ajuste de amplitud de rocío	Este debe estar libre de residuos de pintura y de partículas extrañas/suciedad	Tallar con el cepillo por todo el cuerpo y por atrás de ella con solvente	Cepillo y solvente	Al termino de la jornada laboral	Operario
	Boquilla	Este debe estar libre de residuos de pintura, aceite y de partículas extrañas/suciedad	Desmontar y tallar con el cepillo sobre el cuerpo y por debajo de la sobre las cuerdas, con el escobillón tallar los orificios y con la aguja destapar los orificios mas pequeños con solvente	Llave, cepillo, escobillón, aguja y solvente	Después de cada cambio de pintura	Operario
	Distribuidor de aire	Este debe estar libre de residuos de pintura, aceite y de partículas extrañas/suciedad	Desmontar y tallar con el cepillo por encima y por debajo de este, con el escobillón tallar los orificios con solvente	Cepillo, escobillón y solvente	Al termino de la jornada laboral	Operario
	Aguja	Este debe estar libre de residuos de pintura, aceite y de partículas extrañas/suciedad	Desmontar y limpiar con un cepillo y solvente.	Cepillo y solvente	Al termino de la jornada laboral	Operario
	Resorte	Este debe estar libre de residuos de pintura , aceite y de partículas extrañas/suciedad	Desmontar y limpiar con un cepillo y solvente.	Cepillo y solvente	Al termino de la jornada laboral	Operario
	Tornillo de ajuste de fluido	Este debe estar libre de residuos de pintura y de partículas extrañas/suciedad	Desmontar y limpiar con un cepillo en el cuerpo y entre las cuerdas y solvente	Cepillo y solvente	Al termino de la jornada laboral	Operario
	Vaso y tapa de vaso	Este debe estar libre de residuos de pintura y de partículas extrañas/suciedad	Desmontar el vaso y tallar con un cepillo por dentro y fuera de este, desmontar la tapa y tallar por dentro y por fuera de este , también por la rosca, con el escobillón tallar en el orificio de la tapa con solvente	Cepillo, escobillón y solvente	Después de cada cambio de pintura	Operario

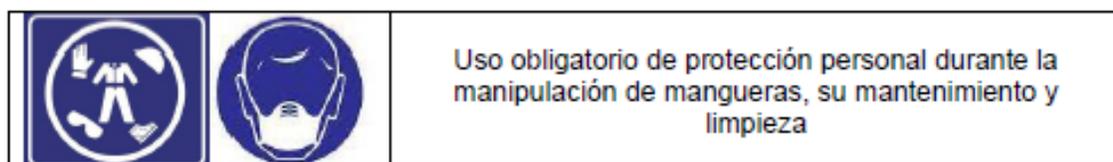
	Cuerpo	Este debe estar libre de residuos de pintura y de partículas extrañas/suciedad	Tallar para quitar los residuos de pintura completo	Cepillo, trapo y solvente	Al termino de la jornada laboral	Operario
---	--------	--	---	---------------------------	----------------------------------	----------

Anexo 2. checklist de limpieza de las pistolas de pintura

CHECK LIST DE LIMPIEZA	
Fecha _____	Numero de empleado _____
Marque con una <input checked="" type="checkbox"/> los recuadros si la parte se encuentra limpia sin residuos de pintura, grasa o suciedad en general y si es el caso contrario poner una <input checked="" type="checkbox"/>	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <h3>Partes de pistola neumatica</h3>  </div> <div style="width: 30%; text-align: right;"> <input type="checkbox"/> <small>Pinilla de ajuste de amplitud de rocío</small> <input type="checkbox"/> <small>Aguja</small> <input type="checkbox"/> <small>Resorte</small> <input type="checkbox"/> <small> Tornillo de ajuste de volumen de flujo</small> <input type="checkbox"/> <small>Boquilla</small> <input type="checkbox"/> <small>Botón</small> <input type="checkbox"/> <small>Manija</small> <input type="checkbox"/> <small>Entrada de aire (conector macho 1/4 NPT)</small> <input type="checkbox"/> <small>Valvula de ajuste de aire</small> <input type="checkbox"/> <small>Regulador de aire</small> <input type="checkbox"/> <small>Cuerpo</small> <input type="checkbox"/> <small>Tapa del vaso</small> </div> </div>	
<div style="border: 1px solid black; height: 150px; width: 100%; margin-bottom: 10px;">OBSERVACIONES</div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div style="width: 30%; text-align: center;"> _____ Firma del inspector </div> <div style="width: 30%; text-align: center;"> _____ Firma del supervisor </div> <div style="width: 30%; text-align: center;"> _____ Firma del operario </div> </div>	



Anexo 5. Manual de mantenimiento para las mangueras del sistema de pinturas



MANTENIMIENTO GENERAL

El buen mantenimiento general de las mangueras se divide en tres sistemas, el lavado, el secado y el almacenamiento.

Lavado:

- ✿ Retirar las acumulaciones de la suciedad, si es necesario usar cepillo o escobas.
- ✿ Si es necesario usar detergente, enjuagar bien con agua (evitar que queden restos de jabón).
- ✿ En caso de que la suciedad o residuos persistan sumergir las mangueras en agua tibia (aplica para mangueras elásticas).
- ✿ En caso de residuos de pintura que no se quiten por los métodos anteriores, puede usar un trapo húmedo con solvente y posteriormente lavar bien con jabón y agua.

Secado:

- ✿ Después del lavado, colgar las mangueras para su secado o colocarlas en una superficie plana e inclinada.
 - ✿ Si después de un tiempo aun no se secan se puede apoyar de un trapo seco
- ¡IMPORTANTE!: Deben estar en un lugar bien ventilado, sin exceso de calor ni a la luz del sol.

Almacenamiento:

- ✿ Se deben almacenar las mangueras enrollándolas en estantes adecuados.
- ✿ Deben guardarse en un lugar seco sin que esté caliente.

Recomendaciones:

- ✿ Identificar las mangueras para su mantenimiento.
- ✿ Usar herramientas adecuadas para transportar las mangueras.
- ✿ Al momento de usarlas evitar que tengan curvaturas o dobleces.
- ✿ Seguir el proceso de lavado, secado y almacenamiento una vez que se haya dejado de usar.
- ✿ Si los trabajos son al aire libre o bajo el sol por largos periodos de tiempo, es altamente recomendable usar un revestimiento térmico.

Anexo 6. Manual de mantenimiento y limpieza del Compresor

Seguridad y Responsabilidad

En los compresores de forma general se emplean los siguientes pictogramas de seguridad:

Señal	Significado
	Voltaje eléctrico. Riesgo de lesiones fatales al tocar componentes eléctricos energizados. <ul style="list-style-type: none">• Desconecte por completo del suministro eléctrico (todos los conductores), y apague el interruptor principal, aislándolo para evitar que sea encendido nuevamente.• Verifique que el equipo esté desenergizado.
	El equipo arranca automáticamente. Las piezas giratorias, el voltaje eléctrico y la presión del aire pueden ocasionar serias lesiones. <ul style="list-style-type: none">• Desconecte por completo del suministro eléctrico (todos los conductores), y apague el interruptor principal, aislándolo para evitar que sea encendido nuevamente.
	Piezas giratorias y correas de transmisión. Tocar las correas de transmisión o las aspas del ventilador mientras giran puede causar heridas graves. <ul style="list-style-type: none">• Nunca encienda el equipo sin la cubierta en su lugar.• Desconecte por completo del suministro eléctrico (todos los conductores), y apague el interruptor principal, aislándolo para evitar que sea encendido nuevamente.
	El aire comprimido puede ocasionar lesiones graves o letales. Inhalar aire comprimido puede ocasionar lesiones y/o intoxicación. <ul style="list-style-type: none">• ¡Nunca aspire aire comprimido sin tratar!
	Superficie caliente. La superficie caliente puede causar quemaduras. <ul style="list-style-type: none">• Deje enfriar/aclimatar el equipo.• Trabaje con prudencia.• Vista guantes y prendas de seguridad (no sintéticas como el poliéster).

Señal	Significado
	<p>La liberación del aire comprimido o de un resorte puede causar lesiones graves o letales.</p> <p>Aflojar o abrir un componente presurizado o activado por un resorte fuertemente comprimido puede ocasionar lesiones graves o letales.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nunca abra (desarme) las válvulas. • Contacte a su distribuidor autorizado de KAESER.
	<p>El aire comprimido puede ocasionar lesiones graves o letales.</p> <p>Aflojar o abrir un componente presurizado puede ocasionar lesiones graves o letales.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ventee todos los componentes y los encerramientos presurizados. • Asegúrese de que el equipo siga venteado. • Verifique que el equipo esté despresurizado.
	<p>El ruido y la neblina de aceite, despididos al abrir la válvula de alivio, representan un riesgo para la salud.</p> <p>Se pueden producir daños auditivos y quemaduras.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Use protectores para oídos y prendas de seguridad. • Cierre todas las puertas y los paneles de mantenimiento. • Trabaje con prudencia.
	<p>Peligro de incendio o choque eléctrico.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Si el interruptor se salta, se debe examinar los conductores del controlador, y cambiarlos si están dañados para reducir el riesgo de incendio o de choque eléctrico. • Para proteger el equipo de sobrecargas o de fallas en el polo a tierra, es preciso ajustar el interruptor como lo sugiere el fabricante, a fin de reducir el riesgo de incendio o de choque eléctrico.
	<p>Uso obligatorio de protección personal durante la manipulación del extractor, su mantenimiento y limpieza</p>
	<p>Uso obligatorio de cubrebocas para protección contra polvos (de pintura) durante la manipulación del extractor, su mantenimiento y limpieza</p>

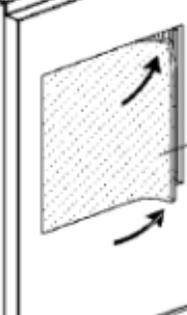
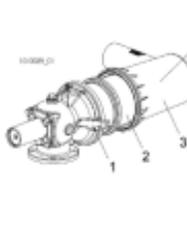
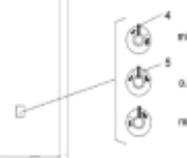
MÉTODO DE LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO PROACTIVO DE EXTRACTOR

PARTES DE UN COMPRESOR. (AS 20,25,30):



LIMPIEZA DEL EQUIPO

PARTE / PIEZA	ESTANDARIZAR	MÉTODO	HERRAMIENTA	FRECUENCIA	RESPONSABLE
① Botón de emergencia 	Limpio sin partículas de polvo o pintura.	Limpiar con trapo o cepillo.	Trapo, cepillo.	semanal	Operario

<p>② Manto filtrante de la entrada de aire</p>		<p>Limpio de polvo o polvo de pintura que obstruya la entrada de aire.</p>	<p>Sacuda suavemente el manto. Si es necesario, lave el manto con agua tibia y detergente casero.</p>	<p>Detergente, agua, recipiente.</p>	<p>semanal</p>	<p>Operario</p>
<p>③ Manto filtrante de la entrada de aire del sistema eléctrico.</p>		<p>Limpio de polvo o polvo de pintura que obstruya la entrada de aire.</p>	<p>Retire cuidadosamente la rejilla de ventilación y sacuda el manto. Si es necesario, lave el manto con agua tibia y detergente casero.</p>	<p>Detergente, agua, recipiente, desarmador.</p>	<p>semanal</p>	<p>Operario</p>
<p>④ Filtro de aire.</p>		<p>Limpio de polvo o polvo de pintura que obstruya la entrada de aire.</p>	<p>Suelte los ganchos sujetadores de la carcasa (1), retire la carcasa (3) y saque el elemento filtrante (2). Sacuda suavemente el filtro, limpie todas las piezas y las superficies sellantes.</p>	<p>Trapo, cepillo, agua.</p>	<p>semanal</p>	<p>Operario</p>
<p>⑤ Correas de Transmisión</p>		<p>El pin indicador (3) debe estar en el extremo superior de la ranura de desplazamiento.</p>	<p>Suelte la tuerca de seguridad (2). Gire la tuerca de seguridad (1) para ajustar la tensión del resorte hasta que el pin indicador (3) alcance el extremo inferior de la ranura de desplazamiento. Reajuste la tuerca de seguridad (2).</p>	<p>Llaves.</p>	<p>semanal</p>	<p>Operario</p>
<p>⑥ Nivel del aceite</p>		<p>La línea indicadora tiene que estar en la zona verde</p>	<p>Vaciar el aceite hasta que la línea este en el color verde.</p>	<p>Aceite, llaves.</p>	<p>Semanal</p>	<p>Operario</p>

MANTENIMIENTO GENERAL

Intervalo	Labores de mantenimiento
semanalmente	Verifique el nivel de aceite.
	Mantenimiento del manto filtrante.
Cada 500h	Mantenimiento de las correas de transmisión
Cada 1000h	Mantenimiento del intercambiador/postenfriador.
Máx. a las 3000 h	Mantenimiento del filtro de aire.
Máx. a las 3000 h al menos cada 3 años	Cambie el cartucho del separador de aceite.
Máx. a las 6000 h al menos cada año	Cambio del filtro de aceite
Máx. a las 12000 h al menos cada 3 años	Cambio de las correas de transmisión
variable (vea el capítulo 10.2.3)	Cambio del aceite refrigerativo
anualmente	Verifique que todas las conexiones eléctricas estén bien ajustadas.
	Revise la válvula de alivio/seguridad.
	Haga revisar la función de apagado por sobrecalentamiento al agente de servicio KAESER.
	Verifique que el intercambiador/postenfriador no presente fugas.

LUBRICANTES KAESER			
LUBRI- CANTE SIGMA	DESCRIPCIÓN	FRECUENCIA MÁXIMA RECOMENDADA PARA CAMBIAR EL ACEITE*	
		Primer Cambio de Aceite	Cambio Posterior de Aceite
M –460	Lubricante Semisintético ISO 46	2000 horas	3000 horas
S–460	Lubricante Sintético ISO 46	6000 horas	8000 horas

LUBRICANTES ESPECIALES KAESER			
(Consulte el catálogo informativo para determinar la idoneidad del producto)			
LUBRI- CANTE SIGMA	DESCRIPCIÓN	FRECUENCIA MÁXIMA RECOMENDADA PARA CAMBIAR EL ACEITE*	
		Primer Cambio de Aceite	Cambio Posterior de Aceite
S–680	Lubricante Sintético ISO 68	6000 horas	8000 horas
FG–460	Aceite Sintético de Grado Alimen- ticio ISO 46	2000 horas	3000 horas

Anexo 7. Checklist del mantenimiento de compresores

CHECK LIST DE LIMPIEZA		
Fecha _____	Numero de empleado _____	
<p>VERIFICACIÓN DE LIMPIEZA:</p> <p>①, ②, ③, ④, ⑥, ⑦, ⑧, ⑨, ⑩ y ⑪: Verificar que se encuentren enciuentren limpias, libre de polvo, grasas, aceite u otras partículas extrañas.</p> <p>⑤: Verificar que se encuentre tensa, sin holguras sin desgastes y limpia, libre de polvo, grasas, aceite u otras partículas extrañas.</p> <p>⑨: Verificar que tenga una correcta lubricación con el aceite necesario y limpia, libre de polvo, grasas, aceite u otras partículas extrañas.</p> <p>Marque con una ✓ los recuadros que si cumplen con su verificación de limpieza correspondiente, en el caso contrario poner una ✗</p>		
	<div style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 30px; display: inline-block; margin-bottom: 5px;"></div> 4 <div style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 30px; display: inline-block; margin-left: 10px;"></div>	
<div style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 30px; display: inline-block; margin-bottom: 5px;"></div> 5 <div style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 30px; display: inline-block; margin-left: 10px;"></div>	<div style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 30px; display: inline-block; margin-bottom: 5px;"></div> 6 <div style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 30px; display: inline-block; margin-left: 10px;"></div>	<div style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 30px; display: inline-block; margin-bottom: 5px;"></div> 1 <div style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 30px; display: inline-block; margin-left: 10px;"></div>
<p>OBSERVACIONES:</p>		
	<p>_____ Firma del inspector</p>	<p>_____ Firma del supervisor</p>
<p>_____ Firma del operario</p>		

Seguridad y Responsabilidad

Las reglas de seguridad en las operaciones de mantenimiento y limpieza del extractor han de tener en cuenta que:

- Las operaciones de mantenimiento, lubricación y/o limpieza deberá llevarlas a cabo sólo personal cualificado y experto, expresamente autorizado por la dirección técnica de la empresa, de acuerdo con las directivas y las normas de seguridad vigentes, utilizando las herramientas, equipos y productos idóneos para ello.
- Durante las operaciones de mantenimiento hay que utilizar la indumentaria adecuada, como monos de trabajo ajustados y calzado de seguridad, y debe evitarse el uso de prendas holgadas o con partes que sobresalgan.
- Durante las operaciones de mantenimiento del ventilador, se aconseja delimitarlo e identificarlo con carteles en los que figure el texto "EXTRACTOR EN MANTENIMIENTO"
- El personal debe ser calificado, evita que alguien que no tenga el conocimiento adecuado manipule el equipo.
- Utilizar todas las medidas de seguridad, usa arnés, guantes y demás.
- Siempre verificar que el equipo este apagado y usa una marcación para informar que no se debe encender hasta que tú lo indiques.

	ATENCIÓN: En caso de uso previo del extractor quitar la alimentación eléctrica a todo el sistema y comprobar que la rueda esté completamente detenida antes de intervenir en cualquier operación de mantenimiento
---	---

	ATENCIÓN: El traslado de partes que haya que desconectar o desmontar de la máquina deberá llevarse a cabo con medios de transporte y levantamiento adecuados.
---	---

	Generalmente no hacen falta equipos especiales ni específicos para el mantenimiento del extractor.
---	--

	Es necesario efectuar un mantenimiento del extractor total y sistemático para garantizar su correcto funcionamiento y como medida de seguridad para el operador.
---	--



La limpieza y el mantenimiento periódicos, juntamente con la lubricación, son indispensables para el correcto funcionamiento del extractor y para asegurar que tenga una larga vida útil.

La limpieza periódica del eje de transmisión evitar las vibraciones causadas por depósitos de polvo formados durante el funcionamiento del extractor.



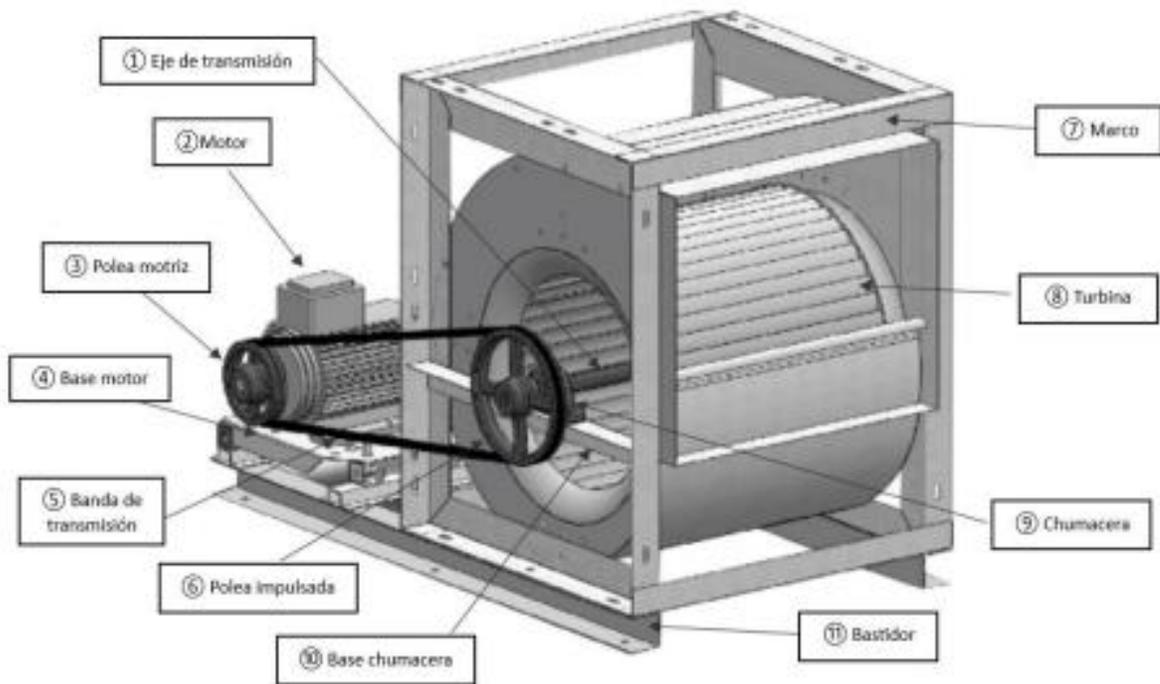
Cuando el Extractor esté destinado a transportar fluidos con contenido de polvo abrasivo, aun en pequeñas cantidades, o a transportes neumáticos, será preciso inspeccionar con regularidad el estado de limpieza y/o de desgaste de la rueda de álabes

Además en los extractores de forma general se emplean los siguientes pictogramas de seguridad:

SIMBOLO	SIGNIFICADO Y/O INDICACIONES
	Prohibida la lubricación y/o regulación de órganos en movimiento.
	Prohibido retirar los resguardos.
	Peligro por presencia de órganos en movimiento. El pictograma se aplica a los registros de inspección del extractor y sólo se podrán abrir después de la total detención de los órganos en movimiento
	Superficies calientes >60 °C. Peligro de quemadura. Superficies calientes y/o Emisión de fluidos calientes.
	Indica un peligro en general. Esta señal se coloca junto al tapón de descarga del líquido de condensación (si lo hay) para advertir de la posible existencia de sustancias peligrosas y/o a altas temperaturas.

MÉTODO DE LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO PROACTIVO DE EXTRACTOR

PARTES DE UN EXTRACTOR (MODELO SIMILAR):



LIMPIEZA DEL EQUIPO

PARTE / PIEZA	ESTANDARIZAR	MÉTODO	HERRAMIENTA	FRECUENCIA	RESPONSABLE
① Eje de transmisión	Sin residuos de polvo de pintura.	Tallar con un Cepillo y limpiar con un trapo.	Cepillo, Trapos.	Semanal	Operario
② Motor	Sin residuos de polvo de pintura, grasa o aceite.	Tallar con un cepillo y limpiar con un trapo.	Cepillo, Trapos.	Semanal	Operario
③ Polea motriz	Sin residuos de polvo de pintura, grasa o aceite.	Tallar con un cepillo y limpiar con un trapo.	Cepillo, Trapos.	Semanal	Operario
④ Base motor	Sin residuos de polvo de pintura, grasa o aceite.	Tallar con un cepillo y limpiar con un trapo.	Cepillo, Trapos.	Semanal	Operario
⑤ Banda de transmisión	Sin residuos de polvo de pintura, grasa o aceite.	Tallar con un cepillo y limpiar con un trapo.	Cepillo, Trapos.	Semanal	Operario
⑥ Polea impulsada	Sin residuos de polvo de pintura, grasa o aceite.	Tallar con un cepillo y limpiar con un trapo.	Cepillo, Trapos.	Semanal	Operario

⑦ Marco	Sin residuos de polvo de pintura, grasa o aceite.	Tallar con un cepillo y limpiar con un trapo.	Cepillo, Trapos.	Semanal	Operario
⑧ Turbina	Sin residuos polvo de pintura.	Tallar con un cepillo y limpiar con un trapo.	Cepillo, Trapos.	Semanal	Operario
⑨ Chumacera	Sin residuos de polvo de pintura, grasa.	Tallar con un cepillo y limpiar con un trapo.	Cepillo, Trapos.	Semanal	Operario
⑩ Base chumacera	Sin residuos de polvo de pintura, grasa o aceite.	Tallar con un cepillo y limpiar con un trapo.	Cepillo, Trapos.	Semanal	Operario
⑪ Bastidor	Sin residuos de polvo de pintura.	Tallar con un cepillo y limpiar con un trapo.	Cepillo, Trapos.	Semanal	Operario

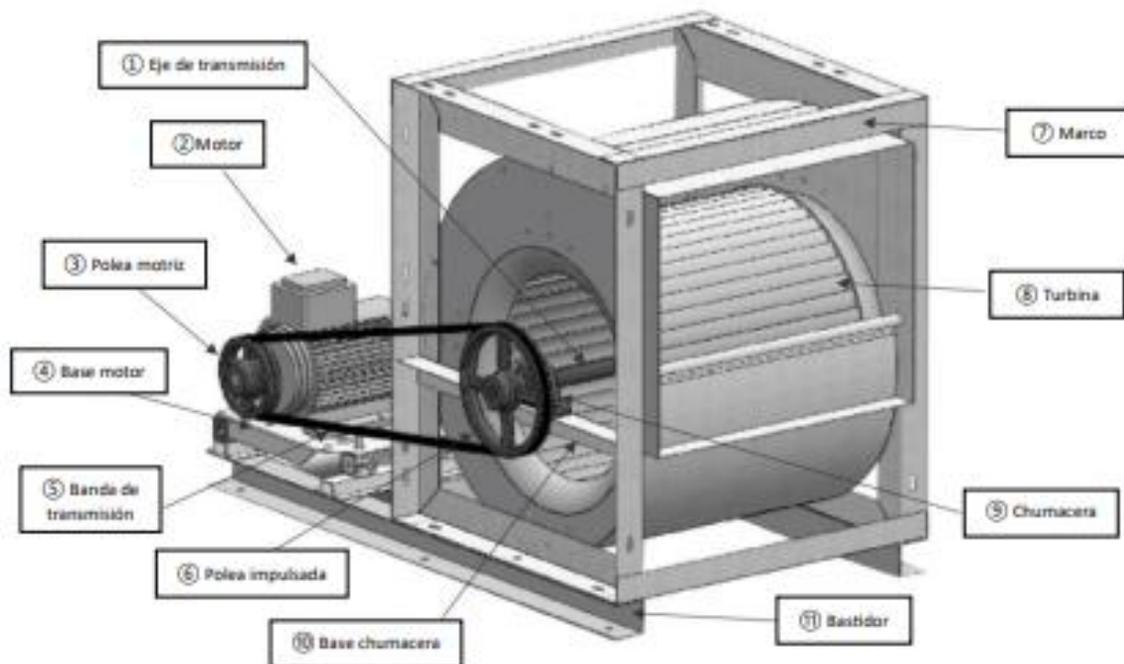
MANTENIMIENTO PROACTIVO GENERAL

De forma general, para equipos de extracción se consideran jornadas de mantenimiento cada 3 meses. Es necesario para algunas aplicaciones tener tiempos más cortos entre mantenimientos para equipos que reciben una carga alta de contaminantes y/o que tienen funcionamientos de 24h y 7 días a la semana.

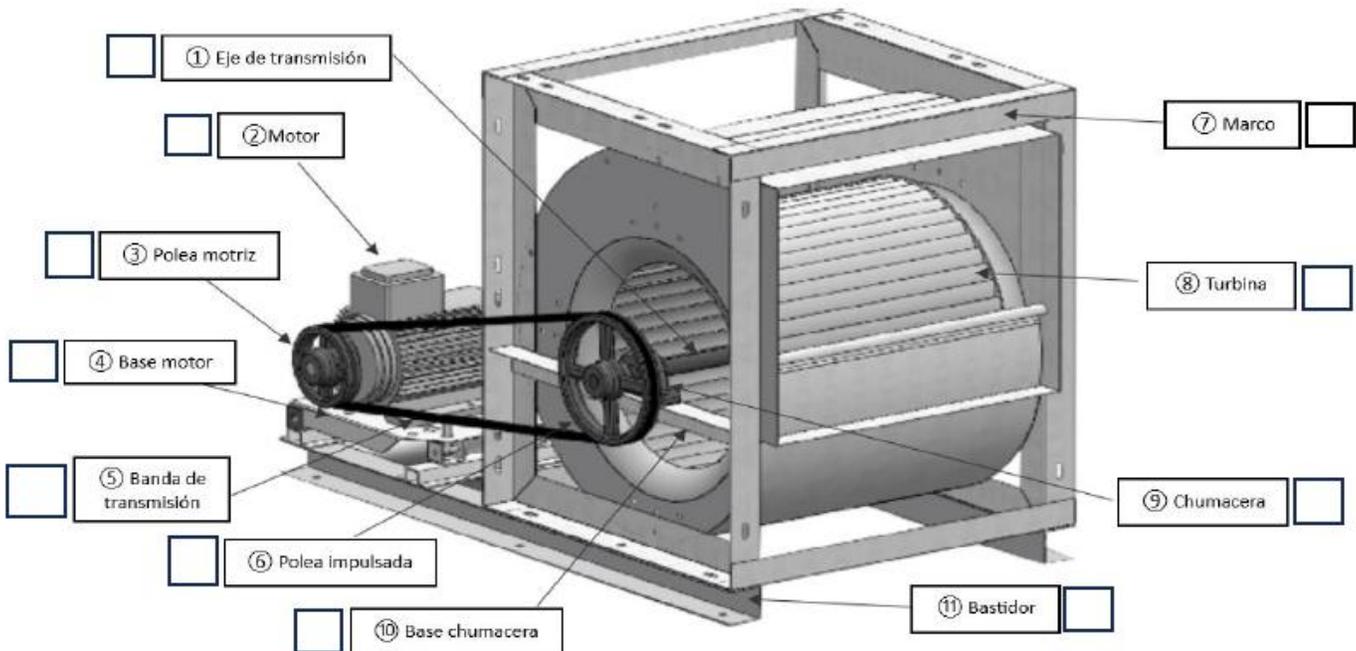
Principales puntos del mantenimiento general:

- ⚙ Siempre verificar que el equipo este apagado y usar una marcación para informar que no se debe encender hasta que se indique encenderlo.
- ⚙ Revisar que el motor funcione correctamente (sin ruidos extraños, golpeteos, vibraciones excesivas)
- ⚙ Inspeccionar el rotor, buscar grietas, dobleces y demás imperfecciones.
- ⚙ Comprobar la tensión de las correas al menos después de las primeras 8 horas de trabajo. Verificar que se encuentre recta, sin holguras y sin desgastes.
- ⚙ No limpiar nunca las correas, con disolventes como gasolina, benceno, trementina, etc., o con objetos abrasivos o con aristas. Es aconsejable utilizar una mezcla de alcohol y glicerina con la cantidad suficiente para limpiarlas.
- ⚙ Si por algún motivo el equipo muestra señales de oxidación se debe limpiar la zona afectada y se debe cubrir con una pintura.
- ⚙ Limpiar el equipo en su totalidad, retirar grasas en exceso y cualquier residuo que se encuentre en la superficie del motor, eje de transmisión, polea, banda, polea impulsora y base de chumacera.
- ⚙ Es altamente recomendable un correcto secado de todas las partes del extractor.

- ✱ Lubricar el eje y el motor con aceite suficiente (cuidar que no sea en exceso ni muy poco).
- ✱ Asegurar que las conexiones eléctricas se encuentren en perfecto estado y selladas.
- ✱ Verifica la alineación de las aspas de la turbina que no tengan rozamiento con otra superficie.
- ✱ Los cojinetes o chumaceras instalados en los soportes del extractor deben ser lubricados lo suficiente con grasa. Una excesiva cantidad de lubricante provocará el recalentamiento de los cojinetes.
- ✱ Limpiar periódicamente los filtros de la entrada del aire.
- ✱ Las conexiones entre el extractor y las tuberías de envío deberán ser verificadas visualmente para que no haya partes arrancadas ni despegadas de las partes flexibles para asegurar que no haya fugas.
- ✱ La limpieza periódica del eje de transmisión permite evitar las vibraciones causadas por depósitos de polvo formados durante el funcionamiento del extractor.



Anexo 9. Checklist del mantenimiento de Extractor

CHECK LIST DE LIMPIEZA					
Fecha _____	Numero de empleado _____				
<p>VERIFICACIÓN DE LIMPIEZA:</p> <p>①, ②, ③, ④, ⑥, ⑦, ⑧, ⑨, ⑩ y ⑪: Verificar que se encuentren limpias, libre de polvo, grasas, aceite u otras partículas extrañas.</p> <p>⑤: Verificar que se encuentre tensa, sin holguras sin desgastes y limpia, libre de polvo, grasas, aceite u otras partículas extrañas.</p> <p>⑨: Verificar que tenga una correcta lubricación con el aceite necesario y limpia, libre de polvo, grasas, aceite u otras partículas extrañas.</p> <p>Marque con una ✓ los recuadros que si cumplen con su verificación de limpieza correspondiente, en el caso contrario poner una ✗</p>					
 <p>The diagram shows a mechanical extractor with the following components labeled with numbered boxes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ① Eje de transmisión ② Motor ③ Polea motriz ④ Base motor ⑤ Banda de transmisión ⑥ Polea impulsada ⑦ Marco ⑧ Turbina ⑨ Chumacera ⑩ Base chumacera ⑪ Bastidor 					
OBSERVACIONES:	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 33%; border: none; text-align: center;">Firma del inspector _____</td> <td style="width: 33%; border: none; text-align: center;">Firma del supervisor _____</td> <td style="width: 33%; border: none; text-align: center;">Firma del operario _____</td> </tr> </table>		Firma del inspector _____	Firma del supervisor _____	Firma del operario _____
Firma del inspector _____	Firma del supervisor _____	Firma del operario _____			