

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA



**Propuesta de implementación de mantenimiento productivo total de
vehículos siniestrados para incrementar el índice de producción del servicio**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO**

AUTOR

Jaime Daniel Garcia Tapia

ASESOR

Elmer Rolando Polo Briceno

<https://orcid.org/0000-0002-5831-8818>

Chiclayo, 2023

**Propuesta de implementación de mantenimiento productivo total
de vehículos siniestrados para incrementar el índice de producción
del servicio**

PRESENTADO POR

Jaime Daniel Garcia Tapia

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO

APROBADA POR

Alexander Querevalu Morante

PRESIDENTE

Alejandro Segundo Vera Lazaro

SECRETARIO

Elmer Rolando Polo Briceño

VOCAL

DEDICATORIA

A Dios, por ser el creador de la vida y su luz ilumina mi camino, a toda mi familia especialmente a mi esposa y mi hijo que son la razón de mi esfuerzo.

AGRADECIMIENTOS

A todas las personas que permitieron que esta tesis vea la luz, especialmente a mi asesor al Ing. Elmer Rolando Polo Briceño por su apoyo incondicional.

INFORME DE TURNITIN

TESIS CORREGIDA OCTUBRE....pdf

INFORME DE ORIGINALIDAD

22%	21%	3%	6%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	dokumen.tips Fuente de Internet	8%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
3	ri.ues.edu.sv Fuente de Internet	1%
4	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	biblioteca.utb.edu.co Fuente de Internet	1%
6	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1%
8	Submitted to Universidad Tecnologica del Peru Trabajo del estudiante	<1%
9	www.slideshare.net Fuente de Internet	

Índice

Resumen	10
Abstract	11
1. Introducción	12
1.1. Planteamiento Del Problema.....	12
1.2. Justificación	13
1.2.1. Justificación tecnológica.....	13
1.2.2. Justificación económica.....	13
1.2.3. Justificación ambiental	13
1.2.4. Justificación social.....	14
1.3. Objetivos	14
1.3.1. Objetivo general.....	14
1.3.2. Objetivos específicos	14
2. Marco teórico	15
2.1. Antecedentes	15
2.2. Bases teóricas científicas.....	16
3. Marco metodológico	21
3.1. Nivel de investigación.....	21
3.1.1. Tipo y diseño de la investigación	21
3.1.2. Población y muestra de estudio	22
3.1.3. Variables operacionales	22
3.2. Técnicas e instrumentos de recopilación.....	22
3.3. Indicadores	23
3.4. Matriz de consistencia.....	27
4. Desarrollo y resultados.....	30
4.1. Primer objetivo: Diagnóstico de la situación actual.....	30

4.2. Segundo Objetivo: Desarrollo del programa.....	45
4.3. Tercer Objetivo: Evaluación económica.....	64
4.4. Cuarto Objetivo: Desarrollo de manuales TPM.....	68
5. Conclusiones	96
6. Recomendaciones.....	97
7. Referencias.....	98

Lista de ilustraciones

Ilustración 1. Organigrama de la organización.....	31
Ilustración 2. Proceso de reparación de un vehículo siniestrado.	34
Ilustración 3. Diagrama de Ishikawa que muestra los problemas de la eficiencia del taller .	41
Ilustración 4. Modelo de tarjeta de color rojo.....	52
Ilustración 5. Estrategia para procesar artículos innecesarios.	54
Ilustración 6. Organigrama del comité.	68
Ilustración 7. Funciones del director.	69
Ilustración 8. Funciones del intendente.	69
Ilustración 9. Funciones del piloto TPM.	70
Ilustración 10. Funciones del asistente TPM.	71
Ilustración 11. Flujograma del proceso de documentación y análisis de fallas.....	73

Lista de tablas

Tabla 1. Variable independiente.	27
Tabla 2. Variable dependiente.	28
Tabla 3. Matriz de consistencia.	29
Tabla 4. Resumen de eficiencia de los procesos.	41
Tabla 5. Requerimientos incumplidos del pilar mejora enfocada.	42
Tabla 6. Requerimientos incumplidos del pilar mantenimiento autónomo.	43
Tabla 7. Requerimientos incumplidos del pilar mantenimiento planeado.	44
Tabla 8. Requerimientos incumplidos del pilar formación y capacitación.	44
Tabla 9. Programa de 10 pasos para implementar el TPM.	45
Tabla 10. Asignación de puntajes para los criterios de evaluación de las zonas.	49
Tabla 11. Matriz de evaluación.	49
Tabla 12. Proceso de “Implementación de la metodología 5S”.	50
Tabla 13. Inventario de equipos.	58
Tabla 14. Modos de falla.	59
Tabla 15. Recepción de vehículo.	60
Tabla 16. Enderezamiento de la cabina del vehículo.	61
Tabla 17. Centrado de los componentes del vehículo.	61
Tabla 18. Acabados finales.	62
Tabla 19. Pintado del vehículo.	63
Tabla 20. Costes de inversión del TPM.	64
Tabla 21. Costos de gestión de la alta dirección.	65
Tabla 22. Costes de elaboración del programa TPM y lanzamiento.	65
Tabla 23. Costo de oportunidad de capacitaciones.	66
Tabla 24. Costo de implantación de la inversión preliminar.	66
Tabla 25. Costos de insumos en la implantación del TPM.	67
Tabla 26. Costo de inversión del desarrollo del TPM.	67
Tabla 27. Reporte de falla - desperfecto.	74
Tabla 28. Tarjetas de identificación de fallas.	75
Tabla 29. Matriz de identificación de fallos.	76
Tabla 30. Relación falla - solución.	76
Tabla 31. Hoja de análisis de fallas.	77
Tabla 32. Registro de tema de mejoramiento.	78
Tabla 33. Descripción del programa de capacitación.	80
Tabla 34. Capacitaciones por pilar del TPM.	81
Tabla 35. Segunda capacitación: Actitudes y destrezas de los auditores.	83

Tabla 36. Plan de capacitación para cada persona.	84
Tabla 37. Hoja de registro de reunión.....	87
Tabla 38. Lista de verificación del área de mantenimiento.	88
Tabla 39. Porcentaje de cada categoría individual.	88
Tabla 40. Hoja de actividades.....	92
Tabla 41. Hoja de perfil del mecánico a capacitarse.	93
Tabla 42. Plan de capacitación.	93
Tabla 43. Recursos necesarios para la capacitación.....	94
Tabla 44. Formulario para el seguimiento de la capacitación.	95

Resumen

La mayor parte de los talleres mecánicos de nuestra localidad (Chiclayo) no cuenta con una metodología de gestión de calidad implementada en sus actividades diarias. Esto dificulta la eficiencia de los procesos llevados a cabo dentro del taller, incrementando los tiempos muertos, el desorden, el déficit de insumos, incapacidad del personal, entre otros. El TPM es una opción viable para el mejoramiento de las capacidades del personal técnico y la evaluación de los indicadores de los equipos del taller. Esta investigación se ha desarrollado e implementado en un taller de reparación de vehículos siniestrados. La investigación se inicia con el diagnóstico inicial, donde se determinan los procesos más críticos y las ineficiencias que reducen la productividad del taller. Posteriormente se llevan a cabo los 10 pasos para la implementación del TPM en una organización, adaptándolo de la mejor manera para aplicarlo a un taller de reparación de vehículos siniestrados. En el siguiente paso se realiza la valoración económica de la implementación del TPM. Finalmente se elaboraron manuales para complementar los conocimientos del personal técnico y los comités encargados de la implementación.

Palabras clave: TPM, taller mecánico de vehículos siniestrados, pilares del TPM

Abstract

Most of the mechanical workshops in our town (Chiclayo) do not have a quality management methodology implemented in their daily activities. This hinders the efficiency of the processes carried out within the workshop, increasing downtime, disorder, a shortage of supplies, and staff incapacity, among others. The implementation of total product maintenance (TPM) is a viable alternative for improving the capabilities of technical staff and increasing the availability of workshop equipment. Within this research, a descriptive investigation of the applied type has been carried out, where a methodology for the implementation of total productive maintenance for a damaged vehicle repair shop is detailed. The investigation begins with the diagnosis of the current one, where the most critical situation processes and the inefficiencies that reduce the productivity of the workshop are determined. Subsequently, the 10 steps are carried out for the implementation of the TPM in an organization, adapting it in the best way to apply it to a damaged vehicle repair workshop. In the next step, the economic valuation of the implementation of the TPM, the human and material resources involved in the procedures is carried out. Finally, the development of manuals was deemed convenient to complement the knowledge of the technical staff and the committees in charge of implementation.

keywords: Total productive maintenance (TPM), wrecked vehicle mechanic shop, pillars of total productive maintenance.

1. Introducción

1.1. Planteamiento Del Problema

En estos últimos años las características del mercado peruano dan origen a una notable competitividad del sector automotriz, esto se debe al aumento de vehículos en las ciudades, por tal motivo los negocios están en búsqueda de la conquista de nuevos clientes brindando un servicio de calidad [1]. Debido a esto es importante mejorar la eficiencia en las actividades que realizan dentro del taller mecánico. Una manera de lograrlo es mediante metodologías de mejora continua y calidad, como medidas para ser más eficientes y mejorar las capacidades de los empleados [2]. Dentro de estos sistemas resalta el TPM, una metodología que engloba al todo el personal de una organización. El TPM organiza los procesos y los documenta, incluye a toda la organización en el mantenimiento, busca la satisfacción del personal cuando realiza su trabajo, y emplea índices para poder analizar y optimizar los procesos realizados [3]. En nuestra localidad casi ningún taller mecánico busca mejorar su productividad usando el TPM, por ello muchas veces se pierde eficiencia y calidad en los servicios.

Existe mucho tiempo desperdiciado debido a la poca organización y orden dentro de la zona de trabajo, lo que lleva muchas veces a la incomodidad de los clientes que tienen que esperar tiempos más prolongados para la reparación de sus vehículos. En este aspecto las organizaciones que prestan estos servicios requieren de un cambio de filosofía para organizar su trabajo. Una de las áreas de especialización de los talleres mecánicos es la reparación de vehículos siniestrados. El punto de partida es la evaluación del vehículo siniestrado con la finalidad de evaluar su condición actual.

En segundo lugar, se procede a desarmar el vehículo para poder realizar el enderezamiento de las partes chancadas martillando las zonas afectadas; las partes dañadas muy gravemente son remplazadas por nuevas. A continuación, se procede a realizar la alineación del chasis del vehículo para facilitar el encaje de parabrisas y ventanas. En el siguiente paso se realiza la operación de templado de las latas, con la finalidad de darle un mejor aspecto a las superficies del vehículo. Para finalizar el proceso se lleva a cabo la aplicación de macilla y posteriormente el lijado de las superficies. El tiempo involucrado en la reparación de un vehículo siniestrado depende del grado de daño que ha sufrido; en muchos casos el proceso se puede alargar a meses. Por ello es muy importante optimizar los procesos, para ahorrar tiempo y poder atender a más clientes de manera efectiva.

Por eso se formula la siguiente pregunta:

¿En qué medida influye la implementación del TPM de vehículos siniestrados podría incrementar el índice de producción del servicio en un taller mecánico

1.2. Justificación

1.2.1. Justificación tecnológica

La implementación del (TPM) toda la organización se involucre en la mejora y el uso pertinente de los equipos y herramientas del taller. Se reducirán las ineficiencias y trabas en los trabajos, en consecuencia, se tendrá mayor tiempo de servicio. Una continua aplicación del TPM permitirá que el taller tenga mejores estándares de calidad, estableciendo los tiempos para cada actividad, cuidando el medio ambiente y cumpliendo con los objetivos planeados. Con los resultados obtenidos al implementar el programa TPM se alcanzará a mejorar la productividad relacionando a los trabajadores y la maquinaria o tecnología de los equipos.

1.2.2. Justificación económica

El propósito del (TPM) es mejorar la disponibilidad de la maquinaria lo que induce a una reducción de inversión de dinero. Esto reducirá el número de fallas de los equipos del taller, lo que implica una reducción del mantenimiento correctivo, que es uno de los factores que más impactan en la economía de una empresa. La inversión en recursos humanos puede dar como resultado una mejor utilización de los equipos, una mayor calidad del servicio y costos de mano de obra reducidos [3].

1.2.3. Justificación ambiental

El mantenimiento adecuado de los equipos y sistemas ayuda a reducir los defectos que resultan de un proceso. Una reducción de defectos puede, a su vez, ayudar a eliminar los desperdicios de los procesos de diferentes maneras. Algunos de los impactos incluyen disminuir el número de productos que deben desecharse de esta manera se tendrá un ambiente descontaminado; reducir la energía de fuentes de origen fósil y reemplazarla por fuentes renovables [4]. El TPM puede aumentar la longevidad del equipo, disminuyendo así la necesidad de comprar y fabricar equipos de reemplazo. Esto, a su vez, reduce los impactos ambientales asociados con las materias primas y los procesos de fabricación necesarios para

producir nuevos equipos. TPM a menudo reduce los desechos sólidos y peligrosos.

1.2.4. Justificación social

La implementación del sistema TPM tendrá una acción directa en el personal de trabajo, debido a que está enfocado a tener un control de la gestión del tiempo. Su aplicación traerá buenos resultados al aumentar la seguridad de los operadores, pues se enfoca en mantener siempre los equipos en buenas condiciones para operar, lo que disminuye el riesgo de paradas y averías que harían que el personal tomara medidas para solucionar los problemas, reduciendo así significativamente las posibilidades de accidentes laborales. Los operadores pueden tener la tranquilidad que se necesita para tener las máquinas en buen funcionamiento y así cumplir con los órdenes de producción, lo que generó un mejor ambiente de trabajo sin estrés al contar con la máxima satisfacción de lograr una alta productividad.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Proponer la implementación de un programa de mantenimiento productivo total de vehículos siniestrados para incrementar el índice de producción del servicio en un taller mecánico.

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar el tipo de mantenimiento actual en el taller mecánico.
- Desarrollar el programa de TPM de vehículos siniestrados en el taller para incrementar la eficiencia del servicio.

- Realizar la evaluación económica que implica la implementación del TPM en los vehículos siniestrados en el taller mecánico.
- Desarrollo de manuales de TPM.

2. Marco teórico

2.1. Antecedentes

Flores J. M. (2012), aplicó la metodología TPM en un taller automotriz en Ecuador con la finalidad de prolongar el ciclo útil de los vehículos y mejorar la calidad de sus servicios. El primer paso que ejecutó fue evaluar la situación actual del taller, documentando los datos más relevantes y determinando los métodos y normativas a aplicar. Se aplican los 12 pilares del TPM, comenzando por el mantenimiento autónomo, con la finalidad de ordenar las unidades de trabajo, y a continuación se aplicó el mantenimiento planificado tomando como bases historiales, calidad de los insumos, y condiciones de trabajo del vehículo. Finalmente se desarrolla una propuesta de gestión de seguridad y cuidado del ambiente. Los resultados finales se mostraron alentadores, los trabajadores se volvieron más productivos, las instalaciones se visualizaron ordenadas, y aumentó la disposición de los vehículos.

Cortes (2017) resalta la importancia de los 8 pilares del TPM. En este trabajo desarrolla una propuesta para un taller privado; durante el proceso hizo participar a gran parte del personal, comprometiéndose con el cuidado y mantenimiento de los vehículos. La aplicación del TPM benefició en gran medida a la institución, e incrementó radicalmente su productividad, reduciendo los costos de reparación, mejorando el servicio, organizando el ambiente laboral y mejorando el ánimo del personal de mantenimiento.

Landazábal, Ruiz, Álvarez, & Padilla (2019) realizó un estudio descriptivo en Colombia tomando como base la metodología de “Lean Manufacturing” y herramientas del TPM. Se partió con la idea de mejorar la calidad y eficiencia de sus servicios, esto permitió al equipo plantearse metas para mejorar la operación, el ambiente de trabajo, la organización de actividades, y el estado anímico de sus trabajadores. Al final del proceso la productividad de la organización se incrementó notablemente, logrando una mejora de la calidad del servicio.

Luna & Berrospi (2016) en su proyecto establece un estudio que busca mejorar cada una de las etapas del proceso de reparación de vehículos siniestrados, mediante la implementación de metodologías de mejora continua. Adicional se logra una estandarización y ordenamiento interno y externo para cada proceso, logrando trabajar eficientemente, eliminando tiempos muertos o improductivos, incrementando la capacidad de producir. Realizado esto, el índice de producción actual de la empresa será mucho mayor a lo de antes.

Huamán (2016) en su trabajo de investigación realizado en la empresa de la ciudad de Lima, se implementa el TPM teniendo como objetivo principal minimizar las fallas. Para ello se diseñó un plan para los vehículos de la empresa, para su realización se revisó el historial de las unidades, considerando el estado y su calidad de estos, también se evalúa las exigencias del trabajo al que está sujeto los vehículos en la operación. Se realizó el mantenimiento autónomo dirigido a todos los trabajadores para que se involucren con la mejora y desarrollen las habilidades y conocimientos que guarden relación con el sistema automotriz.

Pérez Alegría, J. (2018), realiza un estudio de investigación, siendo el objetivo principal proponer una gestión de mantenimiento que busca lograr que los equipos cumplan sus funciones operativas eficientemente y estén disponibles para cumplir con las necesidades de servicio del hospital. Se utilizaron distintos indicadores para el análisis de cada variable, como son: disponibilidad y confiabilidad de maquinaria, tasa de fallas, costo en mantenimiento correctivo y preventivo. Se emplearon instrumentos de recolección de datos como son la ficha de registro, observación y entrevista. Después de la ejecución del TPM el índice de tasa de fallas se redujo de 79% a 20%, la confiabilidad acrecentó de 50% a 83% y la disponibilidad aumento de 65% a 94%. El costo beneficio de la propuesta de implementación se tiene que por cada sol invertido resulta S/. 2.5 de beneficio, resultando como ahorro anual de S/. 106,000..

2.2. Bases teóricas científicas

2.2.1. Evolución del mantenimiento

Desde el momento que llega la revolución industrial y el hombre tiene contacto con la máquina en sus labores de trabajo, es donde se empieza a detectar una variedad de

problemas que reducían la productividad, siendo preocupante para el rendimiento y la durabilidad de esta. Por lo que en el año 1925 hasta fin de los años 40 se empezó a implementar un mantenimiento enfocado en la reparación conocido como mantenimiento correctivo.

Durante los años 50 se empezó a dirigir el mantenimiento hacia la prevención de fallas, estableciendo individualmente para cada máquina un plan. Con la finalidad de seguir mejorando la rentabilidad económica se empezó a tomar en cuenta el historial de las máquinas y en los años 60 se comienza a crear fundamentos básicos del mantenimiento productivo. En los años 70 se empieza un nuevo sistema que se trata de una visión más amplia donde interviene la supervisión, control, planeación, ejecución y evolución de todas las actividades relacionadas al mantenimiento, donde se menciona un mantenimiento productivo total basado en el respeto e intervención de todos los colaboradores de las compañías. A partir del año 90 y principios del siglo XXI se inicia un mantenimiento más cooperador y centrado en eliminar desperdicios y pérdidas que se generen de cualquier área de la compañía a partir de la implementación del TPM.

2.2.2. Mantenimiento productivo total (TPM)

El TPM se creó e implementó en Japón a partir de la transformación del mantenimiento productivo aplicado en América. El TPM es aplicado por una gran parte de empresas industriales para lograr competitividad y eficiencia. la finalidad del TPM es mejorar la disponibilidad de los equipos, llevando a cabo lo mantenimientos respectivos de manera frecuente. Para alcanzar la efectividad total de un equipo se deben eliminar las “6 grandes pérdidas” [6], fallos del equipo, cambios de útiles y ajustes, tiempos en vacío y paradas menores, reducción de velocidad, defectos de proceso, y reducción del rendimiento. El TPM se caracteriza por;

- a) **Efectividad total.** Se dirige hacia la eficiencia económica y la rentabilidad. La idea es el incremento de la productividad, minimizando las entradas, como personal, máquinas y materiales, y aumentando las salidas, mejora de la calidad, reducción de costos, mejora de condiciones de seguridad y bienestar, entrega a tiempo, moral del personal etc.
- b) **Sistema de mantenimiento total.** Se refiere a la implementación de un plan maestro que cubra toda la vida útil de la máquina industrial, desde la primera idea de la necesidad para la cual fue diseñada hasta su utilización en planta. Hay 3 pilares fundamentales incluidos en un TPM:

- **Prevención del mantenimiento.** Durante el diseño del equipo, se usa una filosofía conocida como “diseño libre de mantenimiento”, evitando al máximo el uso de materiales que involucren excesivo mantenimiento.
 - **Mejora de la mantenibilidad.** Se requiere que el equipo tenga cierta facilidad de mantenimiento, por ello, la realización de modificaciones a la maquina o la instalación pueden ser necesarias.
 - **Mantenimiento preventivo.** Cuando el equipo ya está operando en planta, se hace necesario la revisión constante y aplicación de tareas de mantenimiento para prevenir fallas futuras.
- c) **Participación de todos los empleados.** La aplicación del mantenimiento autónomo involucra que cada operario se encargara de cuidar un equipo específico de la planta, de manera que evite su deterioro a largo plazo.

2.2.3. Beneficios de mantenimiento productivo total

El TPM tiene la función de detectar fallas prematuras, hacer mejoras continuas, conocer el funcionamiento de las máquinas, cero accidentes, cero defectos, cero averías. El TPM también mejora la inclusión del empleado en la organización, mejora las relaciones entre el personal, que ahora se sienten más identificados con la empresa. La calidad se eleva radicalmente y la confiabilidad de los equipos mejora. Hoy en día son muchas las informaciones que se encuentran en la literatura sobre los TPM y las aplicaciones en función de los beneficios obtenidos en su implementación en diferentes organizaciones. Algunos de los beneficios más importantes son;

- Mayor eficiencia de los activos de manteniendo dentro de la organización.
- Reducción del personal de mantenimiento, debido a que hay un enfoque hacia la producción por lo que la prevención ya no es necesaria.

2.2.4. El principio de cero averías

Busca acercarse al ideal de eliminar por completo las averías en una maquinaria, sean graves o menores. Las averías se pueden ser de dos tipos:

- Fallos con pérdida de función. Averías inesperadas con perdida completa y parada de la máquina.
- Fallos con reducción de función. Averías que deterioran el equipo pero que les permite seguir operando, aunque sea con ineficiencia.

Ciertos defectos en alguna parte del equipo nos pueden dar indicios de una posible avería, pero defectos simples tales como suciedad, polvo, abrasión, aflojamiento, etc., muchas veces son el inicio de fallas comunes a largo plazo. La metodología TPM pone a nuestra disposición 5 objetivos que ayudan a reducir los fallos [6]:

- Regulación de los fundamentos básicos: Limpieza, lubricación, y ajuste de pernos.
- Usar métodos adecuados para el equipo. Evitar errores de operación, evitar errores de reparación.
- Restaurar el desgaste del equipo. Descubrir y predecir el desgaste, establecer los mejores métodos de reparación.
- Detectar los puntos críticos del diseño del equipo.
- Mantener a los equipos con un buen indicador de confiabilidad.

2.2.5. Implementación del programa TPM

Cuatrecasas (2005) menciona la secuencia que debe seguirse para la implementación de un programa TPM:

a) Preparación del programa

- La dirección indica y difunde la introducción del TPM. Se hace pública la implementación del TPM en la empresa.
- Programas de educación y campañas para introducción del TPM. Capacitaciones y charlas sobre el TPM, a los colaboradores y ejecutivos de la empresa.
- Crear organizaciones para promover el TPM. Formar grupos especiales en cada área
- Establecer políticas básicas TPM y metas. Analizar la situación actual con la finalidad de establecer objetivos de mejora dentro de la organización.
- Formar plan maestro del TPM. Planificar las actividades necesarias para la implementación del TPM.

b) Implementación del programa

- Mejora de la efectividad de cada pieza del equipo. Evaluar los equipos con fallas y pérdidas recurrentes, y analizar la causa de su condición actual para poder aplicar soluciones.
- Aplicación de un programa de mantenimiento a todos los equipos, capacitando a los operarios para que ejecuten sus tareas de manera correcta y puedan prevenir anomalías.

- Desarrollo de un programa de mantenimiento planificado. Aplicar las técnicas de mantenimiento como correctivo, preventivo o predictivo.
- Dirigir entrenamiento para comenzar operación y capacidades de mantenimiento. Entrenar a los encargados de cada área, para que ellos puedan introducir a los participantes de sus áreas.
- Desarrollar programa de gestión de fallas iniciales. Diseñar equipos de alta fiabilidad y manejabilidad.
- Implantación perfecta del TPM. Desarrollar un programa de mejora continua.

2.2.6. Pilares del mantenimiento productivo total

Benito Avellaneda (2018) comenta lo importante que son los pilares del TPM para desarrollar de forma organizada un sistema de producción, para ello la alta dirección de una empresa o entidad tiene que estar comprometida en seguir la metodología y su aplicabilidad de los ocho pilares que son básicos.

- **Mejora enfocada.** Se intervienen en las áreas de producción con la finalidad de evaluar la efectividad en los procesos. Se establece un plan de mejora continua donde se toma como base la metodología Kaizen.
- **Mantenimiento autónomo.** Involucra las tareas diarias realizadas por los empleados para que la maquinaria se encuentra operativa y con buenos indicadores de criticidad y confiabilidad. Los operarios deben contar con las capacidades técnicas y entrenamiento para desenvolverse correctamente con el equipo que está a su cargo.
- **Mantenimiento planificado.** La finalidad del mantenimiento planificado es obtener cero averías dentro los procesos productivos. Se desarrollan técnicas de mantenimiento predictivo y preventivo, donde se realizan planes de inspección dependiendo del equipo y su historial de fallas.
- **Educación y formulación.** En este pilar se establece una mejora continua de los conocimientos y capacidades técnicas de los empleados de la empresa, con el objetivo de alcanzar niveles elevados de desempeño en sus áreas de trabajo.
- **Mantenimiento temprano.** Se enfoca en las tecnologías y su mejora, que es una forma efectiva competir en sectores que innovan de forma continua. Se debe de realizar capacitaciones en el manejo y uso de las máquinas incorporadas con nuevas innovaciones, de esta manera lograrán estar actualizados.
- **Mantenimiento de calidad.** Se enfoca en aplicar un enfoque de cero defectos en la

producción de bienes y servicios. Por ello se analiza y evalúa de manera continua la producción, eliminando las deficiencias encontradas.

2.2.7. La metodología de las 5s en el mantenimiento

La metodología de las 5S, es una metodología japonesa de 5 etapas, esta herramienta que se centra en cinco principios. Toyota la aplicó por primera vez y sus resultados fueron exitosos.

- a) **Seiri (clasificación y organización).** Es la etapa inicial de implementación del pilar “mantenimiento autónomo”, y su desarrollo consiste en organizar cada puesto de trabajo. Se desea que después de esta etapa las herramientas se encuentren en cada zona específica. Los equipos y herramientas deben estar codificadas, y clasificadas en una zona apta; de manera que no se encuentren stocks innecesarios, obsoletos y artículos inadecuados.
- b) **Seiton (orden).** La finalidad de Seiton es que los equipos y herramientas se encuentren en el lugar que les corresponde, los documentos se organicen adecuadamente, los puestos de trabajo se delimiten de manera organizada, etc.
- c) **Seiso (limpieza e inspección).** La finalidad de Seiso es la sistematización de las tareas de limpieza dentro de la organización. Implica la eliminación de la suciedad y la inspección del equipo durante el proceso, por lo que también se pueden identificar problemas o averías en los procesos. La limpieza del equipo está relacionada con su rendimiento y tiempo de vida, ahí la importancia de mantener limpio la zona de trabajo.
- d) **Seiketsu (estandarización o normalización).** Está dirigido a mantener condiciones de trabajo que eviten dar pasos al costado con respecto a la continuidad de la aplicación de la 3S anteriores (Clasificar, Ordenar y Limpiar).
- e) **Shitsuke (cumplimiento o disciplina).** Se dirige a mantener de forma continua la aplicación de la metodología de las 5 S, logrando a largo plazo hábitos consistentes que mejoraran la calidad de los procesos y servicios.

3. Marco metodológico

3.1. Nivel de investigación

3.1.1. Tipo y diseño de la investigación

El presente trabajo muestra un tipo de investigación descriptiva aplicada y cuantitativa [7].

3.1.2. Población y muestra de estudio

La población son los talleres mecánicos de Lambayeque que no cuentan con un enfoque de trabajo basado en el TPM. La muestra son los talleres mecánicos de vehículos siniestrados de nuestra localidad que aún no han implementado el TPM en su estructura de trabajo.

3.1.3. Variables operacionales

En las Tablas 1 y 2 se describen las variables de manera amplia.

3.2. Técnicas e instrumentos de recopilación

3.2.1. Abordaje metodológico

Los abordajes metodológicos aplicados a la presente investigación son de tres tipos analítico, deductivo, e inductivo.

- a) Analítico. La aplicación del método analítico implica la descomposición de una idea en sus elementos más básicos, con la finalidad de realizar una elaboración conceptual de la misma.
- b) Deductivo. El enfoque deductivo parte de ideas particulares y se llega a lo general.
- c) Inductivo. En el procesamiento y análisis de datos.

3.2.2. Técnicas de recolección de datos

Durante el proceso de investigación se aplicaron 3 técnicas básicas de recolección de datos, la entrevista, la observación y el análisis de documentos.

- a) Entrevista. Técnica enfocada entre dos personas, una que pregunta y la otra responde. El entrevistado tiene que ser una persona con conocimiento del tema.
- b) Observación. Para diagnosticar, identificar y registrar información.
- c) Análisis de documentos. Para extraer información importante con las técnicas adecuadas.

3.2.3. Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos de recolección de datos utilizados durante el proceso de investigación fueron, los cuestionarios, guías de observación, y las fichas de análisis de documentos.

- a) Cuestionario. Se generan cuestionarios con la finalidad de recoger información sobre los procesos involucrados en la reparación de vehículos siniestrados.
- b) Guía de observación. Ficha que se utilizará para registrar textualmente de manera ordenada todos los datos e información valiosa.
- c) Ficha de análisis documental. Instrumento que tendrá toda la información obtenida de los distintos documentos revisados.

3.3. Indicadores

3.3.1. Materiales y métodos

Los datos e información fueron extraídos de varios talleres de la ciudad de Chiclayo.

De esta manera con esta investigación se buscó solucionar el problema a través de la implementación del TPM para incrementar el índice de producción del servicio en un taller mecánico tomado como referencia.

La Disponibilidad:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{TON}}{\text{TF}}$$

Donde:

Tiempo de operación neta (TON) = TO – TNPTO = Tiempo de operación

TNP = Tiempo de paro no planificado Tiempo de operación (TO) = TF –

TPRETF = Tiempo de funcionamiento

TPRE = Tiempo de preparación Tiempo de funcionamiento = TD – TPTD =

Tiempo disponible

TR = Tiempo de paro planificado La eficiencia se determina:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{TOU}}{\text{TON}}$$

Tiempo de operación utilizable (TOU) = TON – TPETPE = Tiempo perdido

por espera

La calidad del proceso se determina:

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Total de piezas Producidas} - \text{Piezas defectuosas}}{\text{Total de piezas producidas}}$$

A Partir de estos indicadores se puede obtener el OOE

El OEE (Overall Equipment Effectiveness), es un indicador que representa la capacidad real para producir sin defectos, el rendimiento del proceso y la disponibilidad de los equipos, pero necesita información real.

Se presenta un cuadro y la forma como se evalúa cada indicador.

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Total de piezas producidas} - \text{Piezas defectuosas}}{\text{Total de piezas producidas}}$$

A Partir de estos indicadores se puede obtener el OOE

DISPONIBILIDAD B/A	A	TIEMPO DISPONIBLE	
	B	TIEMPO DE PRODUCCIÓN	Paradas no planificadas
DISPONIBILIDAD B/A	C	PRODUCCIÓN TEÓRICA	
	D	PRODUCCIÓN REAL	Pérdidas por velocidad reducida
DISPONIBILIDAD B/A	C	PRODUCCIÓN REAL	
	D	PIEZAS BUENAS	Piezas malas

$OEE = \text{Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Calidad}$

$$OEE = \frac{B}{A} \times \frac{D}{C} \times \frac{E}{F}$$

Los criterios establecidos para comparar los resultados de los indicadores los estableció Cruelles [8]

OEE	Calificativo	Consecuencias
OEE < 65%	Inaceptable	Importantes pérdidas económicas. Baja competitividad
65% < OEE < 75%	Regular	Pérdidas económicas. Aceptable sólo si se está en proceso de mejora
75% < OEE < 85%	Aceptable	Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja.
85% < OEE < 95%	Buena	Buena competitividad. Entramos ya en valores considerados “World Class”
OEE > 95%	Excelente	Competitividad excelente

3.4. Matriz de consistencia

En la Tabla 1 se establecen los detalles

Tabla 1. *Variable independiente.*

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	DIMENSIONES
<p>Variable independiente: Mantenimiento productivo total</p>	<p>Es una metodología de trabajo aplicada en plantas productivas de mantenimiento que involucra personal, competitividad, eficacia total, sistema total de gestión.</p>	<p>Diseño de un plan de mantenimiento productivo total que permite reducir mano de obra, mejorar la relación de trabajadores, y obtener calidad de servicio mejorado.</p>	<p>Disponibilidad</p>	<p>%</p>

Tabla 2. *Variable dependiente.*

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	DIMENSIONES
Variable dependiente: El índice de productividad	Es el proceso continuo que se da al obtener un resultado óptimo lo cual permite crear mayor rentabilidad.	La productividad es ser eficientes al utilizar recursos necesarios y obtener los productos.	Eficiencia	%
Variable dependiente: Rentabilidad (evaluación económica)	Se realiza a través de una evaluación beneficio – costo empleando el método ACB, que consiste en comparar los beneficios y costos de un proyecto específico.	La rentabilidad económica mide las ganancias obtenidas por las inversiones realizadas.	Rentabilidad económica	#

Tabla 3. Matriz de consistencia.

Problema.	Objetivos generales.	Hipótesis general	Variable independiente	Diseño de investigación
¿Se incrementará el índice de producción al implementar el programa de mantenimiento productivo total de vehículos siniestrados en un taller mecánico?	Proponer un programa de mantenimiento productivo total de vehículos siniestrados para incrementar el índice de producción del servicio en un taller mecánico.	Existirá un efecto significativo en el índice de producción al proponer un programa de mantenimiento productivo total en vehículos siniestrados en un taller mecánico.	Implementar TPM.	Aplicada descriptiva cualitativa y cuantitativa experimental.
	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Variable dependiente	Técnicas de recolección
	Elaborar el diagnóstico de la situación actual del taller mecánico. Desarrollar el programa de mantenimiento productivo total de vehículos siniestrados en el taller mecánico. Elaborar manuales TPM. Realizar la evaluación económica.	Este efecto significativo en la eficiencia del servicio de vehículos siniestrados al desarrollar el programa de mantenimiento productivo total en un taller mecánico. Existe efecto significativo en la rentabilidad al implementar el mantenimiento productivo total.	El índice de productividad Rentabilidad	En este proyecto se utilizará la técnica de Observación en campo (entrevistas). Población y muestra La unidad de estudio son los vehículos siniestrados que lleguen al taller mecánico para su reparación. La población será los vehículos que lleguen al taller mecánico por fallas, averías, siniestrados y por mantenimiento de control.

4. Desarrollo y resultados

4.1. Primer objetivo: Diagnóstico de la situación actual

En esta etapa se desarrolla el diagnóstico actual del taller organizando los procesos y estableciendo las eficiencias de cada uno de ellos. Por medio de entrevistas a los encargados del taller mecánico se recolectaron los datos necesarios para realizar esta tarea. La recopilación de la información siguió los siguientes pasos:

- Se entregaron una serie de formularios a los trabajadores del taller, explicando el proceso que deben seguir para completar la encuesta.
- En segundo lugar, se procedió a recopilar la información.
- Finalmente, se procedió a analizar la información mediante el uso de diagramas o matrices.
- *Diagrama causa y efecto de las actividades del taller.*

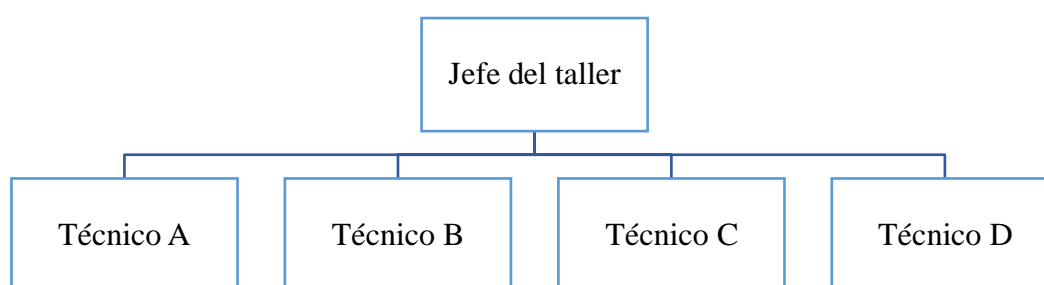
4.1.1. Información del taller

A continuación, se describe la información más relevante del taller. Se tomaron en cuenta los recursos humanos, misión, jefe administrativo, y nombre.

- Nombre del taller: Planchado y pintura “Jaime Daniel”.
- Misión: Entregar un servicio de calidad brindando soluciones óptimas que conserven los vehículos por medio de un personal altamente capacitado, motivado y productivo.
- Jefe del taller: Jaime García Chunga.
- Recursos humanos: El taller consta de un capital humano de 5 personas distribuidas en las diferentes zonas de trabajo del taller.

OCUPACIÓN	NÚMERO	FUNCIÓN
Jefe del taller	01	Administración del taller
Técnico A	01	Desarmado del vehículo
Técnico B	01	Lijado del vehículo
Técnico C	01	Planchado del vehículo
Técnico D	01	Preparado de la macilla

Ilustración 1. Organigrama de la organización.



Utilizando la filosofía del TPM, los criterios se establecen de acuerdo a los objetivos que se desean alcanzar para resolver los problemas, en este caso es el incremento del índice de producción del servicio en un taller mecánico. Para ello se usó matrices.

Según Vilar, Gómez y Tejero [15] la valoración es:

Igualdad en importancia → 1

Mayor importancia → 2

Significativamente más importantes → 5

A continuación, se suma las puntuaciones por cada problema encontrado y se divide por el total. Por último, se realizó una matriz de ponderación con relación a los problemas del TPM según indican los autores Vilar, Gómez y Tejero [15].

Deficiente → 1

Regular → 2

Bueno → 3

Excelente → 4

Así mismo, para un mayor entendimiento se estableció una codificación por cada uno de los pilares que van desde la letra A – H, de la siguiente manera:

Mejora enfocada → (A)

Mantenimiento autónomo → (B)

Mantenimiento preventivo → (C)

Mantenimiento planificado → (D)

Mantenimiento de la calidad → (E)

Controles administrativos → (F)

Educación y capacitación → (G)

Medio ambiente seguridad e higiene → (H)

4.1.2. Procesos importantes

De han determinado los objetivos, entradas, salidas, materiales, y diagramas para cada proceso involucrado en el taller. La especialidad del taller es la reparación de vehículos siniestrados, proceso que involucra las siguientes tareas:

Recepción del vehículo

El objetivo de esta fase es permitir el ingreso del vehículo a las instalaciones, realizar la recolección de los datos del vehículo, elaborar un inventario de los componentes con los que ingresa el vehículo, se constituye un contrato de servicio, y se elabora la proforma. El diagrama de flujo del proceso se muestra en el Anexo 14. Las entradas del proceso son el visto bueno del jefe del taller y la elaboración de una orden de trabajo. Las salidas del proceso son un contrato de reparación, y la documentación de inspección e inventario del vehículo. Los recursos materiales por usar son sellos, lapiceros, facturas y una libreta de notas. Los pasos que se llevan a cabo durante la recepción del vehículo son los siguientes:

- **RECIBIR VEHÍCULO.** El conductor procede a estacionar su vehículo en la zona de recepción del taller.
- **ELABORAR UNA ORDEN DE TRABAJO.** El conductor del vehículo es recibido por el encargado del taller que procede a realizar una orden de trabajo para ejecución de la revisión general del vehículo. Esta orden de trabajo se realiza de manera manual.
- **ENTREGA DE LA ORDEN DE TRABAJO.** El dueño del vehículo procede a entregar la orden de trabajo al técnico o técnicos encargados de la inspección del vehículo.
- **VERIFICAR ORDEN DE TRABAJO.** El técnico procede a verificar la consistencia del documento y revisar las tareas que debe realizar.
- **DESPLAZAMIENTO A LA ZONA DE INSPECCIÓN.** Una vez verificada la orden de trabajo, el vehículo debe ser desplazado al área de inspección del taller.
- **ELABORAR UN INVENTARIO DE LOS COMPONENTES.** El conductor entrega la orden de trabajo al técnico, que procede a contabilizar todos los equipos y accesorios con los que cuenta el vehículo, con la finalidad de establecer el estado inicial del vehículo. El técnico rellena el formato especial de inventario del vehículo de manera ordenada y precisa. La recolección de la información se hace de forma manual en formatos establecidos.
- **ELABORACIÓN DEL CONTRATO DE SERVICIO.** El técnico almacena la información del vehículo, y el encargado del taller procede a elaborar el contrato, donde se especifica principalmente los costos, el tiempo de reparación, y los repuestos necesarios.

El análisis del proceso se describe en el diagrama del Anexo 15. Cada etapa involucrada en el proceso se ha clasificado dependiendo del tipo de operación realizada, llegando a la siguiente contabilización:

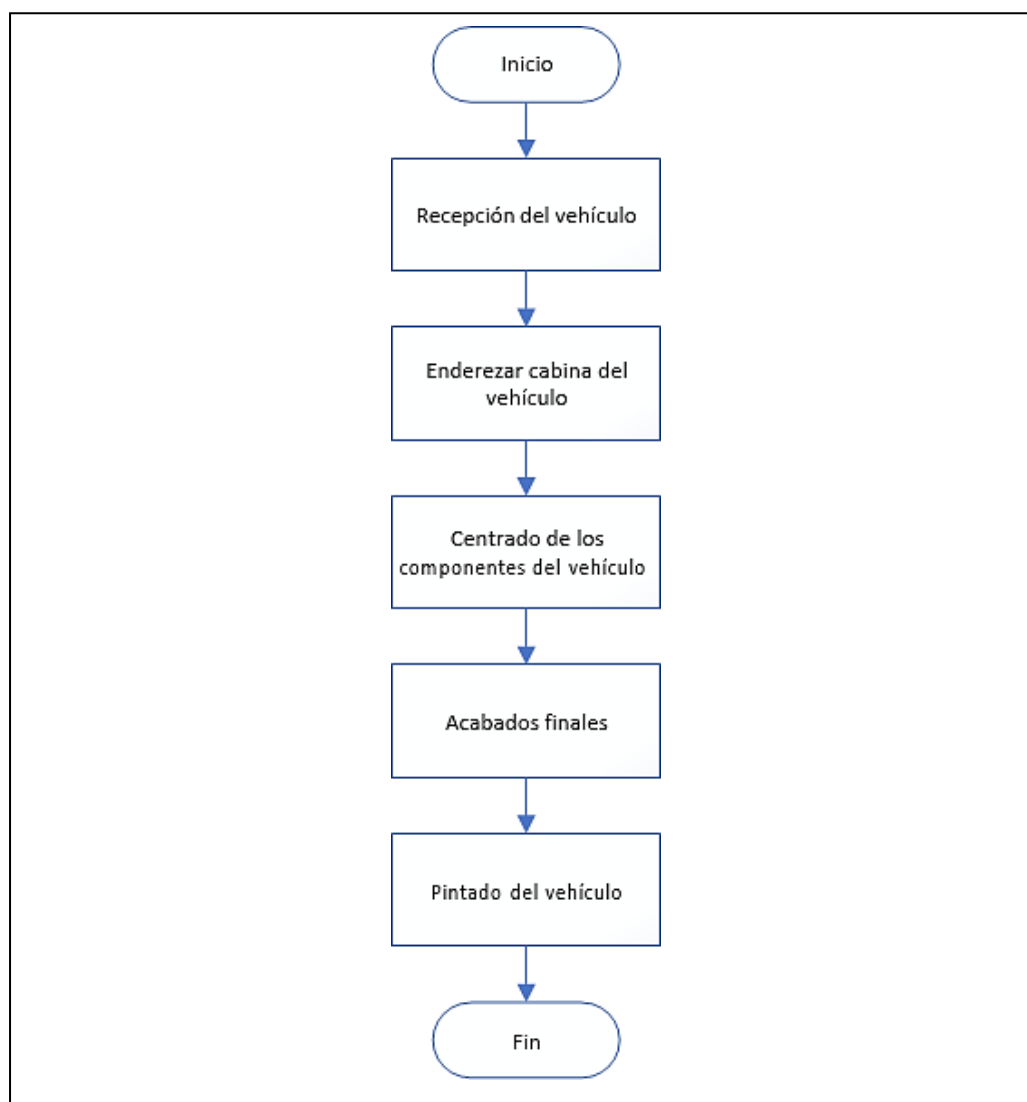
TIPO	FUNCIÓN	CANTIDAD	TIEMPO (mín.)
	OPERACIÓN	4	32
	TRANSPORTE	2	5
	INSPECCIÓN	1	2
	ALMACENAMIENTO	1	0
	DEMORA	0	0
	COMBINACIÓN	0	0
TOTAL		7	39

La eficiencia del proceso se puede determinar cómo:

$$Eficiencia = \left(\frac{\text{Tiempo de actividades operativas}}{\text{Tiempo total de actividades}} \right) (100) = \left(\frac{32}{39} \right) (100)$$

$$Eficiencia = 82.05 \%$$

Ilustración 2. *Proceso de reparación de un vehículo siniestrado.*





Enderezamiento de la cabina del vehículo

El objetivo de este proceso es evaluar la condición del vehículo, fallos, imperfecciones o daños para poder ofrecer un diagnóstico, con la ayuda de herramientas se procede a desarmar el vehículo, y finalmente enderezar los fallos encontrados por medio de gatas hidráulicas y martillos. El diagrama de flujo del proceso se muestra en el Anexo 16. La entrada principal del proceso es el contrato de reparación otorgado en la recepción, y a la salida se obtiene un vehículo con la cabina del vehículo corregida. Los recursos materiales usados en este proceso son llaves fijas, llaves inglesas, dados con palanca de ajuste, alicates, destornilladores, martillos, tornillo de banco, gatas hidráulicas y mecánicas, soldadura oxiacetilénica. Los pasos que se llevan a cabo durante el enderezamiento de la cabina son los siguientes:

- **INGRESO DEL VEHÍCULO AL ÁREA.** El vehículo se instala en la zona de reparación de cabinas.
- **RECEPCIÓN Y VERIFICACIÓN DEL CONTRATO.** El técnico procede a verificar la validez del documento y revisar las tareas a realizar.

- **PREPARAR ZONA DE TRABAJO.** Se preparan las herramientas y equipos necesarios para la operación. Se prepara el emplazamiento para ejecutar la operación de enderezado de la cabina.
- **INSPECCIÓN GENERAL DEL VEHÍCULO.** Los técnicos proceden a encontrar los fallos visibles en la cabina del vehículo y a determinar las soluciones factibles.
- **DESARMADO DEL VEHÍCULO.** Los técnicos proceden a desarmar las partes dañadas del vehículo con ayuda de las herramientas del taller.
- **ENDEREZAMIENTO DE LOS FALLOS ENCONTRADOS.** Los técnicos proceden a enderezar las partes chancadas en la cabina con ayuda de gatas hidráulicas y martillos, sin pasarse de los límites recomendados. Si se da el caso de que un componente del vehículo es irrecuperable, se reemplaza y se aplica soldadura oxiacetilénica.

El análisis del proceso se describe en el diagrama del Anexo 17. Tomando en cuenta los tiempos involucrados en cada etapa del proceso, se contabilizó lo siguiente:

TIPO	FUNCIÓN	CANTIDAD	TIEMPO (mín.)
	OPERACIÓN	4	5790
	TRANSPORTE	2	20
	INSPECCIÓN	2	10
	ALMACENAMIENTO	1	0
	DEMORA	1	1500
	COMBINACIÓN	0	0
TOTAL		10	7500

La eficiencia del proceso se puede determinar cómo:

$$Eficiencia = \left(\frac{\text{T tiempo de actividades operativas}}{\text{T tiempo total de actividades}} \right) (100) = \left(\frac{5970}{7500} \right) (100)$$






$$Eficiencia = 79.6 \%$$

Centrado de los componentes del vehículo

En este paso se alinean los parabrisas, vidrios, puertas, con la finalidad de verificar que encajen perfectamente. El Anexo 18 muestra el diagrama de flujo del proceso. La entrada a este proceso es el contrato de reparación, y a la salida se obtiene un vehículo con la carrocería y sus componentes totalmente alineados. Los recursos materiales utilizados en el proceso son winchas, martillos, maquina planchadora, llaves, destornilladores, guinchas, reglas. A continuación, se hace una breve descripción de las etapas del proceso:

- **INGRESO DEL VEHÍCULO AL ÁREA.** El vehículo se instala en la zona de alineamiento de vidrios y planchado.
- **VERIFICACIÓN DEL CONTRATO.** El técnico procede a verificar la valides del documento y revisar las tareas a realizar.
- **PREPARAR ZONA DE TRABAJO.** Se preparan las herramientas y equipos necesarios para la operación. Se prepara el emplazamiento para ejecutar la operación de alineación y planchado.
- **CENTRADO DE VIDRIOS.** Con la ayuda de la máquina de planchar y martillos se arreglan los filos de las ventanas y los parabrisas midiendo con la guincha si se ajustan a las medidas de alineación establecidas.
- **REPLANCHADO DE LATAS.** Con ayuda de un martillo de realiza la operación de templado de las latas de la carrocería.

El análisis del proceso de centrado del vehículo se muestra en el diagrama del Anexo 19. Considerando los tiempos involucrados en cada etapa del proceso se contabilizo lo siguiente:

TIPO	FUNCIÓN	CANTIDAD	TIEMPO (mín.)
	OPERACIÓN	3	1860
	TRANSPORTE	2	20
	INSPECCIÓN	3	250
	ALMACENAMIENTO	1	0
	DEMORA	2	360
	COMBINACIÓN	0	0
TOTAL		10	2490

La eficiencia del proceso resulta:

$$Eficiencia = \left(\frac{\text{Tiempo de actividades operativas}}{\text{Tiempo total de actividades}} \right) (100) = \left(\frac{1860}{2490} \right) (100)$$

$$Eficiencia = 74.69\%$$

Acabados finales

Este paso involucra lijado de las superficies, se procede a lijar las superficies con lijas de agua y de fierro, se procede a reparar las imperfecciones de las latas aplicando macilla. El diagrama de flujo del proceso se muestra en el Anexo 20. La entrada al proceso es el contrato de reparación, y a la salida se obtendrá un vehículo con las superficies de la carrocería totalmente corregidas. Los recursos materiales utilizados son las lijas de agua y de fierro y la macilla de reparación. Los pasos que se llevan a cabo en los acabados finales del vehículo son los siguientes:

- INGRESO DEL VEHÍCULO AL ÁREA DE TRABAJO. El vehículo se instala en la zona de acabados finales.
- VALIDACIÓN DEL CONTRATO. El técnico procede a verificar la validez del documento y revisar las tareas a realizar.
- PREPARAR ZONA DE TRABAJO. Se preparan las herramientas y equipos necesarios para la operación. Se prepara el emplazamiento para ejecutar los acabados finales del vehículo.
- LIJADO PARA LIMPIAR LA SUPERFICIE. Se procede a lijar las superficies del vehículo de manera manual, con ayuda de una lija de fierro para eliminar los residuos e imperfecciones.
- APLICAR MACILLA. Se aplica la macilla a la superficie de manera manual por medio de una paleta.
- LIJADO PARA ACABADO SUPERFICIAL. Se procede a lijar las superficies del vehículo de manera manual y con ayuda de una lija de agua. La superficie debe tener un acabado liso y se realiza el procedimiento hasta lograr el objetivo.

El diagrama de análisis del proceso “Acabados finales” se lleva a cabo en el Anexo 18. Tomando en cuenta los tiempos involucrados en cada etapa del proceso, se determinó lo siguiente:

TIPO	FUNCIÓN	CANTIDAD	TIEMPO (mín.)
	OPERACIÓN	3	420
	TRANSPORTE	2	20
	INSPECCIÓN	3	90
	ALMACENAMIENTO	1	0
	DEMORA	2	360
	COMBINACIÓN	0	0
TOTAL		11	890

La eficiencia del proceso resulta:

$$Eficiencia = \left(\frac{\text{Tiempo de actividades operativas}}{\text{Tiempo total de actividades}} \right) (100) = \left(\frac{420}{890} \right) (100)$$

$$Eficiencia = 47.19 \%$$

Pintado del vehículo

Antes de colocar el color final al vehículo se procede a colocar la pintura base. El siguiente paso es colocar la pintura que el cliente desea para su vehículo, a través de pistolas de aire comprimido. El diagrama de flujo del proceso se muestra en el Anexo 20. La entrada al proceso es el contrato de reparación, y a la salida se obtiene un vehículo con acabados de pintura de buena calidad. Los recursos materiales usados en el proceso son la pintura base, pintura pulverizadora, compresor de aire, pistolas de aire comprimido, franelas, papel periódico, cinta adhesiva, pasta para pulir, y el traje de pintor. Los pasos que se llevan a cabo durante el pintado del vehículo son los siguientes:

- **INGRESO DEL VEHÍCULO AL ÁREA.** El vehículo se instala en la zona de pintado.
- **VERIFICACIÓN DEL CONTRATO.** El técnico procede a verificar la validez del documento y revisar las tareas a realizar.
- **PREPARAR ZONA DE TRABAJO.** Se preparan las herramientas y equipos necesarios para la operación. Se prepara el emplazamiento para ejecutar la operación de pintado.
- **LIMPIEZA DE LA SUPERFICIE DEL VEHÍCULO.** Se procede a realizar la limpieza de todas las superficies del vehículo con ayuda de una franela.
- **ENMASCARAR EL AUTO.** Cubrimos las superficies que no queremos manchar con pintura con ayuda de un plástico protector.
- **PREPARAR Y APLICAR PINTURA BASE.** En este paso se aplica la pintura base a la superficie con ayuda de la pistola pulverizadora.
- **PREPARAR Y APLICAR PINTURA DE ACABADO.** En este paso se procede a aplicar la pintura de acabado con ayuda de la pistola pulverizadora.
- **ESPERAR QUE LA PINTURA SEQUE.** Se espera un tiempo prudente para que la pintura pueda secar, y luego se procede a sacar el brillo.

En el Anexo 23 se detalla el diagrama de análisis del proceso de pintado del vehículo. Tomando en cuenta los tiempos involucrados en cada etapa del proceso, se contabilizó lo siguiente:

TIPO	FUNCIÓN	CANTIDAD	TIEMPO (mín.)
	OPERACIÓN	5	1010
	TRANSPORTE	2	20
	INSPECCIÓN	3	70
	ALMACENAMIENTO	1	0
	DEMORA	2	80
	COMBINACIÓN	0	0
TOTAL		11	1180

La eficiencia del proceso resulta:

$$Eficiencia = \left(\frac{\text{Tiempo de actividades operativas}}{\text{Tiempo total de actividades}} \right) (100) = \left(\frac{1180}{1010} \right) (100)$$

$$Eficiencia = 85.59 \%$$

La siguiente tabla resume las eficiencias de los procesos calculados anteriormente:

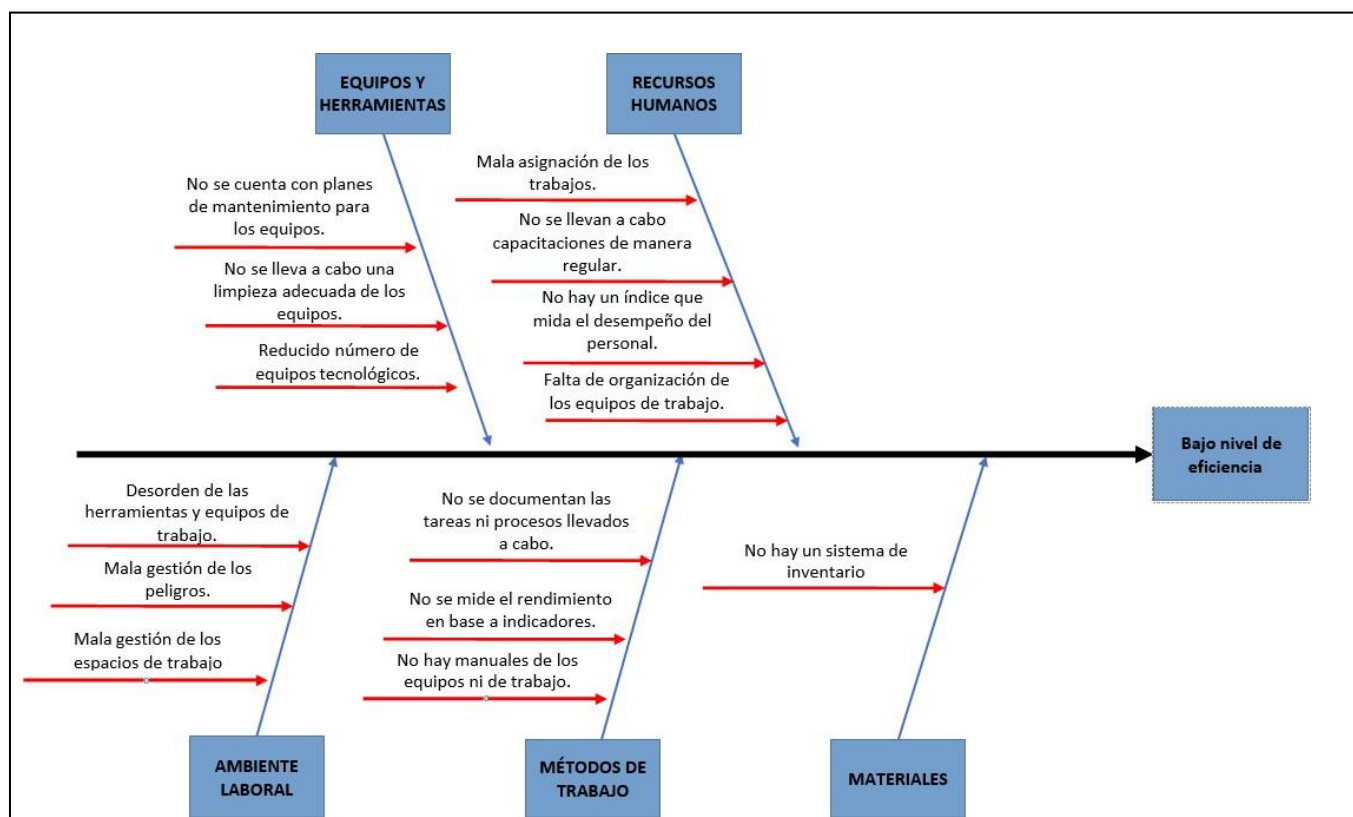
Tabla 4. Resumen de eficiencia de los procesos.

N °	PROCESO	EFICIENCIA (%)
1	Recepción del vehículo	82.05
2	Enderezar cabina del vehículo	79.6
3	Centrado de los componentes del vehículo	74.69
4	Acabados finales	47.19
5	Pintado del vehículo	85.59

4.1.3. Diagrama causa – efecto de los procesos

Una manera global de organizar las ineficiencias y relacionarlas con las consecuencias generadas en el proceso, se conoce como diagrama causa – efecto o diagrama de espina de pescado.

Ilustración 3. Diagrama de Ishikawa que muestra los problemas de la eficiencia del taller



4.1.4. Requerimientos incumplidos

Después de identificar las problemáticas del taller mecánico relacionadas a cada uno de los pilares mencionados anteriormente. Se evalúan las problemáticas encontradas desde 4 de los pilares del mantenimiento productivo total (mejora enfocada, mantenimiento autónomo, mantenimiento planeado, formación y capacitación). Se han elegido estos pilares debido a que engloban la mayor parte de las problemáticas encontradas actualmente en la empresa, por lo tanto, deben ser subsanadas eficazmente.

- a) **Mejora enfocada.** El propósito de este pilar es reducir las ineficiencias crónicas e incrementar la información disponible de los procesos que se llevan dentro del taller, con la finalidad de establecer una metodología de mejora continua. La mejora enfocada se dirige a la práctica de la metodología de las 5S. Dentro del taller mecánico no se ha aplicado hasta el momento ninguno de los pilares mencionados de manera disciplinada (Tabla 5).
- b) **Mantenimiento autónomo.** El mantenimiento autónomo está enfocado a que cada trabajador inspeccione y monitoree su equipo de forma independiente. Por lo que permite crear una relación más cercana entre el equipo y el trabajador, mejorando enormemente el conocimiento sobre la operación de la maquinaria. Con las inspecciones y tareas de mantenimiento llevadas a cabo por los técnicos se incrementa de manera efectiva la eficiencia del equipo (Tabla 6).

Tabla 5. *Requerimientos incumplidos del pilar mejora enfocada.*

REQUERIMIENTO INCUMPLIDO	CONSECUENCIAS DEL INCUMPLIMIENTO	PROPUESTA DE LA SOLUCIÓN
Organización de los equipos y herramientas	Pérdidas de tiempo	Metodología para ordenar los equipos y herramientas en cada zona de trabajo
Limpieza de las zonas de trabajo y equipos	Deterioro de los equipos y ambientes de trabajo	Elaboración de un plan de limpieza.
Énfasis en el trabajo en equipo	Indiferencias hacia el trabajo y a la participación de la organización	Conformación de grupos de trabajo por cada proceso.
Documentación	Falta de datos de los equipos del taller	Elaboración de una metodología de documentación y análisis de fallas.

- c) **Mantenimiento planeado.** La finalidad del mantenimiento planeado es sostener la capacidad funcional del equipamiento siempre que sea requerida. Siempre se busca maximizar la producción aumentando la confiabilidad y mantenibilidad de los equipos; para minimizar el costo de producción también es necesario reducir los costos de mantenibilidad, ambos están relacionados (Tabla 7).
- d) **Formación y capacitación.** Esta etapa involucra el desarrollo de las capacidades técnicas del personal del taller, con la finalidad de que se puedan actuar con eficiencia dentro del trabajo. La consolidación de nuevos conocimientos dentro del personal de trabajo mejorará la eficiencia durante las operaciones de mantenimiento, y permitirá tomar mejores decisiones con respecto a las fallas e incertidumbres que pueden ocurrir durante la vida útil de una maquinaria (Tabla 8).

Tabla 6. *Requerimientos incumplidos del pilar mantenimiento autónomo.*

REQUERIMIENTO INCUMPLIDO	CONSECUENCIAS	PROPUESTA
Cultura de compromisos de los trabajadores hacia los equipos y vehículos del taller.	Indiferencia hacia los equipos y vehículos del taller.	Elaboración de un manual de usuario para el trabajador que le permita conocer sus responsabilidades hacia los equipos y vehículos del taller.
		Dar capacitaciones con referente a la metodología de las 5S.
		Desarrollo de un programa de capacitaciones sobre temas de mantenimiento.
Estandarización de procedimientos de atención a equipos.	Indiferencia hacia el mantenimiento de las máquinas.	Desarrollo de listas de inspección basados en la metodología 5S.
		Dar conocimiento al personal sobre las propuestas desarrolladas anteriormente.

Tabla 7. *Requerimientos incumplidos del pilar mantenimiento planeado.*

REQUERIMIENTO INCUMPLIDO	CONSECUENCIAS	PROPUESTA
Nociones precisas de lo que se quiere realizar.	Los procesos de mantenimiento no están estandarizados.	aplicación de técnicas de mantenimiento preventivo.

Tabla 8. *Requerimientos incumplidos del pilar formación y capacitación.*

REQUERIMIENTO INCUMPLIDO	CONSECUENCIAS	PROPUESTA
Desarrollar los talentos del personal	Personal desactualizado en conocimientos	Analizar las condiciones actuales de la educación y elaborar planes para mejorarla.
		Elaborar un plan para desarrollar las destrezas y conocimientos de los equipos técnicos del taller y vehículos.
Actualización de conocimientos	Personal desactualizado en conocimientos técnicos	Empezar el plan de capacitación para mejorar las habilidades y conocimientos del personal.
		Elaboración de un programa de desarrollo de nuevas habilidades.

4.2. Segundo Objetivo: Desarrollo del programa

Las siguientes 10 etapas son desarrolladas de manera estándar y se consideran como la base para implementar un programa de mantenimiento productivo dentro de la organización. De este modo será necesario adecuar cada uno de los pasos para su aplicación en talleres mecánicos. Por ello se ha desarrollado la siguiente metodología donde se muestran los pasos a seguir para una correcta implementación del TPM en un taller mecánico.

Tabla 9. Programa de 10 pasos para implementar el TPM.

FASE	PASOS
Inicio	<ul style="list-style-type: none"> • Decisión de la dirección. • Información y formación. • Implantación de la estructura de pilotaje. • Diagnóstico inicial (zona TPM, actores, deficiencias, retos). • Elaboración de un programa TPM • Lanzamiento.
Implantación preliminar	<ul style="list-style-type: none"> • Mejoras enfocadas (análisis y eliminación de causas perdidas) • Desarrollo de mantenimiento autónomo. • Desarrollo de mantenimiento planeado.
Implementación del TPM	<ul style="list-style-type: none"> • Formación y capacitación.

4.2.1. Decisión de la dirección

Con la finalidad de mejorar la eficiencia dentro del taller mecánico, y aumentar la disponibilidad de servicio, la administración del taller decide implantar el TPM en la organización. El proceso de implantación es de forma escalonada, empezando por las zonas más ineficientes y que presenten fallos operativos. El TPM es una metodología de trabajo que debe ser incentivada de manera continua dentro de la organización para encontrar resultados a largo plazo, de manera que el TPM es una forma de repensar la manera de trabajar. Las principales tareas para efectuar son:

- La administración anuncia la implantación. El administrador del taller procede a anunciar de manera personal, por mensaje de texto, correo electrónico o en una reunión formal, que llevará a cabo la implementación del TPM.
- Asignación de la coordinación del TPM. El administrador asigna un coordinador que lleve a cabo el desarrollo e implantación del TPM, en este caso como la organización

(taller mecánico) es de pequeña magnitud, solo será suficiente una persona para suplir con el objetivo.

- Establecimiento del comité. El coordinador se encarga de seleccionar un asistente para cada área de producción, en nuestro caso, se considera que cada proceso que se realiza en el taller debe contar con un asistente que monitoree la situación de implantación del TPM de manera zonal.
- Anuncio de la administración. La administración del taller anuncia al personal la implementación de la primera etapa del TPM, que ya cuenta con un plan de acción elaborado y unos objetivos específicos. El Anexo 02 muestra claramente cómo se llevarán a cabo las etapas del TPM; cómo se puede observar una gran parte de las actividades se llevan a cabo en paralelo. La etapa de iniciación solo aborda temas administrativos y de dirección, la implementación propia mente dicha inicia durante la etapa de lanzamiento. Al final del proceso se puede observar una etapa denominada fijación de nuevos objetivos, que es una forma factible de implementar mejoras continuas cada vez que se pone en práctica el TPM.
- Despliegue del TPM. Inicialmente se elabora una ficha o carta informativa donde se detallan los datos de los responsables que implementaran y supervisaran el desarrollo del TPM, y además una breve explicación sobre la utilidad de imponer este nuevo modelo de trabajo dentro de la organización (Anexo 01).
- Lanzamiento del TPM. Se desarrolla una ficha informativa que detalla los objetivos del TPM; y que será emitida a todos los colaboradores implicados en el TPM durante el lanzamiento de la nueva metodología de trabajo (Anexo 03).

4.2.2. Información y formación

Para una correcta aplicación del TPM, se necesita que todos los participantes tengan conocimientos sólidos sobre la metodología TPM. Se seguirá una metodología estableciendo una programación que muestre los pasos a seguir, y el tiempo involucrado. Cada persona involucrada deberá contar con una formación adecuada para su labor de trabajo. Los principales actores de la implementación (coordinador principal y asistentes), se someterán a una serie de capacitaciones con expertos en la metodología de mantenimiento productivo total, que, si es posible, deberán ser de entidades externas.

4.2.3. Implantación de la estructura de pilotaje

4.2.3.1. Organización de la estructura de pilotaje

En esta etapa se define la estructura de la organización del TPM, donde se definirán el cargo de cada uno de los participantes en distintos niveles. Este grupo humano se conoce como comité TPM.

Descripción de la estructura de pilotaje

- Director. El director se encarga de dirigir todas las áreas del taller, personal, finanzas, documentación, etc., y es el encargado de comunicar y acompañar el despliegue y desarrollo del TPM.
- Intendente. El intendente está por debajo del director, y es el encargado de realizar gestionar la compra de repuestos y equipos del taller, y dentro del TPM cumple la función de comunicar los avances y resultados que se han llevado a cabo hasta el momento.
- Piloto TPM. El piloto TPM lleva a cabo las tareas relacionadas con recursos humanos, y contabilidad, supervisando al personal y manteniendo un ambiente laboral favorable para todos.
- Asistente TPM. El asistente TPM se encuentra en cada zona del taller, dependiendo del número de procesos que se realizan. Es el encargado de satisfacer las demandas de producción para mantener un nivel de servicio en el taller.

Misiones de los actores del TPM

Es este punto se establecerán las funciones y misiones que tienen cada uno de los involucrados en el desarrollo del TPM. Dentro del marco de la organización se recomienda el desarrollo de un manual donde se definan las funciones de cada uno de los participantes. Durante el desarrollo del Objetivo 04 se detallará el contenido del manual.

4.2.3.2. Plan de capacitación

Se establece un plan de capacitación para el personal involucrado, que constará de las herramientas administrativas óptimas para poder entregar los conocimientos adecuados sobre el TPM a los miembros del comité.

- Generación de las metas. Una meta es una representación en términos cualitativos y cuantitativos de un resultado que se desea alcanzar. Cada objetivo cuenta con varias metas específicas, que deberán lograrse para llegar hacia el logro del primero.
En el plan de capacitación es importante establecer las metas finales para las capacitaciones. Podemos usar el formato del Anexo 09 para realizar estas tareas.
- Definición de los objetivos de trabajo. En segundo lugar, es necesario definir los objetivos con respecto al aprendizaje, que debe plasmar el estado deseado hacia dónde queremos

llegar en cuestión de resultados. Es el resultado que se espera logre el empleado al finalizar un determinado proceso de aprendizaje.

- Desarrollo del plan de capacitación. Usando el siguiente formato documentamos los datos más importantes de las capacitaciones que se llevarán a cabo (Anexo 10).

4.2.4. Diagnóstico inicial

Para realizar el diagnóstico inicial se siguen los siguientes pasos:

Elección de la zona

La zona se elige dependiendo de las deficiencias encontradas, cabe la posibilidad de encontrar zonas con mayor impacto negativo en la eficiencia. Podemos mencionar algunos criterios para poder elegir la zona para aplicar el TPM:

- Disponibilidad. Está relacionado con el tiempo en que la instalación debe estar apta para ser utilizada. La disponibilidad es la proporción de tiempo que un sistema está en condiciones de funcionamiento.
- Número de paradas. El número de paradas es un punto de referencia para evaluar la mejora de determinada zona de trabajo.
- Interés técnico. Está relacionado con el impacto que tiene la tecnología en la mejorar de algún proceso de la empresa.
- Interés estratégico. Algunos intereses estratégicos son los siguientes, motivos de personal, debido al horizonte de planeación, a las estrategias de la organización, o experiencia en planes a largo plazo.
- Número de efectivos. Se relaciona con la cantidad de empleados que se encuentran en la zona por elegir.
- Calidad. Está relacionado con los defectos de calidad que podemos encontrar en los productos, procesos o servicios del taller.

Tomando en cuenta los criterios anteriores, establecemos una matriz de evaluación, donde se usa una escala de 1 a 5 para evaluar cada criterio, dependiendo de las condiciones del taller. Un puntaje de mínima importancia será 1, un puntaje de importancia media será 3, y un puntaje de importancia alta será 5. Los puntajes serán clasificados según, MF (Muy favorable), F (Favorable) y D (Desfavorable).

Tabla 10. *Asignación de puntajes para los criterios de evaluación de las zonas.*

Asignación del puntaje				
Criterios		Nivel de predicción		
N °	Criterio	MF	F	D
1	Disponibilidad	5	3	1
2	Números de paradas	5	3	1
3	análisis técnico	5	3	1
4	análisis estratégico	5	3	1
5	personal	5	3	1
6	Calidad	5	3	1

La matriz de evaluación se establece como sigue:

Tabla 11. *Matriz de evaluación.*

CRITERIOS																		
Zona	1			2			3			4			5			6		
	MF	F	D	MF	F	D	MF	F	D	MF	F	D	MF	F	D	MF	F	D
1																		
...																		
n																		

Entrevistas

Las entrevistas nos permitirán la recolección de la información del estado actual del taller, que será de mucha utilidad para la elaboración del programa TPM. La entrevista se lleva a cabo a todos los técnicos y ayudantes del taller siguiendo el siguiente formato (Anexo 11). Las entrevistas son una herramienta utilizada durante todo el proceso de implementación del TPM, con la finalidad de ver la evolución y desarrollo del TPM dentro del taller. Estas entrevistas sirven para elaborar un nuevo programa de estabilización y de mejora continua.

Diagnóstico de la situación actual

En el objetivo 01 se detalló la condición actual del taller mecánico, describiendo los procesos y sus respectivas eficiencias.

4.2.5. Elaboración del programa TPM

En los pasos previos se ha documentado gran parte de la información necesaria para llevar a cabo la implementación del TPM. Se ha planificado un programa de actuación para

los diferentes involucrados en el desarrollo del TPM. El encargado de desarrollar el programa es el comité de desarrollo TPM, tomando como parámetros los recursos y los tiempos disponibles en el taller. Las problemáticas encontradas en el taller se obtuvieron durante la etapa de diagnóstico, y el uso de entrevistas. Se debe tener fechas de inicio y fin de la tarea. Las acciones por realizar corresponden a diversos ámbitos, como el Mantenimiento Preventivo, Seguridad, la Formación, la Calidad, el Puesto de Trabajo, o aspectos particulares de cada área (Anexo 22).

4.2.6. Lanzamiento

Durante este proceso se realiza una exposición de los principales principios del TPM, y las bases de su aplicación. Se revisa el estado inicial de la zona y se exponen los objetivos esperados al final del proceso.

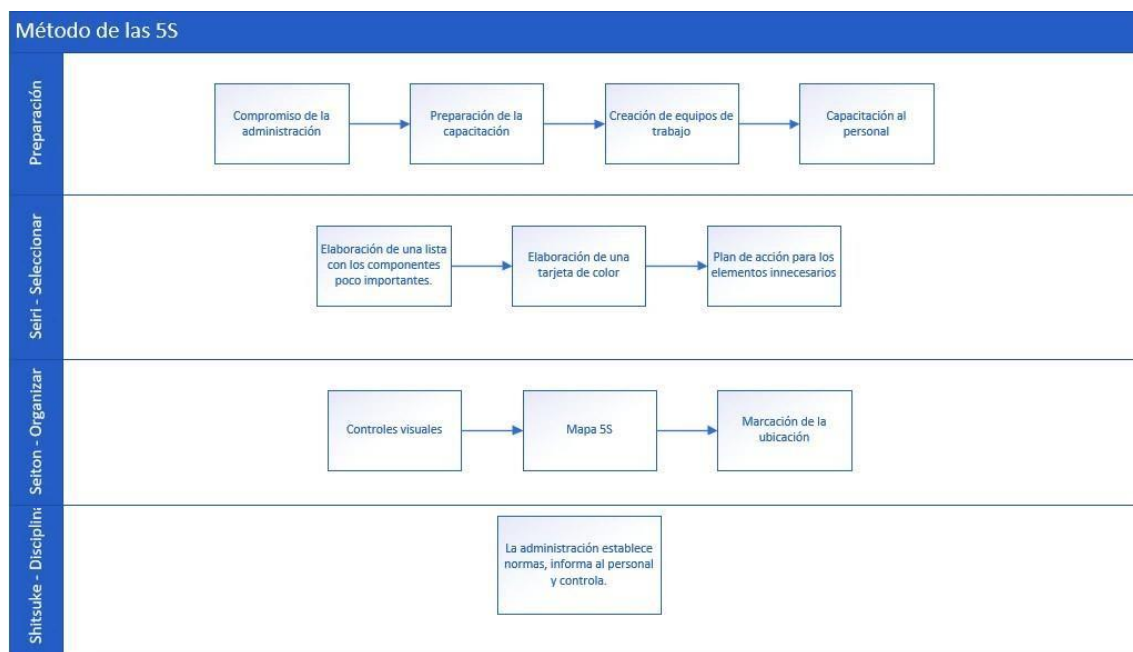
4.2.7. Mejoras enfocadas

La aplicación del método de las 5S se enfoca en el mejoramiento del capital humano y material de la organización, dirigiéndose principalmente en mantener la limpieza del emplazamiento, la organización de los recursos y la disciplina de los trabajadores. Es un requerimiento básico antes de empezar el pilar de mantenimiento autónomo [1]. Sería muy ineficiente aplicar el pilar mantenimiento autónomo, si antes tener unos buenos resultados aplicando el método de las 5S (Tabla 12).

4.2.7.1. Preparación

Durante este periodo se elaborará un plan donde se establezcan los pasos, las recomendaciones, los objetivos y los beneficios de aplicar el método de las 5S. Es necesario que el personal conozca sobre el método y los beneficios de su aplicación dentro del ambiente laboral.

Tabla 12. Proceso de “Implementación de la metodología 5S”.



a) **Compromiso de la administración.** La administración se debe responsabilizar con el desarrollo de la metodología, ya que de eso depende que se cumplan los objetivos planteados inicialmente. El método de las 5S inicia con la administración (entre regulador), que debe romper ciertos paradigmas sobre las responsabilidades que tiene el empleado dentro de la empresa. Algunas de las afirmaciones contradictorias con los pilares del “Método de las 5S” son las siguientes:

- La instalaciones y equipos no deben ser vigiladas o cuidadas por el personal de la empresa. Muchas veces se considera insatisfactorio o raro que los empleados puedan dirigir sus esfuerzos hacia el cuidado o vigilancia de las instalaciones o equipos de la organización. Cuando el trabajador se siente identificado de manera personal con su área de trabajo y los equipos que están a su cargo, se aprecian grandes beneficios para la organización y para el mismo trabajador a nivel de comodidad y rendimiento.
- El estado actual es el más eficiente, así que no debemos buscar modelos nuevos de mejora continua. Muchas veces las empresas caen en un estado de comodidad y rutina donde ya no se toman en cuenta nuevas metodologías de trabajo, llegando a perder poco a poco la eficiencia y calidad de sus servicios. La forma en la que operan las organizaciones debe estar dirigida a la mejora continua de los procesos y el capital humano, de manera que se establezcan metas realistas a corto y a largo plazo.

b) **Preparación de la capacitación.** En este paso se desarrolla un programa de capacitaciones para que el personal pueda conocer a fondo sobre el método de las 5S. Como base conceptual deben considerarse las siguientes temáticas:

- Conceptos relacionados al método de las 5S.
- Ventajas de aplicar el método de las 5S en una organización.
- Rango de tiempo en el que se aplicará.

c) **Capacitación al personal.** Para que el método de las 5S pueda otorgar los máximos beneficios, el personal tiene que contar con todos los conocimientos necesarios sobre la metodología. La administración deberá considerar la realización de ponencias especializadas en el tema, de manera que el personal pueda conocer a fondo los pilares del método.

4.2.7.2. Seiri – Seleccionar

Este pilar se dirige a la detección de componentes innecesarios o con poca importancia dentro de la empresa. A continuación, se muestran las prácticas a seguir:

a) **Elaboración de una lista con los componentes poco importantes.** Se procederá a registrar los elementos sobrantes o innecesarios en una hoja de datos, donde se colocará

datos como, cantidad, causa de desuso, ubicación, y forma de eliminación. Los grupos de trabajo se encargarán de llenar y contabilizar los componentes de menor importancia dentro de la organización. El formato diseñado para esta labor se muestra en el Anexo 04. El formato debe usarse siguiendo las siguientes recomendaciones:

- Inicialmente se escribe la fecha en la cual se ha desarrollado la clasificación.
- Se coloca el nombre del artículo y se procede a hacer una breve descripción.
- Se coloca el número de artículos encontrados y se notifican las causas del porque se le ha calificado como innecesario.
- Los datos finales son el nombre y la firma del encargado.
- Los datos finales son el nombre y la firma del encargado.

b) **Elaboración de las tarjetas de color.** La utilidad de las tarjetas de color es múltiple, por ejemplo, podría ser de mucha ayuda durante el proceso de producción, para notificar en qué estado se encuentra el producto (ensamblado, etiquetado, sellado, etc.). En algunos casos son útiles para identificar el estado (parada, inspección, mantenimiento, etc.) de los equipos de la empresa. Las tarjetas de color también serían muy útiles en el área administrativa, sobre todo para la organización de documentos, y procesos. Es recomendable el uso de tarjetas de color para poder identificar de manera visual los componentes o equipos innecesarios en la instalación, colocando que medida se tomara con respecto al elemento. Para emprender esta labor se desarrolló el siguiente formato:

Ilustración 4. Modelo de tarjeta de color rojo.

Diagrama de una tarjeta roja con un agujero en la parte superior para un clip. El formato está dividido en secciones con los siguientes campos:

- Encabezado:** No. _____
- TÍTULO:** TARJETA ROJA 5'S
- Subtítulo:** Información Gen-
- Campos de texto:** Propuesta por _____ Responsable de área _____
Área / Depto. _____
Descripción de artículo _____
- CATEGORIA:**
 - Máquina/Equipo
 - Herramienta
 - Instrumento
 - Partes eléctricas
 - Partes mecánicas
 - Material gestable
 - Materia prima
 - Trabajo en proceso
 - Producto terminado
 - Otros
- OTROS/COMENTARIO:** _____
- RAZON DE TARJETA:**
 - Innecesario
 - Defectuoso
 - Fuera de especificaciones
 - Otros
- Otros:** _____
- ACCION REQUERIDA:**
 - Eliminar
 - Agrupar en espacio separado
 - Retomar
- Otros:** _____
- Fecha inicio:** ___/___/___ **Final de la acción:** ___/___/___

Dimensiones: Ancho 3", Alto 6".

c) **Plan de acción para los elementos innecesarios.** Se pueden llevar a cabo las siguientes propuestas de solución ante los artículos innecesarios encontrados en la empresa:

- Reubicar el artículo en una nueva posición de la empresa.
- Guardar el artículo en otra zona que no sea de propiedad de la empresa.
- Eliminación del artículo de manera permanente.

4.2.7.2. Seiton – Organizar

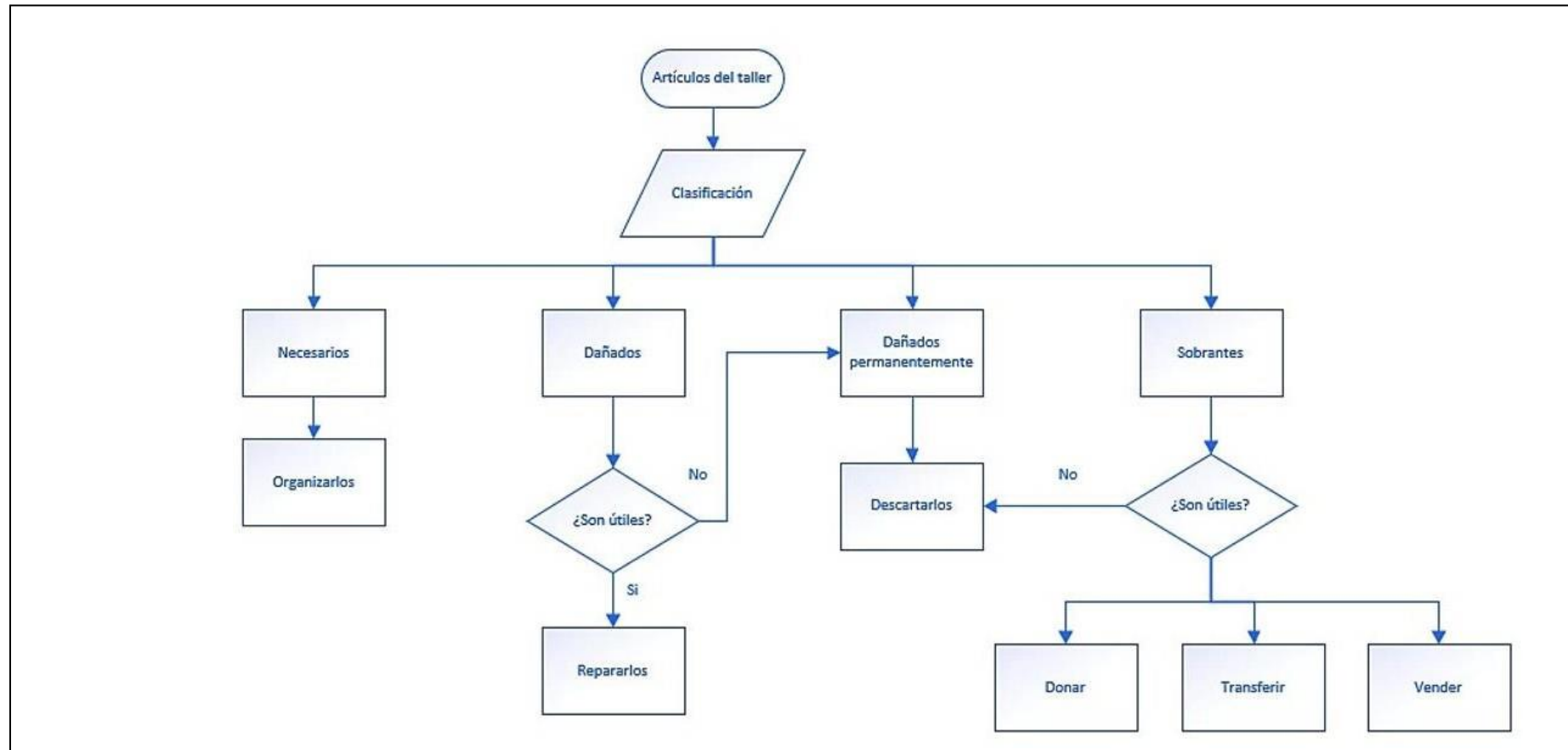
Este pilar busca ordenar la zona de trabajo, ubicando las herramientas, equipos e insumos en zonas estratégicas donde se puedan identificar con facilidad. Un ambiente de trabajo ordenado no solo contribuye en la eficiencia, sino también en el impacto que el cliente puede percibir con respecto a la organización.

a) **Controles visuales.** La implementación de controles visuales permite identificar fácilmente donde se encuentran las herramientas o equipos más importantes del taller, y estandarizar las tareas. Se diseñó un formato para ello (Anexo 05).

b) **Mapa 5S.** Técnica japonesa que permite minimizar desperdicios a través de 5 acciones que deben implementarse. Los criterios o principios para encontrar las mejores localizaciones de herramientas y útiles son:

- Los artículos deberán ser localizados en el ambiente de trabajo de acuerdo a su regularidad de uso.
- Los artículos que no se usan con frecuencia se almacenan en otro lugar.
- Los artículos que se usan juntos deberán ser almacenados en el mismo lugar, y en la secuencia con que se usan.
- Almacenar las herramientas de acuerdo con su función o producto. El almacenaje basado en la función consiste en almacenar juntas las herramientas que sirven funciones similares.
- Es recomendable que las herramientas se coloquen suspendidas en un resorte, en un lugar que esté al alcance del usuario.
- El almacenaje basado en productos consiste en almacenar juntas las herramientas que se usan en el mismo producto. Esto funciona mejor en la producción repetitiva.

Ilustración 5. Estrategia para procesar artículos innecesarios.



c) **Marcación de la ubicación.** Cuando se han elegido los mejores emplazamientos para los artículos del taller, es de utilidad la implantación de un método para identificar estos lugares de manera que los empleados sepan dónde ubicar los diferentes artículos y que cantidad pueden encontrar de ellos. Se establecen las siguientes propuestas, indicadores de localización, áreas de limpieza y seguridad, letreros con los nombres de las áreas de trabajo, Ubicación específica para el stock, Ubicación para almacenaje de equipos.

- Indicadores de ubicación de áreas. Anexo 07.
- Señales. Anexo 08.

4.2.7.4. Seiso – Limpieza

En este paso se establece un profundo incentivo sobre la limpieza del ambiente laboral de la empresa. Durante este procedimiento se debe considerar la continuidad y fortalecimiento de los dos pilares ya realizados anteriormente. Se debe establecer un plan muy riguroso y técnico que debe considerar el capital humano y los insumos involucrados para su realización. Es importante considerar las capacidades técnicas de los trabajadores con respecto a los equipos y máquinas de la empresa, ya que muchas veces una mala ejecución de la limpieza puede ocasionar daños considerables.

- a) **Elección de las metas de limpieza.** Los objetivos de limpieza se establecen a partir de los equipos, ambientes y maquinarias que se encuentran en la empresa. La limpieza del taller mecánico engloba, artículos almacenados (repuestos, documentos, materiales, etc.), equipos, máquinas, y ambientes de trabajo.
- b) **Elaboración de un manual.** Un manual de limpieza debe considerar los siguientes aspectos:
 - Objetivos de la limpieza.
 - Una imagen con la asignación de todas las zonas.
 - Imagen del equipo humano que realizara las tareas.
 - Artículos y materiales necesarios para la limpieza.
 - Esquema de las tareas a seguir.
- c) **Preparación de los materiales necesarios.** Todos los elementos necesarios para ejecutar la limpieza deberán estar disponibles de manera ordenada y en un espacio que permita la mayor disponibilidad.
- d) **Ejecución de la limpieza.** Se realiza la jornada de limpieza, y al finalizar el proceso se visualizan los cambios reflejados. Este proceso se debe dar de forma continua y buscando siempre fomentar una cultura de limpieza dentro de los trabajadores.

4.2.7.5. Seiketsu – Estandarización

Consiste básicamente en aplicar, replicar y mantener lo que se ha venido desarrollando hasta ahora. La ejecución continua de los 3 pilares anteriores formara una serie de hábitos positivos dentro de los trabajadores, que debe ser incentivada continuamente por la administración. Por ello es importante mantener la ejecución de los pilares anteriores de manera que sea efectiva la integración de este nuevo enfoque dentro del ambiente laboral. Hay que tomar en cuenta los resultados de los pilares anteriores para poder establecer de manera coherente las responsabilidades de los equipos de trabajo. Con los resultados obtenidos se asignan las responsabilidades en un formato (Anexo 06).

- Diagrama de distribución del trabajo de limpieza preparado en la etapa de limpieza.
- Manual de limpieza.
- Cuadro de gestión visual donde se registra el avance de cada S implantada.
- Programa de trabajo.

4.2.7.6. Shitsuke – Disciplina

La continua disciplina en la ejecución de los pilares permitirá el éxito del método, por ello es necesario respetar los estándares y procedimientos desarrollados. La disciplina es un componente que se desarrolla poco a poco, por ello es crucial que la administración mantenga de manera constante informados a los empleados sobre los beneficios aportados por el método hasta la fecha.

4.2.7.7. Documentación y análisis de fallas

La guía que se presenta a continuación tiene como propósito servir de apoyo al jefe planificador del desarrollo del TPM, para que este cuente con una metodología adecuada para identificar y eliminar las anomalías o problemas que conducen a la falta de disponibilidad de los equipos del taller. Se ha desarrollado un manual que se detalla en el Objetivo 04.

4.2.8. Mantenimiento autónomo

La aplicación del mantenimiento autónomo involucra la implicación de todo el personal en el mantenimiento de los equipos. Por ello cada usuario tendrá que ocuparse de un área específica velando por su correcto funcionamiento y diagnóstico.

Lista de verificación

Antes de iniciar la reparación de un vehículo siniestrado el encargado del área llevara a cabo una inspección general de los sistemas del vehículo, de manera que pueda conocer la situación actual del vehículo. Se elaboro un documento estándar para llevar a cabo esta tarea, y el usuario podrá marcar cada uno de los elementos de la lista si el vehículo tiene una deficiencia o no en el sistema evaluado (Anexo 24).

Inspecciones y limpiezas

La aplicación del mantenimiento autónomo implica la inspección y limpieza constante de los equipos del taller. Por ello se trata de dar las competencias necesarias a los usuarios para poder ejecutar las tareas de mantenimiento preventivo. La revisión del estado de los equipos del taller no implicará labores técnicas muy especializadas, y podrán ser implementadas fácilmente por los usuarios. Las labores se programan de manera semanal y se asignan de manera alternada al personal.

4.2.9. Mantenimiento planeado

Los programas de mantenimiento planeado están dirigidos a el aumento de la disponibilidad de los equipos del taller, generando un incremento de la confiabilidad y una reducción de los tiempos muertos. El programa está relacionado con los equipos de las áreas de recepción del vehículo, enderezado del vehículo, centrado del vehículo, y acabados finales.

Inventario de equipos

Identificaremos los equipos que se encuentran en el taller, entre ellos maquinas herramientas y equipos de soldadura.

Modos de falla

A continuación, describimos los modos de falla de cada uno de los equipos, para poder definir las soluciones de mantenimiento a tomar en cuenta.

Mantenimiento preventivo

A continuación, se detallan las tareas a realizar para uno de los equipos del taller mecánico, indicando los tiempos involucrados, la frecuencia, los materiales, las herramientas, los recursos humanos y las acciones preventivas para evitar la falla.

- a) Mantenimiento preventivo para fresadoras. Anexo 24.
- b) Mantenimiento preventivo para taladros. Anexo 25.
- c) Mantenimiento preventivo para sierras. Anexo 26.
- d) Mantenimiento preventivo para esmeriles. Anexo 27.
- e) Mantenimiento preventivo para roladoras. Anexo 28.
- f) Mantenimiento preventivo para compresores. Anexo 29.

- g) Mantenimiento preventivo para grúas. Anexo 30.
- h) Mantenimiento preventivo para gatas hidráulicas (cocodrilo). Anexo 31.
- i) Mantenimiento preventivo para tronadoras. Anexo 32.
- j) Mantenimiento preventivo para prensas mecánicas. Anexo 33.
- k) Mantenimiento preventivo para máquinas de soldadura eléctricas. Anexo 34.
- l) Mantenimiento preventivo para prensas hidráulicas. Anexo 35.
- m) Mantenimiento preventivo para soldadura oxiacetilénica. Anexo 36.
- n) Mantenimiento preventivo para áreas locativas. Anexo 37.

4.2.10. Formación y capacitación

A continuación, se detalla una guía que permitirá al jefe planificador del TPM la identificación correcta de las necesidades de capacitación dentro de la organización. Las capacitaciones se llevan a cabo sobre cuatro aspectos relevantes del mantenimiento productivo total: mantenimiento autónomo, filosofía de orden y limpieza, y mantenimiento planificado (Anexo 27 y Anexo 28).

Tabla 13. *Inventario de equipos.*




EQUIPO	N°
Máquina de soldadura eléctrica	4
Prensa hidráulica	1
Sierra para cortar metales	1
Esmeril	1
Roladora	1
Compresor	1
Grúa hidráulica	1
Gata hidráulica (cocodrilo)	1
Prensas mecánicas	8
Tronzadora para metales	2
Taladro de columna	1
Fresadora universal	1

Tabla 14. *Modos de falla.*

EQUIPOS	FALLAS
Fresadora universal	Sistema eléctrico (desajuste)
	Rodamientos (Desgaste)
	Cabezal vertical (Desgaste de engranajes)
	Cabezal divisor (desajuste, limpieza, desgaste de engranajes)
	Prensa mecánica (desajustes, limpieza)
	Sistema hidráulico (fugas, ausencia de lubricantes en las guías)
	Sistema refrigerante (desgaste de rodamientos, nivel de líquido)
	Meza de avance (rodamientos, contactos eléctricos)
Taladro	Sistema eléctrico (desajuste), cremalleras (eje de broca, resequedad), mandril (desgaste)
Sierra para cortar metales	Sistema eléctrico (desajuste), cuchilla (desgaste), reductor (desgaste)
Esmeriles	Rodamientos (desajuste), sistema eléctrico (desajuste), cuchilla (desgaste), disco abrasivo (desgaste)
Roladora	Rodamientos (desajuste), sistema eléctrico (desajuste), engranajes (desgaste), rodillos (desgaste)
Compresor	Desajuste (sistema eléctrico), manómetro (des calibración), filtros(desgaste)
Grúa	Sistema hidráulico (desgaste de retenedores y anillos)
Gato cocodrilo	Sistema hidráulico (desgaste de retenedores y anillos)
Tronzadora de metales	Disco (desgaste), sistema eléctrico (desajuste)
Prensas mecánicas	Desgaste general
Máquina de soldadura eléctrica	Recalentamiento de cables y porta electrodos, sistema eléctrico (desajuste)
Prensa hidráulica	Sistema hidráulico (desgaste de retenedores y anillos)

Con las propuestas de las mejoras, las nuevas eficiencias se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 15. *Recepción de vehículo*


TIPO	FUNCIÓN	CANTIDAD	TIEMPO (mín.)
	OPERACIÓN	4	30
	TRANSPORTE	2	3
	INSPECCIÓN	1	2
	ALMACENAMIENTO	1	0
	DEMORA	0	0
	COMBINACIÓN	0	0
TOTAL		7	35

La eficiencia del proceso se puede determinar cómo:

$$Eficiencia = \left(\frac{\text{Tiempo de actividades operativas}}{\text{Tiempo total de actividades}} \right) (100) = \left(\frac{30}{35} \right) (100)$$

$$Eficiencia = 85.71 \%$$

Tabla 16. Enderezamiento de la cabina del vehículo

TIPO	FUNCIÓN	CANTIDAD	TIEMPO (mín.)
	OPERACIÓN	4	5790
	TRANSPORTE	2	15
	INSPECCIÓN	2	7
	ALMACENAMIENTO	1	0
	DEMORA	1	1000
	COMBINACIÓN	0	0
TOTAL		10	5912

La eficiencia del proceso se puede determinar cómo:

$$Eficiencia = \left(\frac{\text{Tiempo de actividades operativas}}{\text{Tiempo total de actividades}} \right) (100) = \left(\frac{5790}{5912} \right) (100)$$

$$Eficiencia = 97.9 \%$$

Tabla 17. Centrado de los componentes del vehículo




TIPO	FUNCIÓN	CANTIDAD	TIEMPO (mín.)
	OPERACIÓN	3	1860
	TRANSPORTE	2	15
	INSPECCIÓN	3	100
	ALMACENAMIENTO	1	0
	DEMORA	2	200
	COMBINACIÓN	0	0
TOTAL		10	2175

La eficiencia del proceso resulta:

$$Eficiencia = \left(\frac{\text{Tiempo de actividades operativas}}{\text{Tiempo total de actividades}} \right) (100) = \left(\frac{1860}{2175} \right) (100)$$

$$Eficiencia = 85.52 \%$$

Tabla 18. Acabados finales

TIPO	FUNCIÓN	CANTIDAD	TIEMPO (mín.)
	OPERACIÓN	3	350
	TRANSPORTE	2	10
	INSPECCIÓN	3	15
	ALMACENAMIENTO	1	0
	DEMORA	2	120
	COMBINACIÓN	0	0
TOTAL		11	495

La eficiencia del proceso resulta:

$$Eficiencia = \left(\frac{\text{Tiempo de actividades operativas}}{\text{Tiempo total de actividades}} \right) (100) = \left(\frac{350}{495} \right) (100)$$

$$Eficiencia = 70.7 \%$$

Tabla 19. *Pintado del vehículo*

TIPO	FUNCIÓN	CANTIDAD	TIEMPO (mín.)
	OPERACIÓN	5	810
	TRANSPORTE	2	20
	INSPECCIÓN	3	40
	ALMACENAMIENTO	1	0
	DEMORA	2	50
	COMBINACIÓN	0	0
TOTAL		11	920

La eficiencia del proceso resulta:

$$Eficiencia = \left(\frac{\text{Tiempo de actividades operativas}}{\text{Tiempo total de actividades}} \right) (100) = \left(\frac{810}{920} \right) (100)$$

$$Eficiencia = 88.04 \%$$

4.3. Tercer Objetivo: Evaluación económica

4.3.1. Costes de inversión del TPM

Las inversiones del proyecto involucran todos los recursos útiles en la fase inicial y que consideran la adquisición de activos para iniciar las operaciones de los pilares del TPM. Los costos de inversión de implementación se calculan para una operatividad de un año, garantizando el funcionamiento continuo del sistema.

Tabla 20. *Costes de inversión del TPM.*

Fase de Adecuación de propuesta a los requerimientos	<ul style="list-style-type: none"> • Costos de realización de la lista B y adaptación del TPM
Fase de iniciación	<ul style="list-style-type: none"> • Costo de inversión en la preparación de requerimientos Proyecto
Implementación preliminar	<ul style="list-style-type: none"> • Costo de equipamiento • Costo de capacitaciones • Costo de oportunidad por capacitaciones
Implementación TPM	<ul style="list-style-type: none"> • Costo de utilización de insumos

4.3.2. Coste de realización de la lista B y adaptación

Dentro de este costo se considera el pago a los consultores por la realización de la lista B, que incluye la determinación del estado actual del taller, la determinación de los requerimientos y la adaptación de una propuesta si fuera necesario (uso de políticas, mapeo de los procesos, procesos más importantes, etc.).

4.3.3. Costo de inversión fase de iniciación

En este punto se determinan los costos que se incurren durante la fase de iniciación del proyecto (implementación preliminar del TPM).

Tabla 21. Costos de gestión de la alta dirección.

ETAPA	DESCRIPCIÓN	TIPO DE RECURSO	COSTO/HORA (S/)	HORAS UTILIZADAS	COSTO TOTAL (S/)	TOTAL (S/)
Gestión de la alta dirección	Compromiso de la implementación	Humano	23.33	1	23.33	69.99
			23.33	2	46.66	
	Capacitaciones	Humano	16.67	3	50.1	83.44
			16.67	2	33.34	
	Designación del piloto TPM	Humano	23.33	3	69.33	138.66
			23.33	3	69.33	
	Distribución de la documentación	Humano	14.67	3	44.01	88.02
			14.67	3	44.01	
SUB TOTAL						380.11

Tabla 22. Costes de elaboración del programa TPM y lanzamiento.

ETAPA	DESCRIPCIÓN	TIPO DE RECURSO	COSTO/HORA (S/)	HORAS UTILIZADAS	COSTO TOTAL (S/)	TOTAL (S/)
Elaboración del programa TPM y Lanzamiento	Informar sobre la implementación de la zona TPM seleccionada	Humano	16.67	2	33.34	66.68
			16.67	2	33.34	
	Determinación de retos	Humano	16.67	4	66.68	83.35
			16.67	1	16.67	
	Taller de concientización sobre la zona TPM	Humano	16.67	2	33.34	100.02
			16.67	4	66.68	
	Capacitaciones a motoristas y otros participantes	Humano	16.67	3	50.1	66.77
			16.67	1	16.67	
SUB TOTAL						317.02

4.3.4. Costo de inversión de la implantación preliminar

El costo durante la etapa de la implementación preliminar involucra costos de capacitaciones, costo de equipamiento, y finalmente costos de oportunidad.

- Costo capacitaciones. Es esta área se involucran los costos de capacitación de la implementación de los sistemas Lean Manufacturing, considerando los costos que se pagarán a los consultores que realizarán las capacitaciones (Anexo 38).
- Costo de equipamiento. Este costo involucra los equipos y materias primas necesarias para poner en marcha el sistema de mantenimiento productivo total (Anexo 37).
- Costo de oportunidad. Constituye los costos por las horas invertidas en la participación de la sensibilización y capacitaciones para la implementación del TPM (Anexo 39).

En resumen, el costo de oportunidad de capacitaciones es:

Tabla 23. Costo de oportunidad de capacitaciones.

TIPO DE COSTO	COSTO (S/)
Capacitaciones a las Jefaturas	1250.72
Capacitaciones dirigidas al personal operativo de la dirección de mantenimiento	1518.88
Capacitaciones a todo el personal involucrado en el TPM	6930.56
Capacitaciones dirigidas a miembros del Comité TPM	4002.52
TOTAL	13702.68

Tomando en cuenta la data de costos recolectada, el costo total es;

Tabla 24. Costo de implantación de la inversión preliminar.

TIPO DE COSTO	RUBRO	COSTO (S/)
Conocimiento	Costo de capacitaciones para la implementación	4060
Recursos materiales	Costo de equipo	4651.02
Recurso humano	Costo de Oportunidad por Capacitación	13702.68
TOTAL		22412.7

4.3.5. Costo de inversión de la implantación

Durante la implantación del TPM, únicamente se requieren recursos del tipo material, por ellos a continuación se describen los insumos necesarios para llevar a cabo la operación.

- Insumos. Este costo considera los recursos materiales utilizados durante la implantación del TPM, que incluyen los registros documentados (papeles, tinta, folders, etc.).

El costo de 36.32 S/. es mensual, por ello se recomienda solicitar recursos para por lo menos 6 meses, debido a que es el periodo mínimo durante el cual se llevara a cabo la implementación del TPM. Durante los 6 meses el costo involucrado en insumos será 435.84 S/.

Tabla 25. *Costos de insumos en la implantación del TPM.*

INSUMOS	COSTO UNITARIO	CANTIDAD MENSUAL	COSTO TOTAL (S/)
Papel bond (base 20,97% blancura)	3.9	3	11.7
Folders (paquete de 25 unidades)	2.75	1	2.75
Fasteners (100 unidades)	1	1	1
Tinta de impresión negra	5	1	5
Tinta para impresión a color	6	1	6
Cajas de grapas (1000)	0.9	1	0.9
Cajas de clips	3.9	1	3.9
Lapiceros	2.32	1	2.32
Tinta de sellos	2.75	1	2.75
Total			36.32

4.3.6. Resumen del costo de inversión del desarrollo

En resumen, los costos totales involucrados en la implementación del mantenimiento productivo total se muestran en el siguiente cuadro.

Tabla 26. *Costo de inversión del desarrollo del TPM.*

Rubro	Conocimiento	Recursos materiales	Recursos humanos	Total
Fase adecuación	6300.00	44.00	-	6344.00
Fase iniciación	-	-	697.13	697.13
Fase implantación preliminar	4060.00	4651.00	13702.68	22412.70
Fase implantación TPM	-	435.84	-	435.84
Total	10360.00	5130.84	14399.81	29889.54

4.4. Cuarto Objetivo: Desarrollo de manuales TPM

4.4.1. Manual de funciones del comité TPM

El desarrollo de este manual está dirigido a establecer las funciones y objetivos de cada miembro del comité, por ende, permitirá llevar a cabo de manera efectiva todos los pasos involucrados en el desarrollo del TPM dentro del taller. Con este manual cada uno de los participantes tendrá una guía durante el proceso de desarrollo del TPM, evitando en gran parte los problemas internos que se podrían generar por un involucramiento incorrecto de los miembros en tareas que no les corresponde.

a) Objetivo general.

Definir las funciones y objetivos de cada puesto del comité del TPM.

b) Estructura orgánica del comité.

El comité de desarrollo del mantenimiento productivo total consta de un director, un intendente, un piloto TPM, y cuatro asistentes de área.

- **Director.** El propósito del director es planificar, coordinar, dirigir y evaluar, el desarrollo de todas las actividades de la empresa.
- **Intendente.** El propósito del intendente es velar porque el área de mantenimiento cuente con personal idóneo en los puestos descritos para el despliegue TPM.
- **Piloto TPM.** El propósito del piloto TPM es velar porque el taller de mantenimiento cuente con personal idóneo en los puestos descritos para el despliegue TPM.
- **Asistente TPM.** El asistente TPM cumple la función de velar porque el taller de mantenimiento se desarrollen las herramientas de despliegue TPM.

Ilustración 6. Organigrama del comité.

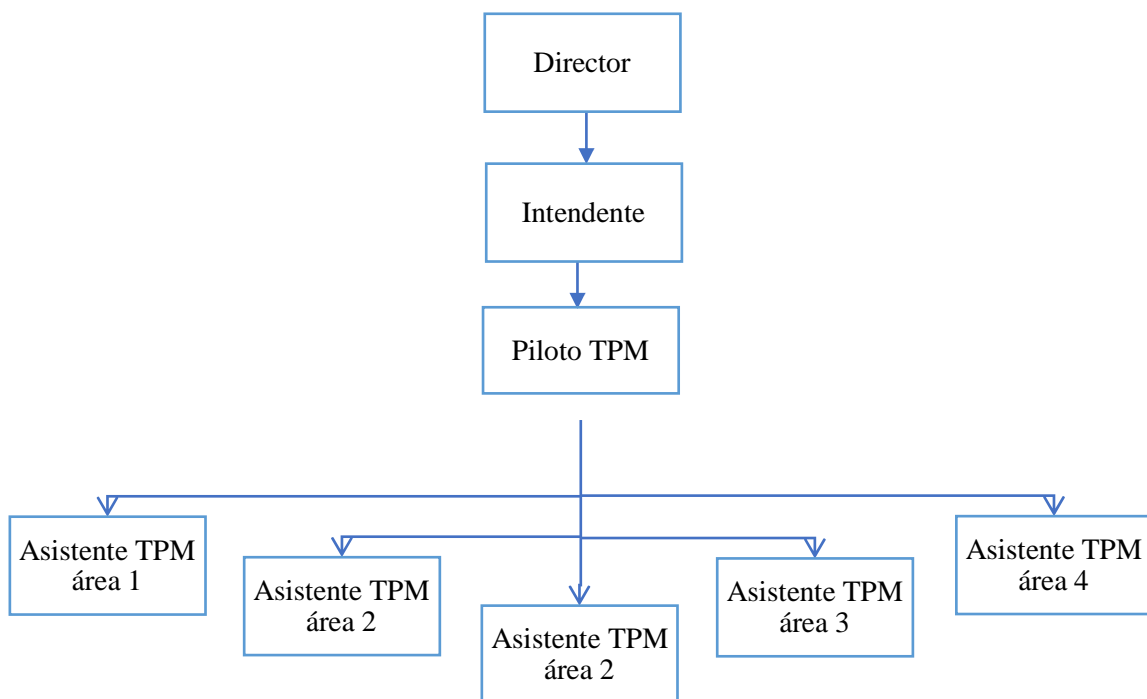


Ilustración 7. *Funciones del director.*

DIRECTOR	
Dependencia jerárquica	Ninguna
Supervisa	Todas las áreas
Funciones	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Nombra al piloto TPM. 2. Validación del esquema director del despliegue TPM. 3. Evalúa los efectos y las cargas de TPM en su compromiso presupuestario. 4. Debe involucrar la coherencia con las dinámicas de progreso que ya están establecidas. 5. Anuncia la aplicación del TPM en la unidad. 6. Participa de los lanzamientos 	

Ilustración 8. *Funciones del intendente.*

INTENDENTE	
Dependencia jerárquica	Director
Supervisa	Área del taller
Funciones	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Supervisa la elaboración del TPM y manejo de los recursos. 2. Apoya a los diferentes actores y hace de árbitro si fuera necesario 3. Genera intercambios de experiencias. 4. Participa en los lanzamientos 5. Participa en las distintas auditorias. 6. Organiza y participa en el diagnóstico de la situación inicial antes de poner en marcha el TPM 7. Evalúa los recursos necesarios 8. Organiza (planifica) la puesta en marcha de las herramientas 9. Fija los nuevos objetivos para el Plan de Progreso. 10. Anima de manera permanente el TPM. 11. Garantiza el respeto de los plazos 	

Ilustración 9. *Funciones del piloto TPM.*

Director	
Dependencia jerárquica	Piloto TPM
Supervisa	Área del taller
Funciones	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Diagnostica la situación inicial y en su formalización. 2. Identifica las pérdidas y ejecuta un sistema de medida que permita cuantificar las pérdidas. 3. Colabora con Piloto TPM en la elaboración del programa. 4. Prepara los soportes de las herramientas de cada pilar TPM. 5. Pone en marcha todas las herramientas y prácticas para el desarrollo TPM. 6. Ofrece una formación específica a los que van a intervenir para la utilización de las herramientas de los pilares TPM. 7. "Entrena" a los operarios en lo básico de los pilares Mantenimiento Autónomo y Planeado. 8. Se cerciora del tratamiento correcto de las etiquetas (pilota y reactiva las tareas si fuera necesario). 9. Aporta las propuestas de optimizaciones del auto mantenimiento o del mantenimiento programado. 10. Participa en la preparación de las paradas programadas y dirige una parte si es necesario. 11. Redacta, a petición del Piloto TPM, una comunicación de urgencia si surge un problema grave 12. Formaliza el seguimiento de los resultados y la puesta al día de los indicadores. 13. Participa en la redacción de los estándares TPM de mantenimiento 	

Ilustración 10. *Funciones del asistente TPM.*

Asistente	
Dependencia jerárquica	Intendente
Supervisa	Área del taller
Funciones	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Se reúne cada quince días para dar soporte y apoyo en el despliegue del TPM en la zona determinada. Tiene un alcance mucho más local, afecta sólo al lugar donde se está desplegando el TPM, y realizan acciones operativas. 2. Forma a los asistentes TPM. 3. Forma a los servicios de apoyo. 4. Procura que la animación TPM se integre en todos los niveles. 5. Garantiza el respeto de los criterios de cambio de fases. 6. Se ocupa de la dirección del lanzamiento 7. Está atento al avance de las zonas TPM. 8. Lleva a cabo la auditoría periódica del uso de las herramientas y de la calidad de la puesta en marcha del TPM 9. Valida los cambios de fase. 10. Aporta una ayuda metódica, 11. Organiza los retornos de experiencias entre las distintas zonas 	

4.4.2. Guía metodológica para el análisis y documentación de fallas

Esta guía expuesta a continuación es una herramienta de apoyo para el jefe de planificación del TPM. La utilización de las metodologías propuestas en la guía ayudará en la identificación y eliminación de averías dentro de los equipos utilizados en el taller, y así poder aumentar la disponibilidad de los servicios el mayor tiempo posible. El servicio de reparación de vehículos siniestrados consta de procedimientos que involucran la utilización de equipos mecánicos y eléctricos. Si alguno de los equipos clave llegara a fallar, se traduciría en la interrupción esporádica o permanente del proceso de reparación de vehículos. El correcto funcionamiento de todos los equipos del taller deber estar garantizado por ello se llevó a cabo el desarrollo de un procedimiento general para la documentación y el análisis de fallas. La información documentadaa continuación forma parte de un conjunto de soluciones que permiten mejorar la prestación de servicios dentro del taller, lo que se traduce en mayores ganancias a largo plazo.

- a) Objetivo.** Establecer un procedimiento adecuado de documentación y análisis de fallas encontradas en los equipos del taller, con la finalidad de evitar tiempos muertos.

b) Objetivos específicos

- Establecer un procedimiento para la documentación y análisis de fallas de los equipos del taller.
- Desarrollar documentos para el registro de fallas en los equipos del taller.
- Desarrollar un sistema informativo sobre las fallas más comunes encontradas en los equipos.

c) Descripción de los procesos.

- Elaboración de registros de fallas. La primera etapa del proceso es la documentación de las fallas encontradas en los equipos del taller.
- Identificación de fallas en los equipos con la finalidad de ejecutar acciones de mejora.
- Análisis de las fallas. Cuando se ha determinado la clasificación de las fallas, se procede a analizar cuáles son las más prioritarias, para poder resolverlas de manera inmediata.
- Elaboración de un sistema de información de fallas.

d) Herramientas de trabajo. Para poder llevar a cabo todos los pasos anteriores de manera eficiente, se hace uso de las siguientes herramientas de trabajo:

- Reporte de falla – desperfecto. El reporte falla – desperfecto permite documentar las fallas encontradas en los equipos de manera que esta base de datos obtenida nos pueda ayudar a tomar de decisiones a largo plazo por medio de métodos estadísticos (Tabla 27).
- Tarjeta de identificación de falla. Las tarjetas de identificación permiten documentar los siguientes temas: descripción de la falla, agente causante, su nivel de gravedad, y el plazo que tenemos para efectuar una mejora de este. (Tabla 28).
- Matriz de eliminación de fallo. La matriz de eliminación de fallos o desperfectos permite registrar un resumen de las fallas encontradas, definiendo la localización, su descripción, el plazo de solución, y la fecha que se efectuó la solución (Tabla 29).
- Documento de registro de relación falla solución. Este documento busca registrar las soluciones encontradas para cada una de las fallas (Tabla 30).
- Documento de análisis de falla. Finalmente se evalúan las fallas y se define con claridad el problema, las medidas correctivas, la causa raíz del problema y si la medida tomada elimino la causa raíz (Tabla 31).

- Hoja de registro de tema de mejoramiento. Este documento permite la formalización del mejoramiento, especificando las fechas, duración, encargados, reuniones programas, etc.

Ilustración 11. *Flujograma del proceso de documentación y análisis de fallas.*

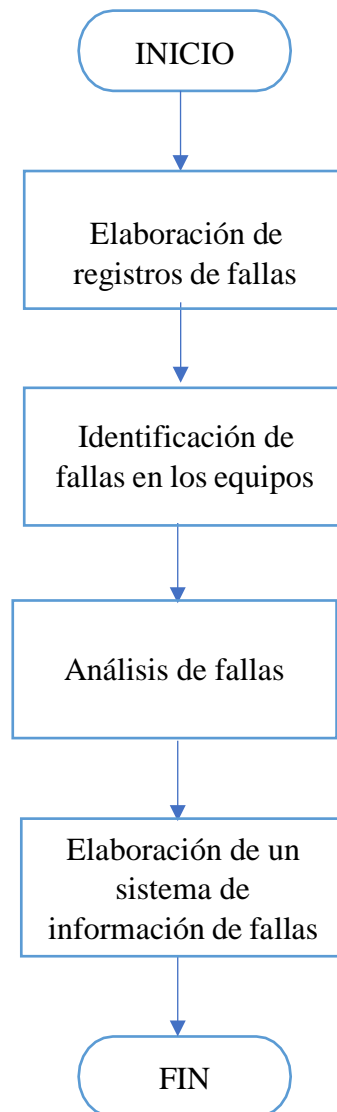


Tabla 27. *Reporte de falla - desperfecto.*

REPORTE DE FALLA – DESPERFECTO		Falla N°:						
Fecha: ____/____/____ Turno: _____ Equipo: _____ Máquina: _____ Herramienta: _____	Área: _____ Código: _____ Código: _____ Código: _____							
TIPO DE FALLA. <table border="1" style="width: 100%; height: 100%;"> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> </table>				SISTEMA QUE AFECTA: <table border="1" style="width: 100%; height: 100%;"> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> </table>				
Hora de inicio de falla: _____ Hora de terminación de falla: _____ Tiempo total de falla: _____								
Descripción de la falla o desperfecto: _____								
Ubicación de la falla o desperfecto: _____	Reportado por: _____							
Acción correctiva tomada: _____								
Fecha de corrección: _____	Corregida por: _____							

Tabla 28. Tarjetas de identificación de fallas.

TARJETAS DE IDENTIFICACIÓN DE FALLAS	Falla N °:									
Descripción de la falla. <hr/> <hr/>										
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;"></td> <td style="background-color: red; color: black; text-align: center; padding: 5px;">GRAVE</td> <td style="width: 30%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">CONSECUENCIA</td> <td style="background-color: yellow; text-align: center; padding: 5px;">IMPORTANTE</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="background-color: green; text-align: center; padding: 5px;">MENOS IMPORTANTE</td> <td></td> </tr> </table>			GRAVE		CONSECUENCIA	IMPORTANTE			MENOS IMPORTANTE	
	GRAVE									
CONSECUENCIA	IMPORTANTE									
	MENOS IMPORTANTE									
Encontrada por: _____ Fecha: __/__/__ Reportada por: _____ Fecha: __/__/__										
Plazo de tratamiento. <table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse; width: 50%;"> <tr> <td style="padding: 5px;">INMEDIATO</td> <td style="padding: 5px;">3 SEMANAS</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">1 SEMANA</td> <td style="padding: 5px;">4 SEMANAS</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">2 SEMANA</td> <td style="padding: 5px;">MÁS DE 1 MES</td> </tr> </table>		INMEDIATO	3 SEMANAS	1 SEMANA	4 SEMANAS	2 SEMANA	MÁS DE 1 MES			
INMEDIATO	3 SEMANAS									
1 SEMANA	4 SEMANAS									
2 SEMANA	MÁS DE 1 MES									
Causas. <hr/> <hr/>										

Tabla 29. *Matriz de identificación de fallos.*

MATRIZ DE ELIMINACIÓN DE FALLOS												
<table border="1"> <tr> <td style="background-color: red; color: black; text-align: center;">INMEDIATO</td> <td style="background-color: orange; color: black; text-align: center;">1 SEMANA</td> </tr> <tr> <td style="background-color: yellow; color: black; text-align: center;">2 SEMANAS</td> <td style="background-color: lightgreen; color: black; text-align: center;">3 SEMANAS</td> </tr> <tr> <td style="background-color: lightblue; color: black; text-align: center;">4 SEMANAS</td> <td style="background-color: cyan; color: black; text-align: center;">MÁS DE 1 MES</td> </tr> </table>							INMEDIATO	1 SEMANA	2 SEMANAS	3 SEMANAS	4 SEMANAS	MÁS DE 1 MES
INMEDIATO	1 SEMANA											
2 SEMANAS	3 SEMANAS											
4 SEMANAS	MÁS DE 1 MES											
Falla N °	Localización	Descripción	Reportado	Revisado	Plazo	Fecha de eliminación						

Tabla 30. *Relación falla - solución.*

Falla/solución	Falla N°1	Falla N°1	Falla N°1	...	Falla N ° n
Solución 1					
Solución 2					
...					
Solución n					

Tabla 31. Hoja de análisis de fallas

HOJA DE ANÁLISIS DE FALLAS	
<i>Defina claramente el problema, explique qué sucedió; ¿Qué hacía, o que no hacia el equipo?</i>	

<i>¿Por qué?</i>	

<i>¿Cuál fue la acción correctiva tomada?</i>	

<i>¿Cuál es la causa raíz del problema? ¿Porqué?</i>	

<i>¿Tiene alguna solución para corregir la causa raíz?</i>	

<i>¿Indique una tarea de Mantenimiento que permita prevenir este problema?</i>	

PERSONAL QUE REALIZÓ LA ACTIVIDAD	
NOMBRE	FIRMA

Tabla 32. Registro de tema de mejoramiento.

REGISTRO DE MEJORAMIENTO	
Para:	_____
De:	_____
Fecha:	_____
Tema:	_____
Tipo de pérdida:	_____
Duración planificada:	_____
Líder:	_____
Reuniones programadas:	_____
Miembros del equipo:	_____
Elaborado por:	_____
VALIDACIÓN DEL PROYECTO DE MEJORA	
Disponibilidad de datos: Si:___/No: ___	
Datos adicionales:	
Causas detectadas:	

4.4.3. Guía metodológica del programa de capacitación

La presente guía desarrolla un procedimiento que cumple la función de ayudar en la elaboración de los programas de capacitación para los empleados involucrados en los servicios de reparación de vehículos siniestrados.

Objetivo

Desarrollar un procedimiento adecuado que permita llevar a cabo un programa de capacitaciones a los empleados del taller.

Procedimiento para el desarrollo del programa de capacitación

La Ilustración 12 muestra el procedimiento general para desarrollar el programa de capacitaciones.

Ilustración 12. Diagrama de flujo del proceso del programa de capacitación.

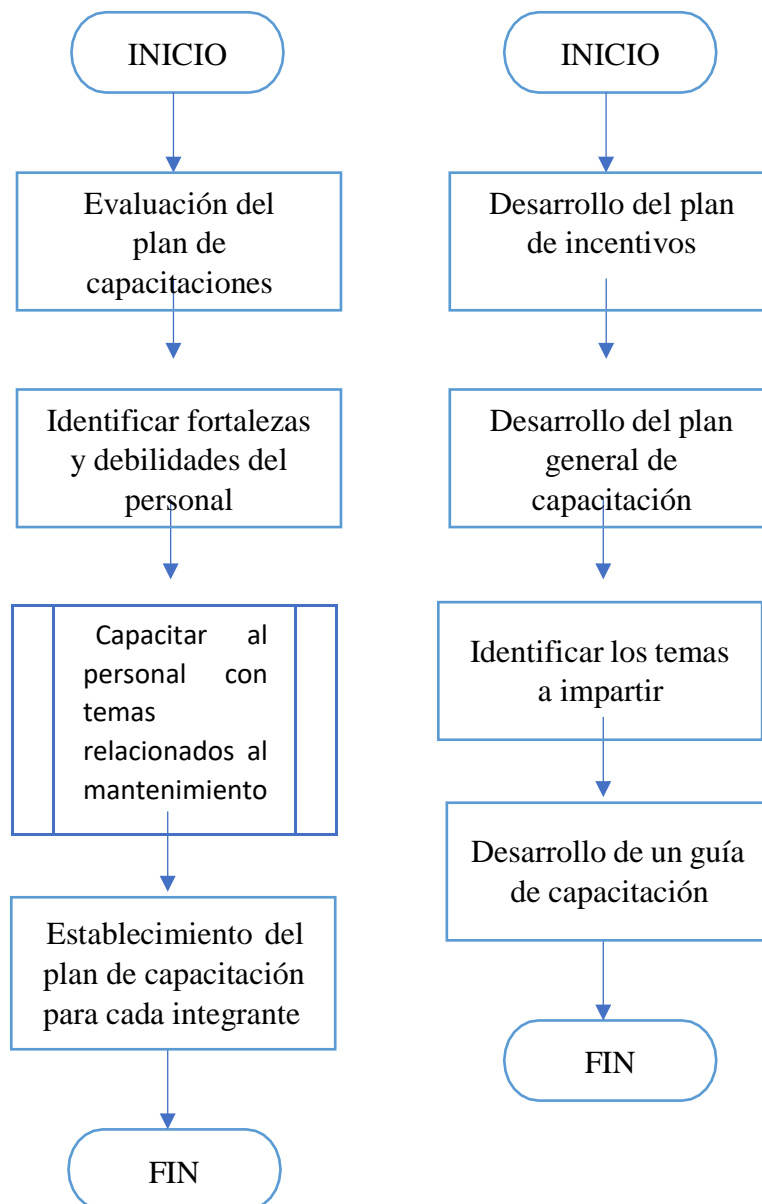


Tabla 33. Descripción del programa de capacitación.

N o	ETAPA	DESCRIPCIÓN
1	Revisión del programa actual de capacitaciones	En esta fase inicial se revisan si se han llevado a cabo capacitaciones con anterioridad.
2	Identificación de las fortalezas y debilidades	En la segunda etapa se realiza una evaluación para identificar fortalezas y debilidades del plan actual de capacitación del personal.
3	Desarrollar el programa de capacitaciones	En la tercera etapa se ejecuta el programa de capacitaciones, tomando como base los pilares, mantenimiento autónomo, orden y limpieza, mantenimiento preventivo, y por último inspecciones y auditorias.
4	Desarrollo del plan de incentivos	En la cuarta etapa se hace necesario llevar a cabo un plan de incentivo, de manera que el personal pueda participar activamente en la implantación del TPM.
5	Desarrollar del plan general de capacitación	En la quinta etapa se desarrollará un plan general de capacitación, con la finalidad de conocer las falencias de los empleados en su campo de conocimiento.
6	Identificar los temas que deben impartirse	En la sexta etapa se determinan los temas que se desarrollaran en las capacitaciones, y también los encargados de dar las capacitaciones.
7	Desarrollo de la guía de capacitación	En la séptima etapa, se elabora una guía con los temas a desarrollar y los tiempos involucrados.
8	Establecimiento del plan para cada persona.	Finalmente se establece una herramienta para monitorear el progreso del programa en cada participante.

Herramientas de trabajo

Durante los pasos mencionados anteriormente se utilizan una serie de herramientas y prácticas para facilitar el desarrollo del programa.

- a) **Desarrollo del plan de incentivos.** El propósito del plan de incentivos es motivar a los empleados a participar de manera activa en las nuevas actividades planteadas por el TPM, de manera que puedan adaptarse rápidamente al nuevo enfoque tomado por la empresa. Los objetivos del plan de incentivos son los siguientes:
- Explicar la importancia que tiene el personal técnico en la aplicación del TPM dentro de la empresa.
 - Llevar a cabo la formación de los equipos TPM, cada uno con su respectivo líder o representante, que se encargara de capacitar a cada miembro de su equipo.
 - Entregar beneficios monetarios a los integrantes del equipo TPM, cuando realicen operaciones del plan de mantenimiento productivo total.
- b) **Desarrollo del plan de capacitación.** El programa se enfoca en los pilares de Mantenimiento Autónomo, Orden y Limpieza (5'S), Mantenimiento Preventivo, y va dirigido a todo el personal relacionado directamente con la reparación de vehículos siniestrados. Las capacitaciones estarán dirigidas a los líderes, que se encargarán de capacitar a los miembros de cada uno de sus equipos. Las clases estarán divididas en clases teóricas y clases prácticas, hemos establecido una retroalimentación de conocimientos cada 6 meses. La duración de las capacitaciones se muestra a continuación:

Tabla 34. *Capacitaciones por pilar del TPM.*

N °	Capacitación	Horas	Semanas
1	Orden y limpieza	8	4
2	Mantenimiento autónomo	12	4
3	Mantenimiento preventivo	30	10
4	Inspección y auditorias	4	2

A continuación, se muestran con detalle un resumen de los componentes principales involucrados en las capacitaciones:

Participantes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Las capacitaciones están dirigidas a los líderes de los equipos TPM, que luego se encargarán de transmitir los conocimientos a los miembros de su equipo.
Metodología	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se aplicará una clase teórica (40%) y una clase práctica (60%) por semana, en intervalos de cada 6 meses, para mantener el nivel de conocimiento de los técnicos.
Contenido	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Las capacitaciones se enfocarán en los pilares, mantenimiento autónomo, orden y limpieza, mantenimiento preventivo.
Materiales	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se utilizará proyector multimedia, diapositivas didácticas, material bibliográfico.
Tiempo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La duración de cada capacitación será de 3 horas, divididas en clases teóricas y prácticas.

- **Guía de capacitación de mantenimiento autónomo.** Las actividades para realizar durante las capacitaciones de mantenimiento autónomo se muestran en la Tabla 35, Tabla 36, Tabla 37 y Tabla 38.
- **Guía de capacitación orden y limpieza.** Las actividades realizadas durante las capacitaciones de orden y limpieza se muestran en la Tabla 39, Tabla 40, Tabla 41 y Tabla 42.
- **Guía capacitación mantenimiento preventivo.** Esta capacitación está dirigida a desarrollar las habilidades de los profesionales técnicos para que puedan brindar las acciones de reparación respectivas a los vehículos siniestrados (Tabla 43 y Tabla 44).
- **Guía capacitación auditorías.** Las actividades por realizar durante la capacitación de auditorías se muestran en la Tabla 45 y Tabla 46.

Tabla 35. Segunda capacitación: Actitudes y destrezas de los auditores.

Segunda capacitación: Actitudes y destrezas de los auditores		
N°	Actividad	Tiempo (minutos)
1	Recordatorio del tema de la primera capacitación	6
2	Definición de auditor	10
	Habilidades y destrezas del auditor, en forma complementaria a los conocimientos	10
	Responsabilidad del puesto que ocupara como auditor.	10
3	Ejemplo: explicar la responsabilidad que tienen los auditores y como deben de comportarse en el momento de realizar la auditoria	20
4	Receso	5
5	Dinámica de grupo: Realizar la práctica del llenado de los formatos de inspección que utilizan los técnicos para el mantenimiento preventivo y la práctica de realización de la auditoria.	45
6	Resaltar la importancia que tienen los auditores en las empresas.	4
8	Refrigerio	20
Tiempo total		125

Tabla 36. Plan de capacitación para cada persona.

PLAN DE CAPACITACIÓN PARA CADA PERSONA																														
NOMBRE DE LA INSTITUCIÓN:					APROBADO POR:					REVISADO POR:					FECHA:															
Simbología:																														
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="background-color: #90EE90; width: 20px;">E</td> <td>Excelente para realizar tarea</td> <td style="background-color: #FFFF00; width: 20px;">B</td> <td>Bueno para realizar tarea</td> <td style="background-color: #FF0000; width: 20px;">I</td> <td>Incapaz para realizar tarea</td> </tr> </table>																									E	Excelente para realizar tarea	B	Bueno para realizar tarea	I	Incapaz para realizar tarea
E	Excelente para realizar tarea	B	Bueno para realizar tarea	I	Incapaz para realizar tarea																									
CAPACITACIÓN EN:																														
N°	EMPLEADO	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO				ORDEN Y LIMPIEZA				MANTENIMIENTO PREVENTIVO												INSPECCIÓN Y AUDITORIA		FECHA						
		C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C1	C2							
1																														
2																														

4.4.4. Guía metodológica del manual de entrenamiento

A continuación, exponemos una guía que tiene la finalidad de ayudar a elaborar un manual de entrenamiento para los técnicos del taller mecánico. Este documento permitirá identificar las necesidades de capacitación del personal en las diferentes áreas de reparación de vehículos siniestrados.

Objetivo

Desarrollar una guía para que un taller mecánico pueda elaborar un manual de entrenamiento para sus empleados.

Procedimiento

El procedimiento para el desarrollo de un manual de entrenamiento dirigido al personal de la empresa se muestra en la Ilustración 13.

Objetivo general

- Establecer una metodología de trabajo para poder planificar y desarrollar un entrenamiento para el personal que se desempeña en la reparación de vehículos siniestrados.

Objetivos específicos

- Introducir los motivos que conllevan la capacitación a realizar.
- Desarrollar un procedimiento de determinación de las necesidades de capacitación.
- Calcular los recursos involucrados para el desarrollo de las capacitaciones.

Identificar necesidades de capacitación

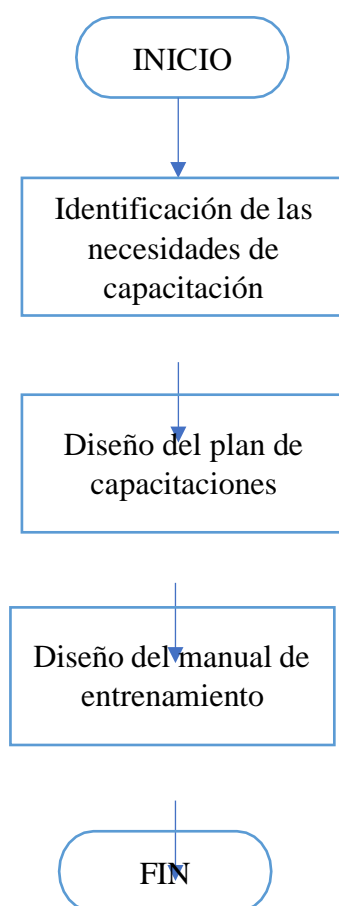
El proceso cumple la función de detectar las deficiencias en el desempeño, habilidades o conocimientos que tienen los trabajadores y ocasionan una reducción del rendimiento de la empresa.

a) Origen de las necesidades de capacitación.

- La tecnología. El desarrollo de nuevas tecnologías, que son adquiridas por la empresa, que involucran la realización de nuevos procesos de mantenimiento.

- La organización. La adquisición de nuevos puestos de trabajo dentro de la empresa.
 - Los procedimientos. La utilización de nuevos procedimientos debido a la mejora aplicada a los antiguos.
- b) **Resultados de la detección de necesidades.** Identificar las necesidades de una capacitación, permite que no se incurran en gastos innecesarios debido a una equivocación al ofrecer una capacitación inadecuada al personal. Este proceso establece que las actividades de capacitación estén en sintonía con necesidades realistas. El diagnóstico de necesidades de capacitación identifica las deficiencias en los conocimientos o habilidades técnicas de los trabajadores de mantenimiento del taller.
- c) **Sujetos por tomar en cuenta dentro del plan de capacitaciones.**

Ilustración 13. *Diagrama de flujo del manual de entrenamiento.*



Etapas 1. Identificación de Necesidades de Capacitación.

- La supervisión y observación en el trabajo. La aplicación práctica de la observación diaria del personal en su zona de trabajo permite detectar sus falencias en el desempeño.
- Análisis de tareas. Se inicia con la elaboración de una lista con las tareas que el técnico ha realizado durante su trabajo detallando las etapas involucradas en cada tarea. Estos datos se comparan con las habilidades y conocimientos de otros técnicos, y así observar el rendimiento.
- Encuesta o Entrevista al personal. La inclusión de encuestas o entrevistas involucra la realización de preguntas sobre temas específicos al personal de la empresa.
- Análisis de problemas. Se realiza un análisis de las problemáticas existentes en el taller, de manera que se busquen alternativas de solución a través de una capacitación.

Una vez escogida la forma de detección de necesidades de capacitación se sugiere el siguiente formato de registro (Tabla 48).

Tabla 37. Hoja de registro de reunión.

HOJA DE REGISTRO DE REUNIÓN		
Cantidad de mecánicos asistentes: ____	Cantidad real de área: ____	Fecha: __ / __ / __
PROBLEMAS DETECTADOS		

Etapas 2. Análisis de problemas.

Se llevan a cabo una serie de sesiones después de las reuniones convocadas por el comité TPM, con el fin de que el jefe de mantenimiento y los técnicos puedan consignar un grupo de problemas afines al área de estudio. En el paso siguiente se lleva a cabo la tarea de

priorizar los problemas de mayor gravedad, utilizando el diagrama de Pareto. Finalmente se procede a registrar la información generada en la sesión como sigue:

- Establecer la problemática que va a ser analizada, detallando los niveles o categorías que se utilizaran para agrupar la data.
- Establecer los periodos de tiempo de recolección de datos.
- Establecer una lista de verificación que ayude a recolectar la data en el tiempo que hemos establecido de manera inicial (Tabla 49).
- Establecer una clasificación de las categorías de manera decreciente, agrupando las categorías de reducida frecuencia como “otros” y colocadas al final de la lista.
- Determinar el porcentaje de cada categoría individual, como se muestra en el siguiente cuadro. Se ordenan los datos de la lista de verificación (Tabla 50).

Tabla 38. *Lista de verificación del área de mantenimiento.*

LISTA DE VERIFICACION DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO		
Zona de Mantenimiento: _____	Responsable: _____	Fecha: __ / __ / __
TIPO DE PROBLEMA	FRECUENCIA	TOTAL

Tabla 39. *Porcentaje de cada categoría individual.*

TIPO DE PROBLEMA	FRECUENCIA	TOTAL	PORCENTAJE
A	IIIIIIII	10	43.47 %
B	IIIIII	7	30.43 %
C	IIII	4	17.40 %
D	III	3	8.69 %
TOTAL		23	100 %

Al finalizar la organización de los datos, se establece un diagrama de Pareto, como se muestra continuación:

- Se inicia con el trazo de dos ejes verticales de igualdad de longitud sobre un eje horizontal.
- Se establece una escala desde 0 hasta el número calculado en la lista de verificación.
- Se establece una escala de 0 – 100% en el eje vertical derecho, que corresponde al porcentaje respectivo de cada elemento de lista de verificación.
- Establecer una división con relación a la cantidad de categorías encontradas en la lista de verificación (Ilustración 14).
- Dibujar una serie de barras escribiendo las categorías en orden decreciente de acuerdo con su nivel de frecuencia (Ilustración 15).
- Cuando el grafico de barras ya está determinado, se procede a trazar una línea punteada que una el origen del sistema de coordenadas con el lado opuesto (esquina superior derecha de la primera barra).
- Realizar una sumatoria de la altura de la primera barra, la altura de la segunda, y así sucesivamente. Finalmente establezca una marca el valor calculado en la prolongación del lado derecho de la segunda barra. Realizar este proceso de manera continua, hasta llegar hasta la última barra.
- Enlace todos los puntos marcados con una línea, dando continuidad a la línea punteada iniciada en el origen, para formar la curva de Pareto.
- El último punto representa el 100% de los eventos (Ilustración 16).
- Complete el grafico con informaciones tales como: nombre del gráfico, periodo, responsable, etc.
- Con ayuda del diagrama de Pareto se hace claro que problemas están ocurriendo con una mayor frecuencia. El principio de Pareto establece que el 80% de los problemas encontrados se debe al 20% de las causas momentáneas.

Ilustración 14. *Pasos iniciales para la construcción del diagrama de Pareto.*

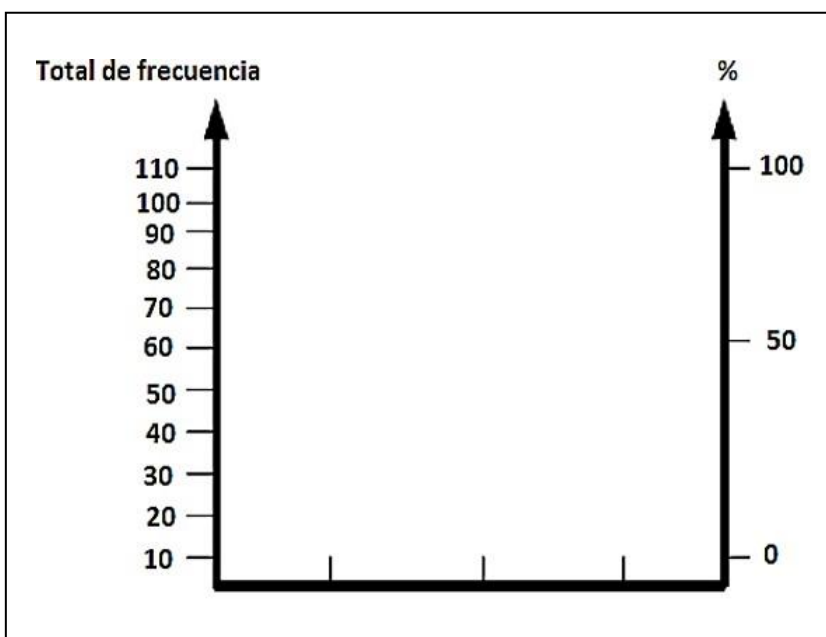


Ilustración 15. *Frecuencia para cada problema encontrado.*

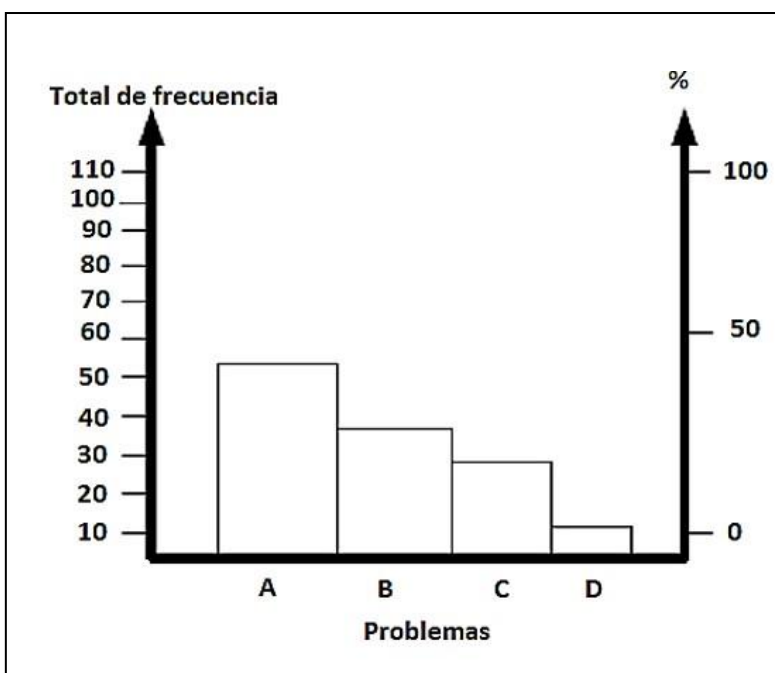
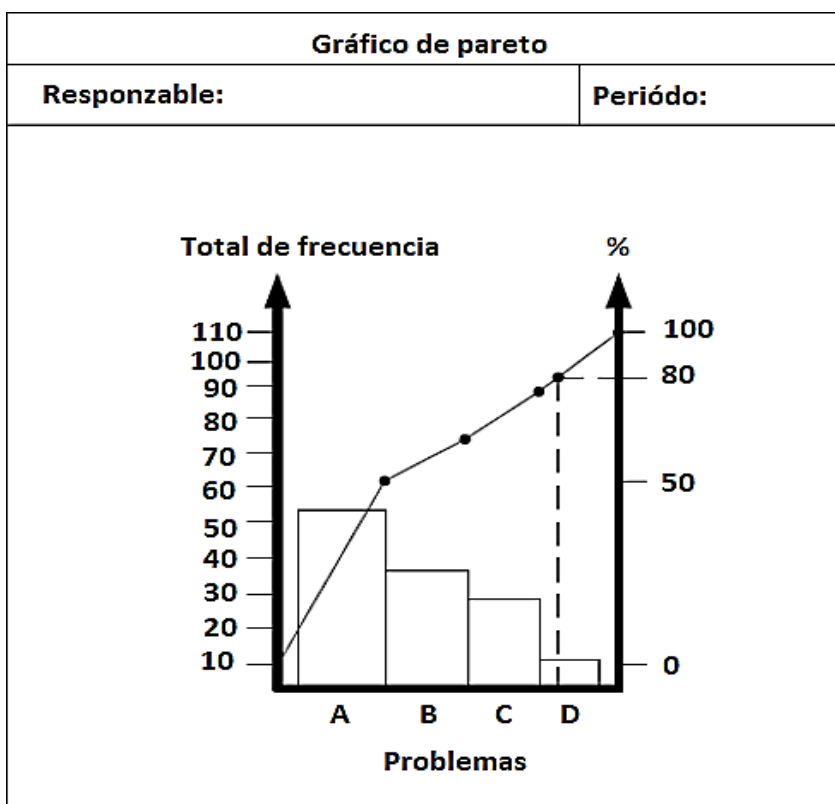


Ilustración 16. Diagrama de Pareto para los problemas encontrados.



Etapa 3. Definir Causas.

Ahora que ya se cuenta con las problemáticas establecidas y priorizadas, los técnicos y administrativos del taller pueden determinar el origen de fondo con ayuda de un análisis de los procesos principales.

Análisis de procesos principales.

La finalidad de este procedimiento es detectar los principales problemas que determinan el desempeño de los empleados en su trabajo. Para ello, el jefe del taller procede a analizarlas diferentes etapas del proceso.

- Al inicio se trata de identificar el flujo del proceso más esencial para posteriormente tratar de desdoblarla en sus subprocesos.
- Cuando los subprocesos ya están definidos, se determinan que clientes están relacionados con cada subproceso, los proveedores necesarios, etc.
- Finalmente se procede a registrar y documentar las actividades más problemáticas dentro de cada proceso (Tabla 51).

Cuando ya se han establecido las actividades claves, los técnicos involucrados, el siguiente paso es determinar el perfil del técnico que necesita la capacitación, usando la información recolectada en procesos anteriores (diagrama de Pareto, análisis de problemas de capacitación). El formato establece una hoja de perfil que se debe completar para la mano de obra técnica que requiera capacitación (Tabla 52).

Elaboración del plan de capacitación.

Un plan de capacitación debe considerar los siguientes puntos:

- Las temáticas llevadas a cabo en la capacitación.
- Las fechas y los tiempos involucrados.
- Personal técnico que se capacitara (cantidad).
- Nivel de conocimientos del personal al que está dirigida la capacitación.
- Profesionales que llevaran a cabo las capacitaciones.
- Ambiente donde se llevarán las capacitaciones.

Podemos utilizar el formato de la Tabla 53 como guía.

Tabla 40. *Hoja de actividades.*

HOJA DE ACTIVIDADES		
Zona de Mantenimiento: _____	Responsable: _____	Fecha: __ / __ / __
Actividades		Numero de mecánicos involucrados

Tabla 41. Hoja de perfil del mecánico a capacitarse.

HOJA DE PERFIL DEL MECÁNICO A CAPACITARSE		
Zona de Mantenimiento: _____	Responsable: _____	Fecha: __ / __ / __
Puesto:		
Funciones principales:		
Actividades con más fallas	Descripción de la actividad	
Salario del mecánico: _____		
Años de experiencia dentro del área de mantenimiento: _____		
Observaciones: _____		
Nombre del jefe de taller: _____		
Firma del jefe de taller: _____		

Tabla 42. Plan de capacitación.

Capacitación	Modalidad	Instructor	Duración	Participantes	Cargo	Fecha

Determinación de los recursos necesarios.

Los materiales y recursos involucrados en la capacitación se modifican a partir de las necesidades del evento. Es de utilidad realizar una base de datos con los materiales que se utilizarán a lo largo del programa.

Tabla 43. *Recursos necesarios para la capacitación.*

Acetatos	Papel rotafolio
Alfileres	Pegamento
Cámara	Pulmones
Computadora	proyector
Lapiceros	Tiza

Evaluación y seguimiento al plan de capacitación.

- **Evaluación del aprendizaje.**

La evaluación debe realizarse mediante un examen que mida el nivel de conocimientos que tiene el personal técnico. Cuando exista una deficiencia en algún punto de la prueba que lleva a cabo el participante, se hará mayor énfasis en ese punto durante las capacitaciones. La base del examen será un cuestionario que reúna las temáticas más importantes de los temas de la capacitación. El sistema de respuesta a las preguntas planteadas en el examen es un sistema de múltiple selección. Al iniciar y finalizar las capacitaciones se llevarán a cabo los exámenes de nivel de conocimientos, para poder realizar una comparativa entre ambos.

- **Método de evaluación de impacto y seguimiento de la capacitación.**

La finalidad de las capacitaciones se traduce en una mejora económica en la utilidad y nivel de disponibilidad de los equipos del taller. Por ello los conocimientos impartidos por los ponentes durante las capacitaciones deben ser puestos a prueba en el campo de manera directa e inmediata.

Al inicio es necesario que el jefe del taller pueda identificar los problemas, para familiarizarse con ellos, y establecer el contenido del programa de capacitación con

base a eso. En segundo lugar, es importante establecer objetivos y una serie de actividades de supervisión o seguimiento después de la capacitación.

El procedimiento:

- Seleccionar una muestra de las personas a quienes se hará el seguimiento.
- Si el grupo que fue capacitado es pequeño, se podrá dar seguimiento a todos los capacitados. En caso de que no se pueda dar seguimiento a todos habrá que tomar una muestra representativa de los que participaron.
- Verificar si entre el grupo seleccionado de capacitados ha habido alguna mejora en los problemas que se pretenden resolver con la capacitación.
- Se registrará la información recolectada en el seguimiento.

Para llevar el registro se ha llevado la siguiente capacitación:

Tabla 44. *Formulario para el seguimiento de la capacitación.*

FORMULARIO PARA EL SEGUIMIENTO DE LA CAPACITACION		
Objetivo: Ayudar al personal a superar cualquier resistencia de parte de otras personas que impida aplicar las nuevas habilidades.		Fecha: __ / __ / __
Capacitación en: _____	Instructor: _____	Realizada: _____
Problemas que se pretendían resolver con la capacitación: _____		
Habilidades nuevas que el capacitado debió aprender: _____		

5. Conclusiones

- El diagnóstico inicial utilizando el indicador de eficiencia apoyado con el diagrama de Ishikawa, donde se observan todos los problemas que se generan, muestran que en cada etapa los cinco indicadores principales no superan el 85%, llegando incluso a que en el proceso de acabados finales su eficiencia es del 49,19%, lo cual implica que está en una zona crítica.
- Se utilizaron los pilares más relevantes del TPM para reducir los problemas que muestra el diagrama de Ishikawa, generando como resultado el aumento de la eficiencia en cada uno de los procesos, teniendo como promedio un 85%, y en el caso del proceso de enderezamiento de la cabina del vehículo se obtuvo un 97,9% de eficiencia. De esta manera, la implementación de los pilares del TPM en el proceso de recuperación de vehículos siniestrados su eficiencia se ha elevado notablemente.
- Los cuadros de la evaluación económica implican una inversión inicial, los cuales van a revertir con el aumento de la eficiencia, por que se van a atender más vehículos en menos tiempo y el retorno de la inversión se reducirá en el tiempo establecido inicialmente.
- En la tesis se presentan todos los manuales, hojas de registro, diagramas de flujo de cada proceso basados en los pilares del TPM, lo cual permitirá una mejora continua y seguirá aumentando la eficiencia.

6. Recomendaciones

- Implementación de mantenimiento productivo total de vehículos siniestrados utilizando un sistema SCADA para incrementar el índice de producción del servicio en un taller mecánico
- Desarrollo de un software basado en Python para aprendizaje autónomo de mantenimiento productivo total de vehículos siniestrados para incrementar el índice de producción del servicio en un taller mecánico.
- Implementación TPM de vehículos siniestrados utilizando inteligencia artificial para incrementar el índice de producción del servicio en un taller mecánico

7. Referencias

- [1] Ú. Cárdenas, R. Kahhat y I. Vázquez, «District-level analysis for household-related energy consumption and greenhouse gas emissions: A case study in Lima, Peru,» *Sustainable Cities and Society*, 2022.
- [2] J. Abbas, «Impact of total quality management on corporate green performance through the mediating role of corporate social responsibility,» *Journal of Cleaner Production*, 2020.
- [3] F. Chan, H. Lau, R. Ip, H. Chan y S. Kong, «Implementation of total productive maintenance: A case study,» *International Journal of Production Economics*, pp. 71-94, 2005.
- [4] A. Samadhiya, R. Agrawal, S. Luthra, A. Kumar, J. A. Garza y D. Kumar, «Total productive maintenance and Industry 4.0 in a sustainability context: exploring the mediating effect of circular economy,» *The International Journal of Logistics Management*, 2022.
- [5] A. S. M. García, J. R. Díaz y J. L. García, «Effect of TPM and OEE on the Social Performance of Companies,» de *New Perspectives on Enterprise Decision-Making Applying Artificial Intelligence Techniques*, Springer, 2021, pp. 119-141.
- [6] S. Nakajima, *Introducción al TPM: Mantenimiento productivo total*, Madrid: Productivity Press, 1991.
- [7] H. Ñ. Paitán, E. M. Mejía, E. N. Ramírez y A. V. Paucar, «Metodología de la Investigación,» *Bogotá: Ediciones de la U*, 2013.
- [8] J. Cruelles, «La teoría de la medición del despilfarro,» ZADECON, 2010. [En línea].

- [9] J. C. M. Flores, «Sistema de gestión de mantenimiento productivo total para talleres automotrices del sector público,» *ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO*, 2012.
- [10] J. M. Flores, «Implantación de un programa de mantenimiento productivo total (TPM) al taller automotriz del Municipio de Riobamba,» *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*, 2012.
- [11] C. A. Cortes, «Propuesta para la implementación de un programa de mantenimiento productivo total a los talleres de mecánica automotriz y maquinaria pesada del Gobierno Autónomo descentralizado del Cantón Morona,» *Universidad Tecnológica Equinoccial*, 2017.
- [12] M. S. Landazábal, C. G. Ruiz, Y. Y. Álvarez y H. E. Padilla, «Lean manufacturing: 5s y TPM, herramientas de mejora de la calidad: Caso empresa metalmecánica en Cartagena, Colombia,» *SIGNOS*, pp. 71-86, 2019.
- [13] R. V. Luna y P. T. Berrospi, «Mejoras en el proceso de reparación de vehículos siniestrados para incrementar el índice de producción,» *Universidad Privada del Norte*, 2016.
- [14] M. Y. Huamán, «Aplicación del mantenimiento productivo total para mejorar la productividad en el área de mantenimiento en la empresa Corporación Logística & Transporte S.A.C,» *Universidad Nacional Cesar Vallejo*, 2016.
- [15] L. Cuatrecasas, *Gestión integral de la calidad: Implantación, Control y Certificación*, Barcelona : Ediciones Gestión 2000, 2005.
- [16] M. Á. Benito Avellaneda, «Aplicación del mantenimiento productivo total (Tpm) para incrementar la productividad en el área de mantenimiento automotriz de la empresa EKA Mining S.A.C., Lima- 2018,» *Universidad Nacional César Vallejo*, 2018.

7. Anexos

ANEXO 01.

El taller de mecánica “Planchado y pintura Jaime Daniel”, se compromete a aplicar una nueva visión de trabajo organizado denominada “Mantenimiento productivo total”, lo cual permite una mejora continua en todos los ámbitos de la organización. Hemos creído conveniente su implementación debido a los siguientes motivos:

- La implementación del TPM no ayudara a mejorar de manera permanentetodos los aspectos de nuestra empresa.
- Involucrará de manera más efectiva a los trabajadores, permitiendo un climalaboral más ergonómico y ordenado.
- A largo plazo el taller alcanzara una mayor disponibilidad de atención.

El coordinador que llevará a cabo la implementación y supervisión de la metodologíaTPMserá el jefe del taller con nombre____; y durante los
periodos

_____.

Este nuevo enfoque de trabajo lo llevaremos a cabo en conjunto y como un equipo de manera que se lograra una mayor eficiencia en los trabajos realizados y además sus capacidades técnicas se verán incrementadas.

Administración del taller.

ANEXO 03.

La aplicación del TPM dentro del taller “Planchado y pintura Jaime Daniel” es una medida para solucionar los problemas actuales de ineficiencias en la productividad y calidad del servicio. Dentro los parámetros del TPM se considera un completo involucramiento del personal de la organización, por ello se espera una participación activa de todos los técnicos del taller.

El TPM se enfocará inicialmente en los procesos de mayor importancia del taller, ya que en ellos se soporta la eficiencia del servicio. Por ello es importante un que todostrabajemos en equipo para lograr las metas del TPM.

El cumplimiento de cada paso del TPM se soporta en:

- ✓ La participación activa de los colaboradores.
- ✓ La puesta en práctica de los estándares del TPM.
- ✓ La formación de los colaboradores con respecto al TPM.
- ✓ Supervisión del cumplimiento de los objetivos del TPM.

La aplicación del TPM seguirá de manera normativa los siguientes pasos:

- ✓ Iniciación.
- ✓ Implantación preliminar.
- ✓ Implementación del TPM.

El coordinador _____ sus colaboradores _____, velaran por el desarrollo del TPM en cada zona del taller.

Administración del taller.

ANEXO 04.

Establecimiento de los componentes innecesarios dentro del taller.

Fecha: _____.

Selección y clasificación de los elementos innecesarios (materiales, equipos, documentos, maquinas, etc.).

NOMBRE	DESCRIPCIÓN	NÚMERO	CAUSA

Elaborado por: _____.

Firma: _____.

ANEXO 05.

Controles visuales.

Fecha: _____.

Asignación de un control visual.

NOMBRE	DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN	TIPO DE CONTROL VISUAL

Elaborado por: _____.

Firma del encargado: _____.

ANEXO 06.

Formato de asignación de responsabilidades.

Fecha: _____.

Nombre del puesto: _____.

Asignación de un control visual.

TAREAS DE LIMPIEZA	ÁREA DE TRABAJO	FRECUENCIA DE EJECUCIÓN.

Elaborado por: _____.

Firma del encargado: _____.

ANEXO 07.

Procesos llevados a cabo en el taller mecánico.



Indicadores para servicios higiénicos y administración.



Indicadores de ubicación de artículos.



ANEXO 08.

Señales de prohibición.*Señales de advertencia.*

Señales de obligatoriedad.



Señales informativas.



ANEXO 09.

Formato planificación de metas.

METAS	
CORTO PLAZO	TIEMPO ESTABLECIDO
1)	
2)	
3)	
4)	
MEDIANO PLAZO	TIEMPO ESTABLECIDO
1)	
2)	
3)	
4)	
LARGO PLAZO	TIEMPO ESTABLECIDO
1)	
2)	
3)	
4)	

ANEXO 11

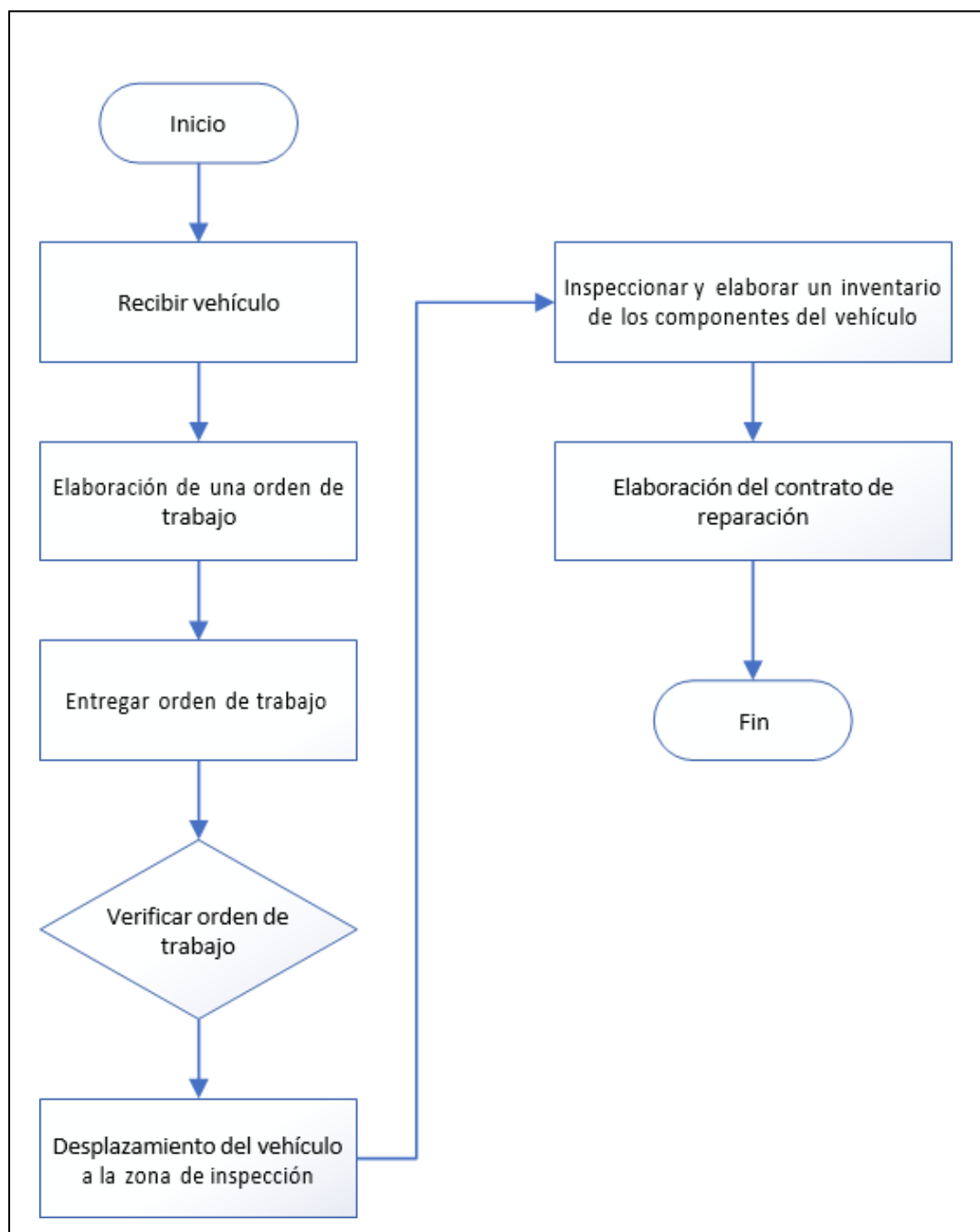
Encuesta de evaluación de la situación actual del puesto.

ENCUESTA DE EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL PUESTO.	
1. ¿Cuál es su puesto actual?	
2. ¿Se ha desempeñado en las mismas actividades desde su ingreso a la empresa? Si o no y ¿por qué?	
3. ¿Conoce las rutinas de reparación de vehículos siniestrados? Si o No, ¿Cuáles?	
4. ¿Existen manuales sobre el puesto que desempeña? Si o no, los utiliza.	
5. ¿Tiene conocimiento de las paradas de producción en su área?	
6. Tiene alguna deficiencia o problema para trabajar con alguna: Maquina, equipo o herramienta. ¿Cuáles?	
7. ¿Cuáles son las posibles mejoras a los elementos que usted menciono anteriormente?	
8. ¿Cómo considera su nivel de información? Bueno, regular o malo.	
9. ¿Qué sugiere para mejorar su nivel de conocimientos?	

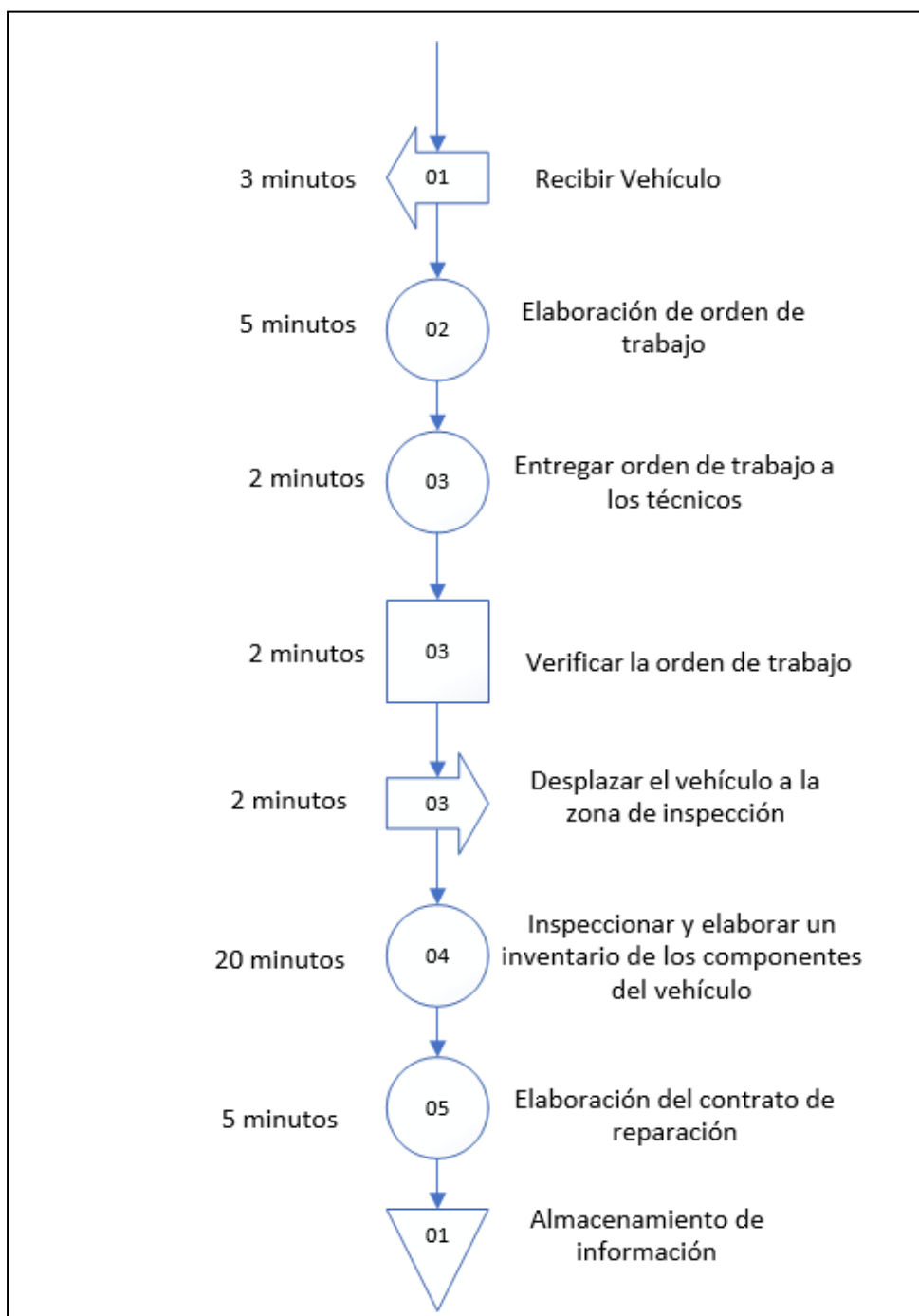
Encuesta de evaluación del ambiente de trabajo.

AMBIENTE DE TRABAJO	
1. ¿Se comunica con sus superiores? ¿De qué forma?	
2. ¿Cómo considera las relaciones de trabajo con los miembros del taller?	
3. ¿Conoce las consignas de seguridad de tu puesto de trabajo como el llevar medios de protección, que hacer en caso de emergencias? Bueno, regular, malo.	
4. ¿Cómo consideras tu ambiente de trabajo? Bueno, regular, malo.	
5. ¿Cuáles son sus propuestas para mejorar su puesto de trabajo?	
6. ¿Tiene la impresión que se tienen en cuenta sus observaciones e ideas?	
7. ¿Se siente implicado en su trabajo?	
8. ¿Cuáles son sus propuestas para mejorar la animación del desarrollo TPM?	

ANEXO 12

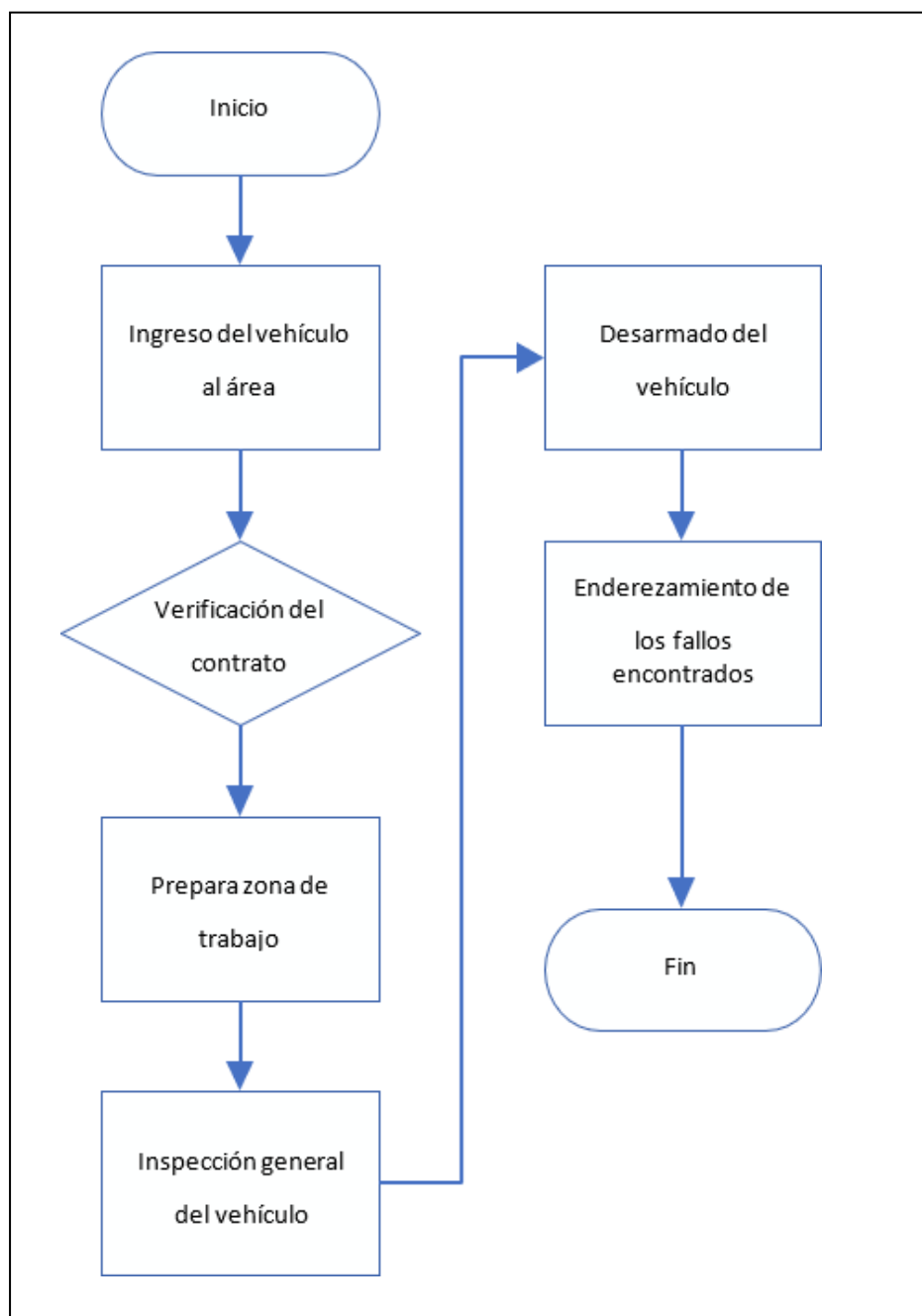
Recepción del vehículo.

ANEXO 13

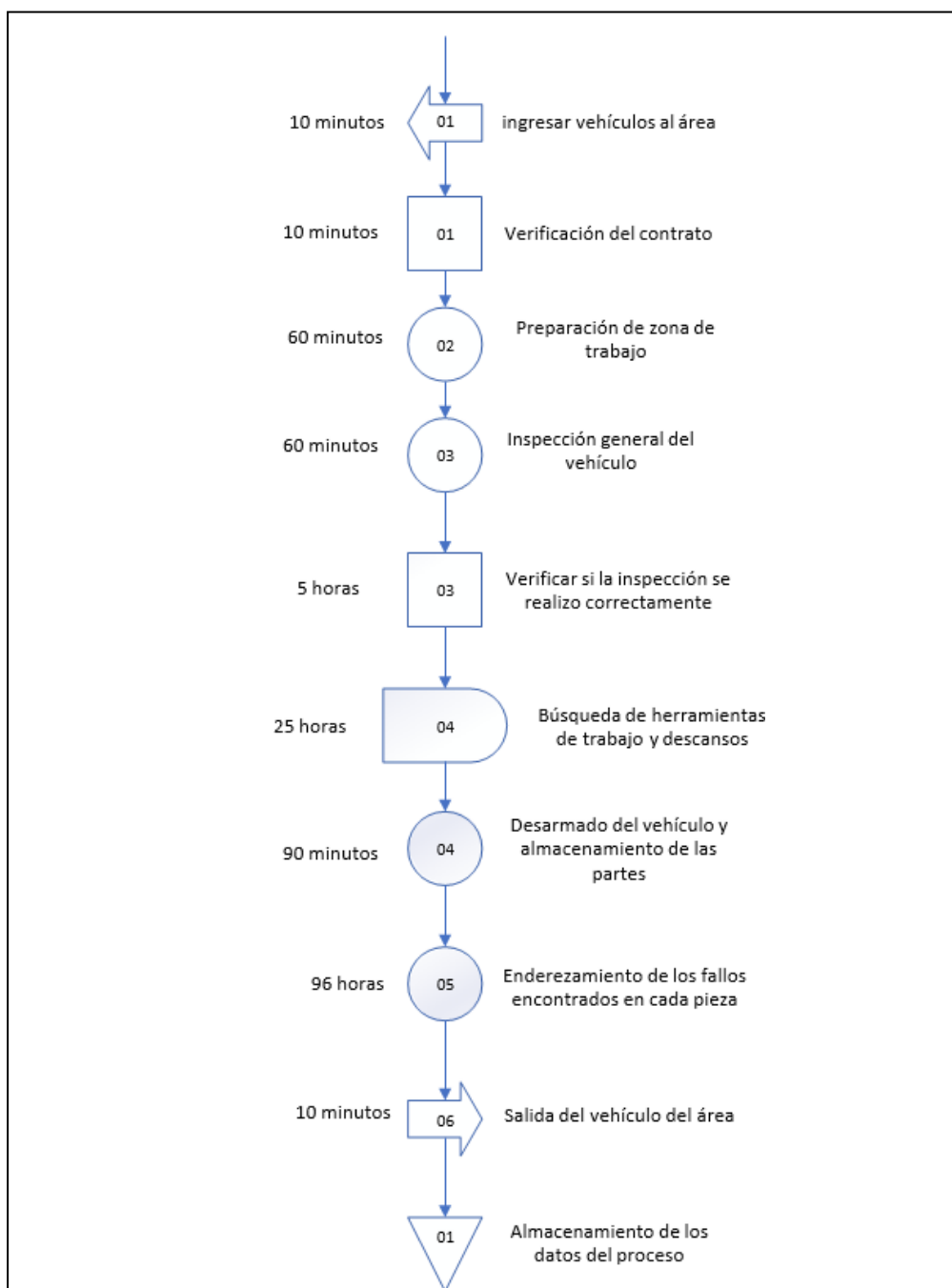
Diagrama de análisis de recepción del vehículo

ANEXO 14

Diagrama de flujo del proceso de reparación de cabina.

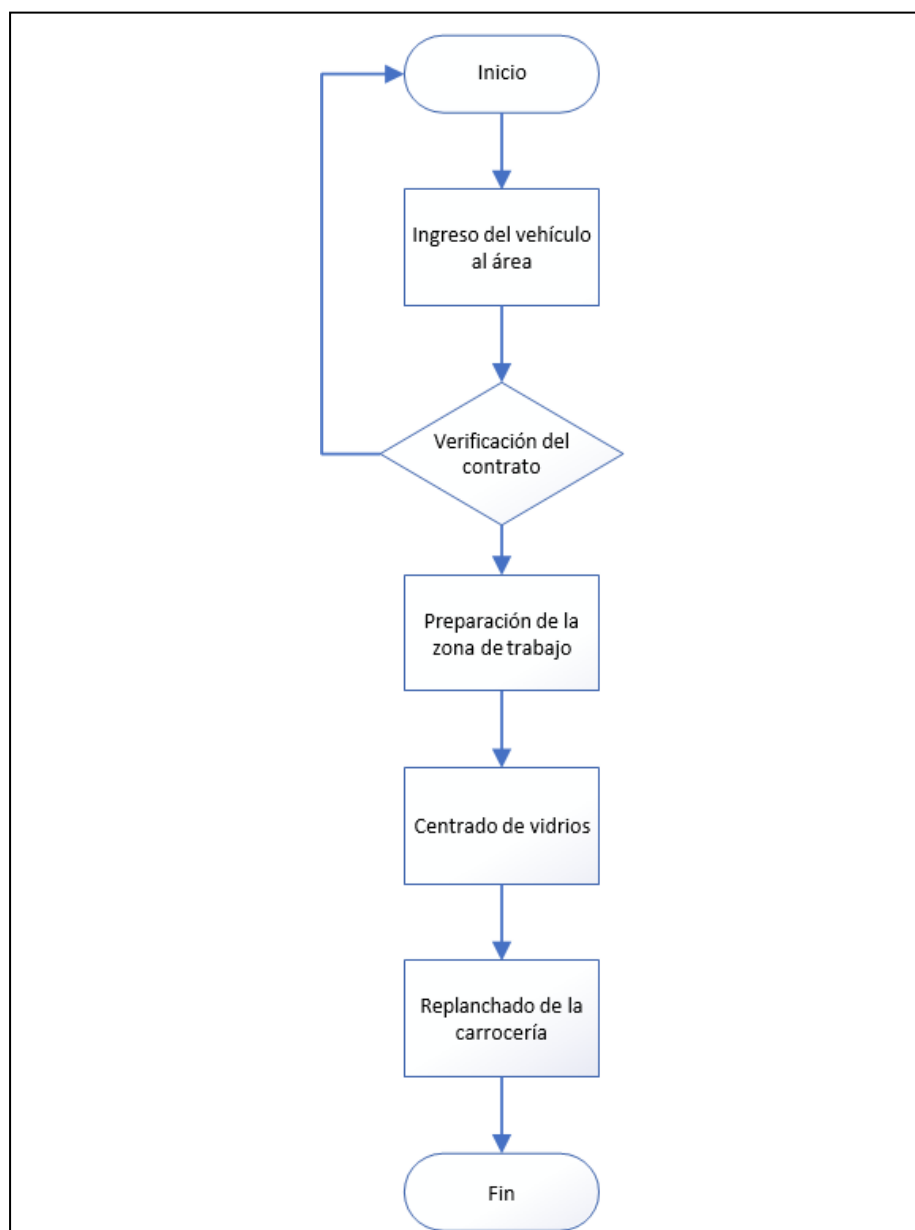


ANEXO 15

Diagrama de análisis de reparación de cabina del vehículo.

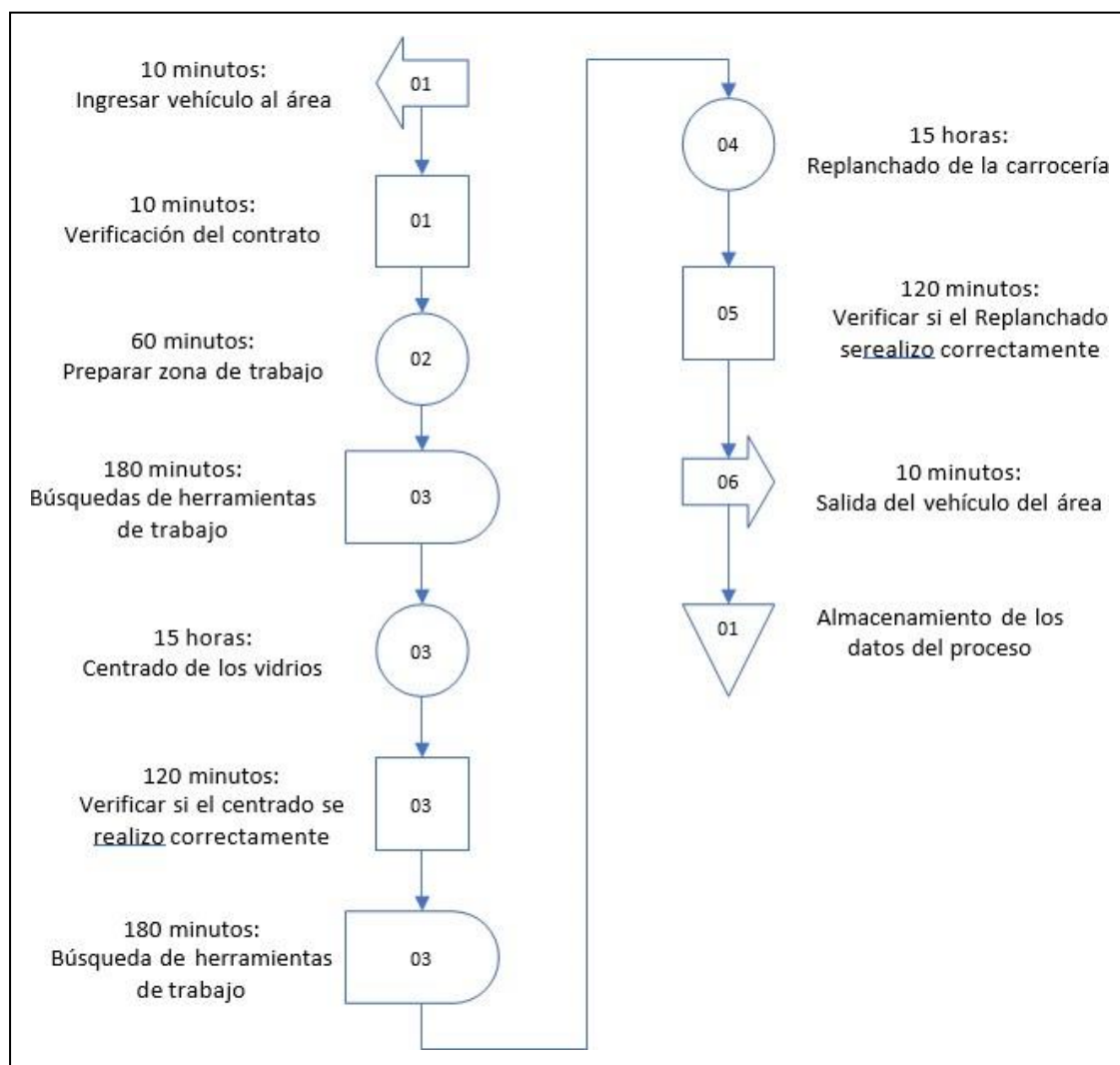
ANEXO 16

Diagrama de flujo del proceso de centrado.



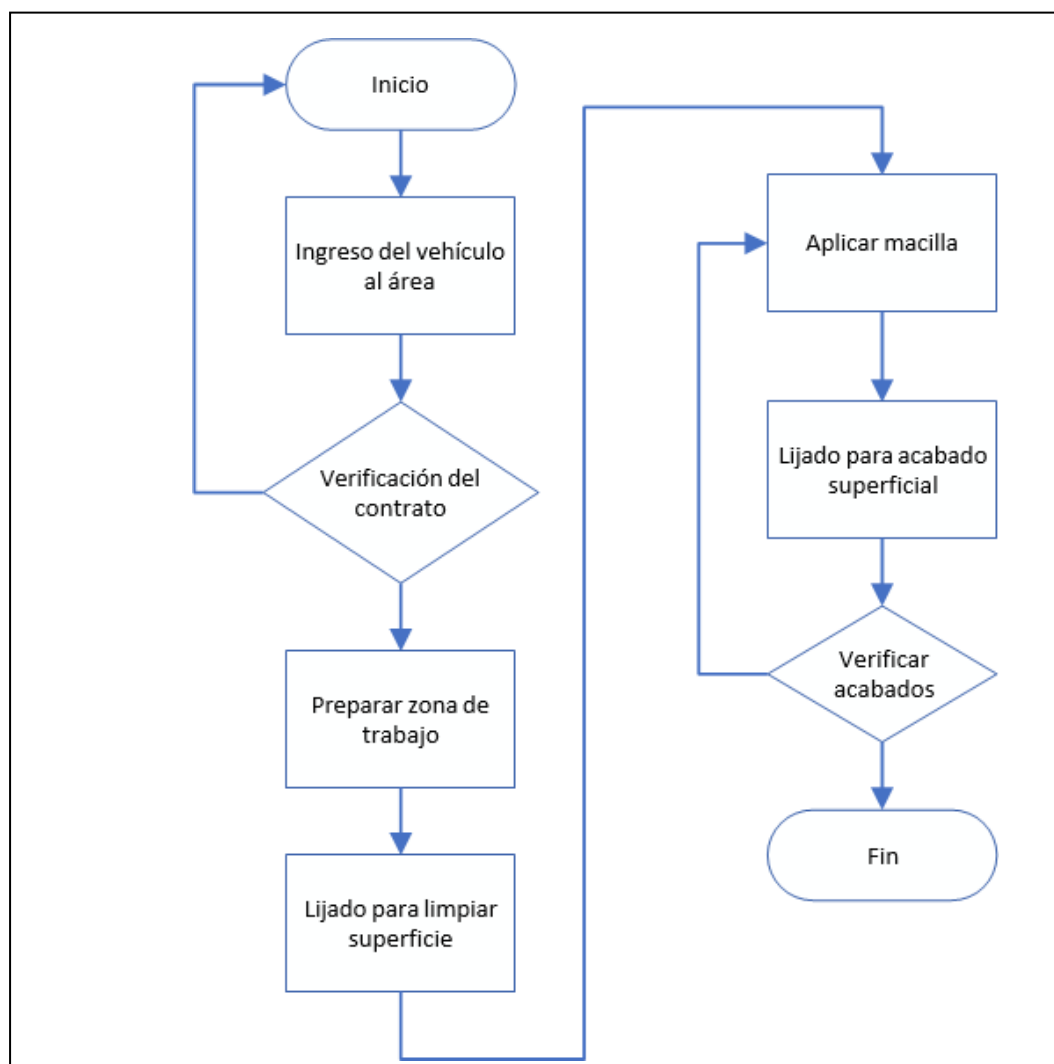
ANEXO 17

Diagrama de análisis del proceso de centrado del vehículo.

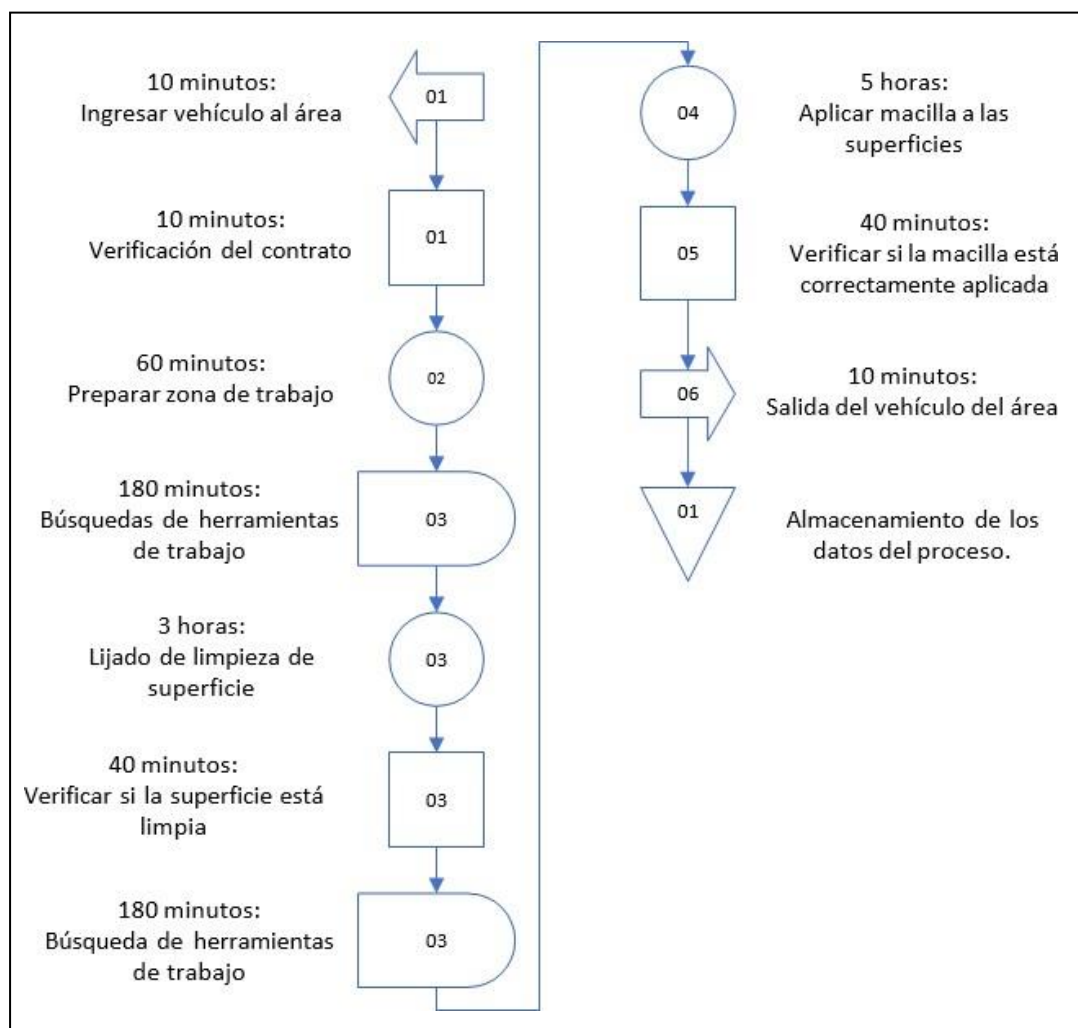


ANEXO 18.

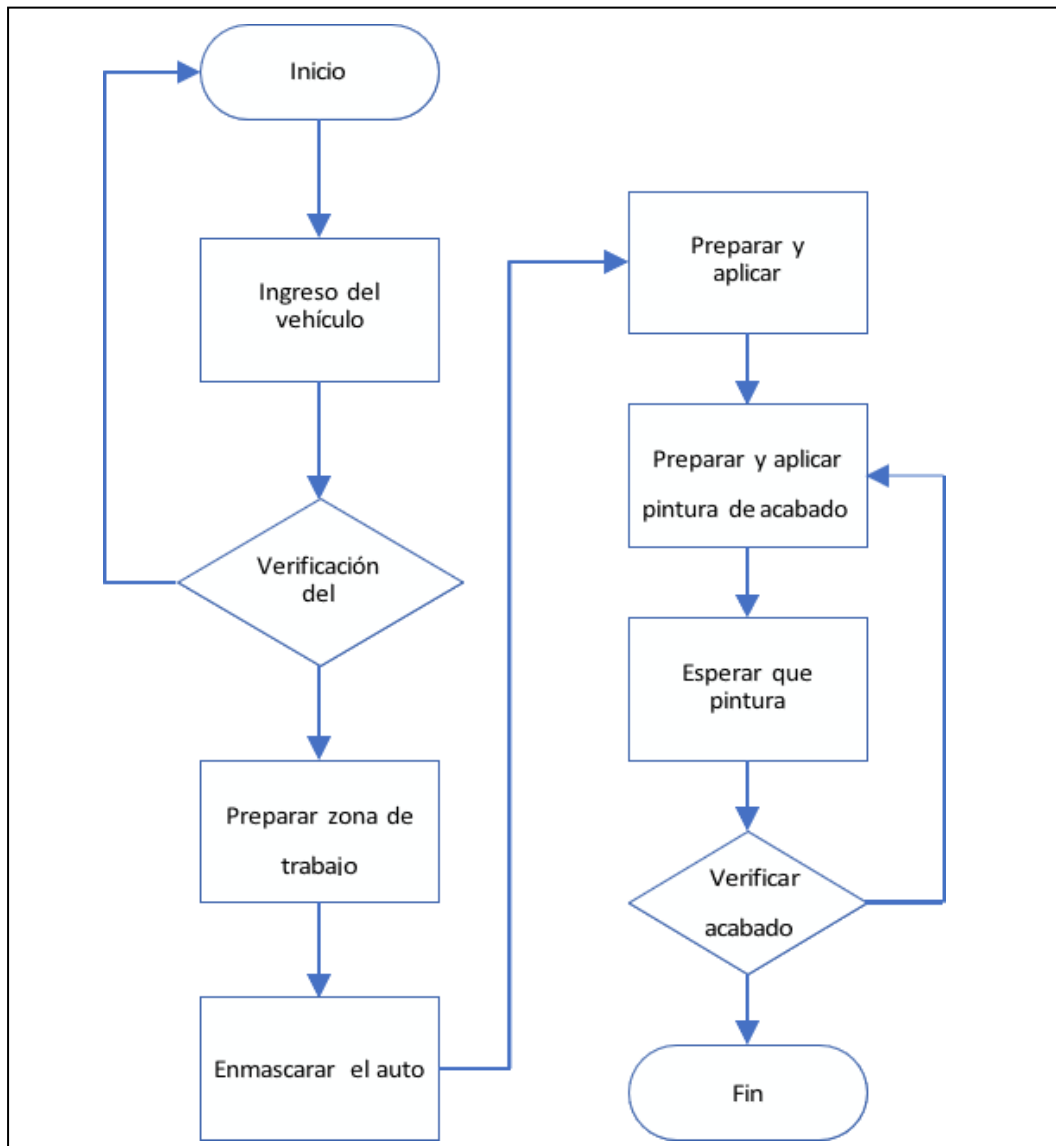
Diagrama de flujo del proceso acabados finales.



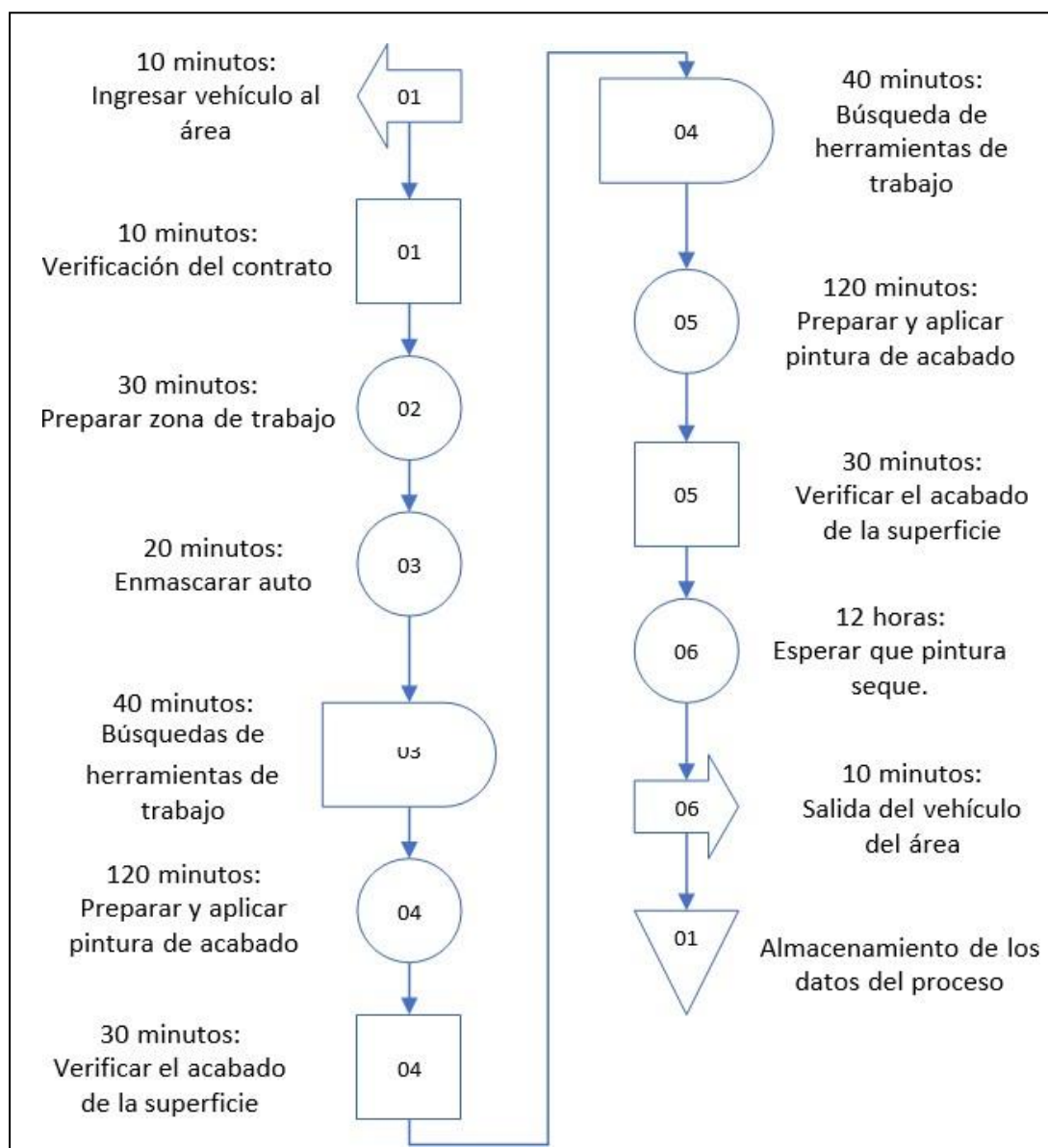
ANEXO 19

Diagrama de análisis de acabados finales.

ANEXO 20

Proceso de pintado.

ANEXO 21

Análisis del proceso de pintado.

ANEXO 22

Programa general de implantación TPM

ETAPA	OBJETIVO	ACCIÓN A TOMAR	RESULTADO ESPERADO
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Decisión de la dirección 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Compromiso del Despliegue TPM 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desarrollo de la Dirección Por Políticas 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conformación del Comité TPM.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Información y formación 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dar a conocer el desarrollo del despliegue TPM 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desarrollo del Programa de las 5`S 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Concientización de los trabajadores.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Implantación de la estructura de pilotaje 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identificar funciones y misiones de involucrados directos e indirectos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identificación de la estructura organizacional y conocimiento del manual de puestos del despliegue TPM. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Establecimiento de la organización del Pilotaje TPM
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diagnóstico Inicial 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Determinación cuantitativa y cualitativa de la Problemática 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entrevistas a trabajadores directos e indirectos Elaboración de ficha descriptiva Zona TPM 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Selección de la Zona TPM y determinación de Retos TPM
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Elaboración de un Programa TPM 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Establecimiento del tiempo de ejecución del Despliegue TPM 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desarrollo de la planeación de los pilares TPM 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cronograma de realización actividades TPM

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lanzamiento 		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desarrollo de la Guía Metodológica de Implantación TPM 	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mejoras enfocadas 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Solución de problemas respecto al Pilar 1 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desarrollo de Guía Metodológica de Implantación del pilar 1 	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desarrollo del Mantenimiento Autónomo 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Solución de problemas respecto al Pilar 2 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desarrollo de Guía Metodológica de Implantación del Pilar 2. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desarrollo y estandarización de rutinas de mantenimiento
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desarrollo del Mantenimiento Planeado 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Solución de problemas respecto al Pilar 3 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desarrollo de Guía Metodológica de Implantación del Pilar 3. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desarrollo de rutinas de mantenimiento preventivo e indicadores
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Formación y Capacitación 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Solución de problemas respecto al Pilar 4 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desarrollo de Guía Metodológica de Implantación del Pilar 3. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desarrollo del programa de entrenamiento
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mantenimiento de Calidad 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Solución de problemas respecto al Pilar 6 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desarrollo de Guía Metodológica de Implantación del Pilar 6 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desarrollo de la documentación de procesos y estándares de calidad

ANEXO 23.

Lista de verificación del estado del vehículo.

LISTA DE VERIFICACIÓN DEL ESTADO DEL VEHÍCULO	
REVISIÓN INTERNA	EVALUACIÓN
Sensor de aceite	
Velocímetro	
Luces direccionales	
Luces de estacionamiento	
Luces de advertencia	
Luces de inicio	
Sensor de batería	
Sensor Check-in	
Claxon	
Cinturón	
Parabrisas	
Limpiadores	
Retrovisores	
Volante	
Freno	
FRENTE EXTERIOR	EVALUACIÓN
Luces de defensa	
Luces de advertencia	
Llantas sin fisura	
Guardafangos	
LADO IZQUIERDO Y DERECHO	EVALUACIÓN
Tanque de combustible sin fugas	
Tapón	
Luces de advertencia laterales	
Llantas (desgaste y aire)	
Rines de fisura	

PARTE POSTERIOR	EVALUACIÓN
Luces Altura	
Luces Direccionales	
Luces Estacionamiento	
Luces Freno	
Luces Marcha atrás	
Luces Guardafangos	
Luces Defensa	
Luces Escape	
REVISIÓN PARTE INFERIOR	EVALUACIÓN
Frenos	
Chasis	
Línea de aire	
Línea eléctrica	
Transmisión	
Área de combustión interna	
Radiador	
Batería	

ANEXO 24.

Mantenimiento preventivo de fresadora universal.

COMPONENTES	MODOS DE FALLA	ACCIONES	FRECUENCIA	MATERIALES Y HERRAMIENTAS	EQUIPOS NECESARIOS	MANO DE OBRA
Cabezal vertical	Perdida de potencia (desgaste de engranajes).	Ajustar correa de transmisión, inspeccionar desgaste de las poleas, verificar y aplicar si es necesario grasa al engranaje, verificar que el motor gire libremente, ajustar contactos eléctricos del motor, inspeccionar sus medidas eléctricas.	Mensual	Herramientas mecánicas, calibrador, grasa, extractor de rodamientos.	Analizador de vibraciones, torquímetro, compresor de aire.	Operario electromecánico.
	Parada	Verificar el estado de la correa	6 meses	Herramientas mecánicas	Torquímetro	Operario electromecánico.

Cabezal divisor	Dificultad de desplazamiento en la mesa longitudinal	Limpiar y lubricar las ranuras, eliminar las virutas y lubricar tornillos de potencia.	Diario	Laminas, brocha, WAYPE.	Torquímetro	Operador mecánico
	Desgaste	Despiece, verificar el desgaste, limpiar con ACPM, lubricar con grasa.	Cada año	Herramientas mecánicas	-	Operador mecánico
	Guías	Limpiar y lubricar	2000 horas	Herramientas mecánicas, calibrador, grasa, extractor de rodamientos.	-	Operador mecánico

ANEXO 25

Mantenimiento preventivo de talador de columna.

COMPONENTES	MODOS DE FALLA	ACCIONES PARA EVITAR FALLAR	FRECUENCIA	MATERIALES Y HERRAMIENTAS	EQUIPOS NECESARIOS	MANO DE OBRA
Motor	Rodamientos	Verificar que el motor gire libremente, lubricar rodamientos.	Cada 0.5 años	Herramientas mecánicas, grasa, waype, brocha, destornillador, extractor de rodamientos.	Tester, torquímetro, compresor, analizador de vibraciones, tacómetro.	Operador mecánico.
	Contactos eléctricos	Ajustar contactos eléctricos y verificar medidas eléctricas (amperaje, voltaje y factor de	Cada 2 meses	-	Voltímetro, amperímetro, multímetro.	Operador mecánico.

		potencia)				
	Correas de transmisión	Verificar, ajustar y cambiarsi es necesario.	6 meses		-	Operador mecánico.
Cremallera	Dificultad en su desplazamiento vertical	Limpiar y lubricar	Semanal	Waype, brocha, grasa.	-	Operador mecánico.
Eje de la broca	Dificultad en su accionamiento	Limpiar la cremallera deleje	6 meses	Herramientas mecánicas, grasa, waype, brocha, destornillador, extractorde rodamientos.	-	Operador mecánico.
Mandril	Dificultad en el ajuste	Lubricar piñón interno	6 meses	Waype, aceite ISO 68, martillo de bola	-	Operador mecánico.

ANEXO 26

Mantenimiento preventivo de sierra para cortar metales.

COMPONENTES	MODOS DE FALLA	ACCIONES PARA EVITAR FALLAR	FRECUENCIA	MATERIALES Y HERRAMIENTAS	EQUIPOS NECESARIOS	MANO DE OBRA
Motor	Rodamientos	Verificar que se desplace libremente	0.5 años	Herramientas, destornillador de pala, y estría, waype, brocha, espátula, pinturas anticorrosivas, extractor de rodamientos, Varsol.	Analizador de vibraciones, torquímetro, compresor de aire, tacómetro, Tester.	Operador mecánico.
	Contactos eléctricos	Ajustar contactos eléctricos y verificar medidas	Cada 2 meses	-	Voltímetro, amperímetro, multímetro.	Operador mecánico.

		eléctricas (amperaje, voltaje y factor de potencia)				
	Devanado del estator falla su aislamiento	Limpieza, secado del aislamiento, pruebas dieléctricas, verificar fase de funcionamiento.	Cada 2 meses	-	Externo.	Externo.
	Rotación del eje	Verificar vibraciones, deslizamiento, torsión, factor de potencia, fases y ajuste en sus conexiones.	Cada 2 meses	-	Externo	Externo
	Comportamiento del motor	Verificar su estado limpieza y revestimiento	Semanal	-	Externo	Externo

Sierra	No corta	Verificar desgaste de los dientes, tensionar cuchilla	Diario	Herramientas mecánicas, waype, brochas, destornillador de pala, aceite ISO 68, Shell Brumol SP.	-	Operador mecánico
	Soldadura	Verificar la junta de la soldadura	Por servicio prestado	-	-	Operador de soldadura
	Se calienta demasiado	Verificar el sistema de refrigeración	Por servicio prestado	-	Termómetro.	Operador de soldadura
	Cilindros	Chequear nivel de aceite	Cada 2 meses	-	-	Operador de soldadura
Reductor de velocidad	Rodamientos	Lubricar con grasa	Cada 6 meses	Grasa de rodamientos	Torquímetro y extractor de rodamientos.	Operador mecánico
	Engranajes	Lubricar engranajes	Cada 6 meses	Grasa multipropósito	-	Operador mecánico

ANEXO 27.

Mantenimiento preventivo para esmeriles.

COMPONENTES	MODOS DE FALLA	ACCIONES PARA EVITAR FALLAR	FRECUENCIA	MATERIALES Y HERRAMIENTAS	EQUIPOS NECESARIOS	MANO DE OBRA
Motor	Compartimiento del motor	Verificar su estado, limpieza y revestimiento	Cada 5 años.	Pintura anticorrosiva, brochas, waype, thinner, herramientas mecánicas.	Compresor de aire, Tester, tacómetro, torquímetro, horno, analizador de vibraciones.	Operador eléctrico – mecánico.
	Contactos eléctricos	Limpiar y ajustar tornillería	Cada mes	Destornillador de pala, pinza de alicate, cepillo de	Multímetro digital.	Operador eléctrico – mecánico.

				cerdas sintéticas, cintaaislante, herramientas mecánicas.		
	Conexión cable a tierra	Limpia y ajustar tornillería, verificar medidas eléctricas	Cada 0.5 años, aprovechar el mantenimiento de menor frecuencia para verificar el equipo general.	-	-	Operador eléctrico – mecánico.
	Rodamientos	Verificar que gire libremente.	Semanalmente.	Grasa, Varsol, extractorde rodamientos, brocha.	-	Operador eléctrico – mecánico.
	Devanado del estator (falla en su aislamiento)	Limpieza y secado del aislamiento, pruebas dieléctricas,	Mensualmente.	Waype, limpiador, dieléctrico, brocha barniz.	-	Operador eléctrico – mecánico.

		verificar susfases.				
	Rotación del eje	Verificar vibraciones, deslizamiento, tensión, factor de potencia, limpieza.	Quincenalmente.	Herramientas mecánicas, waype, cepillo, Varsol.	-	Operador eléctrico – mecánico.
	Recinto del motor	Verificar sus estado, limpieza y revestimiento.	Mensualmente.	Pintura anticorrosiva, brochas, waype, cepillos.	-	Operador eléctrico – mecánico.
Esmeril	Desgaste	Verificación visual y de contacto	Diario	Herramientas mecánicas y cepillo.	-	Operador mecánico
	Acople	Ajustar tornillería deacople y soporte	Mensual	-	-	Operador mecánico

ANEXO 28.

Mantenimiento preventivo para roladoras.

COMPONENTES	MODOS DE FALLA	ACCIONES PARA EVITAR FALLAR	FRECUENCIA	MATERIALES Y HERRAMIENTAS	EQUIPOS NECESARIOS	MANO DE OBRA
Motor	Rodamientos	Verificar que se desplazelibremente, lubricar.	0.5 años.	Herramientas mecánicas, destornillador de pala, waype, brocha, Varsol, extractor de rodamientos.	Compresor, tacómetro, Tester.	Operador electromecánico.
	Contactos eléctricos	Limpiar y ajustar, verificarmedidas eléctricas	Cada mes.	Destornillador de pala, pinzade alicate, cepillo de cerdas sintéticas, cinta aislante, herramientas mecánicas.	Multímetro digital.	Operador eléctrico – mecánico.
	Devanado del estator (falla en su aislamiento)	Limpieza y secado del aislamiento, pruebas dieléctricas, verificar susfases.	Mensualmente.	Waype, limpiador, dieléctrico, brocha barniz.	-	Operador eléctrico – mecánico.
	Rotación del eje	Verificar vibraciones, deslizamiento, tensión,	Quincenalmente.	Herramientas mecánicas, waype,		Operador eléctrico –

		factor de potencia, limpieza.		cepillo, Varsol.	-	mecánico.
	Ventilador para enfriar	Limpiar ventilador	Quincenalmente.	Cepillo.	-	Operador mecánico
	Acople	Verificar y ajustar	Quincenalmente.	Herramientas mecánicas.	-	Operador mecánico
Reductor	Lubricante	Verificar presencia de la grasa en el funcionamiento	0.5 años	Herramientas mecánicas, grasas multipropósito, espátula.	-	Operador mecánico
Engranaje	Lubricante	Inspección visual, verificar presencia del lubricante.	Semanal	Grasa multipropósito, waype, brocha.	-	Operador mecánico
Rodillos	Soportes	Verificar sus engranajes.	Semanal	Grasa multipropósito, grasera.	Compresor	Operador mecánico

ANEXO 29.

Mantenimiento preventivo para compresores.

COMPONENTES	MODOS DE FALLA	ACCIONES PARA EVITAR FALLAR	FRECUENCIA	MATERIALES Y HERRAMIENTAS	EQUIPOS NECESARIOS	MANO DE OBRA
Compresor	Válvula	Realizar pruebas de seguridad	0.5 años	Herramientas mecánicas, extractor de rodamientos	Torquímetro, compresor, manómetros	Operador mecánico
	Anillos de compresión	Monitoreo de manómetros	Semanalmente	-	-	Operador mecánico
	Lubricante	Verificar el nivel de aceite	Diario	-	-	Operador mecánico
	Rodamientos	Verificar su desplazamiento	0.5 años	-	-	Operador mecánico
	Filtro de aceite	Limpiar filtro	Semanal	-	-	Operador mecánico
	Fugas	Revisar los puntos de conexión y tubería	Mensual	Agua, detergente.	-	Operador mecánico
	Correas	Ajustar y verificar suestado	7.2 meses	Herramientas mecánicas,	-	Operador mecánico

				extractor de rodamientos		
Motor	Rodamientos	Verificar que se desplace libremente	0.5 años	Grasa, Varsol, brocha, waype, extractor de rodamientos.	Analizador de vibraciones, torquímetro, Tester, compresor, tacómetro.	Operador mecánico
	Contactos eléctricos	Ajustar y verificar medidas eléctricas	-	Waype, brocha, destornillador, pinzas, cinta aislante.	-	Operador electro-mecánico
	Rotación del eje	Verificar vibraciones, deslizamiento, tensión y factor de potencia.	-	-	-	Operador electro-mecánico

ANEXO 30.

Mantenimiento preventivo grúas.

COMPONENTES	MODOS DE FALLA	ACCIONES PARA EVITAR FALLAR	FRECUENCIA	MATERIALES Y HERRAMIENTAS	EQUIPOS NECESARIOS	MANO DE OBRA
Pistón	Capacidad de carga	Verificar el estado de los anillos en su máxima carga	0.5 años	Herramientas mecánicas, brocha, waype, Varsol.	Compresor	Operador mecanice
	Fugas	Verificar que los sellos no presenten fugas	Diariamente			
	Corrosión de la estructura	Limpiar y revestir con pinturas anticorrosivas	Cada 1 año			
	Ajuste	Ajustar toda la estructura	Anual			

ANEXO 31.

Mantenimiento gata hidráulica (cocodrilo).

COMPONENTES	MODOS DE FALLA	ACCIONES PARA EVITAR FALLAR	FRECUENCIA	MATERIALES Y HERRAMIENTAS	EQUIPOS NECESARIOS	MANO DE OBRA
Gata hidráulica	Capacidad de carga	Verificar el estado de los anillos en máxima carga	0.5 años	Herramientas mecánicas	-	Operador mecánico
	Fugas	Verificar que los sellos no presenten fugas	Diario			
	Ajuste	Ajuste el equipo en general	Anual			

ANEXO 32.

Mantenimiento preventivo para tronzadoras de metales.

COMPONENTES	MODOS DE FALLA	ACCIONES PARA EVITAR FALLAR	FRECUENCIA	MATERIALES Y HERRAMIENTAS	EQUIPOS NECESARIOS	MANO DE OBRA
Disco abrasivo	Desgaste	Buena operación y conocimientos de cómo se comporta el componente con respecto al tipo de material a utilizar.	4 meses	Herramientas mecánicas, destornillador, waype, aceite de baja viscosidad, llave de estría de 11/16".	-	Operador mecánico
		Verificar y ajustar tornillos de 3/8", acoplados al eje del motor (11/16" diámetro de la cabeza del tornillo)	Por servicio			
Motor universal	Dificultad en el arranque y pérdidas de potencia	Verificar el estado de las escobillas	Semanal	Destornillador de pala, extractor de rodamientos, waype, herramientas mecánicas mixtas, grasa para	Compresor, torquímetro, Tester, tacómetro.	Operador electromecánico
		Verificar que los rodamientos se desplacen libremente	0.5 años			

		Lubricación de los rodamientos y engranajes	-	rodamientos, grasa multipropósito para los engranajes.		
		Ajustar contactos eléctricos, verificar medidas eléctricas.	Mensual			
Prensa	Tornillo de ajuste	Ajuste de tornillería y lubricar rosca	Semanal	Herramientas mecánicas, waype, aceite lubricante ISO168, brocha, pintura anticorrosiva, thinner.	-	Operador electromecánico
	Base	Ajustar tornillería, limpiary aplicar revestimiento anticorrosivo.	Cada 6 meses.			

ANEXO 33.

Mantenimiento preventivo para prensas mecánicas.

COMPONENTES	MODOS DE FALLA	ACCIONES PARA EVITAR FALLAR	FRECUENCIA	MATERIALES Y HERRAMIENTAS	EQUIPOS NECESARIOS	MANO DE OBRA
Estructuras	Corrosión	Limpiar y aplicar revestimiento anticorrosivo	Cada 1 años	Pintura, brocha, waype, cepillo, thinner	Compresor de aire	Operador mecánico
Tornillo de ajuste	Desgaste	Limpiar y aplicar lubricante	Cada 2 meses	Grasa multipropósito, waype, brocha	-	Operador mecánico
Soporte	Desajuste	Ajustar tornillería desoporte	Cada 2 meses	Herramientas mecánicas	-	Operador mecánico

ANEXO 34.

Mantenimiento preventivo para máquinas de soldadura eléctrica.

COMPONENTES	MODOS DE FALLA	ACCIONES PARA EVITAR FALLAR	FRECUENCIA	MATERIALES Y HERRAMIENTAS	EQUIPOS NECESARIOS	MANO DE OBRA
Transformador	Bajo amperaje y voltaje	Verificar medidas eléctricas en la bobina y evaluar su aislamiento	Cada 6 meses	Herramientas mecánicas, limpiador dieléctrico barniz	Tester	Operador eléctrico
Contactos eléctricos	Aislamiento	Limpiar platinas de cable, verificar medidas eléctricas, y calibrar amperaje.	Semanal	Herramientas mecánicas	Tester	Operador eléctrico
Cableado	Aislamiento	Verificar su estado y medidas eléctricas.	Diario	-	Tester	Operador eléctrico
Porta electrodos	Superficie de contacto sulfatado	Limpieza y ajuste de conectores	Cada 6 meses	Cepillo, pinza	-	Operador eléctrico

ANEXO 35.

Mantenimiento preventivo para prensas hidráulicas.

COMPONENTES	MODOS DE FALLA	ACCIONES PARA EVITAR FALLAR	FRECUENCIA	MATERIALES Y HERRAMIENTAS	EQUIPOS NECESARIOS	MANO DE OBRA
Gato hidráulico	Pierde capacidad decarga	Verificar nivel de aceite	0.5 años	Herramientas mecánicas	-	Operador mecánico
	Fugas	Estado de los sellos para evitar fugas	Diario			
Estructura	Corrosión	Limpieza y recubrimiento anticorrosivo	Anual	Herramientas mecánicas	-	Operador mecánico

ANEXO 36.

Mantenimiento preventivo para equipos de soldadura oxiacetilénica.

COMPONENTES	MODOS DE FALLA	ACCIONES PARA EVITAR FALLAR	FRECUENCIA	MATERIALES Y HERRAMIENTAS	EQUIPOS NECESARIOS	MANO DE OBRA
Reguladores	Sellos y diafragmas	Verificar la operación en cuanto abrir y cerrar las válvulas.	Por operación	Manualmente, waype, brocha, tensión	-	Operador
Manómetros	Error en medidas de presión	Calibración	1 año	Herramientas mecánicas	-	Especialista
Soplete	Incrustaciones en laboquilla	Limpiar	Por operación	Manualmente, waype, brocha,	Compresor	Operador

				teflón, plumilla.		
Mangueras	Fugas	Inspeccionar antes y después de la operación	Por operación	Teflón, abrazaderas.	-	Operador
Cilindros	Fugas	Verificar su estado estructural y operacional	Por operación	Manualmente, herramientas mecánicas para la instalación de los reguladores, teflón.	-	Operador

ANEXO 37.

Mantenimiento de áreas locativas.

CARACTERÍSTICAS	PAREDES	TECHO	PISO	SISTEMA ELÉCTRICO
Tareas	Limpiar y pintar	Ajustar y sellar	Limpiar y acondicionar	Limpiar y ajustar
Frecuencia	6 meses	6 meses	Diario	6 meses
Mano de obra	Operador	Operador	Operador	Operador
Materiales	Pintura, agua, manguera	Placa y brocha	Escoba, cemento y arena	Waype, brocha, destornillador, Tester.

ANEXO 38.

Costo de equipamiento.

EQUIPO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/)	COSTO TOTAL (S/)
Escritorio	1	97.15	97.15
Sillas de oficina	6	20.00	120.00
Pizarra	1	78.00	78.00
Tableros visuales	7	60.00	420.00
Archivero	1	225.00	225.00
Atomizadores	4	5.50	22.00
Cubeta de 19 L	4	20.00	80.00
Escoba	4	3.25	13.00
Brocha de 2"	4	3.00	12.00
Brocha de 4"	4	4.00	16.00
Cepillo de alambre	4	2.75	11.00
Guantes	4	2.90	11.60

Amperímetro	1	150.00	150.00
Gavetas	4	150.00	600.00
Guantes	10	1.75	17.50
Mascarillas	10	2.25	22.50
Gafas protectoras	10	4.5	45.00
Protectores de maquinaria	9	28.50	256.50
Impresión de mapas de riesgo	2	25.00	50.00
Computadora Portátil	1	749.00	749.00

Tarjetas	200	3.50	700.00
Placas de código de maquinaria y equipo	5	4.50	22.50
Señales de prohibición	5	3.75	18.75
Señales de advertencia	5	3.25	18.75
Señales de obligatoriedad	5	3.75	18.75
Señales informativas	5	3.75	18.75
Señales de seguridad	5	3.25	16.25
Impresión de mapas	2	50.00	100.00
Juego de desarmadores	4	20.00	80.00
Llaves ajustables	4	35.00	140.00
Pie de rey	4	50.00	100.00
Llaves fijas	4	45.00	180.00
Tenazas	4	14.38	57.52
COSTO TOTAL DE EQUIPAMIENTO			4651.02

ANEXO 39.

TIPO DE CAPACITACIÓN	HORAS REQUERIDAS	COSTO / HORA (S/)	COSTO TOTAL (S/)
Conceptualización básica sobre Lean Manufacturing.	2	50	100
Herramientas Básicas y administrativas para la Calidad.	4	50	200
Fundamentos de la filosofía japonesa.	4	50	200
Identificación de Herramientas Japonesas	8	50	400
Descripción de las 5 "S".	24	25	600
TPM Generalidades y Terminología.	24	25	600
La Pilares TPM y su descripción.	4	25	100
Organización y funciones del Comité TPM.	8	50	400
Liderazgo.	4	50	400
Identificación de zona TPM	8	50	440
Lanzamiento del TPM.	8	50	400
Documentación e implementación de un Sistema de Mantenimiento eficiente en base a TPM.	8	50	400
COSTO TOTAL DE CAPACITACIONES			4060

ANEXO 40.

Capacitaciones dirigidas a jefatura.

Puesto de la alta dirección	Cantidad de empleados	Salario por hora	Conceptos básicos de lean Manufacturing	Generalidades del TPM	Horas totales	Costo total
Director administrativo	1	23.33	12	4	16	373.28
Encargado de área	1	16.67	12	4	16	266.72
Intendente	1	14.67	12	4	16	234.72
Jefe de departamentos	2	11.75	12	4	16	376.00
TOTAL						1250.72

ANEXO 41.

Capacitaciones dirigidas al personal operativo

Puesto de la alta dirección	Cantidad de empleados	Salario por hora	Conceptualización básica sobre el TPM	Herramientas básicas y administrativas para la calidad	Horas totales	Costo total
Coordinadores Técnicos	3	10.66	4	4	8	255.84
Mecánicos	6	10.00	4	4	8	480.00
Auxiliares de Limpieza	14	5.61	4	4	8	628.32
Secretaria	3	4.00	4	4	8	96.00
TOTAL						1518.88

ANEXO 42.

Capacitaciones dirigidas a todo el personal involucrado en el sistema de mantenimiento

Puesto de la alta dirección	Cantidad de empleados	Salario por hora	Identificación de las herramientas Lean	Las 5 S	TPM generalidades	Pilares del TPM	Organización y funciones TPM	Horas totales	Costo total
Director	1	23.33	4	4	4	8	24	44	1026.52
Gerente de área	1	16.67	4	4	4	8	24	44	733.48
Intendente	1	14.67	4	4	4	8	24	44	645.48
Coordinadores técnicos	3	11.75	4	4	4	8	24	44	1034.00
Mecánicos	6	10.66	4	4	4	8	24	44	2640.12
Auxiliares de limpieza	3	4.00	4	4	4	8	24	44	528.00
Secretaria	2	3.67	4	4	4	8	24	44	322.96
TOTAL									6930.56

ANEXO 43.

Capacitaciones dirigidas a miembros del comité TPM.

Puesto de la alta dirección	Cantidad de empleados	Salario por hora	Las 5 S	TPM generalidades	Pilares del TPM	Organización y funciones TPM	Liderazgo	Horas totales	Costo total
Director	1	23.33	8	8	8	8	8	40	933.20
Intendente	1	14.67	8	8	8	8	8	40	568.80
Piloto TPM	1	5.00	24	24	24	24	24	120	700.52
Asistente 1	1	5.00	24	24	24	24	24	120	600.00
Asistente 2	1	5.00	24	24	24	24	24	120	600.00
Asistente 3	1	5.00	24	24	24	24	24	120	600.00
TOTAL									4002.52

ANEXO 44.

Costo de realización de la lista B.

Actividades	Duración (meses)	Costo mensual (S/)	Cantidad de consultores	Costo total (S/)
Etapa 1: Diagnostico	3	700	1	2100
Etapa 2: Iniciación	5	700	1	3500
Etapa 3: Implementación Preliminar	1	700	1	700
COSTO TOTAL DE CONSULTORÍA				6300

ANEXO 45.

Costo de la documentación

Tipo de documento	# de paginas	# de copias	Paginas	Costo de impresión	Costo total	Anillado	Costo total de anillado	Costo total
Mejoras enfocadas	16	2	32	0.05	1.6	1.00	2.00	3.60
Mantenimiento autónomo	45	2	90	0.05	4.5	1.00	2.00	6.50
Mantenimiento planificado	260	2	520	0.05	26	1.25	2.50	28.50
Capacitaciones	34	2	68	0.05	3.4	1.00	2.00	5.40