

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA EMPRESA EPIMOTORS CIA. LTDA.

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

ALBÁN NOGALES MANUEL ALEX
alban_alex@hotmail.es

DIRECTOR: ING. FAUSTO ERNESTO SARRADE DUEÑAS
fausto.sarrade@epn.edu.ec

Quito, agosto, 2014

DECLARACIÓN

Yo Manuel Alex Albán Nogales, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Manuel Alex Albán Nogales

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Manuel Alex Albán Nogales, bajo mi supervisión.

Ing. Fausto Sarrade

DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTO

Agradezco a toda mi familia, quien ha sembrado raíces suficientemente sólidas para culminar este trabajo.

A mi hija AYLIN quien con su ternura y alegría me ha ayudado a levantarme y eliminar los obstáculos que estuvieron presentes a lo largo del desarrollo de este trabajo; sus gestos, sonrisa y ocurrencias me sirvieron de mucho. Mi bella bebé te quiero mucho.

A mi esposa Sylvia, por el apoyo y firmeza que antepusiste en este tiempo, ahora espero que sean menos severos los días, meses o años que continuaremos juntos y estén llenos de felicidad y bendiciones.

A mis padres quienes no dejaron de creer en mí, mis hermanos quienes fueron mi apoyo a lo largo de estos años.

A todos mis amigos y demás familiares.

Gracias

Alex Albán

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado incondicionalmente a mi pequeña AYLIN; es increíble que un ser tan pequeño me haya ayudado a levantarme y recuperar las fuerzas que había perdido. Todos los días el verte crecer, sonreír, llorar y jugar se ha convertido en una causa indispensable para mí.

Cada minuto, cada segundo que vivo contigo lo llevo grabado en lo más profundo de mi corazón, siempre serás mi chiquita, mi bebé.

Te quiero mucho.

ÍNDICE

CAPÍTULO I.....	1
1.1 GENERALIDADES	1
1.1.1 ANTECEDENTES	1
1.1.2 INTRODUCCIÓN.....	3
1.1.3 JUSTIFICACIÓN	4
1.1.4 OBJETIVOS	4
1.1.4.1 Objetivo General	4
1.1.4.2 Objetivos Específicos	4
CAPÍTULO II	6
MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL	6
2.2 MANTENIMIENTO INDUSTRIAL	7
2.2.1 TIPOS DE MANTENIMIENTO.....	8
2.2.1.1 Mantenimiento Correctivo	8
2.2.1.2 Mantenimiento Preventivo	8
2.2.1.3 Mantenimiento Predictivo.....	9
2.2.1.4 Mantenimiento Productivo Total (TPM).....	10
2.2.2 COSTOS DE MANTENIMIENTO	11
2.2.2.1 Costos de Mantenimiento Correctivo	11
2.2.2.2 Costos de Mantenimiento Preventivo	13
2.2.2.3 Coeficiente de Tasa de Mantenimiento Preventivo (TP).....	14
2.2.2.4 Costos de Mantenimiento predictivo	14
2.2.2.5 Resumen de los Costos de Mantenimiento.....	14
2.2.3 OTROS TIPOS DE MANTENIMIENTOS.....	15
2.2.3.1 Mantenimiento Autónomo	15
2.2.3.2 Mantenimiento Planificado	15
2.2.4 PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	17
2.2.5 DISEÑO DEL PLAN ANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	18
2.2.5.1 Objetivos Generales.....	19
2.2.5.2 Objetivos Específicos	19
2.2.6 MODELOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	19
2.2.6.1 Mantenimiento preventivo a fecha constante	20
2.2.6.2 Mantenimiento preventivo a edad constante	20
2.2.6.3 Mantenimiento preventivo a según condición	21
2.2.7 DETERMINACIÓN DE FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	21
2.3 HERRAMIENTAS Y METODOLOGÍAS DE INGENIERÍA.....	22
2.3.1 HERRAMIENTAS DE INGENIERÍA	22
2.3.1.1 Principio de Pareto.....	22
2.3.1.2 Diagrama de Ishikawa	24
2.3.1.3 Histogramas	26
2.3.1.4 Hoja de control.....	26
2.3.1.5 Gráficas de control.....	27
2.3.1.6 Diagramas de dispersión	28
2.3.1.7 Estratificación	28
2.3.1.8 Diagramas de Flujo.....	29
2.3.2 METODOLOGÍAS.....	30
2.3.2.1 Reconocimiento del Personal de Mantenimiento.....	30
2.3.2.2 Recopilación de Información	30
2.3.2.3 Inventario y Codificación.....	31
2.3.2.4 Hoja de Recopilación de Datos	32

2.3.2.5	Libro de Registro Diario de Mantenimiento.....	33
CAPÍTULO III.....		34
ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE EPIMOTORS CIA. LTDA.		34
3.1	INTRODUCCIÓN.....	34
3.2	INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA.....	35
3.2.1	UBICACIÓN.....	35
3.2.2	ESTRUCTURA DE LA ORGANIZACIÓN.....	37
3.2.3	DISTRIBUCIÓN DE LA EMPRESA.....	38
3.3	PROCESO DE PRODUCCIÓN DE EPIMOTORS.....	38
3.3.1	DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE EPIMOTORS.....	39
3.3.1.1	RECEPCIÓN DEL VEHÍCULO.....	40
3.3.1.2	DIAGNÓSTICO DE DAÑOS.....	40
3.3.1.3	ENDEREZADA.....	40
3.3.1.3.1	Herramientas y Equipos de Sub Área de Enderezada.....	41
3.3.1.4	PINTURA.....	42
3.3.1.4.1	Herramientas y Equipos de Sub Área de Pintura.....	43
3.3.1.5	PULIDO TOTAL.....	43
3.3.1.6	DAÑO MECÁNICO/ ELÉCTRICO.....	44
3.3.1.6.1	Herramientas y Equipos de Sub Área de Mecánica.....	45
3.3.1.7	LAVADO Y ENTREGA DEL VEHÍCULO.....	45
3.3.1.7.1	Herramientas y Equipos de Sub Área de Lavado.....	46
3.4	INSPECCIÓN VISUAL DE CADA UNA DE LAS ÁREAS DE TRABAJO.....	46
3.4.1	RECONOCIMIENTO DE LAS MÁQUINAS Y/O EQUIPOS POR CADA ÁREA TÉCNICA.....	48
3.5	TRABAJOS QUE SE REALIZA EN LA EMPRESA.....	49
3.6	ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DEL MANTENIMIENTO DE EQUIPOS Y/O MAQUINARIA.....	51
3.6.1	GENERALIDADES.....	51
3.6.2	MÉTODO DE LA ORGANIZACIÓN DE LOS TRABAJOS DE MANTENIMIENTO ACTUALMENTE PARA TODA LA ÁREA TÉCNICA (PINTURA, ENDEREZA, MECÁNICA) 51	
3.6.3	MÁQUINAS, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS QUE ACTUALMENTE SE REALIZA MANTENIMIENTO EN LA ÁREA TÉCNICA (PINTURA, ENDEREZA, MECÁNICA).....	52
3.6.3.1	Equipos que actualmente se realiza Mantenimiento.....	52
3.6.3.1.1	Red de Aire comprimido Abierto.....	52
3.6.4	MANO DE OBRA EN LAS SUB-ÁREAS DE PINTURA, ENDEREZA, MECÁNICA, PARA ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO.....	57
3.6.5	HORAS DE TRABAJO DEL COMPRESOR UBICADO EN EL ÁREA TÉCNICA.....	57
3.6.6	PRESUPUESTO PARA MANTENIMIENTO DE LOS COMPRESORES.....	57
3.6.7	MATERIALES QUE SE USA EN EL ÁREA TÉCNICA.....	57
3.6.8	MEDIO EN EL CUAL ESTA EL ÁREA TÉCNICA.....	57
3.6.9	ANÁLISIS MEDIANTE LA HERRAMIENTA DE ISHIKAWA (Espina de pescado).....	58
3.7	EVALUACIÓN DEL MANTENIMIENTO REALIZADO EN LA ÁREA TÉCNICA.....	58
3.7.1	MANTENIMIENTO REALIZADO ACTUALMENTE EN EL ÁREA TÉCNICA.....	59
3.7.1.1	MANUAL DE PROCESO DE MANTENIMIENTO.....	59
3.7.1.2	CODIFICACIÓN DE ACTIVOS DE PRODUCCIÓN.....	59
3.7.1.3	FRECUENCIA DEL MANTENIMIENTO.....	59
3.8	DIAGNÓSTICO ACTUAL DEL MANTENIMIENTO EPIMOTORS CIA. LTDA.....	59
3.8.1	DETERMINACIÓN DEL TIPO DE MANTENIMIENTO A APLICAR A LOS EQUIPOS 60	
3.8.2	SELECCIÓN DEL SISTEMA, MÁQUINAS Y EQUIPOS.....	60
CAPÍTULO IV.....		61

ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL PARA LA EMPRESA	
EPIMOTORS	61
4.1 INTRODUCCIÓN	61
4.2 ADMINISTRACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO	61
4.2.1 DEFINICIÓN DE TAREAS Y RESPONSABILIDADES	62
4.2.2 DATOS TÉCNICOS DE LOS EQUIPOS Y/O MAQUINARIAS	62
4.2.3 ESTANDARIZACIÓN, CODIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS.....	63
4.2.4 ESTANDARIZACIÓN Y CODIFICACIÓN PARA LA DOCUMENTACIÓN.....	63
4.2.5 DOCUMENTO DE REGISTRO DE EQUIPOS	64
4.2.6 DOCUMENTO DE REGISTRO DIARIO (BITÁCORA)	64
4.2.7 DOCUMENTO DE AVERÍA DEL EQUIPO	65
4.2.8 INSTRUCCIONES DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO (ITs)	65
4.3 FICHAS TÉCNICAS DE CADA MÁQUINA Y/O EQUIPO.....	68
4.4 PERIODICIDAD DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EQUIPOS Y HERRAMIENTAS DEL TALLER	69
4.5 CRONOGRAMA DEL PLAN DE MANTENIMIENTO	74
4.6 COSTOS DE MANTENIMIENTO	78
4.6.1 COSTOS DIRECTOS:.....	78
4.6.2 COSTOS INDIRECTOS.....	79
CAPÍTULO V.....	80
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	80
5.1 CONCLUSIONES	80
5.2 RECOMENDACIONES	81
5.3 BIBLIOGRAFÍA	82
ANEXOS.....	84
ANEXOS 1: HERRAMIENTAS Y EQUIPOS	85
ANEXO 2: REGISTRO DE EQUIPOS	88
ANEXO 3: FICHAS TÉCNICAS DE LA MAQUINARIA	89
ANEXO 4: FORMATO DE INSTRUCCIÓN DE TRABAJO	93

RESUMEN

Este trabajo tiene la intención de diseñar un programa de mantenimiento preventivo de los equipos de una empresa dedicada a la reparación y mantenimiento de vehículos livianos.

Se inició con un diagnóstico e investigación de la información técnica de la maquinaria y/o equipos que tiene la empresa, incluyendo documentación histórica que pudiere existir, como primer punto se detectó que el control de los equipos se lo realiza de forma manual, por lo que se ha visto la necesidad de implementar un sistema que sea de fácil manejo y rápido acceso a la información, permitiendo de esta manera tener reportes actualizados de los equipos, maquinarias y herramientas.

Revisando antecedentes de la industria se ha determinado que en buena parte, la razón de los paros son ocasionados por la avería o mal funcionamiento de los equipos, es por esto que el Mantenimiento Preventivo posee grandes ventajas para la detección de posibles problemas que puedan afectar máquinas y sus componentes auxiliares por medio de la revisión periódica del estado de las mismas.

Así también en el presente trabajo se detallan las etapas para la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo anual, su amplitud, el diseño y los modelos del Mantenimiento preventivo; incluyendo la determinación de frecuencias y herramientas de ingeniería para alcanzar los resultados esperados.

Ya una vez conocido los lineamientos mencionados se realizó un análisis de la situación actual de la empresa Epimotors Cía. Ltda., en el cual se determinó que el mantenimiento que se ha venido practicando en todos los equipos e instalaciones, no ha sido el adecuado, debido a que no existe un cronograma

definido de los mantenimientos que se le debe realizar a cada equipo, es más, en la mayoría de los casos se esperaba a que ocurra alguna acción fuera de lo normal para realizarle un chequeo o un mantenimiento en caso de daño o parada de los equipos.

Previo a realización del programa de mantenimiento se incluye una descripción de los procesos y sub procesos que implica el trabajo diario, para lo cual se ha asignado siglas para identificación del personal involucrado en el proceso, de acuerdo al cargo dentro de la empresa. Este mecanismo es usado para facilitar la explicación de los trabajos realizados en la empresa.

Como parte final se indica que el plan de Mantenimiento Preventivo está compuesto por un cronograma de inspecciones y cambios de elementos de las máquinas. El cronograma está conformado por 52 semanas que representan un año calendario.

Este cronograma de mantenimiento está planificado en un formato donde se incluyen todas las máquinas y equipos que componen la empresa y se colocará en el tablero para su uso visual. Finalmente se determinó que el sistema de apoyo crítico de la organización es el sistema de aire comprimido, el cual se contempla en el plan de mantenimiento como de alta prioridad o sea una disponibilidad total en el año.

Palabras clave: Mantenimiento Preventivo/Taller Automotriz/ Epimotors/ Programa.

ABSTRACT

This paper intends to design a program of preventive maintenance of equipment dedicated to the repair and maintenance of light vehicles.

It began with a diagnosis and investigation of technical information of machinery and equipment the company, including historical documentation that may exist, as the first point it was found the control equipment is done manually, so which has been the need to implement a system that is easy to use and quick access to information, thus allowing to have updated equipment, machinery and tools reports.

Reviewing industry background has been determined in large part, the reason for the strikes are caused by the failure or malfunction of equipment, which is why the Preventive Maintenance has great advantages for the detection of potential problems that may affect machine and its subsidiary through the periodic review of the status of these components.

So in this paper the steps for developing a yearly preventive maintenance plan, its scope, design and preventive maintenance models are detailed; including determination of frequencies and engineering tools to achieve the expected results.

Now once known the above guidelines an analysis of the current situation of the company Epimotors Cia Ltda, in which it was determined that the maintenance that has been practiced in all equipment and facilities, has not been adequate due was performed that there is no definite schedule of maintenance that will be performed at each team 's more, in most cases it was expected to happen some action out of the ordinary for a body check or maintenance in case of damage or shutdown of equipment.

Prior to completion of the maintenance program is a description of the processes and sub processes involved in daily work , to which is assigned acronym for identification of personnel involved in the process , according to the position within the company . This mechanism is used to facilitate the explanation of the work done in the company.

As the final part indicates that the Preventive Maintenance plan consists of a schedule of inspections and changes of machine elements . The schedule consists of 52 weeks represent a calendar year.

This maintenance schedule is planned in a format where all the machines and equipment that make up the company and placed on the board for visual use are included . Finally it was determined that the critical support system of the organization is the compressed air system , which includes the maintenance plan as high priority or is a total availability Year .

Keywords: Preventive Maintenance / Workshop Automotive / Epimotors / Program.

PRESENTACIÓN

En el país existen múltiples talleres brindando servicio de mantenimiento automotriz, este trabajo es un aporte para el mantenimiento de equipos, estado de sus instalaciones de manera que garantice su inversión.

El actual proyecto de titulación, muestra el levantamiento de la información, tanto en conceptos de mantenimiento como de la empresa de servicio automotriz “Epimotors”, además de una organización, clasificación y codificación de sus equipos y/o maquinaria.

El presente plan de mantenimiento diseñado para la empresa “Epimotors” está realizado de tal manera, que se revisa la programación del mantenimiento de los equipos basándose en los manuales del fabricante y plasmándole en el cronograma de actividades con el periodo de 52 semanas, es decir un año laboral, generando documentación donde se lleva la información de los equipos, tanto su historial como información técnica e instrucciones de trabajo.

Toda esta información será analizada por los administradores del mantenimiento para su retroalimentación y nuevas mejoras al plan de mantenimiento.

Esta tesis está direccionada para llevar el control de todos los equipos que conforman el taller automotriz “Epimotors” y así tener una buena gestión de los mismos.

CAPÍTULO I

1.1 GENERALIDADES

1.1.1 ANTECEDENTES

La empresa sobre la que está orientado este estudio es EPIMOTORS CIA.LTDA., dedicada a prestar servicios automotrices y fue creada a partir del año 2011 con inversionistas ecuatorianos involucrados en el área automotriz a lo largo de su vida profesional. Inicialmente la empresa estuvo enfocada a prestar servicios de renta de vehículos a empresas y personas particulares, sin embargo al pasar del tiempo la empresa fue tomando otro rumbo como la compra/venta de vehículos livianos, pero debido a continuos problemas con los mantenimientos y reparaciones de los vehículos que se alquilaban se tuvo la necesidad de crear un taller automotriz propio y posteriormente se tubo otras necesidades como de un almacén de repuestos y materiales automotrices.(Epimotors inicio, 2013).

Actualmente EPIMOTORS CIA.LTDA.tiene tres campos de operación:

- Renta y venta de vehículos (en funcionamiento).
- Taller de mantenimiento automotriz (en funcionamiento y se sigue construyendo).
- Almacén de repuestos y materiales automotrices (en construcción).

EPIMOTORS CIA. LTDA.se encuentra ubicada al norte del Distrito Metropolitano de Quito en la esquina de las calles Carlos Mantilla y Alambra sector La Morenita vía a San José de Morán, cuyo sector tiene un gran potencial de crecimiento de su parque automotor. A continuación se muestra la ubicación de la empresa.

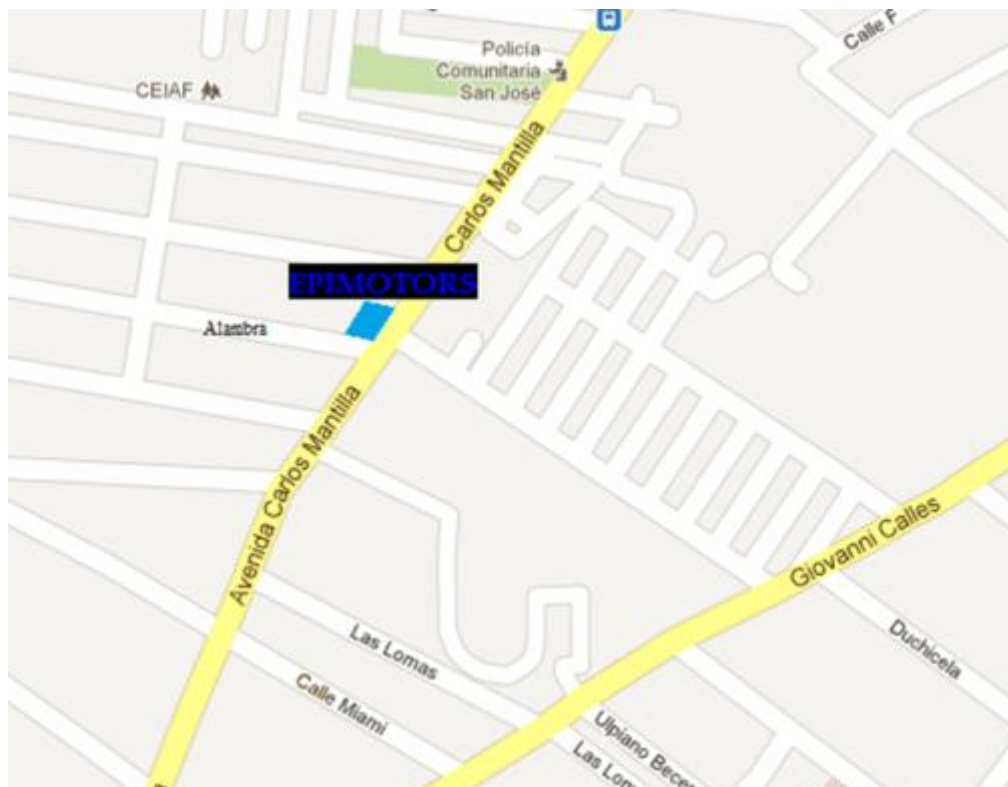


Figura 1.1: Croquis de la ubicación de Epimotors.

Fuente: <https://maps.google.com.ec>

Actualmente la empresa conforma trece personas entre técnicos y la parte administrativa y dos socios inversionistas.

Inicialmente el taller empezó a dar servicios de mantenimiento básico a vehículos como cambio de aceite, cambio de filtros y limpieza en general de vehículos, incorporándose posteriormente servicios de enderezamiento, pintura y mecánica en general; aunque se sigue construyendo y equipando el taller para otros futuros servicios.

En cuanto a la parte del desarrollo de las diversas actividades de mantenimiento de los equipos, se encuentra a cargo del Administrador del taller, Jefe de bodega, y los técnicos.

El control de los equipos se lo realiza de forma manual, no se lleva de una manera adecuada la información de los mismos, por lo que, se ha visto la

necesidad de implementar un sistema que sea de fácil manejo y rápido acceso a la información, lo que permitirá tener reportes actualizados de los equipos, maquinarias y herramientas.

El objetivo principal del taller es consolidar los servicios de mantenimiento vehicular, y reparación en general de los sistemas mecánicos, hidráulicos, eléctricos y electrónicos; con el fin de alargar la vida útil de los mismos, y disponer de la mayor cantidad de vehículos operativos en cortos plazos, evitando así malestar a los usuarios y a los clientes que reciben los servicios.¹

1.1.2 INTRODUCCIÓN

Revisando antecedentes de la industria se ha determinado que en buena parte, la razón de los paros son ocasionados por la avería o malfuncionamiento de los equipos, afectando tanto la productividad y los costos de manufactura como el producto a realizar, debido a esto se ha visto la necesidad de implementar planes de mantenimiento acorde a la maquinaria y elementos que la afectan.

El mantenimiento correctivo es aplicado a la mayoría de máquinas, porque no se tiene un plan adecuado de prevención dedicado a la mejora del proceso; es por esto que el mantenimiento preventivo posee grandes ventajas para la detección de posibles problemas que puedan afectar la máquina y sus componentes auxiliares por medio de la revisión periódica del estado de las máquinas, actividades a mejorar sistemas, control de las actividades realizadas.

El programa de mantenimiento preventivo viene a formular mejoras, no solo para el equipo sino que también al personal que operan las máquinas.

El presente trabajo de graduación, consistirá en el estudio de diseño de un programa de mejora en el área de mantenimiento aplicado al Mantenimiento Preventivo, a través de programas computacionales, herramientas de administración y su seguimiento por un tiempo determinado.

¹ Fuente: Investigación por el Autor

La empresa preocupada de activos y su personal apoya la idea un plan de mantenimiento preventivo, enfocado sobre todo el aumento productividad de sus trabajos de mantenimiento y reparación vehicular.

Por otro lado ha crecido la demanda del mantenimiento y reparación automotriz particularmente de los vehículos propios de la empresa, así como también un crecimiento en menor escala los vehículos de clientes, por esta razón se tiene el desarrollo de este trabajo que su principal objetivo es que sus equipos y herramientas para que se encuentren en excelentes condiciones de operación y así reducir sus costos en la ejecución de trabajos, y también llevar un control de equipos nuevos que se adquieran.

Creando como política de la empresa prestar buen un servicio interno y externo a costos más bajos que los talleres de los concesionarios autorizados, pero con la misma calidad en dichos servicios, y haciendo que el mantenimiento del vehículo no se transforme en un rubro importante dentro de la economía de los clientes, y que el usuario reduzca el número de mantenimientos al mínimo sin consecuencias graves para su automotor.

1.1.3 JUSTIFICACIÓN

Este estudio permitirá definir cuál es la situación actual de la empresa EPIMOTORS y su imperiosa necesidad de organizar, planificar y gestionar los trabajos de mantenimiento preventivo, aprovechando de mejor manera los recursos, obteniendo resultados favorables para el personal que aquí labora y la ciudadanía en general.

1.1.4 OBJETIVOS

1.1.4.1 Objetivo General

Diseñar un programa de mantenimiento preventivo para la empresa EPIMOTORS CIA. LTDA.

1.1.4.2 Objetivos Específicos

1) Diagnosticar la situación actual de la maquinaria, que actualmente tiene la empresa EPIMOTORS.

- 2) Investigar la información técnica de las máquinas que conforman la empresa.
- 3) Investigar y crear documentación histórica de los mantenimientos de los equipos.
- 4) Implantar una planificación de mantenimiento preventivo para las máquinas de la empresa.
- 5) Crear una instrucción de trabajo para el mantenimiento para cada una de las máquinas.
- 6) Crear la documentación para el control, supervisión y cumplimiento de los planes de mantenimiento.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL ²

Desde que el hombre empezó a trabajar con maquinaria empezó a detectar problemas que reducían la productividad y empezó a preocuparse por su rendimiento y durabilidad para reducir las pérdidas, es así que en el año de 1925 hasta fines de los años 40 solamente se dedicaba al mantenimiento de reparación es decir un mantenimiento correctivo que estaba basado solamente en averías, ante este problema se empieza a implantar las bases del mantenimiento preventivo que era el encargado de anticiparse a las fallas del equipo, esto se dio en la década de los 50 este sistema buscaba mejorar la rentabilidad económica ayudándose de los historiales de la maquinaria, en la década de los 60 se empieza a implantar las bases del mantenimiento productivo, el mismo que encerraba en su evolución los sistemas anteriores y exponía un plan de mantenimiento para toda la vida útil de las unidades sin descuidar la fiabilidad y la mantenibilidad.

En la década de los 70 se empieza a implantar un nuevo sistema encargado del control, supervisión, planeación, ejecución y evaluación de todas las tareas vinculadas con el mantenimiento y el buen funcionamiento de los equipos, el mismo que busca la mejora continua y alargar la vida útil de la maquinaria, sustentado en el mantenimiento autónomo y la participación activa de todo el personal desde los altos cargos hasta los operarios de planta este nuevo sistema se le nombró TPM (Total ProductiveMaintenance).

En la Figura 2.1 se puede visualizar la evolución del mantenimiento industrial a través del tiempo hasta la actualidad.

²(Cuatreacasa, 2012)

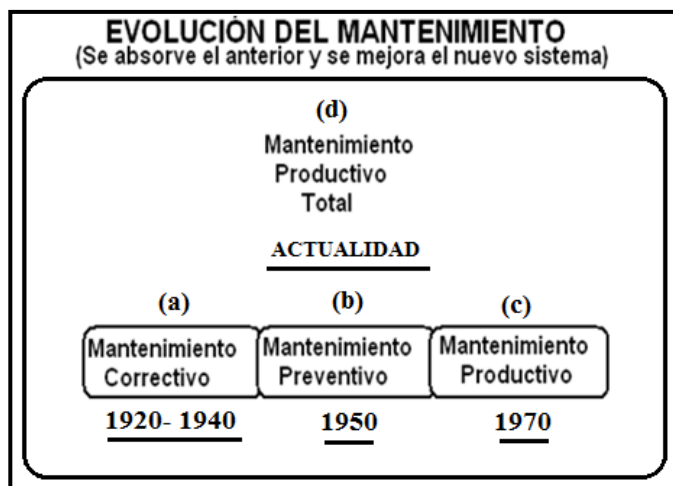


Figura 2.1: Evolución del mantenimiento.³

2.2 MANTENIMIENTO INDUSTRIAL⁴

Es el conjunto de técnicas y sistemas que permiten prevenir las averías, efectuar revisiones, y reparaciones eficaces, dando a la vez normas de buen funcionamiento a los operadores de equipos y a sus usuarios, es un órgano de estudio que busca lo más conveniente para los equipos o máquinas, tratando de alargar su vida útil de forma rentable.

Las funciones de mantenimiento se forman de la operación de ciertos equipos y servicios, y tiene una relación de interés muy estrecha con el área administrativa de una industria, por lo que también le concierne la planificación, adquisición, instalación, mantenimiento, administración y disposición de las facilidades y medios físicos que les son propios.

Como todo proceso técnico que ha sufrido una rápida evolución, los técnicos de mantenimiento han creado su propio lenguaje conceptual, con el cual describen procesos singulares de su área de acción y que las identifica plenamente.

³(Cuatreacasas, 2012)

⁴(Cuatreacasas, 2012)

2.2.1 TIPOS DE MANTENIMIENTO⁵

Existen cuatro tipos de operaciones de mantenimiento, los cuales están en función del momento en el tiempo en que se realizan, el objetivo particular para el cual son puestos en marcha, y en función a los recursos utilizados; así se tiene:

2.2.1.1 Mantenimiento Correctivo

Denominado también "*mantenimiento reactivo*"; es un mantenimiento no planificado, tiene lugar luego que ocurre una falla o avería, es decir, que repara o pone en condiciones de funcionamiento aquellos componentes que dejaron de funcionar o están dañados, solo actuará cuando se presenta un error en el sistema de funcionamiento del equipo.

Esta forma de mantenimiento impide el diagnóstico fiable de las causas que provocan la falla, pues se ignora si falló por maltrato, por abandono, por desconocimiento del manejo, por desgaste natural, etc.

En este caso si no se produce ninguna falla, el mantenimiento será nulo, por lo que se tendrá que esperar hasta que se presente el desperfecto para recién tomar medidas de corrección de errores. Este mantenimiento trae consigo las siguientes consecuencias:

- Paradas no previstas, disminuyendo las horas operativas.
- Paradas a la espera de la corrección.
- Costos por reparación y repuestos no presupuestados, ocasionando que por falta de recursos económicos no se puedan comprar los repuestos en el momento deseado.
- La planificación del tiempo que estará el equipo fuera de operación no es predecible.

2.2.1.2 Mantenimiento Preventivo

Este mantenimiento también es denominado "*mantenimiento planificado*", tiene lugar antes de que ocurra una falla o avería, se efectúa bajo condiciones controladas sin la existencia de algún error en el sistema del equipo. El

⁵(Gonzales, 2005)

mantenimiento se ejecuta cuando el fabricante del equipo o maquinaria estipula el momento adecuado a través de los manuales técnicos, así como también a razón de la experiencia y pericia del personal técnico del taller, los cuales son los encargados de determinar el momento necesario para llevar a cabo dicho procedimiento.

Este mantenimiento presenta las siguientes características:

- Se planifica en un momento en que se aprovecha las horas ociosas de los equipos.
- Se lleva a cabo siguiendo un programa previamente elaborado donde se detalla el procedimiento a seguir, y las actividades a realizar, a fin de tener las herramientas y repuestos necesarios “a la mano”.
- Cuenta con una fecha programada, además de un tiempo de inicio y de terminación preestablecido.
- Está destinado a ciertos componentes específicamente. Aunque también se puede llevar a cabo un mantenimiento generalizado.
- Permite contar con un historial de los equipos.
- Permite contar con un presupuesto aprobado por el administrador de la empresa.

2.2.1.3 Mantenimiento Predictivo

El mantenimiento predictivo es una técnica para pronosticar el punto futuro de falla del componente del equipo de tal forma que dicho componente pueda reemplazarse, con base en un plan, justo antes de que falle. Así, el tiempo muerto del equipo se minimiza y el tiempo de vida del componente se maximiza.

Como se puede observar en la Figura 2.2 el mantenimiento predictivo consiste en determinar el estado de la máquina, sin obstaculizar su ritmo productivo, a través de las mediciones periódicas de algún síntoma (como vibraciones, análisis de aceite, temperatura, etc.) y predecir su estado en base a su comportamiento en el tiempo..⁶

⁶(Bravo, 1989)

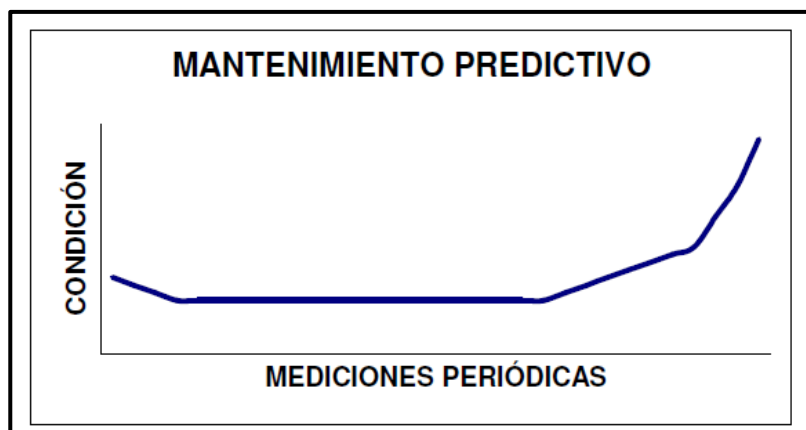


Figura 2.2: Mantenimiento predictivo respecto a mediciones periódicas.⁷

El sustento tecnológico de este mantenimiento consiste en la aplicación de algoritmos matemáticos agregados a las operaciones de diagnóstico, que juntos pueden brindar información referente a las condiciones de los equipos. Tiene como objetivo disminuir las paradas por mantenimientos preventivos, y de esta manera minimizar los costos por mantenimiento.

2.2.1.4 Mantenimiento Productivo Total (TPM)⁸

Los sistemas productivos han concentrado sus esfuerzos en aumentar su capacidad de producción siempre enfocados a mejorar su eficiencia, los mismos que llevan a la producción necesaria en cada momento con el mínimo empleo de recursos, los cuales serán utilizados de forma eficiente es decir sin desperdicios a través del mantenimiento productivo total (TPM o Total Productive Maintenance).

Las bases del TPM empezaron con la aparición de los sistemas de gestión flexible de la producción. Al tener excesivos problemas, nace el JIT (JUST IN TIME) que hace referencia a una producción ajustada, tomando en cuenta los tiempos en que deben ser cumplidos los procesos, seguido de ello aparece un nuevo sistema de gestión TQM (TOTAL QUALITY MANAGEMENT), cuyo principio es la implantación de los procesos y productos sin defectos; aplicados estos dos sistemas (JIT, TQM) se logra una alta competitividad y al complementar con los medios adecuados de producción enfocados a utilizar la menor cantidad de

⁷(UNCUYO, UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO)

⁸(Cuatreacostas, 2012)

recursos y obtener la mayor cantidad de beneficios se habla de un sistema de MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL.

El TPM no es un método que sustituye a los sistemas tradicionales y conocidos de mantenimiento sino que los integra con un nuevo enfoque productivo, el TPM es un nuevo concepto de gestión del mantenimiento que pretende la colaboración y participación de todo el personal sea directivo u operativo para lograr mejorar la rentabilidad, eficacia de gestión y calidad, dando como resultado una reducción notable de las pérdidas para cumplir con mayor facilidad los objetivos.

Las estrategias que promueve este sistema de gestión son:

- Maximizar la eficacia total de los equipos.
- Establecer un programa de mantenimiento preventivo que cubra toda la vida útil de los equipos.
- Involucrar a todos los departamentos que se relacionen con el programa de mantenimiento.
- Involucrar a todos los empleados ya sean sus cargos directivos u operativos.
- Promover la motivación mediante actividades en pequeños grupos, para innovar la gestión del mantenimiento preventivo.

2.2.2 COSTOS DE MANTENIMIENTO⁹

2.2.2.1 Costos de Mantenimiento Correctivo

Los costos de mantenimiento correctivo son en general tanto más bajos cuanto más crezcan los mantenimientos preventivos; esto se cumple hasta cierto nivel ya que puede haber reparaciones inevitables e imprevisibles.

Por esto se puede pensar que los costos de reparación decrecerán según una curva parabólica (Figura 2.3), mientras los de mantenimiento preventivo aumentan según una recta (Figura 2.4), en este aspecto de costos se centran en el análisis

⁹(UNCUYO, UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO)

de una máquina o equipo productivo, en el cual quizá el mayor costo se centra en el tipo de parada de este; en este factor tiempo.

Los parámetros mensurables serían:

- La cantidad de tiempo dedicado a mantenimiento preventivo.
- La cantidad de tiempo dedicado a reparaciones.
- La cantidad de tiempo de parada por reparaciones.

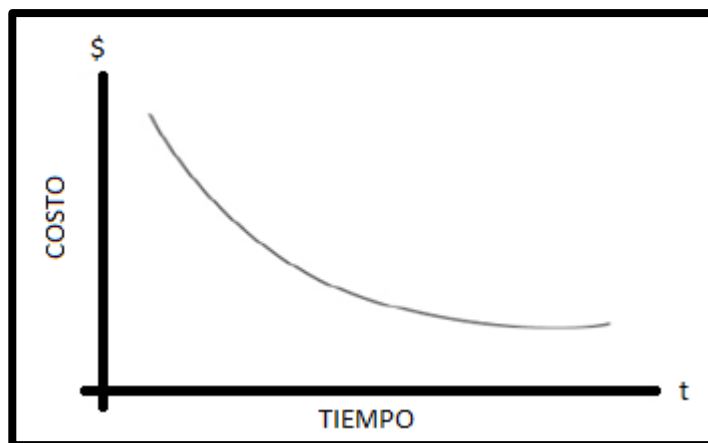


Figura 2.3: Decrecimiento de los costos de reparación en forma parabólica respecto al tiempo.¹⁰

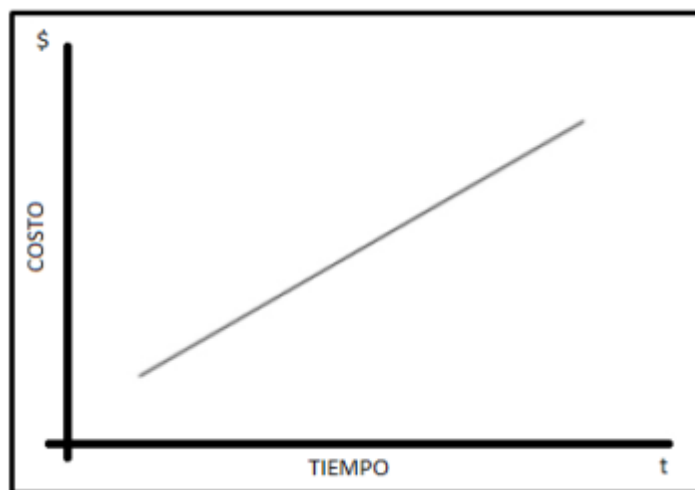


Figura 2.4: Incremento de los costos preventivos según una recta con respecto al tiempo.¹¹

¹⁰(UNCUYO, UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO)

¹¹(UNCUYO, UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO)

2.2.2.2 Costos de Mantenimiento Preventivo

Los costos de mantenimiento preventivo se dividen en tres partes, las cuales son más representativas en cualquier equipo:

- Costo directo de reparación.
- Costo de inversión de los equipos o maquinarias.
- Pérdidas de trabajo.

Gracias a un mantenimiento preventivo intensivo, adecuado y correcto se pueden disminuir los costos de reparación de un 20% hasta 50% así se puede disponer de una alta disponibilidad y confiabilidad de un equipo. Como el mantenimiento preventivo debe realizarse antes de que ocurra la avería se debe añadir un margen de seguridad, que figura como el factor de frecuencia.

Los costos de mantenimiento preventivo se clasifican así:

- Costos directos de mantenimiento.
- Costos indirectos de mantenimiento.
- Gastos generales relacionados con mantenimiento.

Costos directos de Mantenimiento preventivo

- Costos de mano de obra, incluyen los costos hora-hombre de los técnicos y obreros que se necesitan para ejecutar una tarea específica.
- Costos de materiales de mantenimiento que incluyen costos de materiales o partes de mantenimiento que se emplearían en cada trabajo como: aceites, grasas, pinturas, desoxidante, etc.

Costos indirectos del mantenimiento preventivo

- Depreciación del equipo o maquinaria.
- Gastos de energía eléctrica
- Gastos administrativos del taller.
- Gastos de limpieza.

2.2.2.3 Coeficiente de Tasa de Mantenimiento Preventivo (TP)

Este es el principal coeficiente relacionado con las políticas de mantenimiento, toma en cuenta los dos tipos generales de mantenimiento, es decir el preventivo y el correctivo. Ambos tipos de mantenimiento tienen costos diferentes en magnitud, sin embargo para efectos de aplicación del coeficiente se toma en consideración exclusivamente los costos directos es decir mano de obra y materiales para ambos tipos de mantenimiento.

El Coeficiente de Tasa de Mantenimiento Preventivo es igual a:

$$TP = \frac{CMP}{CMP + CMC}$$

Donde:

CMP= Costos de Mantenimiento Preventivo

CMC= Costos de Mantenimiento Correctivo.

2.2.2.4 Costos de Mantenimiento predictivo

Requiere de inversión en instrumentos y contratación de personal calificado.

Las Técnicas utilizadas para la estimación del mantenimiento predictivo son:

- Termovisión (detección de condiciones a través del calor desplegado).
- Análisis de Vibraciones.
- Termografía.
- Análisis de aceite.
- Monitoreo de contaminantes.
- Inspección por ultrasonido.
- Metalografías.
- Monitoreo continuo.

2.2.2.5 Resumen de los Costos de Mantenimiento

En la tabla 2.1 se puede ver la comparación de costos de cada tipo de mantenimiento y se puede decir que el mantenimiento predictivo tiene un gran costo inicial pero a lo largo del tiempo es el más económico, mientras que el

mantenimiento preventivo se mantiene en un promedio de costos iniciales e igualmente en la parte económica respecto al tiempo.

El mantenimiento correctivo es el barato en cuanto a la inversión inicial para su implementación y muy respecto a los actos improductivos.

COSTOS	TIPOS DE MANTENIMIENTO		
	CORRECTIVO	PREVENTIVO	PREDICTIVO
PARA IMPLEMENTAR	BAJO	MEDIANO	ALTOS
IMPRODUCTIVOS	ALTOS	MEDIANO	MUY BAJOS
TIEMPOS DE PARADA	ALTOS E INDEFINIDOS	PREDEFINIDOS	MINIMOS
ASOCIADO A LA EXISTENCIA DE REPUESTOS	ALTO CONSUMO E INDEFINIDOS	ALTO CONSUMO Y DEFINIDOS	CONSUMO MININO

Tabla 2.1.- Costos de los tipos de mantenimientos¹²

2.2.3 OTROS TIPOS DE MANTENIMIENTOS¹³

2.2.3.1 Mantenimiento Autónomo

El Mantenimiento Autónomo es fundamentalmente la prevención del deterioro de los equipos y componentes de los mismos, en esta etapa el operario asume tareas de mantenimiento preventivo ya que ellos interactúan todo el tiempo con el equipo.

El operario incluye en sus funciones, una limpieza diaria, así como tareas de mantenimiento preventivo y como consecuencia de la inspección de los puntos claves del estado de su propio equipo propiciada por estas actividades podrá advertir de las necesidades de mantenimiento preventivo a cargo del departamento correspondiente.

2.2.3.2 Mantenimiento Planificado

Es el conjunto ordenado de actividades programadas de mantenimiento, que pretende alcanzar el objetivo del mantenimiento preventivo en una planta productiva: cero averías, cero pérdidas y cero accidentes; este conjunto planificado de actividades se llevara a cabo por personal calificado en tareas de mantenimiento y técnicas de diagnóstico de equipos.

¹²(UNCUYO, UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO)

¹³(Cuatreacasa, 2012)

Está claro, que el mantenimiento planificado es una de las actividades clave para la implantación con éxito del mantenimiento preventivo; sus objetivos son:

- Priorizar las actividades de mantenimiento preventivo para reducir las tareas de mantenimiento correctivo.
- Establecer un programa de mantenimiento efectivo para los equipos y procesos.
- Lograr la máxima eficiencia económica, es decir que el mantenimiento y su costo se ajuste a cada equipo.

El mantenimiento planificado se llevará a cabo con una coordinación de actividades del mantenimiento especializado que se encuentra a cargo del departamento de mantenimiento, con las tareas que corresponden al mantenimiento autónomo que se encarga el personal de producción, de esta forma se integra con aquellas. Ambos departamentos deberán funcionar sincronizados para asegurar un mantenimiento planificado de alta calidad.

El objetivo de la implantación del mantenimiento planificado será ajustar la frecuencia de las tareas de mantenimiento que requiere el equipo y llevarlas a cabo en el momento menos perjudicial para la producción, y antes de que se transforme en una avería para el equipo, como por ejemplo: el cambio de correas de transmisión, herramientas de corte, cambios de aceite principalmente. La implantación de un mantenimiento eficaz será la adecuada coordinación entre los departamentos de producción y de mantenimiento.

El mantenimiento planificado encierra las tres formas de mantenimiento como puede visualizar en la Figura 2.5:

- Mantenimiento basado en tiempo.
- Mantenimiento basado en condiciones.
- Mantenimiento basado en averías.

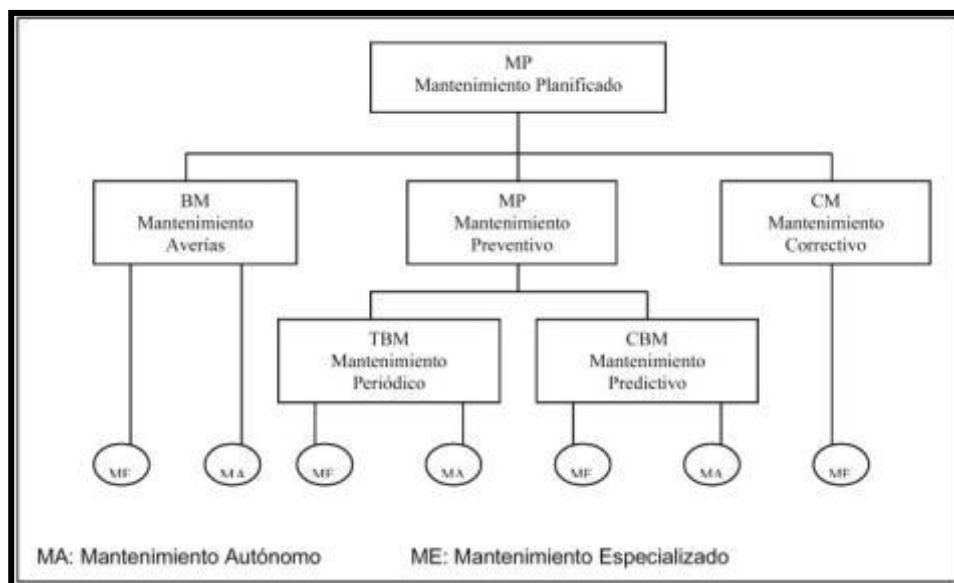


Figura 2.5: Clasificación del Mantenimiento Planificado.¹⁴

2.2.4 PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO¹⁵

El Plan de Mantenimiento Preventivo es un programa de tareas y procesos de manutención anual programado, organizado y estructurado sobre la base de unidades técnicas, especificando al detalle las fechas y los tipos de trabajos que se deben realizar a una serie de edificaciones, instalaciones, maquinarias y equipos de una empresa u organización.

Los activos, equipos, maquinarias, edificaciones, instalaciones, sistemas y en general equipamiento complementario a los cuales se los incluye en el plan de mantenimiento preventivo anual tienen la característica de tener recomendaciones de manutención del fabricante en función de las horas de servicios prestados o de cualquier sistema de medición que se defina para el efecto. Siempre los activos críticos deberán ser considerados prioritarios dentro de la elaboración y posterior ejecución del plan.

Las etapas en la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo anual son:

¹⁴(Cuatreacasa, 2012)

¹⁵(Bravo, 1989)

- Determinación de los equipos, maquinarias e instalaciones, sobre la base de los análisis de los parámetros establecidos, los cuales generalmente están relacionados directamente con los procesos productivos.
- Determinación y tabulación de las recomendaciones, recurrencias y necesidades de mantenimiento establecidas por el fabricante y de las mejores prácticas en el mercado de servicios de mantenimiento.
- Planificación de las tareas de mantenimiento a realizar en función de unidades de tiempo y recurrencias establecidas, las cuales deben ser previamente analizadas y tabuladas.
- Determinación de los recursos necesarios y asignación de responsabilidades y tareas al personal que participará directa e indirectamente en las labores de mantenimiento.
- Definición de los controles a cumplir y el monitoreo recurrente que se debe realizar al cumplimiento del programa.

La amplitud general del plan de mantenimiento preventivo anual de una empresa estará en función directa de los siguientes factores:

- Por la evaluación económica o presupuesto de operación anual establecido y aprobado por la organización, y sobre la base de las recomendaciones realizadas por el personal técnico de mantenimiento.
- De las condiciones estándares de las edificaciones, instalaciones y equipos de los que dispone la empresa. Determinación de los “activos técnicos” en la organización.
- De las prioridades definidas por la empresa, así como de los requerimientos y recomendaciones de los fabricantes y las mejores prácticas de mantenimiento con relación a cada tipo de instalación, sistema o equipamiento complementario con el que cuenta la empresa.

2.2.5 DISEÑO DEL PLAN ANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ¹⁶

¹⁶(Gonzales, 2005)

2.2.5.1 Objetivos Generales

Diseñar una guía que sirva para planear, organizar, dirigir y controlar adecuadamente las labores de mantenimiento preventivo con el fin de alargar la vida útil de la inversión y mantener el mayor tiempo posible una edificación con todos los sistemas complementarios operativos y funcionales. Evitar detenciones o interferencias producto de las paradas generales imprevistas o forzadas que afectan el proceso productivo.

2.2.5.2 Objetivos Específicos

- Mantener en perfecto estado de conservación y operatividad todas las instalaciones mediante una organización adecuada de todas las labores de mantenimiento preventivo.
- Planificar las actividades de mantenimiento en general en función de su periodicidad y complejidad, tratando de unificar la mayor cantidad de actividades posibles, de tal forma que se estandaricen los procesos a ejecutar.
- Determinar el número y características del personal necesario para desempeñar cada actividad y asignarle correctamente sus responsabilidades y el alcance de las tareas que deberán ejecutar, estableciendo siempre rangos de accionar y por ende límites de lo que pueden realizar.
- Controlar la eficiencia de las labores realizadas y su influencia en la organización, así como en los procesos productivos de la organización.
- Determinar nuevas actividades o periodicidades en base a los resultados obtenidos, las estadísticas que se lleven, así como de los logros obtenidos.

2.2.6 MODELOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO¹⁷

El mantenimiento preventivo puede ser aplicado considerando diversas estrategias, la elección de una de ellas dependerá del beneficio económico que se logre en cada aplicación, para el modelamiento se debe considerar lo siguiente:

- La tasa de falla del componente en cuestión debe ser creciente.

¹⁷(ARATA, 2009)

- El costo total de la intervención de emergencia debe ser superior al costo total de intervención preventiva.
- Existen dos estados posibles para componentes de bajos análisis: funcionamiento o no funcionamiento.

2.2.6.1 Mantenimiento preventivo a fecha constante

Este modelo se sustenta con el hecho que la frecuencia del mantenimiento preventivo es predefinida y el momento que se debe realizar es inalterable, en esta política no es relevante lo que suceda entre intervenciones preventivas (Figura 2.6).

Este método busca encontrar el valor "K" que representa el intervalo constante de tiempo que determina los momentos en que se efectuarán las intervenciones de sustitución preventiva.

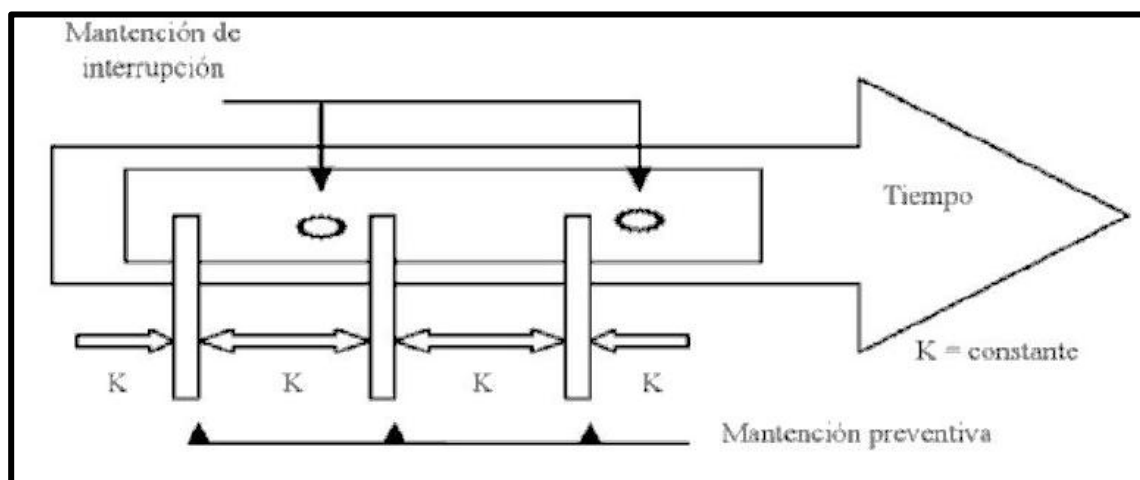


Figura 2.6: Mantenimiento preventivo a fecha constante.¹⁸

2.2.6.2 Mantenimiento preventivo a edad constante

Este modelo se basa en que el componente se sustituirá en el momento que alcance cierta edad o tiempo de uso. El periodo de sustitución K transcurrirá de la última intervención sea preventiva o correctiva (Figura 2.7).

¹⁸(ARATA, 2009)

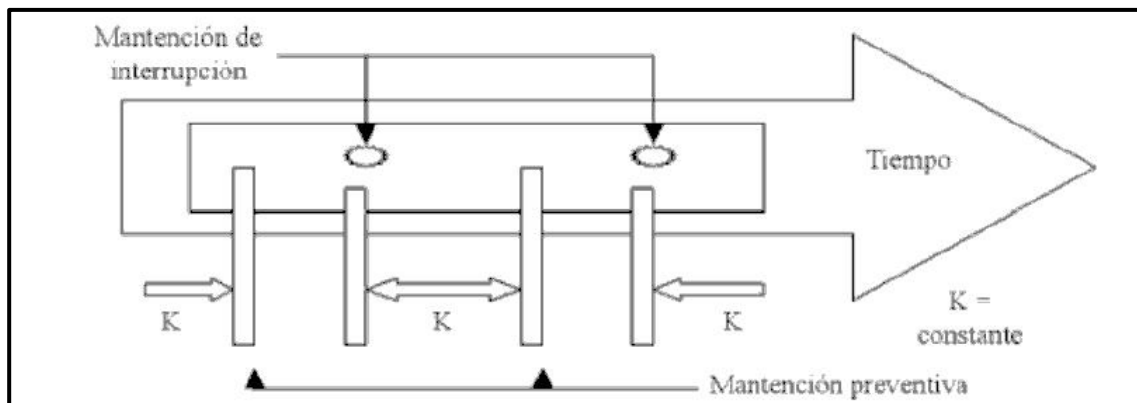


Figura 2.7: Mantenimiento preventivo a edad constante.¹⁹

2.2.6.3 Mantenimiento preventivo a según condición

El mantenimiento preventivo, según la condición o sintomático, consiste en intervenir en la unidad antes de que falle gracias a un pronóstico de su comportamiento futuro. El pronóstico de la falla puede basarse en un síntoma o en una estimulación estadística.

2.2.7 DETERMINACIÓN DE FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO²⁰

Las recurrencias de aseo y limpieza en general de edificaciones, instalaciones y equipos deben estar claramente definidas y serán establecidas en base a las necesidades, estándares y de las condiciones del entorno.

Las recurrencias de las diferentes lubricaciones de equipos deben estar establecidas en función del parámetro de control: horas trabajadas, kilómetros recorridos, desgaste de pieza de control, niveles de alerta de vibración. Las condiciones de reemplazo y/o de adecuaciones deben proyectarse además en el plan de mantenimiento preventivo anual.

Otros factores que influyen en la determinación de la frecuencia de mantenimiento son:

¹⁹(ARATA, 2009)

²⁰(Cuatreacasa, 2012)

- Edad (tiempo de uso), condiciones generales, valor del equipo y costos de los repuestos y otras partes más importantes.
- Susceptibilidad del equipo a sufrir pérdidas en el ajuste y balanceo general.
- Susceptibilidad al daño (vibraciones, sobrecargas eléctricas, uso anormal).
- Severidad del servicio al que está expuesto.
- Condiciones de rozamiento, fatiga, corrosión presentes en el entorno de trabajo.
- Susceptibilidad en general del equipo al desgaste mecánico.
- Condiciones de limpieza y aseo necesarias.

2.3 HERRAMIENTAS Y METODOLOGÍAS DE INGENIERÍA²¹

Para alcanzar los resultados esperados se deben utilizar herramientas y metodologías de ingeniería apropiadas para el propósito perseguido. Es por ello que proponemos una serie de herramientas y metodologías que facilitan el logro de los objetivos del sistema y procesos eficientes.

2.3.1 HERRAMIENTAS DE INGENIERÍA

- Diagrama de Pareto.
- Diagrama de Causa y Efecto (espina de pescado).
- Histograma.
- Hoja de datos.
- Gráfico de control.
- Diagrama de dispersión.
- Estratificación.
- Diagrama de flujo.

2.3.1.1 Principio de Pareto

El principio de este diagrama enfatiza el concepto de lo vital contra lo trivial, es decir el 20% de las variables causan el 80% de los efectos (*resultados*), lo que significa que hay unas cuantas variables vitales y muchas variables triviales como

²¹(ARATA, 2009)

se observa en la Figura 2.8. En un proceso tiene innumerables variables que repercuten en el resultado, sin embargo, no todas las variables pueden ser controladas (por ejemplo el clima, el tipo de cambio, la inflación, etc.), es importante describir las que sí son controlables.

De las variables controlables, no todas son importantes, generalmente hay unas cuantas que son vitales (20%) y son las que causan el 80% del resultado.

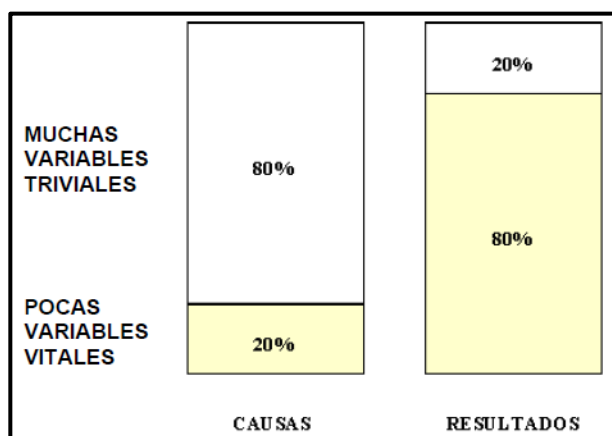


Figura 2.8: Variables vitales y triviales.

Las ventajas de usar esta herramienta en el análisis de procesos son:

- Nos indica cuál(es) problema(s) debemos resolver primero.
- Representa en forma ordenada la ocurrencia del mayor al menor impacto de los problemas o áreas de oportunidad de mejora.
- Es el primer paso para la realización de mejoras.
- Facilita el proceso de toma de decisiones porque cuantifica la información que permite efectuar comparaciones basadas en hechos verdaderos.

Elaboración del diagrama de Pareto:

- Determinar el tiempo que se asignará para recabar datos, puede ser el caso de que solo se requieran unas cuantas horas o también varios días. Si se hacen consideraciones minuciosas se asegurará un mínimo de problemas más adelante.

- Elaborar una hoja de trabajo que permita la recopilación de datos. Puede ser general para que la información se acomode de diferentes maneras.
- Anotar la información de acuerdo a la frecuencia en forma descendente en la hoja de trabajo diseñada, la cual se muestra en la Figura 2.9:

ACTIVIDAD	FRECUENCIA	FRECUENCIA ACUMULADA	% DE FRECUENCIA ACUMULADA
TOTAL			100%

Figura 2.9: Hoja de Trabajo.

- De los datos obtenidos de la hoja trabajo se realiza la gráfica de Pareto como se puede apreciar en la siguiente Figura.

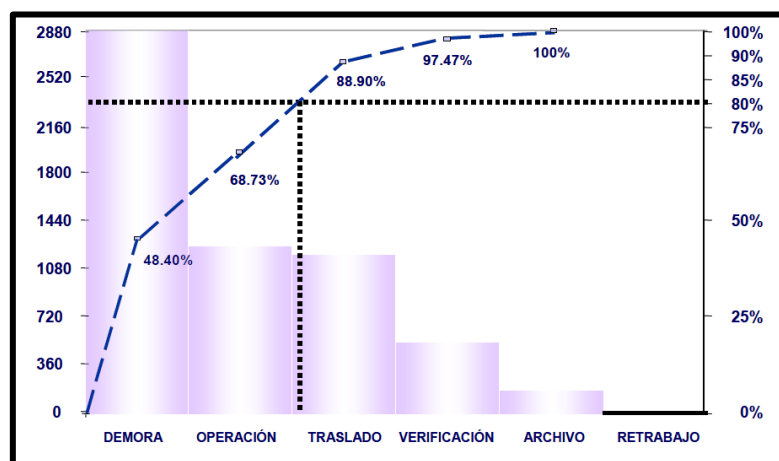


Figura 2.10: Gráfica de Pareto.

2.3.1.2 Diagrama de Ishikawa²²

El diagrama de Ishikawa, también llamado diagrama de causa-efecto, fue concebido por el ingeniero japonés Dr. Kaoru Ishikawa en el año 1953, se trata de un diagrama que por su estructura es conocido también como “*diagrama de*

²²(ARATA, 2009)

espina de pescado” y consiste en una representación gráfica sencilla en la que puede verse de manera relacional una especie de espina central, que es una línea en el plano horizontal, representando el problema a analizar.

Para hacer un análisis básico de las causas y efectos de los problemas se realizan los siguientes pasos:

1. *Definición del problema.*- Este se inscribe en el cuadro que representa la cabeza del pescado.
2. *Determinación de los conjuntos de causas.*- Sobre la línea que va al recuadro del problema, coloque como flechas Mano de obra, Maquinaria, Método, Materiales, Medio ambiente.
3. *Participación de los integrantes del grupo en una sesión de lluvia de ideas.*- Cada persona debe indicar exactamente a qué conjunto de causas pertenece su idea. El esquema final de la sesión de lluvia de ideas debe reflejarlas debidamente agrupadas; de esta forma se facilitará su análisis.
4. *Revisión de ideas.*- Se identifica la “espina” con las causas más recurrentes, y posteriormente, se priorizarán las causas de esa espina de acuerdo a su recurrencia, como se observa en el ejemplo de la siguiente Figura.

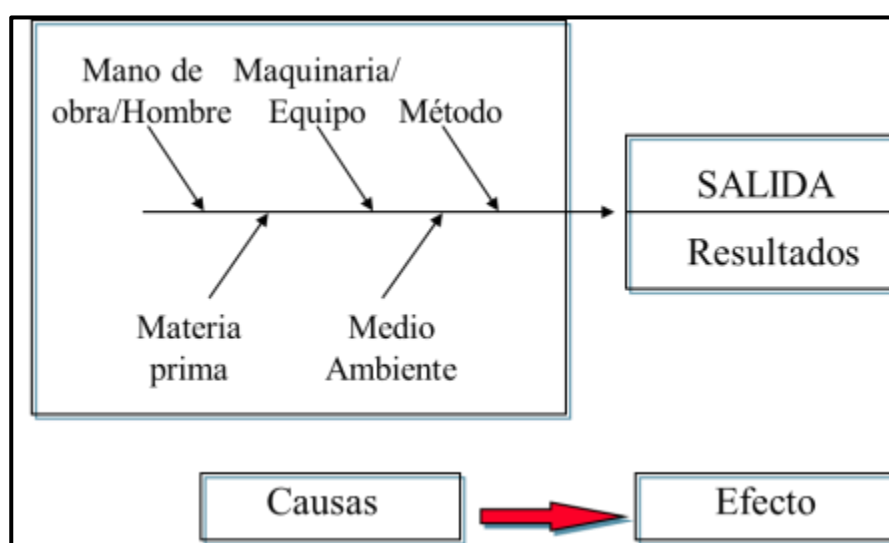


Figura 2.11: Análisis básico de las causas y efectos.

2.3.1.3 Histogramas

Es básicamente la presentación de una serie de medidas clasificadas y ordenadas, para lo cual es necesario colocar las medidas de manera que formen filas y columnas. La aplicación de los histogramas está recomendado como análisis inicial en todas las tomas de datos que corresponden a una variable continua.

Las ventajas son las siguientes:

- Su construcción ayudará a comprender la tendencia central, dispersión y frecuencias relativas de los distintos valores.
- Muestra grandes cantidades de datos dando una visión clara y sencilla de su distribución.
- Es un medio eficaz para transmitir a otras personas información sobre un proceso de forma precisa e inteligible.

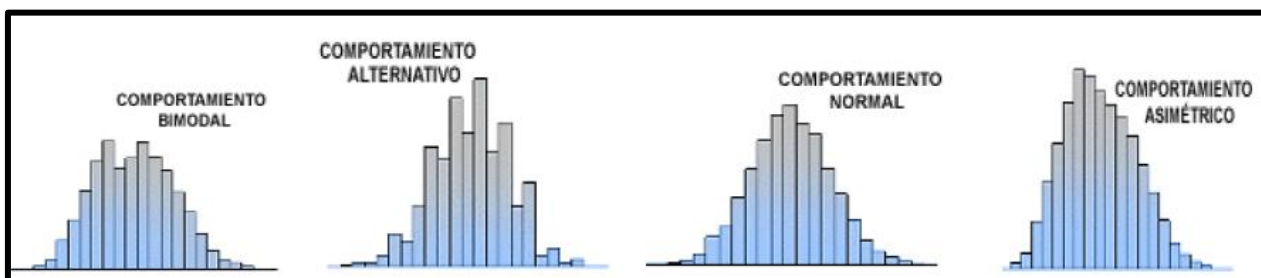


Figura 2.12: Ejemplos de distribuciones de datos.

2.3.1.4 Hoja de control

Este es un formulario que sirve para reunir y clasificar la información según determinadas categorías, mediante la anotación y registro de sus frecuencias bajo la forma de datos.

Es un método que proporciona datos fáciles de comprender y que son obtenidos mediante un proceso simple y eficiente que puede ser aplicado a cualquier área de la organización, estas hojas reflejan rápidamente las tendencias y patrones derivados de los datos como en el ejemplo reflejado en la Figura 2.13.

Defectos del interior del techo		
Tipo de defecto	Recuento	Total
a.- Rasgadura de la tela	////	4
b.- Decoloración de la tela	///	3
c.- Rotura del tablero de fibra	### ### ### ### ### ### ###	36
d.- Bordes dehilachados	### //	7
	Total	50

Figura 2.12: Hoja de Registro para verificar causas de unidades defectuosas.

2.3.1.5 Gráficas de control

El objetivo de las gráficas de control es entregar un medio para evaluar si un proceso de fabricación, servicio o proceso administrativo está o no en estado de control estadístico, es decir, evaluar la estabilidad de un proceso.

Estas gráficas es donde se representan los valores de alguna medición estadística para una serie de muestras y que consta de una línea límite superior y una línea límite inferior, que definen los límites de capacidad del sistema, muestra cuáles son los resultados que requieren explicación, como se observa en la Figura 2.14.

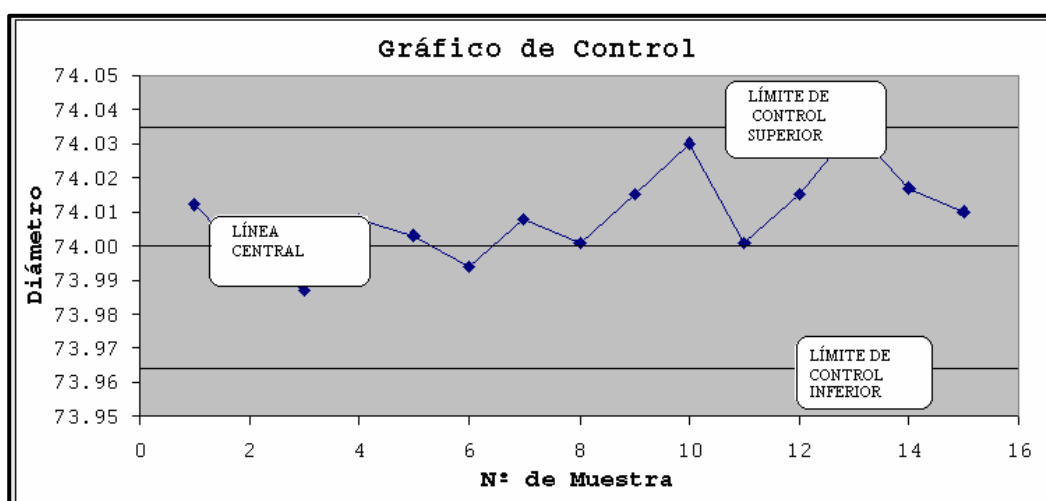


Figura 2.14: Gráfica de control con una tolerancia = 74 ± 0.035 .

2.3.1.6 Diagramas de dispersión

Los diagramas de dispersión tienen como objetivo averiguar si existe correlación entre dos características o variables, es decir, cuando sospechamos que la variación de una está ligada a la otra; es decir permite estudiar la relación entre dos factores, dos variables o dos causas.

Es una herramienta especialmente útil para estudiar e identificar las posibles relaciones entre los cambios observados en dos conjuntos diferentes de variables, proporciona un medio visual para probar la fuerza de una posible relación, como se observa en la siguiente figura.

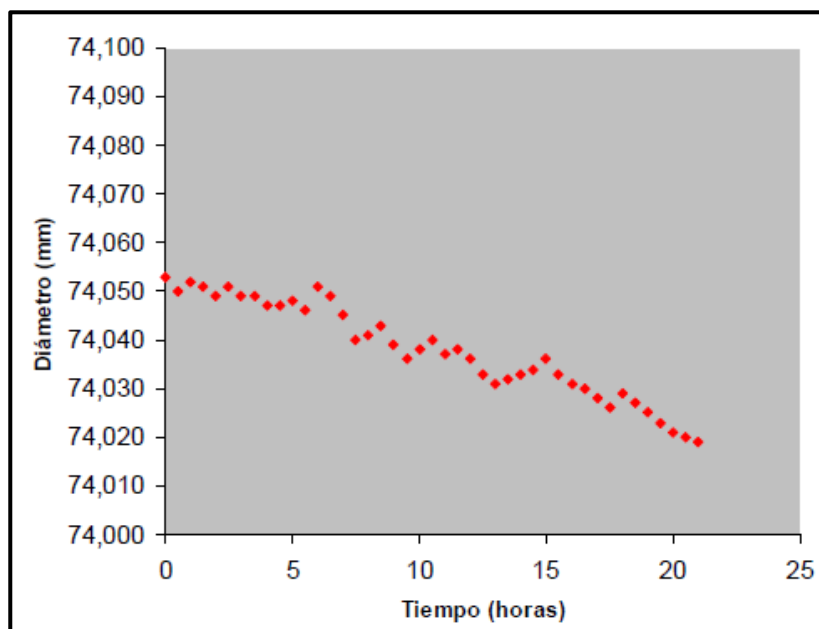


Figura 2.15: Diagrama de dispersión que indica la relación entre el diámetro exterior de inyectores de gas y la hora en que se tomó la muestra.

2.3.1.7 Estratificación

Clasifica la información recopilada sobre una característica de calidad; toda la información debe ser estratificada de acuerdo a operadores individuales en máquinas específicas y así sucesivamente, con el objeto de asegurarse de los factores asumidos.

Los criterios efectivos para la estratificación son:

- Tipo de defecto.
- Causa y efecto.
- Localización del efecto.
- Material, producto, fecha de producción, grupo de trabajo, operador, individual, proveedor, lote etc.

2.3.1.8 Diagramas de Flujo

Es la representación gráfica de la secuencia de pasos que se realizan para obtener un resultado, y se representa a través de formas y símbolos gráficos, como se observa a continuación.






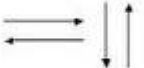

Símbolo	Significado
	Comienzo o final de proceso: en su interior situamos materiales, información o acciones para comenzar el proceso o para mostrar el resultado en el final del mismo.
	Conexión con otros procesos: Nombramos un proceso independiente que en algún momento aparece relacionado con el proceso principal.
 	Actividad: Tarea o actividad llevada a cabo durante el proceso. Puede tener muchas entradas, pero solo una salida. Información de apoyo: Situamos en su interior la información necesaria para alimentar una actividad (datos para realizarla)
	Decisión/ Bifurcación: Indicamos puntos en que se toman decisiones: sí o no, abierto o cerrado...
	Conexiones de pasos o flechas: Muestran dirección y sentido del flujo del proceso, conectando los símbolos.
	Documento: Se utiliza este símbolo para hacer referencia a la generación o consulta de un documento específico en un punto del proceso.

Figura 2.16: Símbolos del Diagrama de Flujo²³

Sus características son:

- Proporciona información sobre los procesos de forma clara, amplia y ordenada.

²³<http://juanydayan.blogspot.com>

- Muestra diferentes actividades y etapas asociadas a un proceso mediante una representación gráfica.
- Permite una mejor comprensión global del proceso.
- Es necesario tener un conocimiento básico sobre el tema, común a un grupo de personas.

Las ventajas son:

- Permite la comprensión del proceso y promueve el acuerdo entre los miembros del equipo.
- Herramienta que permite obtener mejoras mediante el rediseño del proceso, o el diseño de uno alternativo.
- Identifica problemas, oportunidades de mejora y puntos de ruptura del proceso.

2.3.2 METODOLOGÍAS²⁴

2.3.2.1 Reconocimiento del Personal de Mantenimiento

Una vez definida las estrategias podemos, tomar en cuentas las actitudes con las que realizan los trabajos los encargados de mantenimiento, determinando si el ambiente de trabajo es bueno y no problemático.

Además es importante que los trabajadores estén empapados con ciertas normas que son:

- Reglamento interno.
- Reglamento de higiene y seguridad.
- Organigrama estructural.
- Código de trabajo.

2.3.2.2 Recopilación de Información

Una de las actividades más importantes es recopilar la mayor cantidad de información de todos los equipos y elementos que posee la empresa.

²⁴(SÁNCHEZ, J., 2012)

Lo que se requiere de información es:

- Manuales de operación de cada equipo.
- Catálogos de las partes y piezas.
- Reportes estadísticos.
- Catálogos de equipos.
- Diagramas técnicos y operaciones de cada equipo.
- Planos de la planta.

Sea cual sea el equipo que se analice, la cantidad de datos que se podría consignar es prácticamente ilimitada, por lo que es necesario hacer una selección de los que más interesan desde el punto de vista de su Mantenimiento. Luego de obtener toda la información necesaria se procede a codificar y guardar.

Si no se ha encontrado gran parte de esta información se procede a buscar información directamente a los fabricantes de equipos.

2.3.2.3 Inventario y Codificación

El inventario nos permite conocer el estado actual de cada equipo, conociendo las características técnicas y el distribuidor o fabricante del equipo.

Nos permite implementar un mantenimiento dirigido a:

- Recuperar equipos que están inhabilitados.
- Realizar mantenimiento a equipos que lo necesiten.
- Planificar acciones futuras de mantenimiento.

La codificación consta de 4 fases:

- Fase 1: Identifica el enlace con el código contable.
- Fase 2: Son tres caracteres que permiten identificar al equipo.
- Fase 3: Son dos caracteres que identifica la familia del equipo.
- Fase 4: Son tres caracteres que identifica el secuencial.

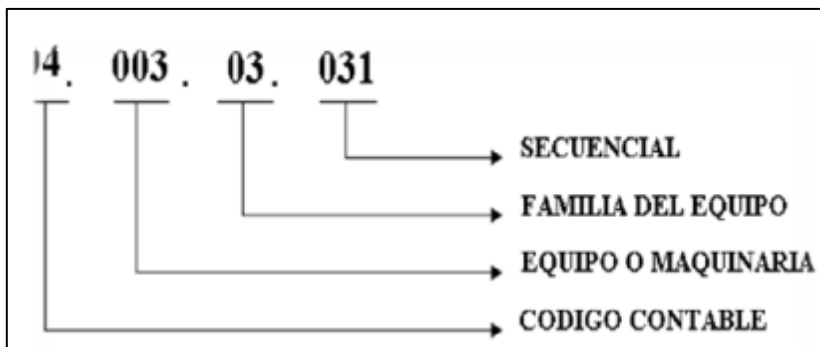


Figura 2.17: Ejemplo sobre cada una de las etapas de las fases.

Muchas empresas diseñan codificaciones que solo se concentran en la vitalidad y normalidad del proceso de producción, pero no hay que olvidar las codificaciones que se preocupan por las fallas, recursos y mantenibilidad de los equipos.

2.3.2.4 Hoja de Recopilación de Datos

Son formatos llenados por el operario de mantenimiento que sirven para recopilar, evaluar y planificar el mantenimiento en la empresa. Un ejemplo se presenta a continuación:

Maquina	Fecha	Hora ingreso	Hora salida	Falla	Diagnostico	Actividad	Trabajo Realizado	Repuestos Utilizados
Observaciones y recomendaciones:								
Realizado por:					Recibido por:			

Figura 2.18: Hoja de Recopilación de Datos.

2.3.2.5 Libro de Registro Diario de Mantenimiento

Este libro también conocido como libro de bitácora es donde se almacena los informes diarios del personal de mantenimiento para llevar un control de las tareas realizadas.

Toda esta información ayudará a llegar a la meta propuesta, mostrando las características del operario de mantenimiento debido a que son los responsables del óptimo funcionamiento del programa. Estas características se detallan a continuación:

- Calidad de trabajo.
- Actitud y aptitud del operario de mantenimiento.
- Carga de trabajo.
- Equipos o máquinas que ocupan más tiempo en ser reparadas.
- Horas improductivas de las máquinas.

CAPÍTULO III

ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEEPI MOTORS CIA. LTDA.

3.1 INTRODUCCIÓN

EPI MOTORS CIA. LTDA. empresa dedicada a la prestación de servicios automotrices. A lo largo de su trayectoria ha presentado y sigue presentando cambios en su infraestructura debido a un incremento en la demanda de dichos servicios.

El mantenimiento que se ha venido practicando en todos los equipos e instalaciones de la empresa, no ha sido el adecuado, debido a que no existe un cronograma definido de los mantenimientos que se le debe realizar a cada equipo, es más, en la mayoría de los casos se esperaba a que ocurra alguna acción fuera de lo normal para realizarle un chequeo o un mantenimiento en caso de daño o parada de los equipos.

Por esta razón, este estudio estará orientado a realizar un análisis inicial de la situación actual de la empresa, comenzando por conocer las actividades desarrolladas en las diferentes áreas del taller, mediante una investigación de campo, de manera que facilite la demostración de problemas en el campo de mantenimiento de los equipos involucrados.

Para la realización de esta investigación se ha tomado en cuenta la siguiente consideración: La empresa tiene áreas que están en proceso de construcción, reorganización y adecuación, dentro del cual está el área técnica; sin embargo a pesar de esta consideración, el estudio y análisis está centrado en la parte técnica, es decir mantenimiento de equipos, iniciando previamente con la descripción general de la empresa, su ubicación, organización, trabajos que realiza y su distribución.

3.2 INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

3.2.1 UBICACIÓN

EPIMOTORS CIA. LTDA. se encuentra ubicado en la esquina de las calles Carlos Mantilla y Alambra sector La Morenita vía a San José de Morán. Tiene una superficie aproximada de 1036,93 m², misma que está distribuida en cinco áreas. El personal involucrado en el cumplimiento directo o indirecto de las actividades de mantenimiento vehicular corresponde a un número de diez, incluyendo personal directivo y operativo.

El taller se encuentra en operación desde enero del 2013 atendiendo las necesidades de vehículos propios y de clientes. Al tratarse de una empresa joven todavía no cuenta con un plan mantenimiento preventivo para alargar la vida útil de las herramientas, maquinaria y equipos, que permitirá una reducción de los costos de operación. En la Figura 3.1, se puede observar la distribución del taller automotriz Epimotors Cía. Ltda.

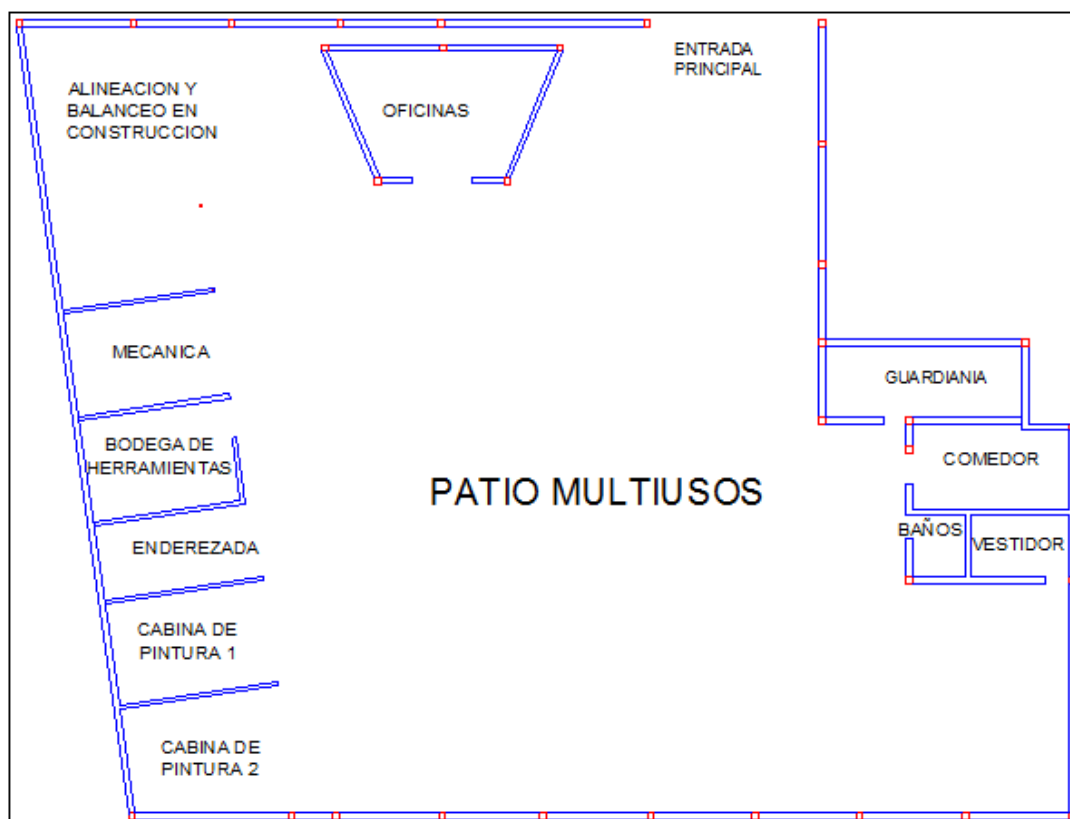


Figura 3.1: Layout del Taller Automotriz Epimotors Cía. Ltda.²⁵

²⁵(Fuente : AUTOR, 2013)

En la figura a continuación se observa la entrada principal al Taller y el patio multiusos el cual es utilizado generalmente para recepción de vehículos. El ingreso de vehículos propios, de clientes y personal que labora en la misma es controlado en la recepción.



Figura 3.2: Ingreso al Taller EPIMOTORS²⁶

La Figura 3.3, corresponde al patio principal de la empresa, donde se realizan diversas actividades y donde hay circulación vehicular, estacionamientos y paradas temporales; así también ingresos y salidas a las áreas de trabajo.

²⁶(Fuente : AUTOR, 2013)



Figura 3.3: El patio principal del Taller EPIMOTORS²⁷

3.2.2 ESTRUCTURA DE LA ORGANIZACIÓN

La organización de la empresa EPIMOTORS CIA. LTDA., se encuentra actualmente representada por el siguiente organigrama.

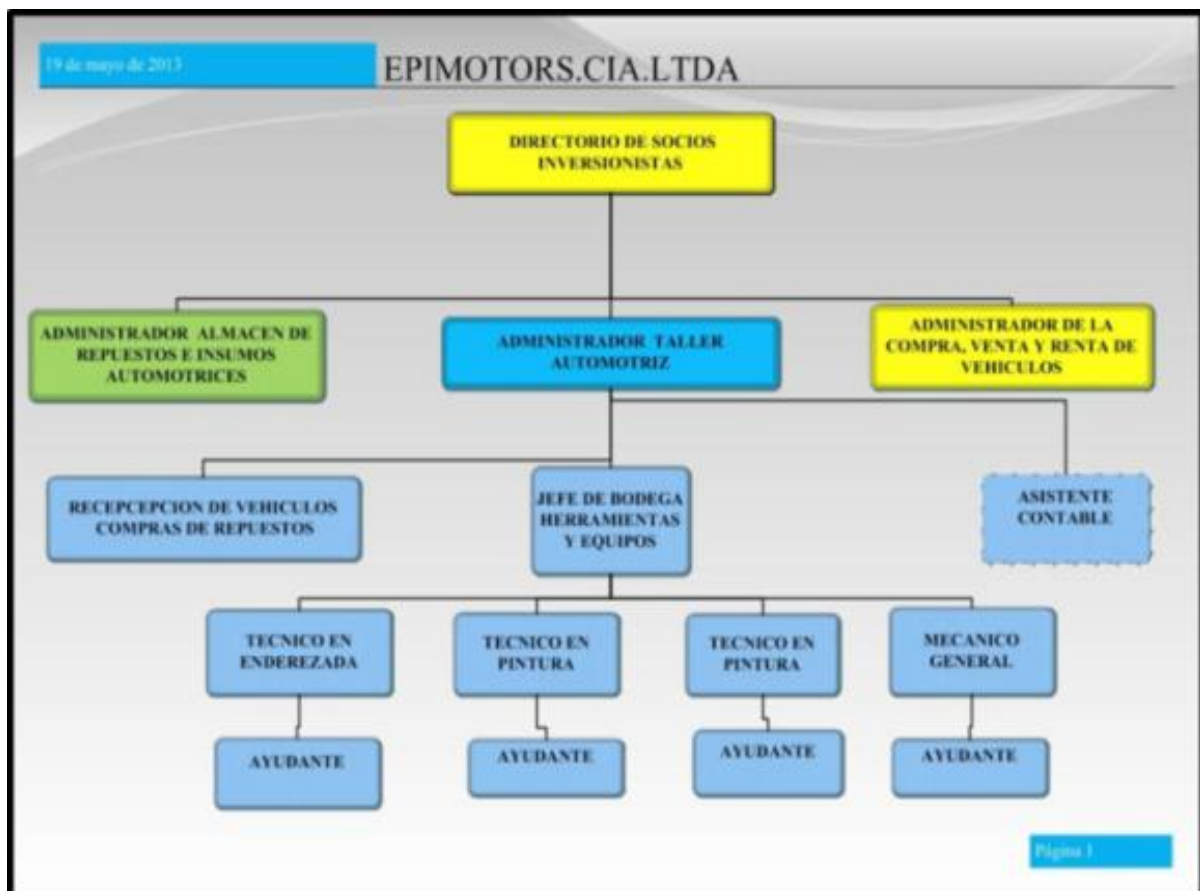


Figura 3.4: Organigrama Administrativo de Epimotors Cía. Ltda.

²⁷(Fuente : AUTOR, 2013)

3.2.3 DISTRIBUCIÓN DE LA EMPRESA

La empresa está constituida por las áreas siguientes:

- 1.- Área Administrativa:
 - Oficinas.
 - Recepción.
- 2.- Área Logística:
 - Compras de repuestos.
 - Bodega de herramientas y repuestos.
- 3.- Área Técnica:
 - Mecánica.
 - Enderezada.
 - Pintura.
- 4.- Área Común:
 - Comedor.
- 5.- Área de seguridad:
 - Guardianía.

3.3 PROCESO DE PRODUCCIÓN DE EPIMOTORS

En la siguiente tabla se encuentran las siglas asignadas para la identificación del personal involucrado en el proceso, de acuerdo al cargo dentro de la empresa. Este mecanismo es usado para facilitar la explicación del proceso.

Personal	Siglas
Administrador del Empresa.	AT
Técnico de recepción y repuestos.	TRR
Jefe de bodega.	JB
Técnico de Enderezador	TE
Técnico de Pintura	TP
Técnico Mecánico/eléctrico	TME

Tabla 3.1. Siglas asignadas de acuerdo al cargo

3.3.1 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE EPIMOTORS

En la figura a continuación se explica de mejor manera el proceso de producción que actualmente tiene la empresa.

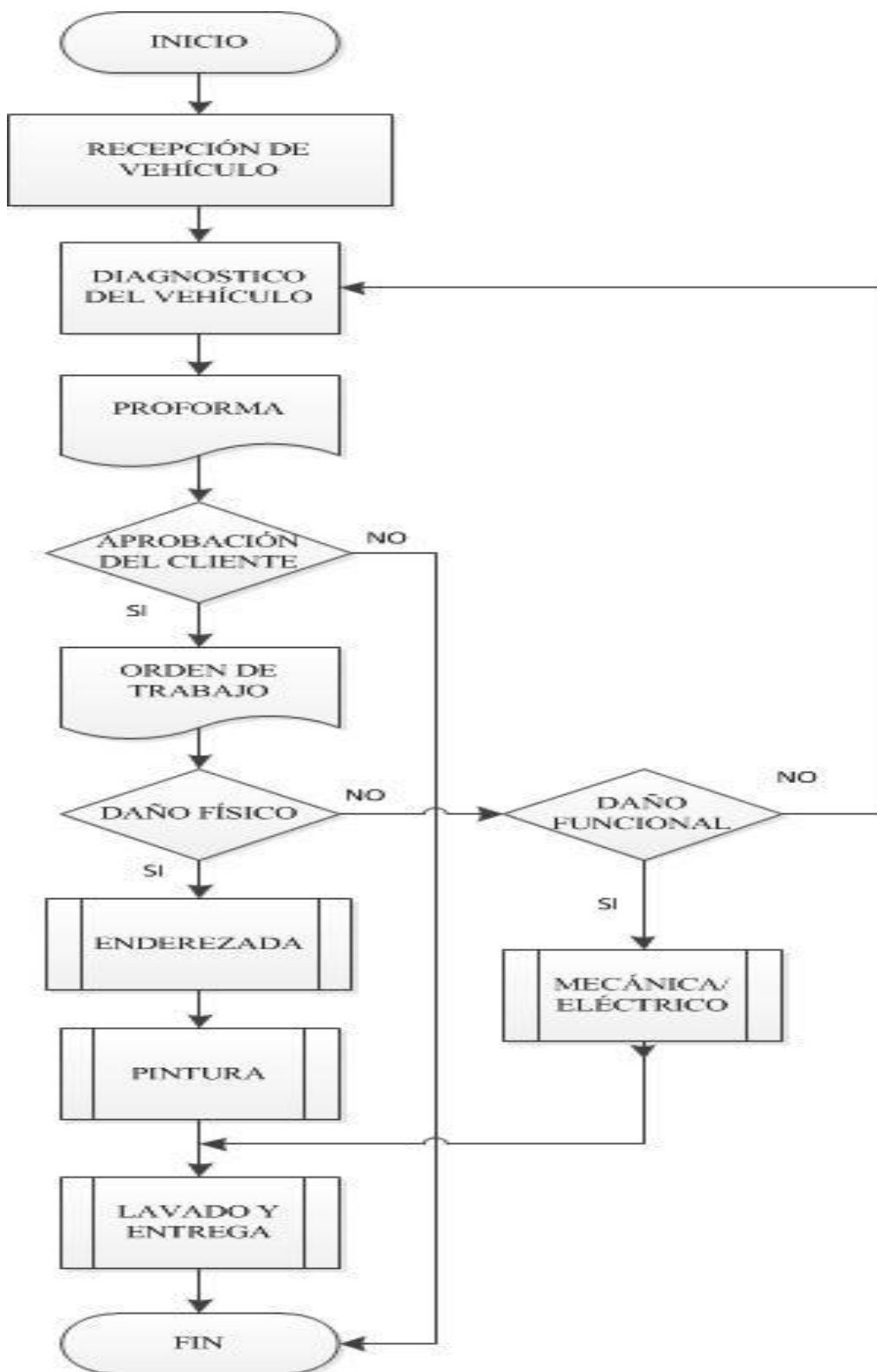


Figura 3.5: Diagrama de flujo del proceso de producción.

3.3.1.1 RECEPCIÓN DEL VEHÍCULO

Al ingresar un cliente es atendido por TRR quien realiza una evaluación preliminar del tipo de daño que tiene el vehículo y direcciona el vehículo al técnico correspondiente quien realiza un diagnóstico.

Una vez dado el diagnóstico, se procede a realizar la proforma, misma que es entregada al cliente; en este documento se especifica el tipo de trabajo a realizar, repuestos necesarios y fecha de entrega.

Con la aprobación del cliente se procede a revisar el estado general del vehículo (presión de los neumáticos, luces, pito, lavaparabrisas, golpes de carrocería, kilometraje, etc.), información detallada en la factura y orden de trabajo, la cual es firmada por el cliente.

El TRR informa al AT sobre la orden de trabajo y el presupuesto requerido para los repuestos e insumos necesarios. Al concluir el trabajo se envía un informe, AT coordina la compra de repuestos, insumos o partes automotrices y son entregados con facturas a JB.

A continuación se ingresa el vehículo y direcciona al sub área que corresponda, en caso de daño físico, el vehículo va a la estación de enderezado y después a pintura, si se trata de un daño mecánico (funcional) va a la estación de mecánica y en el caso de que tenga ambos daños los trabajos serán coordinados por las sub áreas y su trabajo será realizado por los Técnicos del Taller.

3.3.1.2 DIAGNÓSTICO DE DAÑOS

El técnico del taller TE, TP o TME realiza el diagnóstico general del o los daños: daño de carrocería (físico) y/o daño mecánico/eléctrico (funcional) y a su vez es quien informa al TRR del daño, los repuestos e insumos requeridos y tiempo aproximado empleado para la reparación del vehículo.

3.3.1.3 ENDEREZADA

En el sub área de enderezada se realiza los siguientes pasos:

- Se determina la parte o partes abolladas.
- Se establece si es necesario el desmontaje de parte o partes abolladas o se puede trabajar sin desarmar la carrocería.
- Se determina si se realiza el cambio o enderezada de parte abollada según lo establecido con el cliente (revisar la orden de trabajo).
- En el caso de enderezar una parte o partes abolladas se localiza la deformación, se analiza el tipo de golpe y se efectúa una buena medición de la carrocería deformada, lo cual garantiza la precisión en las cotas que se tomen entre cada uno de los tiros.
- Para todo tipo de golpes al interior del taller, se dispone de un sistema de estiramiento dotado con todos sus accesorios, se procede a rectificar con el saca golpes magnético y herramientas especiales de goma.
- La preparación de la masilla se la realiza en una superficie lisa, libre de desprendimientos, lo cual facilita la unión con el catalizador. Se establece la cantidad exacta de mezcla de catalizador/masilla, para evitar defectos de pintura y desperdicio de material.
- Recubrir con masilla el área o áreas afectadas y mediante la lijadura dar la forma original de la carrocería.
- En el caso de cambiar su parte, se procede a solicitar dicha parte a JB y se realizar el desmontaje y montaje con las herramientas que se necesite: teclé, elevador o pluma.
- Una vez realizada su reparación se informa al TRR para su aprobación el cual realiza un control de calidad.

3.3.1.3.1 Herramientas y Equipos de Sub Área de Enderezada

En la tabla siguiente se enlista las herramientas y equipos que son utilizados en el trabajo mencionado.

HERRAMIENTAS O EQUIPOS	CARACTERÍSTICA
AUTOMÁTICAS	DESPUNTADORA NEUMÁTICA
	TALADRO NEUMÁTICA
	PULIDORA NEUMÁTICA
	PISTOLA DE SOPLADO
	MARTILLO NEUMÁTICA
	LIJADORA NEUMÁTICA
	SACA GOLPES ELÉCTRICO
MANUALES	PRENSA DE BANCO
	KIT PARA EL DESMONTAJE DE VIDRIOS
	CARROS PORTA HERRAMIENTAS
	EQUIPO DE ESTAÑADO
	DISPOSITIVOS DE ESTIRAJE
EQUIPOS DE APOYO	GATO HIDRÁULICO
	EQUIPO DE SOLDADURA MIG / MAG
	MARTILLO DE INERCIA
	ESMERIL
	ELEVADOR EN LA BANCADA
	EQUIPO DE SOLDADURA ELÉCTRICA
	EQUIPO DE SOLDADURA OXICORTE

Tabla 3.2. Herramientas del sub área de Enderezada.

3.3.1.4 PINTURA

Se revisa el automóvil proveniente del sub área de enderezada donde:

- Se realiza la inspección del trabajo de enderezada y masillada, si tiene algún defecto es devuelto al sub área de enderezada.
- El vehículo es llevado a la estación de trabajo de pintura, se cierra mediante cortinas transparentes para aislar el área, de esta manera se evita las suciedades y contaminaciones en el proceso de pintura.
- En el proceso de pintura de plásticos, se utiliza elastificante, para que tenga una mayor adherencia a la pintura y una mayor flexibilidad.
- El enmascarado de las piezas a pintar se efectúa con plástico especial para enmascarar y los filos son adheridos con masking.
- Cada uno de los suministros de aire en las estaciones de pintura tienen manómetros y filtros secadores, necesarios para contar con un aire libre de

impurezas, seco y de presión regulada. Esta última característica es indispensable para controlar la buena aplicación de las pinturas de fondo y de acabado.

- Se está implementando una cabina de pintura para realizar las operaciones de aplicación en un ambiente libre de impurezas y suciedades, permitiendo secar el vehículo dentro del recinto, habiendo un ahorro sustancial de tiempos en el proceso.

3.3.1.4.1 Herramientas y Equipos de Sub Área de Pintura

En la siguiente tabla se enlista las herramientas y equipos que utilizan.

HERRAMIENTAS O EQUIPOS	CARACTERÍSTICA
AUTOMÁTICAS	LIJADORA NEUMÁTICA DE LÍNEA RECTA CORTA
	LIJADORA NEUMÁTICA DE LÍNEA RECTA LARGA
	PULIDORA ELÉCTRICA
	PISTOLA DE SOPLADO
	PISTOLA DE APLICACIÓN DE FONDO
	PISTOLA DE APLICACIÓN DE COLOR
	PISTOLA DE APLICACIÓN DE BARNIZ
	LÁMPARAS DE RAYOS INFRAROJOS
MANUALES	MEDIDOR DE ESPESORES
	VASOS DOSIFICADORES
EQUIPOS DE APOYO	CABINA / HORNO
	BALANZA ELECTRÓNICA
	CARROS PORTA HERRAMIENTAS
	SOPORTES PARA PIEZAS

Tabla 3.3. Herramientas del sub área de pintura.

3.3.1.5 PULIDO TOTAL

En este sub proceso, la pieza tiene múltiples aspectos a considerar que son:

- Esta operación se la realiza con mucho cuidado para no pelar la pieza pintada, pues los tiempos de operación de un vehículo se pueden elevar considerablemente.

- Esta operación se efectúa al día siguiente, de haber aplicado la pintura.
- El tiempo de pulido es considerablemente alto, se destina mínimo un técnico para realizar esta labor.
- Los productos utilizados en esta operación son costosos, por lo que el técnico tiene mucho cuidado con los desperdicios que puedan originarse.

3.3.1.6 DAÑO MECÁNICO/ ELÉCTRICO

Si el daño diagnosticado fue del tipo mecánico/ eléctrico, se procede a direccionar al sub área de mecánica donde se procederá a su reparación.

El daño específico, mecánico o eléctrico es determinado por los TME.

- En el caso de daño mecánico se comprueba el daño diagnosticado y se procede a revisar las posibles causas del mismo. Si se requiere un repuesto se procede a solicitar el mismo a JB si lo tiene en stock o de lo contrario se solicita su compra al TRR.
- En el control de calidad se verificará tres pruebas importantes que son apariencia, prueba estática y prueba dinámica en todos los vehículos. De esta manera se evitan fallas como: mala alineación, recalentamiento, ruidos de suspensión o de carrocería.
- En cuantos a elementos o partes mecánicas/eléctricas desmontados se los almacena en la bodega principal o el sitio de almacenaje temporal de cada sub área según el criterio del técnico; elementos como: tapizados, asientos, radios, entre otros; esto lo realiza cuando la reparación tarda más de un día.
- El encargado de la parte eléctrica del vehículo es el TME; si el daño es reparable con herramientas y equipos del taller se procede a su reparación y si requiere un repuesto se procede a solicitar el mismo a JB, si no lo tiene en stock se solicita su compra al TRR.
- Una vez realizada su reparación se informa al TRR para su aprobación, el cual realiza un control de calidad de las pruebas finales de comprobación.

3.3.1.6.1 Herramientas y Equipos de Sub Área de Mecánica

En la tabla a continuación se enlista las herramientas y equipos que utilizan.

HERRAMIENTAS O EQUIPOS	CARACTERÍSTICA
AUTOMÁTICAS	LLAVE DE NEUMÁTICA
	MULTÍMETRO
	LIMPIADOR DE INYECTORES
	ESCÁNER UNIVERSAL CON CONECTORES
	COMPRESOR PEQUEÑO MOVIL
	MAQUINA PARA CAMBIO DE ACEITE
	ENGRASADORA NEUMÁTICA
MANUALES	EQUIPO INDIVIDUAL DE HERRAMIENTAS
	MEDIDOR DE DENSIDAD DE BATERÍAS
	MEDIDOR DE FUGAS DE SISTEMA DE REFRIGERACIÓN
	MEDIDOR DE FUGAS DE MOTORES
	EXTRACTOR DE RÓTULAS
EQUIPOS DE APOYO	PRENSA DE BANCO
	GRÚA PARA MOTORES
	GATO PARA CAJAS DE CAMBIOS
	GATO HIDRÁULICO
	CARROS PORTA HERRAMIENTAS
	ESCÁNER UNIVERSAL CON CONECTORES
	CARGADOR DE BATERÍAS
	EQUIPO DE CARGA DE AIRE ACONDICIONADO
	ASPIRADORA ELECTRICA
	ELEVADOR
	EQUIPO DE SOLDADURA MIG-MAG
	EQUIPO DE SOLDADURA ELECTRICA
	EQUIPO DE SOLDADURA OXICORTE

Tabla 3.4. Herramientas del sub área de mecánica.

3.3.1.7 LAVADO Y ENTREGA DEL VEHÍCULO

Una vez finalizado el trabajo de pintura o de mecánica se lava el vehículo en la rampa y lugar seleccionado para el mismo.

El puesto de lavado cuenta con una pendiente en el piso de 10 grados esto facilita la eliminación del agua por gravedad. Y finalmente se traslada al vehículo al parqueadero de entrega.

3.3.1.7.1 Herramientas y Equipos de Sub Área de Lavado

A continuación se enlistan las herramientas y equipos utilizados.

HERRAMIENTAS O EQUIPOS	CARACTERÍSTICA
AUTOMÁTICAS	ASPIRADORA ELÉCTRICA
	LAVADORA DE AUTOS ELÉCTRICAS
MANUALES	CEPILLOS Y ESCOBAS
	CAJA DE HERRAMIENTAS

Tabla 3.5. Herramientas del sub área de Lavado.

3.4 INSPECCIÓN VISUAL DE CADA UNA DE LAS ÁREAS DE TRABAJO

En las Figuras 3.5, 3.6, 3.7, 3.8, se puede observar las actividades que se realizan en la empresa tanto en el área técnica y de logística.



Figura 3.5: SubÁrea de pintura²⁸

²⁸(Fuente : AUTOR, 2013)



Figura 3.6: Sub Área de Mecánica²⁹



Figura 3.7: Sub Área de enderezada³⁰

²⁹(Fuente : AUTOR, 2013)

³⁰(Fuente : AUTOR, 2013)



Figura 3.8: Área de logística bodega de herramientas y equipos.³¹

3.4.1 RECONOCIMIENTO DE LAS MÁQUINAS Y/O EQUIPOS POR CADA ÁREA TÉCNICA

El inventario de máquinas y/o equipos que presenta en la actualidad la empresa no es adecuado ni específico, por lo cual se procedió a la realización del mismo, dividiendo las máquinas y/o equipos de acuerdo al área que conforman.

Las máquinas y/o equipos se puede observar en la tabla 3.6, que a continuación se presenta.

³¹(Fuente : AUTOR, 2013)

MAQUINAS Y/O EQUIPOS	NUMERO TOTAL DE MAQUINAS Y/O EQUIPOS	ÁREA TÉCNICA		
		MECÁNICA	ENDEZADA	PINTURA
Lavadora de autos eléctrica	1	✓		
Engrasadora manual	1	✓		
Engrasadora neumática	1	✓		
Maquina para cambio de aceite	1	✓		
Bomba manual para aceite	2	✓		
Compresor pequeño	2	✓		✓
Red de aire comprimido	1	✓	✓	✓
Gatas Hidráulicas	1	✓	✓	✓
Prensas	2	✓	✓	
Limpiador de inyectores	1	✓		
Soldadura MIG-MAG	1	✓	✓	
Soldadora eléctrica	2	✓	✓	
Soldadora Oxicorte	1	✓	✓	
Martillo neumático	1	✓	✓	
Taladro neumático	1	✓	✓	
Pulidoras neumáticas	4		✓	
Pluma	1	✓	✓	
Pistolas de pintura neumáticas	6			✓
Lámparas de pintura	2			✓
Saca golpes eléctrico	2		✓	
Cargador de batería	1	✓	✓	
Aspiradora eléctrica	2	✓		✓
Total de equipos	37			

Tabla 3.6. Tabla de la Maquinarias y/o Equipos por cada área³²

3.5 TRABAJOS QUE SE REALIZA EN LA EMPRESA

En la tabla 3.7 se indican los trabajos que realiza EPIMOTORS CIA. LTDA., y con la ayuda del administrador se pudo determinar la frecuencia con la que se realiza cada trabajo en el taller, dependiendo del área.

³²(Fuente : AUTOR, 2013)

ÁREA	TRABAJOS QUE SE REALIZAN EN EPIMOTORS	FRECUENCIA DE REALIZACIÓN DE TRABAJOS			
		DIARIAMENTE	ALGUNAS VECES POR SEMANA	ALGUNAS VECES POR MES	CASI NUNCA
MECÁNICA	Lavado total	✓			
	Engrasado total o parcial			✓	
	Cambio aceite de motor		✓		
	Filtro de motor		✓		
	Cambio aceite de la transmisión automática			✓	
	Cambio de aceite de la transmisión mecánica				
	Cambio de aceite del diferencial				✓
	Cambio de aceite de dirección hidráulica			✓	
	Cambio del filtro de aire		✓		
	Revisión de frenos delanteros y posteriores			✓	
	Limpieza del tanque de combustible y sus variantes				✓
	Limpieza de inyectores			✓	
	Revisión del sistema de encendido y sus variantes			✓	
	Inspección / reparación de mangueras de presión			✓	
	Armado de los sistemas del vehículo			✓	
	Instalación de accesorios				✓
Pruebas de funcionamiento total del vehículo			✓		
ENDEREZADA	Reconstrucción total y parcial de carrocerías	✓			
	Armado de partes del vehículo	✓			
	Reconstrucción de partes del vehículo	✓			
	Desamado del vehículo		✓		
	Preparación de carrocerías y partes del vehículo para la pintura	✓			
	Pulir carrocerías y partes del vehículo		✓		
	Soporte en la pintura del vehículo			✓	
PINTURA	Pintar carrocerías y partes del vehículo	✓			
	Armar partes del vehículo	✓			
	Inspección de calidad de fallas de la pintura		✓		
	Cambio de parabrisas	✓			

Tabla 3.7. Trabajos que se realizan en la empresa³³

Como se puede observar en las tablas anteriores, la mayor actividad que se realiza actualmente es la pintura y enderezada de vehículos, las cuales involucran el mayor personal técnico, por ende es donde debemos enfocar y plantear nuestro estudio.

³³(Fuente : AUTOR, 2013)

3.6 ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DEL MANTENIMIENTO DE EQUIPOS Y/O MAQUINARIA

3.6.1 GENERALIDADES

Para el análisis del estado actual de mantenimiento de los equipos de la empresa centraremos nuestro estudio en el área técnica, que es la parte donde se tiene que intervenir directamente, específicamente en el plan de mantenimiento, y como antecedentes tenemos los siguientes:

En la actualidad no existe un área ni personal destinada expresamente al mantenimiento de los equipos y maquinaria, sin embargo se realiza un mantenimiento básico a ciertos equipos por parte del personal técnico.

Vamos a analizar el estado del área técnica, conformado por Mecánica, Enderezada y Pintura, sin embargo cabe recalcar que hay ciertos puntos que es lo mismo para cada uno de ellos.

3.6.2 MÉTODO DE LA ORGANIZACIÓN DE LOS TRABAJOS DE MANTENIMIENTO ACTUALMENTE PARA TODA LA ÁREA TÉCNICA (PINTURA, ENDEREZA, MECÁNICA)

Debido a que no hay personal dedicado exclusivamente al mantenimiento no hay una estructura definida, y se presentan varios problemas que afectan a los trabajos realizados en la empresa, los cuales se detallan a continuación:

- No hay un registro claro de las actividades de mantenimiento que realiza el personal, ni tampoco de la asistencia técnica externa.
- No se realiza una adecuada planificación para cada uno de los trabajos de mantenimiento a realizar.
- Los empleados no tienen un adecuado conocimiento de cómo realizar mantenimiento.

3.6.3 MÁQUINAS, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS QUE ACTUALMENTE SE REALIZA MANTENIMIENTO EN LA ÁREA TÉCNICA (PINTURA, ENDEREZA, MECÁNICA)

La información sobre equipos adquiridos y herramientas para los trabajos realizados fue proporcionada por el área administrativa, los cuales se muestran en el Anexo 1.

Sin embargo a lo expuesto anteriormente, no existe un adecuado manejo de la información, la mayoría de equipos no presentan catálogos o manuales.

3.6.3.1 Equipos que actualmente se realiza Mantenimiento

En la tabla siguiente se detallan los equipos en los que actualmente se ha realizado algún tipo de mantenimiento.

EQUIPOS O HERRAMIENTAS	MANTENIMIENTO REALIZADO
LAMPARAS DE PINTURA FY-TECH	LIMPIEZA GENERAL
INJECTOR TESTING & CLEANING MACHINE	OCACIONALMENTE LO REALIZA EL TECNICO DE OPERARIO
CCOMPRESSOR CAMPBELL HAUSFELD	FRECUENTEMENTE
HERRAMIENTAS NEUMÁTICAS WURTH.	LIMPIEZA GENERAL
EQUIPO DE SOLDADURA ELÉCTRICA	OCACIONALMENTE LO REALIZA EL TECNICO DE OPERARIO
EQUIPO DE SOLDADURA OXICORTE	OCACIONALMENTE LO REALIZA EL TECNICO DE OPERARIO
EQUIPO DE SOLDADURA MIG / MAG	OCACIONALMENTE LO REALIZA EL TECNICO DE OPERARIO

Tabla 3.8. Equipos a los que se les da Mantenimiento.

3.6.3.1.1 Red de Aire comprimido Abierto

Como ya se dijo con anterioridad la principal actividad de la empresa es la área de pintura y endereza donde se utiliza la red de aire comprimido abierta, y detallaremos su mantenimiento en la actualidad.

La red de aire comprimido abierta está compuesta por las siguientes partes:

1. *Filtro del compresor.*
2. *Compresor.*
3. *Tanque de almacenamiento.*
4. *Filtros de línea.*

Mantenimiento de los Compresores

Las actividades de mantenimiento del compresor.

- a. Limpieza general.
- b. Limpieza del filtro de admisión de aire.
- c. Válvula de seguridad el compresor.
- d. Cambio de aceite.

a.- Limpieza general. La limpieza de los equipos no es frecuente, existe polvo y grasas.



Figura 3.8: Limpieza del compresor principal

b.- Limpieza del filtro de admisión aire. En la figura a continuación se observa la limpieza del filtro de aire del compresor que es una de las actividades de mantenimiento preventivo, a cargo de un técnico.



Figura 3.9: Limpieza el Filtro de aire del compresor 1³⁴

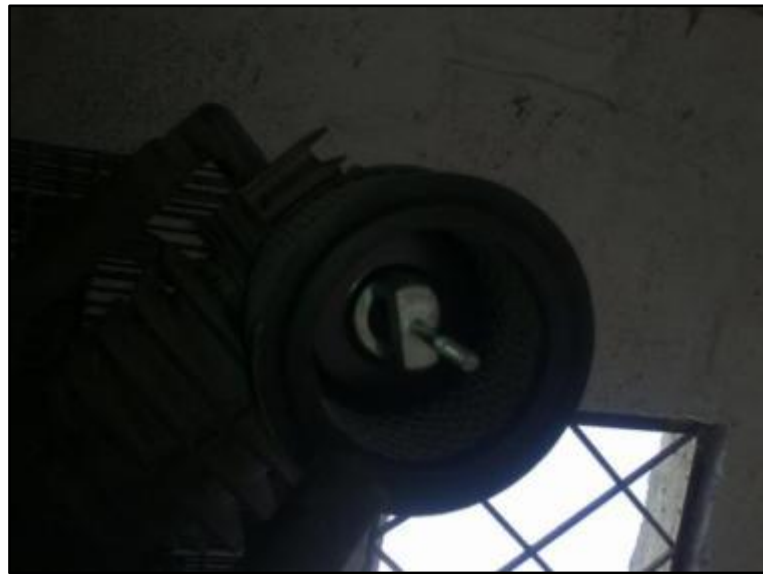


Figura 3.10: Instalación del filtro en el compresor 1³⁵

c.- Válvula de seguridad compresor. En la siguiente figura se observa que un técnico prueba la válvula de seguridad y está en óptimas condiciones, sin embargo solo una única vez se la ha aprobado desde su instalación.

³⁴(Fuente : AUTOR, 2013)

³⁵(Fuente : AUTOR, 2013)



Figura 3.11: Válvula de seguridad del compresor.

d.-Cambio de aceite.- Se ha realizado algunas veces, sin tomar en cuenta el tipo de aceite recomendado por el fabricante.



Figura 3.12: Cambio de aceite.

El mantenimiento se detalla en la tabla a continuación.

EQUIPO Y/O MAQUINA	MARCA	MODELO	POTENCIA/CAPACIDAD	FECHA	TIPO DE MANTENIMIENTO	ACCIÓN REALIZADA
COMPRESOR 1	CAMPBELL HAUSFELD	HS5118001AJ	5HP/80 GALLON	INDETERMINADA	PREVENTIVO	LIMPIEZA DE FILTRO DE AIRE
				INDETERMINADA	PREVENTIVO	CAMBIO DE ACEITE
				INDETERMINADA	PREVENTIVO	PURGA DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO
				INDETERMINADA	PREVENTIVO	LIMPIEZA DE FILTROS DE LA RED
COMPRESOR 2	CAMPBELL HAUSFELD	VT619504AJ	4HP/60 GALLON	N/A	NINGUNO	NINGUNO
				N/A	NINGUNO	NINGUNO
				N/A	NINGUNO	NINGUNO
				N/A	NINGUNO	NINGUNO

Tabla3.9: Mantenimiento de los compresores.

Nota* El compresor 2 fue recién adquirido por ende no se realizado ningún mantenimiento.

3.6.4 MANO DE OBRA EN LAS SUB-ÁREAS DE PINTURA, ENDEREZA, MECÁNICA, PARA ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

Debido a que personal de mantenimiento no es definido, así como también la distribución correcta de las tareas encomendadas para el mantenimiento, se tiene los siguientes problemas:

- Desconocimiento de las técnicas de mantenimiento preventivo.
- No existe una adecuada organización sobre responsabilidades y tareas.
- Falta de capacitación para realizar las diferentes tareas.

3.6.5 HORAS DE TRABAJO DEL COMPRESOR UBICADO EN EL ÁREA TÉCNICA

Las horas de trabajo pueden afectar la eficiencia de las máquinas y/o equipos en la empresa, sin embargo estos trabajan las horas establecidas, es decir entre ocho a nueve horas, intermitentemente, puntualizando que no son horas de trabajo continuas, pero hay que realizar un análisis de cada uno de los equipos.

3.6.6 PRESUPUESTO PARA MANTENIMIENTO DE LOS COMPRESORES

Al no existir un programa de mantenimiento preventivo, no existe un presupuesto establecido.

3.6.7 MATERIALES QUE SE USA EN EL ÁREA TÉCNICA

Por falta de un historial de información de mantenimiento adecuado, es difícil mantener una lista de materiales y repuestos necesarios en las tareas de mantenimiento preventivo, además no se puede mantener un stock en bodega de los mismos, por esta causa no existe un control idóneo.

3.6.8 MEDIO EN EL CUAL ESTA EL ÁREA TÉCNICA

Como se ha mencionado anteriormente el área técnica está en construcción y adecuación, contribuyendo también a la desorganización.

3.6.9 ANÁLISIS MEDIANTE LA HERRAMIENTA DE ISHIKAWA (Espina de pescado)

Con la colaboración de las personas involucradas actualmente en el mantenimiento: operadores técnicos, jefe de bodega y la administración, así comola información suministrada realizamos el siguiente análisis para el mantenimiento de los compresores haciendo uso de la herramienta de Ishikawa.

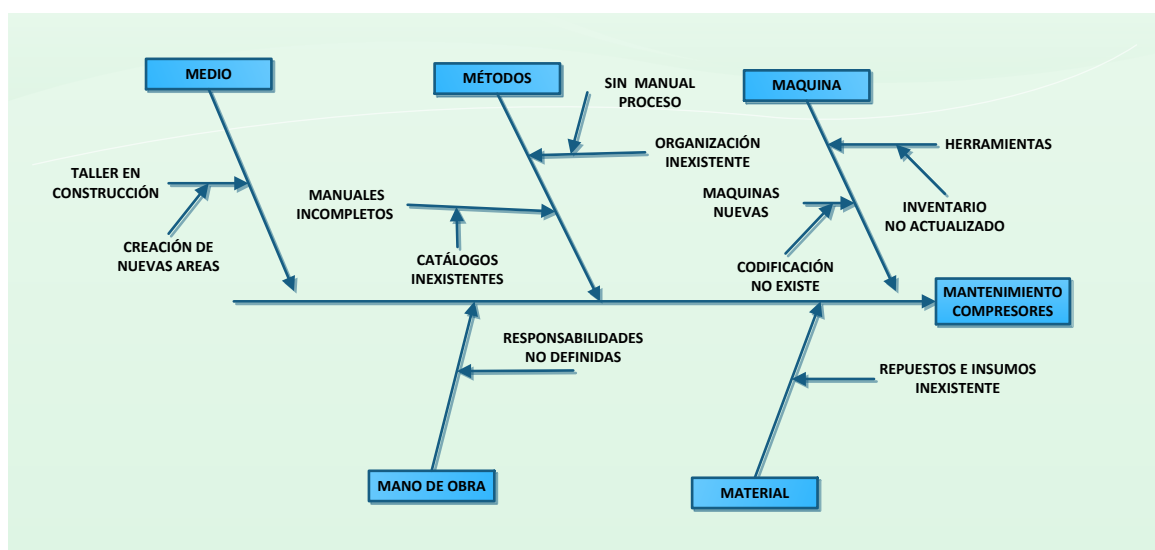


Figura 3.13:Herramienta de Ishikawa

3.7 EVALUACIÓN DEL MANTENIMIENTO REALIZADO EN LA ÁREA TÉCNICA

Para el análisis de la situación actual del mantenimiento del área técnica se realizó un estudio que permite identificar la causa de los problemas que impiden la realización de las actividades de mantenimiento y que dificultarán la operación normal de los equipos.

En el análisis se consideró aspectos importantes que interviene en las tareas de mantenimiento y que se detallan a continuación.

3.7.1 MANTENIMIENTO REALIZADO ACTUALMENTE EN EL ÁREA TÉCNICA

Actualmente no se cuenta con un plan de mantenimiento para maquinaria y/o equipos, por ello se debe realizar un análisis del área técnica y conocer los problemas vinculantes para poder aplicar un correcto plan de mantenimiento.

3.7.1.1 MANUAL DE PROCESO DE MANTENIMIENTO

La empresa no cuenta con un manual de proceso para mantenimiento que permita la ejecución de tareas de mantenimiento de los equipos.

3.7.1.2 CODIFICACIÓN DE ACTIVOS DE PRODUCCIÓN

En la actualidad no se ha realizado una codificación de activos, de manera que permita llevar un registro de los activos que conforman el área de producción e identificar cada una de las máquinas y/o equipos de la empresa.

3.7.1.3 FRECUENCIA DEL MANTENIMIENTO

Como ya mencionamos anteriormente, al no existir un plan de mantenimiento, tampoco va existir un registro de la frecuencia de mantenimientos de cada una de las máquinas, por lo que el mantenimiento se realiza cuando el operador o el responsable de dichas máquinas y/o equipos lo creen conveniente.

3.8 DIAGNÓSTICO ACTUAL DEL MANTENIMIENTO EPIMOTORS CIA. LTDA.

El diagnóstico de la situación actual de la empresa, determinó que:

La empresa EPIMOTORS CIA. LTDA no cuenta con personal ni programa de mantenimiento, además se existe una desorganización en este tema.

La complejidad al realizar un plan de mantenimiento radica principalmente en muchos de los casos, a que no se cuentan con los catálogos y manuales de operaciones, por lo que solo únicamente se confía en la experiencia y

conocimientos de los operadores o la asistencia técnica externa contratada para realizar el mantenimiento correctivo.

Se podría aprovechar la eficiencia del personal con cursos de capacitación, charlas de motivación, etc.

Es muy complicado realizar mantenimiento sin las herramientas adecuadas, lo que conlleva en muchas ocasiones a pérdida de tiempo hasta conseguir las mismas o improvisar herramientas que pueden llevar a un deterioro más rápido de la máquina.

3.8.1 DETERMINACIÓN DEL TIPO DE MANTENIMIENTO A APLICAR A LOS EQUIPOS

Después de analizar la situación del mantenimiento aplicado actualmente en toda la empresa, se opta por el *diseño de manual de mantenimiento* en los equipos y/o máquinas de la empresa.

3.8.2 SELECCIÓN DEL SISTEMA, MÁQUINAS Y EQUIPOS

El proceso de producción que va a ser sometido a un plan de mantenimiento, es el área técnica, específicamente ***la red de aire comprimido***, el cuales el sistema más importante de la organización, requiriéndose operen en óptimas condiciones, sin embargo en la planificación y cronograma de actividades van a constar todos los equipos que conforman el área técnica, así como también las nuevas máquinas serán incluidas a un futuro a este cronograma de actividades.

CAPÍTULO IV

ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL PARA LA EMPRESA EPIMOTORS

4.1 INTRODUCCIÓN

El plan de mantenimiento para Epimotors Cía. Ltda., es un conjunto de actividades programadas que se realiza con la coordinación y el trabajo en equipo para poder cumplir con los objetivos, que fueron planteados durante la realización de esta tesis.

4.2 ADMINISTRACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

La administración del plan de mantenimiento de la empresa permite organizar y planificar varias actividades de la maquinaria y/o equipos, personal responsable del mantenimiento, insumos y repuestos y un manejo de la información (documentación, manuales, catálogos).

Para la administración del manual de mantenimiento se ha realizado el organigrama a continuación se muestra:



Figura 4.1: Organigrama para el plan de mantenimiento

4.2.1 DEFINICIÓN DE TAREAS Y RESPONSABILIDADES

Para la definición de las tareas y responsabilidades se ha realizado la siguiente tabla:

CARGO	SIGLAS	TAREA	RESPONSABILIDAD
ADMINISTRADOR DEL TALLER	TM2	Solicitar el informe de Mantenimiento Preventivo de máquinas y equipos.	Revisar el informe para la toma de decisiones.
JEFE DE BODEGA DE HERRAMIENTAS Y EQUIPOS	JB	Realizar el informe de los mantenimientos.	Controlar y supervisar los mantenimientos.
TÉCNICO DE MANTENIMIENTO DE PINTURA	TMP	Realizar el mantenimiento en el sub área de pintura.	Ejecutar el mantenimiento de manera correcta y llenar el respectivo documento.
TÉCNICO DE MANTENIMIENTO DE ENDEREZADA	TME	Realizar el mantenimiento en el sub área de enderezada	Ejecutar el mantenimiento de manera correcta y llenar el respectivo documento.
TÉCNICO DE MANTENIMIENTO DE MECÁNICA	TMM	Realizar el mantenimiento en el sub área de mecánica y equipos de apoyo del taller.	Ejecutar el mantenimiento de manera correcta y llenar el respectivo documento.
TÉCNICO DE MANTENIMIENTO EXTERNO	TM EXTERNO	Realizar el mantenimiento de aquellos equipos especializados o tienen garantía.	Garantizar su trabajo y emitir el respectivo informe y la factura correspondiente.

Tabla 4.1: Tareas y responsabilidades de acuerdo al cargo del personal

4.2.2 DATOS TÉCNICOS DE LOS EQUIPOS Y/O MAQUINARIAS

Es indispensable tener la información técnica de los equipos y/o máquinas para conocer las características y la función operativa de los mismos dentro de los procesos de la empresa. Para este caso los manuales se los está consiguiendo en formato digital.

Los manuales que actualmente tiene la empresa son:

- Manual de operación de Lámparas de Pintura FY-TECH.

- Manual de operación de Injector Testing & Cleaning machine.
- Manual de compresor Campbell Hausfeld.
- Manual para el uso y mantenimiento de Herramientas neumáticas WURTH.
- Manual de cargador de batería Shumacher.

4.2.3 ESTANDARIZACIÓN, CODIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS

Para la elaboración de los trabajos de mantenimiento se diseñó la codificación de los equipos, basándose en el formato que se muestra en la tabla a continuación:

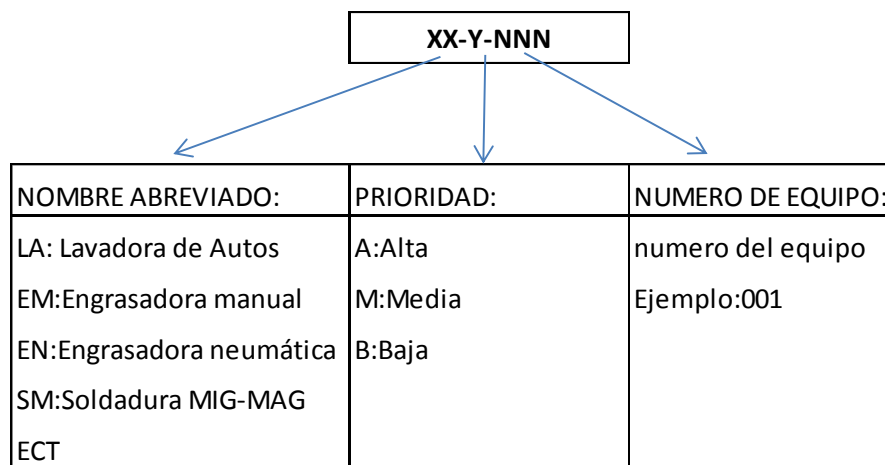


Tabla 4.2: Codificación de Equipos.

4.2.4 ESTANDARIZACIÓN Y CODIFICACIÓN PARA LA DOCUMENTACIÓN

Para la organización de la documentación generada por los trabajos de mantenimiento se ha planteado la siguiente codificación y estandarización de la documentación, para posteriormente extenderse a las demás áreas; basándose en el formato que se muestra en la tabla a continuación:

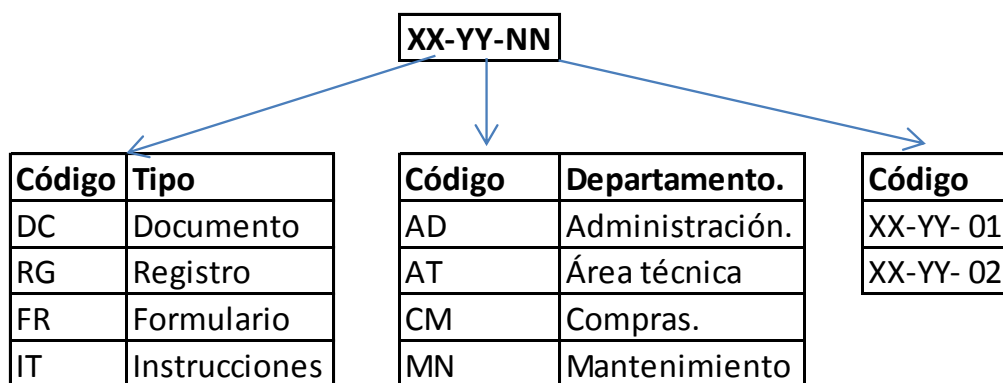


Tabla 4.3: Codificación de documentos

4.2.5 DOCUMENTO DE REGISTRO DE EQUIPOS

Con la estandarización y codificación anterior se realizará una lista con la información de los equipos, para de esta manera administrar y ejecutar oportunamente los trabajos de mantenimiento con un mejor conocimiento de la tecnología que posee la maquinaria, como se muestra en la tabla siguiente.

REGISTRO DE EQUIPOS			CÓDIGO:	RG-MN-01
			REVISIÓN:	1
			FECHA:	18/04/2014
ÍTEM	MAQUINAS Y/O EQUIPOS	CÓDIGO DEL EQUIPO	OBSERVACIÓN	
1	Lavadora de autos eléctrica	LA-A-001		
2	Engrasadora manual	EM-B-002		
3	Engrasadora neumática	EN-A-003		

Tabla 4.4: Formato para el registro de equipos.

4.2.6 DOCUMENTO DE REGISTRO DIARIO (BITÁCORA)

La hoja de registro diaria (bitácora) contiene la información que maquinaria y/o equipo la fecha, hora que trabajo fue realizado así como también la información del personal de mantenimiento responsables, los datos recogidos serán analizados, depurados y gestionados, posteriormente así permita determinar la causa raíz de los problemas que se presenten. (Ver Tabla a continuación).

BITÁCORA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS Y/O MAQUINARIA						CÓDIGO:	RG-MN-02	
						REVISIÓN:	1	
						FECHA:	18/04/2014	
Equipo y/o Maquina	Nombre del Técnico	Inicio		Final		Detalle Trabajo realizado	Detalle del Repuesto y/o material Utilizados	Observaciones y/o recomendaciones
		Fecha	Hora	Fecha	Hora			

Tabla 4.5: Bitácora de mantenimiento de equipos y/o maquinaria

4.2.7 DOCUMENTO DE AVERÍA DEL EQUIPO

Esta hoja ayuda a identificar el tipo de fallo, posibles causas que generan la avería e impactos en la producción; este formato será llenado siempre que haya una parada imprevista o de mantenimiento correctivo sirviendo como respaldo en el informe respectivo de la falla. La información recopilada pasará al historial del equipo, ver tabla a continuación:

HOJA DE AVERÍA DEL EQUIPO.				CÓDIGO:	FR-MN-01
				REVISIÓN:	1
				FECHA:	18/04/2014
FECHA:				TÉCNICO:	
EQUIPO :				CÓDIGO:	
CALIFICACIÓN GRAVEDAD:			ALTA:	MEDIA:	BAJA:
DETALLE DE LA AVERÍA:					
DIAGNOSTICO DE LA AVERÍA:					
DETALLE DE LA REPARACIÓN:					
REPUESTOS E INSUMOS EMPLEADOS:					

Tabla 4.6: Formato de Hoja de Avería del Equipo.

4.2.8 INSTRUCCIONES DE TRABAJO DEMANTENIMIENTO (ITs)

Para la estandarización del procedimiento se ha realizado una descripción de los pasos a seguir para un trabajo correcto y conseguir una mayor eficiencia en el desempeño de la máquina y la correcta ejecución del trabajo; el formato se

presenta a continuación en la tabla resumen 4.7 y la figura 4.2 para su mejor comprensión.

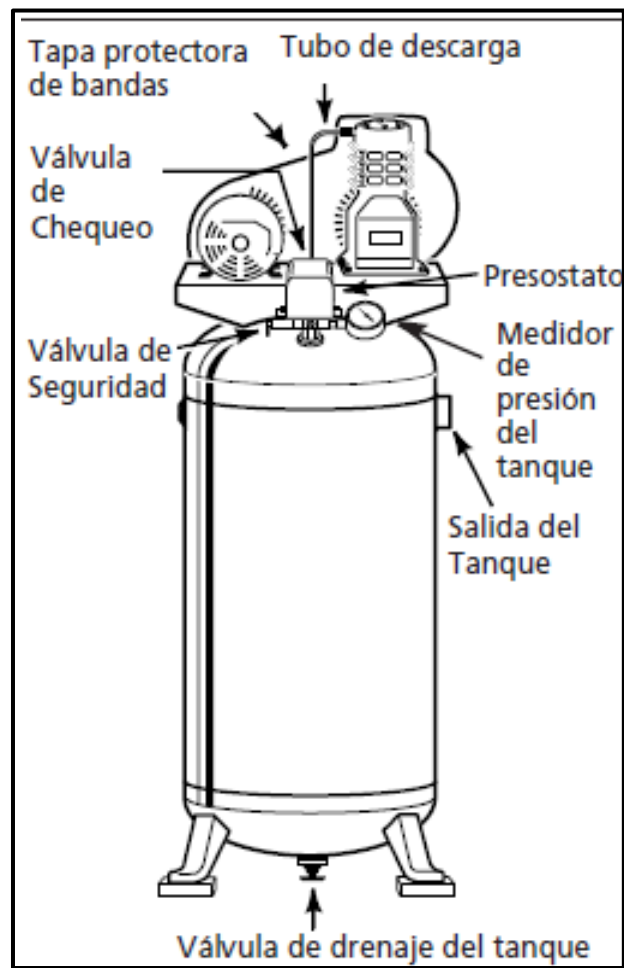


Figura 4.2: Figura esquemática del compresor vertical CAMPBELL HAUSFELD.

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO PARA EL MANTENIMIENTO DE LOS COMPRESORES		
TIPO DE MANTENIMIENTO		TÉCNICO RESPONSABLE:
MANTENIMIENTO PREVENTIVO		INSUMOS: AGUA CALIENTE, ESENGRASANTE, PAPEL,
PERIODO:		HERRAMIENTAS:
MANTENIMIENTO CADA 500H o 3 MESES		LLAVE DE TUERCAS, SOPLETE
Nº	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	DETALLE DE L
1	GENERAR LA ORDEN DE TRABAJO AL TÉCNICOS DE RESPONSABLE.	LA ORDEN DEBE SER CLARA
2	COLOCARSE EL EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP)	SIEMPRE UTILIZAR LOS EQUIPOS DE PROTEC
3	INSTALACIÓN Y UBICACIÓN DEL PUESTO DE TRABAJO	
4	APAGAR Y DESCONECTAR EL COMPRESOR DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA	ASEGURAR QUE EL EQUIPO ESTE EN ESTAD
5	DESPRESURIZAR EL COMPRESOR	UTILIZAR EL HERRAMENTAL ADECUADO PA
6	RETIRAR LA CUBIERTA DE SINCRONIZADO	
7	LIMPIEZA GENERAL	LIMPIAR EL EQUIPO
8	VERIFICAR LIMPIEZA	OBSERVAR QUE EL COMPRESOR QUEDE COM
9	RETIRAR LA TAPA DE LA PROTECCIÓN DEL FILTRO DE ADMISIÓN	
10	SACAR EL FILTRO	DESECHAR EL FILTRO
11	LIMPIAR LA CAVIDAD DONDE SE ALOJA EL FILTRO	UTILIZAR SOPLETE
12	COLOCAR EL FILTRO DE CAMBIO	TENER CUIDADO DE NO GOLPEAR EL FILTRO
13	COLOCAR LA TAPA DE PROTECCIÓN DEL FILTRO DE ADMISIÓN	ASEGURAR QUE EL FILTRO BIEN COLOCADO
14	COLOCAR CUBIERTA DE INSONORIZACIÓN	UTILIZAR EL HERRAMENTAL ADECUADO PA
15	ENCENDER EL COMPRESOR	OBSERVAR LA PRESIÓN DE CARGA
16	VERIFICAR SU FUNCIONAMIENTO	REVISAR SU FUNCIONAMIENTO CORRECTO
17	COMENTAR SITUACIÓN DEL EQUIPO	OBSERVAR POSIBLES ANOMALÍAS (RUIDO, C
19	VERIFICAR LA EJECUCIÓN DEL TRABAJO REALIZADO	SUPERVISAR QUE EL MANTENIMIENTO FUE
21	REALIZAR INFORME DE CUMPLIMIENTO DE TRABAJO	ENTREGAR
22	REVISAR Y ARCHIVAR INFORME	REALIZAR LOS CORRECTIVOS QUE SE CREA
REPUESTOS:		
	Filtro de Aire	

Tabla 4.7: Ejemplo del Formato de hoja de instrucciones de mantenimiento del compresor

4.3 FICHAS TÉCNICAS DE CADA MÁQUINA Y/O EQUIPO

La ficha técnica contiene información básica y necesaria, donde constan las características generales y técnicas del equipo así como también los subcomponentes que lo formen si así fuera el caso.

A continuación en la siguiente figura presento el formato de ejemplo de la ficha técnica del compresor 1.

MANUAL DE MANTENIMIENTO				CÓDIGO:	FT-MN-01	
FICHA TÉCNICA COMPRESOR 1				REVISIÓN:	1	
				FECHA:	18/04/2014	
CARACTERÍSTICAS GENERALES						
EQUIPO:	COMPRESOR GRANDE 1	CÓDIGO:	CG-A-021			
MARCA:	CAMPBELL HAUSFELD	SERIE:	L-0068			
FABRICANTE:	CAMPBELL HAUSFELD	AÑO:	2012			
MODELO:	HS518001AJ	TIPO:	PISTÓN			
UBICACIÓN DEL EQUIPO:	SUB ÁREA BODEGA					
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS						
MOTOR ELÉCTRICO			COMPRESOR			
MODELO:	T63BVSKN-1376	CAUDAL:	13. CFM @ 175 PSI	FOTO DEL EQUIPO		
VOLTAJE:	230 V		14.0 CFM @ 90 PSI			
AMPERAJE:	15 A	PRESIÓN MÁXIMA:	175 PSI MAX			
FRECUENCIA:	60 Hz	POTENCIA:	5HP			
POTENCIA:	5 HP	CAPACIDAD:	80 GALONES			
RPM:	3450					
FASE:	1					
AMBIENTE MAX:	40C					
TYPE:	T	DESCRIPCIÓN: ESTE COMPRESORES DE AIRE ESTÁN DISEÑADOS PARA SUMINISTRARLE AIRE COMPRIMIDO A HERRAMIENTAS NEUMÁTICAS Y OPERAR PISTOLAS PULVERIZADORAS. LOS CABEZALES SUMINISTRADOS CON ESTAS UNIDADES ESTÁN LUBRICADOS CON ACEITE. EL AIRE COMPRIMIDO SUMINISTRADO CONTIENE RESIDUOS DE ACEITE. PARA UTILIZARLO EN APLICACIONES QUE REQUIERAN EL SUMINISTRO DE AIRE SIN RESIDUOS DE ACEITE O AGUA.				
FRAME:	56					

Tabla 4.8: Ejemplo del formato de ficha técnica mantenimiento del compresor 1.

4.4 PERIODICIDAD DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EQUIPOS Y HERRAMIENTAS DEL TALLER

En la tabla a continuación se puede observar la programación de periodicidad de operaciones de mantenimiento preventivo para los equipos o sistemas de apoyo del taller.

Primordialmente fue realizado tomando en cuenta los catálogos, e información del fabricante recopilado en la investigación y realización del presente trabajo.

La periodicidad tomada corresponde a días, semanas, meses y anuales o por horas de trabajo. Con este plan de mantenimiento se podrá mejorar y corregir algunas de las fallas que pueden suscitarse durante las operaciones.

Tabla 4.9: Programación de periodicidad de mantenimiento preventivo para equipos y herramientas

PROGRAMACIÓN DE PERIODICIDAD Y OPERACIONES A REALIZAR						CÓDIGO:	PL-MN-02
						REVISIÓN:	1
						FECHA:	18/04/2014
PERIODICIDAD	HORAS DE TRABAJO	SUB ÁREA O SISTEMAS DE APOYO	EQUIPO O ELEMENTO	TIPO DE SISTEMA	OPERACIONES DE MANTENIMIENTO A REALIZAR	RESPONSABLE	
DIARIO	8	RED DE AIRE COMPRIMIDO	COMPRESORES	NEUMÁTICO	<ul style="list-style-type: none"> • VERIFICAR LA PRESIÓN DE DESCARGA DE AIRE. • MIDE EL NIVEL DE ACEITE • DRENE EL TANQUE 	TMM	
SEMANAL	40	RED DE AIRE COMPRIMIDO	UNIDAD DE MANTENIMIENTO	NEUMÁTICO	<ul style="list-style-type: none"> • PURGAR LAS CONDENSACIONES. • REVISAR EL NIVEL DE ACEITE. 	TMM	
SEMANAL	40	RED DE AIRE COMPRIMIDO	COMPRESORES	NEUMÁTICO	CHEQUEE EL FILTRO DE AIRE CHEQUEE LA VÁLVULA DE SEGURIDAD		
SEMANAL	40	UNIDAD DE ASPIRACIÓN	UNIDAD DE ASPIRACIÓN	NEUMÁTICO	• COMPROBAR LA SATURACIÓN DEL DEPÓSITO DE PARTÍCULAS Y LIMPIAR, EN CASO NECESARIO.	TMM	
SEMANAL	40	PINTURA	PISTOLA DE SOPLADO	NEUMÁTICO	<ul style="list-style-type: none"> • LUBRICAR LOS ELEMENTOS MÓVILES. • LIMPIAR TODOS LOS ELEMENTOS DE RESIDUOS 	TMP	
SEMANAL	40	PINTURA	PISTOLA DE APLICACIÓN DE FONDO	NEUMÁTICO	<ul style="list-style-type: none"> • LUBRICAR LOS ELEMENTOS MÓVILES. • LIMPIAR TODOS LOS ELEMENTOS DE RESIDUOS 	TMP	
SEMANAL	40	PINTURA	PISTOLA DE APLICACIÓN DE COLOR	NEUMÁTICO	<ul style="list-style-type: none"> • LUBRICAR LOS ELEMENTOS MÓVILES. • LIMPIAR TODOS LOS ELEMENTOS DE RESIDUOS 	TMP	
SEMANAL	40	PINTURA	PISTOLA DE APLICACIÓN DE BARNIZ	NEUMÁTICO	<ul style="list-style-type: none"> • LUBRICAR LOS ELEMENTOS MÓVILES. • LIMPIAR TODOS LOS ELEMENTOS DE RESIDUOS 	TMP	
SEMANAL	40	PINTURA	LÁMPARAS DE RAYOS INFRARROJOS	ELÉCTRICO	• LIMPIAR LOS REFLECTORES CON AIRE COMPRIMIDO.	TMP	
SEMANAL	40	MECÁNICA	ALINEADOR ELECTRÓNICO	ELECTRÓNICO	<ul style="list-style-type: none"> • LIMPIAR LAS LENTES DE LOS CAPTADORES. • LIMPIAR LA CONSOLA. 	TMM	
SEMANAL	40	MECÁNICA	CARGADOR DE BATERÍAS	ELÉCTRICO	• VERIFICAR EL ESTADO DE LOS CABLES Y PINZAS.	TMM	
SEMANAL	40	PINTURA	CABINAS DE PINTADO	MECÁNICO	• SUSTITUIR LOS FILTROS DEL SUELO DE LA ZONA ASPIRANTE.	TMP	

PROGRAMACIÓN DE PERIODICIDAD Y OPERACIONES A REALIZAR						CÓDIGO:	PL-MN-02
						REVISIÓN:	1
						FECHA:	18/04/2014
PERIODICIDAD	HORAS DE TRABAJO	SUB ÁREA O SISTEMAS DE APOYO	EQUIPO O ELEMENTO	TIPO DE SISTEMA	OPERACIONES DE MANTENIMIENTO A REALIZAR	RESPONSABLE	
QUINCENAL	8º	RED DE AIRE COMPRIMIDO	COMPRESORES	NEUMÁTICO	<ul style="list-style-type: none"> LIMPIAR EL FILTRO DE LA TOMA DE AIRE. LIMPIAR EL REFRIGERADOR DE ACEITE. COMPROBAR AUTOMATISMOS DE ARRANQUE. COMPROBAR AUSENCIA DE CALENTAMIENTOS Y ACTUACIÓN DE LOS TÉRMICOS DE PROTECCIÓN. VERIFICAR LA AUSENCIA DE VIBRACIONES. 	TMM	
MENSUAL	160	RED DE AIRE COMPRIMIDO	RED DE AIRE COMPRIMIDO	NEUMÁTICO	<ul style="list-style-type: none"> REVISAR Y LIMPIAR CONDENSADOR. COMPROBAR LA DIFERENCIA TÉRMICA ENTRE LA TEMPERATURA DE ENTRADA Y LA DE SALIDA Y LA SALIDA DE LA TUBERÍA. REVISAR EL SISTEMA DE PURGA AUTOMÁTICA. 	TMM	
MENSUAL	160	RED DE AIRE COMPRIMIDO	UNIDAD DE MANTENIMIENTO	NEUMÁTICO	<ul style="list-style-type: none"> REVISAR ESTADO CARTUCHO FILTRANTE, LIMPIAR O CAMBIAR SI ES NECESARIO. REVISAR LA LUBRICACIÓN. 	TMP	
MENSUAL	160	EQUIPOS DE APOYO DEL TALLER	EQUIPO DE SOLDADURA MIG / MAG	ELÉCTRICO	<ul style="list-style-type: none"> REGULAR EL FRENO DE INERCIA DE LA BOBINA DE HILO REVISAR Y AJUSTAR PRESIÓN ENTRE RODILLOS LIMPIAR EL POLVO DEL RECTIFICADOR Y DEL TRANSFORMADOR REVISAR TENSIÓN DE VACÍO CON UN VOLTÍMETRO 	TMM	
MENSUAL	160	EQUIPOS DE APOYO DEL TALLER	GATO HIDRÁULICO	HIDRÁULICO	<ul style="list-style-type: none"> COMPROBAR EL ESTADO DEL VÁSTAGO DEL PISTÓN, VERIFICAR QUE EXISTA FUGAS DE ACEITE DEL SISTEMA HIDRÁULICO VERIFICAR, LAS PARTES MÓVILES. 	TMM	
MENSUAL	160	EQUIPOS DE APOYO DEL TALLER	EQUIPO DE SOLDADURA OXICORTE	GASES	<ul style="list-style-type: none"> REVISAR FUGAS EN LAS MANGUERAS 	TMM	
MENSUAL	160	RED DE AIRE COMPRIMIDO	COMPRESORES	NEUMÁTICO	<ul style="list-style-type: none"> LIMPIAR LA UNIDAD CHEQUEE LA TENSIÓN DE LA BANDA 		
TRIMESTRAL	500	RED DE AIRE COMPRIMIDO	COMPRESORES	NEUMÁTICO	<ul style="list-style-type: none"> CAMBIAR EL ACEITE LIMPIAR EL FILTRO 		
6M	1000	EQUIPOS DE APOYO DEL TALLER	EQUIPO DE SOLDADURA ELÉCTRICA	ELÉCTRICO		TMM	
6M	1000	EQUIPOS DE APOYO DEL TALLER	ELECTRO ESMERILADORA	ELÉCTRICO	<ul style="list-style-type: none"> REVISAR APRIETE DE LAS TUERCAS DE SUJECIÓN DE LOS DISCOS DE ESMERILADO 	TMM	
6M	1000	ENDEREZADA	LIJADORA NEUMÁTICA	NEUMÁTICO	<ul style="list-style-type: none"> LIMPIAR LOS ENGRANAJES Y REPONER GRASA 	TME	

PROGRAMACIÓN DE PERIODICIDAD Y OPERACIONES A REALIZAR						CÓDIGO:	PL-MN-02
						REVISIÓN:	1
						FECHA:	18/04/2014
PERIODICIDAD	HORAS DE TRABAJO	SUB ÁREA O SISTEMAS DE APOYO	EQUIPO O ELEMENTO	TIPO DE SISTEMA	OPERACIONES DE MANTENIMIENTO A REALIZAR	RESPONSABLE	
6M	1000	PINTURA	LÁMPARAS DE RAYOS INFRARROJOS	ELÉCTRICO	• SUSTITUIR LÁMPARAS	TM EXTERNO	
ANUAL	2000	ENDEREZADA	TALADRO	ELÉCTRICO	•REVISAR ESTADO DE LAS ESCOBILLAS Y CAMBIARLAS EN CASO SE NECESARIO	TME	
ANUAL	2000	ENDEREZADA	PULIDORA NEUMÁTICA	NEUMÁTICO	•LIMPIAR LOS ENGRANAJES Y REPONER GRASA	TME	
ANUAL	2000	ENDEREZADA	PISTOLA DE SOPLADO	NEUMÁTICO	•LIMPIAR LOS ENGRANAJES Y REPONER GRASA	TME	
ANUAL	2000	ENDEREZADA	SACA ABOLLADURAS SPOTTER	ELÉCTRICO	• REVISIÓN VISUAL DE LA ALINEACIÓN DE ELECTRODOS Y SU DESGASTE • EL MANTENIMIENTO TIENE QUE EFECTUARLO PERSONAL EXPERTO	TME	
ANUAL	2000	EQUIPOS DE APOYO DEL TALLER	ELEVADOR DE AUTOS	HIDRÁULICO	VERIFICAR LOS DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD	TM EXTERNO	
ANUAL	2000	PINTURA	LIJADORA NEUMÁTICA	NEUMÁTICO	• LIMPIAR LOS ENGRANAJES Y REPONER GRASA	TMP	
ANUAL	2000	PINTURA	PULIDORA NEUMÁTICA	NEUMÁTICO	• LIMPIAR LOS ENGRANAJES Y REPONER GRASA	TMP	
ANUAL	2000	MECÁNICA	MULTÍMETRO	ELECTRÓNICO	• VERIFICAR SU CALIBRACIÓN	TM EXTERNO	
ANUAL	2000	MECÁNICA	ESCÁNER UNIVERSAL CON CONECTORES	ELECTRÓNICO	• VERIFICAR SU CALIBRACIÓN	TM EXTERNO	
ANUAL	2000	MECÁNICA	LIMPIADOR DE INYECTORES	ELÉCTRICO		TMM	
ANUAL	2000	MECÁNICA	MAQUINA PARA CAMBIO DE ACEITE	ELÉCTRICO		TMM	
ANUAL	2000	MECÁNICA	ENGRASADORA NEUMÁTICA	NEUMÁTICO		TMM	
ANUAL	2000	EQUIPOS DE APOYO DEL TALLER	PRENSA DE BANCO	HIDRÁULICO		TMM	
ANUAL	2000	EQUIPOS DE APOYO DEL TALLER	GRÚA HIDRÁULICA	HIDRÁULICO		TMM	

PROGRAMACIÓN DE PERIODICIDAD Y OPERACIONES A REALIZAR						CÓDIGO:	PL-MN-02
						REVISIÓN:	1
						FECHA:	18/04/2014
PERIODICIDAD	HORAS DE TRABAJO	SUB ÁREA O SISTEMAS DE APOYO	EQUIPO O ELEMENTO	TIPO DE SISTEMA	OPERACIONES DE MANTENIMIENTO A REALIZAR	RESPONSABLE	
ANUAL	2000	MECÁNICA	CARGADOR DE BATERÍAS	ELÉCTRICO	<ul style="list-style-type: none"> • LA TENSIÓN EN VACÍO Y EN CARGA PARA LOS DIFERENTES NIVELES: 6, 12 Y 24 V. • LA INTENSIDAD DE LA CORRIENTE (CORRIENTE CONTINUA) • VERIFICAR QUE EL CABLE DE LA RED Y EL DE LAS PINZAS ESTÉN EN PERFECTAS CONDICIONES 	TM M	
ANUAL	2000	LAVADORA	HIDRO LAVADORAS	ELÉCTRICO	REVISIÓN GENERAL DE LAS MANGUERAS Y LOS ACCESORIOS CAMBIO DE ACEITE DE LA BOMBA	TMM	
ANUAL	2000	RED DE AIRE COMPRIMIDO	COMPRESORES	NEUMÁTICO	<ul style="list-style-type: none"> • CAMBIAR EL FILTRO DE ASPIRACIÓN DE AIRE • MEDIR EL CONSUMO DEL MOTOR • REVISAR LA TEMPERATURA DEL MOTOR • REVISAR EL APRIETE DE ELEMENTOS ELÉCTRICOS 	TMM Y TMP	
ANUAL	2000	RED DE AIRE COMPRIMIDO	RED DE AIRE COMPRIMIDO	NEUMÁTICO	• COMPROBAR PRESIÓN DE FUNCIONAMIENTO DE LOS REGULADORES DE PRESIÓN	TMM	

4.5 CRONOGRAMA DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

Este plan de Mantenimiento Preventivo está compuesto por un cronograma de inspecciones y cambios de elementos de las máquinas, dentro de estos podemos nombrar, filtros, aceites, etc.

El cronograma está conformado por 52 semanas que representan un año calendario, donde los cuadros serán pintados de acuerdo al tipo de intervención programada.

Este cronograma de mantenimiento está planificado en un formato donde se incluyen todas las máquinas y equipos que componen la empresa y se colocará en el tablero para su uso visual. Todos los elementos se revisarán y reemplazarán si cumplieron su tiempo de vida útil, todo esto se elaborará para un año calendario, después del cual se realizará las respectivas mejoras.

Al final de cada semana, los encargados del mantenimiento serán los responsables del registro de actividades, se reunirán para discutir sobre las actividades realizadas en la semana y planificar los trabajos de la semana siguiente como se observa en la tabla a continuación:

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
D	DIARIO
S	SEMANAL
Q	QUINCENAL
M	MENSUAL
T	TRIMESTRAL
6M	SEMESTRAL
A	ANUAL

Tabla 4.10: Simbología Cronograma de Actividades.

4.6 COSTOS DE MANTENIMIENTO

Los costos de mantenimiento como vimos en el capítulo II los costos de mantenimiento preventivo tiene las siguientes partes:

4.6.1 COSTOS DIRECTOS:

Para el siguiente cálculo de costos vamos dar un valor aproximado tomando en cuenta el costo mantenimiento en el periodo de un año basándonos en nuestro cronograma y programación de mantenimiento.

MANO DE OBRA.- En la siguiente tabla podremos darnos cuenta cuanto nos cuesta en Hora-Hombre con un total de horas de mantenimiento de 852 anual.

COSTOS DE MANTENIMIENTO HORA-HOMBRE		CÓDIGO:	RG-MN-04
		REVISIÓN:	1
		FECHA:	25/04/2014
CARGO	PRECIO H-H	HORAS	SUELDO ANUAL
ADMINISTRADOR DEL TALLER	3,75	28	105
JEFE DE BODEGA DE HERRAMIENTAS Y EQUIPOS	3,25	80	260
TÉCNICO DE MANTENIMIENTO DE PINTURA	3,125	230	718,75
TÉCNICO DE MANTENIMIENTO DE ENDEREZADA	2,291666667	164	375,8333333
TÉCNICO DE MANTENIMIENTO DE MECÁNICA	2,708333333	350	947,9166667
		852	2407,5

Tabla 4.12:Costos de Mantenimiento Hora-Hombre

Costos de repuestos e insumos.- La siguiente tabla los valores de los repuestos y materiales necesarios para el mantenimiento anual.

COSTOS DE MANTENIMIENTO ANUAL DE INSUMOS (APROXIMADAMENTE)			CÓDIGO:	RG-MN-03
			REVISIÓN:	1
			FECHA:	25/04/2014
N	ELEMENTO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
			USD	EN (USD.)
1	GAFAS DE PROTECCIÓN	4	4,95	19,8
2	GUANTES DE TRABAJO CON PUPOS	12	0,6	7,2
3	MASCARILLA PARA POLVOS	10	0,1	1
5	PROTECTORES AUDITIVOS	10	1,1	11
6	"GUAIPES"	100	0,15	15
7	DESANGRASANTE	2	9,8	19,6
8	ACEITE SAE-30 COMPRESORES 1GL	1	26,04	26,04
9	FILTRO DE AIRE CAMPBELL HAUSFELD NR24	4	5,9	23,6
10	GRASAS MULTI EP RODAMIENTOS	1	5,6	5,6
11	ACEITE PARA RODAMIENTOS SAE 15GL	1	15,9	15,9
12	ACEITE MOTOR 15W40	1	15	15
13	ACEITE HIDRÁULICO RANDO OIL HD 68	2	11	22
14	REFRIGERANTE	1	4	4
15	FILTRO DE ACEITE	1	10	10
16	FILTRO DE AIRE PA 1905 28,71	2	28,71	57,42
17	FILTRO DE COMBUSTIBLE BF 7990	2	7,5	15
18				0
19				0
20				0
21				0
22				0
TOTAL				268,16

Tabla 4.13:Costos de Mantenimiento Anual de Insumos.

4.6.2 COSTOS INDIRECTOS

Costo aproximado total = MN + CR

Costo aproximado total = 2675,66 Dólares

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- En la realización de este proyecto de titulación se pudo demostrar las diferentes situaciones y problemas que se puede tener en un taller automotriz en este caso “EPIMOTORS”, con respecto a sus equipos y/o maquinaria por carecer un manual de mantenimiento, el mismo que entre sus mayores características va a minimizar y corregir dichos problemas.
- En la parte correspondiente del análisis actual de la empresa “EPIMOTORS” se determinó que el mantenimiento actual del área técnica no es óptimo para sus equipos y/o maquinarias, y se confirmó la necesidad de poseer un manual de mantenimiento en la empresa y lo imperioso de garantizar las buenas condiciones y su alta disponibilidad en la totalidad de los equipos y/o maquinaria.
- Se determinó que el sistema de apoyo crítico de la organización es el sistema de aire comprimido, el cual se contempla en el plan de mantenimiento como de alta prioridad o sea una disponibilidad total en el año.
- Uno de los objetivos más importantes de la empresa es entregar los vehículos a los clientes en el tiempo establecido y acordado, con un servicio de calidad, de ahí la importancia y la colaboración para ejecución del manual de mantenimiento, tomando en cuenta que dicha ejecución representa costos directos e indirectos a la empresa.
- Al tener la empresa Epimotors un manual del mantenimiento significa también una colaboración a la seguridad laboral, debido a una de las

causas de los accidentes laborales son ocasionados por los desperfectos de los equipos.

5.2 RECOMENDACIONES

- La implementación del manual de mantenimiento en la empresa debe ejecutarse de manera progresiva, es decir designando las responsabilidades al personal encargado del mantenimiento en forma paulatina.
- El manual de mantenimiento debe ser actualizado y mejorado cada vez que lo amerite tomando en cuenta el ingreso y compra de nuevos equipos y/o maquinaria, así como los imprevistos que se pueden presentar en la ejecución diaria de los labores, toda esta información debe ser evaluada en un periodo de un año para tomar las correcciones del caso en un nuevo plan de mantenimiento.
- Realización periódica de capacitaciones sobre temas mantenimiento, organización, además esto servirá de retroalimentación para el mejoramiento del manual de mantenimiento.
- La supervisión continua del manual de mantenimiento y de todas sus tareas es fundamental para la detección de problemas e irregularidades que se puedan producir.
- Este proyecto puede ser manejado, controlado mediante software informáticos como por ejemplo la aplicación de Excel que actualmente se está desarrollando este proyecto y al tener una base de datos generados en la documentación se puede llevar en Access, sin embargo hay muchos software en el mercado especializados que pueden ser adquiridos.

5.3 BIBLIOGRAFÍA

- M. A. Alban, (18 de Abril de 2013). Epimotors inicio. (A. Alban, Entrevistador).
- A. Arata, *Ingeniería y Gestión de la Confiabilidad Operacional en Plantas Industriales*, 1ra ed., Ed. RIL, Chile: Santiago de Chile 2009.
- R. Bravo y A. C. Barrantes, *Administración del Mantenimiento Industrial*, 1ra ed., Ed. Universidad Estatal a Distancia UNED, Costa Rica: San José, 1989.
- F.J.González, *Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado*. 2nd ed., Ed. Fundación Confemetal, España: Madrid- Príncipe de Vergara 2005.
- F. C. Gómez de León, *Tecnología de Mantenimiento Industrial*, 1ra ed., Ed. Servicio de Publicaciones, España: Murcia 1998.
- Ll. Cuatrecasas, Ed., *Gestión del Mantenimiento de los Equipos Productivos Series: Organización de la Producción y Dirección de Operaciones, ser. Lectura Notas en Administración /Marketing*. Díaz de Santos, España: Madrid, 2012, vol. 17.
- S. García, *Organización y Gestión Integral de Mantenimiento*, 1ra ed., Ed. Díaz de Santos, España: Madrid-Albasanz 2010.
- M. Fernández, M. García, J.M. Cano y J.Solares, *Técnicas para el Mantenimiento y Diagnóstico de Máquinas Eléctricas Rotativas*, 1ra ed., Ed. Marcombo Boixareu, España: Barcelona 1998.
- J.C. González, *Gestión y Logística del Mantenimiento en Automoción*. 2nd ed., Ed. Club Universitario, España: C/. Cottolengo- San Vicente (Alicante) 2009.
- F. R. Sacristán, *Manual del Mantenimiento Integral en la Empresa*, 1ra ed., Ed. Fundación Confemetal, España: Madrid-Príncipe de Vergara 2001.
- F. Ramírez, V. Ramos y N.E. Rojas, "Análisis de la Calidad en el Servicio del Taller Mecánico de las Agencias Automotrices," Univ. Autónoma de Tamaulipas, c.p. 89138.

- C. Albán y O. Jácome, “Elaboración del Manual de Mantenimiento para la Empresa Sedemi S.C.C.,” tesis Ing. M., Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador, Jul. 2008.
- D.E. Moncayo y H.F. Torres, “Plan de Mantenimiento para el Laboratorio de Metalurgia Extractiva de la E.P.N.,” tesis Tlg. Mant. Indust., Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador, Nov. 2007.
- A. Rodríguez, “Manual de Mantenimiento Automotriz para el Sistema de Alimentación a Gasolina,” tesis Tlg. Mant. Indust., Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador, Ago. 2010.
- E. G. Solís y G.P. Mejía, “Implementación de un Software para Proceso de Reparación y Mantenimiento Preventivo en el Parque Automotor del Ilustre Municipio del Cantón Pillaro Provincia de Tungurahua,” tesis Ing. Aut., Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Quito, Ecuador, 2011.
- J. L. Sánchez, “Elaboración de un Programa de Mantenimiento Preventivo para Hornos Middleby Marshall,” tesis Tlg. Electro., Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador, Abr. 2012.
- (2010). The SIMA website. [Online]. Available: <http://www.mantenimientoplanificado.com>.
- S. Tirado. (2009). Monografias.com. [Online]. Available : <http://www.monografias.com>.
- (1939) The UNCUIYO website. [Online]. Available: <http://www.uncu.edu.ar/>
- A.A. Bernal, “Manejo y Optimización de las Operaciones de Mantenimiento Preventivo y Correctivo en un Taller Automotriz,” tesis Ing. M., Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador, 2012.
- (2011) El sitio web Grupo Griego. [Online]. Available: <http://grupogriego.wikispaces.com/search/view/espina%20de%20pescado>.

ANEXOS

Anexo 1:Herramientas y equipos.

Anexo 2:Registro de equipos.

Anexo 3:Fichas técnicas de la maquinaria.

Anexo 4: Formato de Instrucción de trabajo

ANEXOS 1: HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

HERRAMIENTAS TALLER "EPIMOTORSCIA.LTDA."			
ITEM	NOMBRE	CARACTERÍSTICAS	
		MARCA	CARACTERÍSTICA TÉCNICA
1	Calibrador		
2	Medidor de compresión		
3	Caja de Herramientas		
4	Juego de llaves		hexagonales milimétricas 1.5, 2, 2.5, 3, 4, 5, 5.5, 6
5	Juego de llaves		hexagonales 1/16, 5/64, 3/32, 7/64, 1/8, 9/64, 5/32, 3/16, 7/32, 1/4, 5/16, 3/8
6	Juego de llaves		
7	Juego de dados		24, 11, 20, 18, 12, 14, 10, 16
8	Juego de llaves mixtas		24, 22, 21, 18, 16, 17, 9, 7, 6, 19
9	Juego de llaves mixtas		9/16, 15/16, 13/16, 5/8, 5/16, 11/32
10	Juego de llaves Allen		
11	Palanca de Mando		
12	Juego de destornilladores		de 6 unidades
13	Dado de bujías		13/16
14	Dado de Bujías		5/8
15	Pistolas para pintar		
16	Caja Herramientas		???piezas
17	Juego de llaves mixtas		pulgadas de 1/2, 5/8, 11/16, 3/4, 13/16, 7/8, 7/16, 3/8, 1, 1 1/8, 1 1/4
18	Juego de llaves mixtas		mm. De 6, 7, 9,10,11,12,13,17,18,19, 21,22,23,24
19	Martillos		
20	Martillos		
21	Martillos		
22	Martillos		
23	Serrucho		
24	Cinceles		
25	Juego de dados		mando 1/4 Compuesto de 32 unidades
26	Juego de desarmadores		???? piezas
27	Juego de desarmadores		???? piezas
28	Juego de desarmadores		???? piezas
29	Juego de punzones		
30	Juego de pinzas		
31	Playo normal de 8"		
32	Playo de presión		
33	Playo de presión de cadena		
34	Tijera para cortar metales		
35	Pistolas para engrasar		
36	Juego de dados mando		1/2 de 29 unidades con palanca de fuerza
37	Juego de llaves de boca		en mm 23-24-26-22-11-13-6-8
38	Llave de pico		
39	Llave de filtro		de 2"
40	Desarmadores planos		
41	Desarmadores planos		
42	Desarmadores de estrella		
43	Desarmadores de estrella		

HERRAMIENTAS TALLER "EPIMOTORSCIA.LTDA."			
ITEM	NOMBRE	CARACTERÍSTICAS	
		MARCA	CARACTERÍSTICA TÉCNICA
44	Cinceles		27-32 mm
45	Lima plana		
46	Llaves		
47	Llave de cruz de ruedas		
48	Palanca de fuerza		
49	Comprobador de corriente		
50	Combo		
51	Cables de alta tensión		con lagartos en las puntas


EQUIPOS DE LA EMPRESA	
ÍTEM	MAQUINAS Y/O EQUIPOS
1	Lavadora de autos eléctrica
2	Engrasadora manual
3	Engrasadora neumática
4	Maquina para cambio de aceite
5	Bomba manual para aceite
6	Compresor pequeño
7	Gatas Hidráulicas
8	Prensa Hidráulica
9	Limpiador de inyectores
10	Soldadura MIG-MAG
11	Soldadora eléctrica
12	Soldadora Oxicorte
13	Martillo neumático
14	Taladro neumático
15	Pulidoras neumáticas
16	Pistolas de pintura neumáticas
17	Lámparas de pintura
18	Saca golpes eléctrico
19	Cargador de batería
20	Aspiradora eléctrica
21	Compresor Grande
22	Compresor Grande

ANEXO 2: REGISTRO DE EQUIPOS.

REGISTRO DE EQUIPOS			CÓDIGO:	RG-MN-01
			REVISIÓN:	1
			FECHA:	18/04/2014
ÍTEM	MAQUINAS Y/O EQUIPOS	CÓDIGO DEL EQUIPO	OBSERVACIÓN	
1	ASPIRADORA ELÉCTRICA	AE-M-020		
2	BOMBA MANUAL PARA ACEITE	BM-M-005		
3	CARGADOR DE BATERÍA	CB-A-019		
4	COMPRESOR GRANDE 1	CG-A-021		
5	COMPRESOR GRANDE 2	CG-A-022		
6	COMPRESOR PEQUEÑO	CP-B-006		
7	COMPRESOR PEQUEÑO MOVIL	CP-M-023		
8	ELECTRO ESMERILADORA	EE-A-035		
9	ELEVADOR DE AUTOS	EA-M-039		
10	ENGRASADORA MANUAL	EM-B-002		
11	ENGRASADORA NEUMÁTICA	EN-A-003		
12	GATAS HIDRÁULICAS	GH-M-007		
13	LÁMPARAS DE PINTURA	LP-A-017		
14	LAVADORA DE AUTOS ELÉCTRICA	LA-A-001		
15	LIJADORA NEUMÁTICA 1	LN-M-030		
16	LIJADORA NEUMÁTICA 2	LN-M-036		
17	LIJADORA NEUMÁTICA 3	LN-M-037		
18	LIJADORA NEUMÁTICA 4	LN-M-038		
19	LIMPIADOR DE INYECTORES	LI-A-009		
20	MAQUINA PARA CAMBIO DE ACEITE	MC-A-004		
21	MARTILLO NEUMÁTICO	MN-M-013	COMPRESOR DE 80 LBS	
22	PISTOLAS DE PINTURA NEUMÁTICAS 1	PP-A-016	COMPRESOR DE 60 LBS	
23	PISTOLAS DE PINTURA NEUMÁTICAS 2	PP-A-027		
24	PISTOLAS DE PINTURA NEUMÁTICAS 3	PP-A-028		
25	PISTOLAS DE PINTURA NEUMÁTICAS 4	PP-A-029		
26	PLUMA HIDRAULICA	PH-A-031		
27	PRENSA HIDRÁULICA	PH-A-008		
28	PRENSA HIDRÁULICA	PH-A-032		
29	PULIDORAS NEUMÁTICAS 1	PN-A-015		
30	PULIDORAS NEUMÁTICAS 2	PN-A-024		
31	PULIDORAS NEUMÁTICAS 3	PN-A-025		
32	PULIDORAS NEUMÁTICAS 4	PN-A-026		
33	RED DE AIRE COMPRIMIDO/TUBERIA, FILTROS	RAF-A-034		
34	SACA GOLPES ELÉCTRICO	SG-A-018		
35	SOLDADORA ELÉCTRICA	SE-M-011		
36	SOLDADORA OXICORTE	SO-M-012		
37	SOLDADURA MIG-MAG	SM-M-010		
38	TALADRO ELECTRICO	TE-M-014		
39	UNIDAD DE MANTENIMIENTO	UM-A-033		
40	MULTIMETRO DIGITAL	MD-A-40		
41	ESCANER UNIVERSAL	ES-A-41		
42	GRUA HIDRAULICA	GH-M-042		

ANEXO 3: FICHAS TÉCNICAS DE LA MAQUINARIA.

MANUAL DE MANTENIMIENTO				CÓDIGO:	FT-MN-01	
FICHA TÉCNICA COMPRESOR 1				REVISIÓN:	1	
				FECHA:	18/04/2014	
CARACTERÍSTICAS GENERALES						
EQUIPO:	COMPRESOR GRANDE 1	CÓDIGO:	CG-A-021			
MARCA:	CAMPBELL HAUSFELD	SERIE:	L-0068			
FABRICANTE:	CAMPBELL HAUSFELD	AÑO:	2012			
MODELO:	HS518001AJ	TIPO:	PISTÓN			
UBICACIÓN DEL EQUIPO:	SUB ÁREA BODEGA					
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS						
MOTOR ELÉCTRICO			COMPRESOR			
MODELO:	T63BVSKN-1376	CAUDAL:	13. CFM @ 175 PSI	FOTO DEL EQUIPO		
VOLTAJE:	230 V		14.0 CFM @ 90 PSI			
AMPERAJE:	15 A	PRESIÓN MÁXIMA:	175 PSI MAX			
FRECUENCIA:	60 Hz	POTENCIA:	5HP			
POTENCIA:	5 HP	CAPACIDAD:	80 GALONES			
RPM:	3450					
FASE:	1					
AMBIENTE MAX:	40C					
TYPE:	T	DESCRIPCIÓN: ESTE COMPRESORES DE AIRE ESTÁN DISEÑADOS PARA SUMINISTRARLE AIRE COMPRIMIDO A HERRAMIENTAS NEUMÁTICAS Y OPERAR PISTOLAS PULVERIZADORAS. LOS CABEZALES SUMINISTRADOS CON ESTAS UNIDADES ESTÁN LUBRICADOS CON ACEITE. EL AIRE COMPRIMIDO SUMINISTRADO CONTIENE RESIDUOS DE ACEITE. PARA UTILIZARLO EN APLICACIONES QUE REQUIERAN EL SUMINISTRO DE AIRE SIN RESIDUOS DE ACEITE O AGUA.				
FRAME:	56					

MANUAL DE MANTENIMIENTO LIMPIADOR DE INYECTORES				CÓDIGO:	FT-MN-03
				REVISIÓN:	1
				FECHA:	18/04/2014
CARACTERÍSTICAS GENERALES					
EQUIPO:	LIMPIADOR DE INYECTORES	CÓDIGO:	LI-A-009		
MARCA:	FY-TECH	SERIE:	HPSE		
FABRICANTE:	ZHUHAI FLY-EAGLE	AÑO:	2010		
MODELO:	SE-6				
UBICACIÓN DEL EQUIPO:	SUB AREA MECANICA				
CARACTERÍSTICAS TECNICAS					
PRESSURE RANGE:	0- 90 PSI	VOLTAJE:	110 VAC		
INJECTORS N°:	2-6 (MIN.CLEAN 2 INJECTORS)	POTENCIA:	200 W		
INJECTORS PULSE:	0 - 9950 PULSE	FRECUENCIA:	60 Hz		
INJECTORS (RPM):	50				
INJECTORS (PMW):	0 - 20 0,1 ms				
WORK TEMP	(-10 ° C) , (38 ° C)				
PESO	60/75 Kgs				
<p>DESCRIPCIÓN: Sistema de limpieza: Prueba y limpias uno o más inyectores al mismo tiempo, revertir la limpieza y la limpieza ultrasónica.</p> <p>Capacidad operativa: Llevar a cabo las siguientes pruebas manualmente o automáticamente mediante la selección de los modos: de simulación real de ángulo de pulverización, fugas, rocío, el volumen de entrega, la ecualización y el ciclo de rociado.</p>					
FOTO DEL EQUIPO					

MANUAL DE MANTENIMIENTO				CÓDIGO:	FT-MN-02	
FICHA TÉCNICA COMPRESOR 2				REVISIÓN:	1	
				FECHA:	18/04/2014	
CARACTERÍSTICAS GENERALES						
EQUIPO:	COMPRESOR GRANDE 2	CÓDIGO:	CG-A-022			
MARCA:	CAMPBELL HAUSFELD	SERIE:	RT-00056			
FABRICANTE:	CAMPBELL HAUSFELD	AÑO:	2013			
MODELO:	VL619504AJ	TIPO:	PISTÓN			
UBICACIÓN DEL EQUIPO:	SUB ÁREA BODEGA					
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS						
MOTOR ELÉCTRICO			COMPRESOR			
MODELO:	5KCR48UN-2156	CAUDAL:	11.5CFM @ 40 PSI	FOTO DEL EQUIPO		
VOLTAJE:	230 V		10,2 CFM @ 90 PSI			
AMPERAJE:	14.5 A	PRESIÓN MÁXIMA:	135 PSI MAX			
FRECUENCIA:	60 Hz	POTENCIA:	5HP			
POTENCIA:	5 HP	CAPACIDAD:	60 GALONES			
RPM:	3450					
FASE:	1					
AMBIENTE MAX:	40C					
TYPE:	T	DESCRIPCIÓN: ESTE COMPRESORES DE AIRE ESTÁN DISEÑADOS PARA SUMINISTRARLE AIRE COMPRIMIDO A HERRAMIENTAS NEUMÁTICAS Y OPERAR PISTOLAS PULVERIZADORAS. LOS CABEZALES SUMINISTRADOS CON ESTAS UNIDADES ESTÁN LUBRICADOS CON ACEITE. EL AIRE COMPRIMIDO SUMINISTRADO CONTIENE RESIDUOS DE ACEITE. PARA UTILIZARLO EN APLICACIONES QUE REQUIERAN EL SUMINISTRO DE AIRE SIN RESIDUOS DE ACEITE O AGUA.				
FRAME:	56					

o

MANUAL DE MANTENIMIENTO		CÓDIGO:	FT-MN-04
SPOTTER SACA GOLPES		REVISIÓN	1
		FECHA:	18/04/2014
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
EQUIPO:	SACA GOLPES	CÓDIGO:	SG-A-018
MARCA:	TECNA	AÑO:	2013
FABRICANTE:	TECNA		
MODELO:	3460N		
UBICACIÓN DEL EQUIPO:	SUB AREA MECANICA		
CARACTERÍSTICAS TECNICAS			
VOLTAJE:	220 VAC		
AMPERAJE:	16		
FRECUENCIA:	50/60 Hz		
POWER MAXIMUN	20KVA		
THEMAL CURRENT	0,63 KA		
WELD TIME	1/99 CLICLES		
PESO	28 kg		
DESCRIPCIÓN: Equipos Extremadamente versátil para las reparaciones en los talleres de carrocería de coche. Permite a un solo puntoremaches soldaduras, tornillos, remaches autorroscantes, arandelas y pernos. Es posible realizar la reducción. Un enderezamiento rápido de los paneles se realiza gracias a la 3 puntos estrella en el extractor de percusión.			
		FOTO DEL EQUIPO	

ANEXO 4: FORMATO DE INSTRUCCIÓN DE TRABAJO

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		CÓDIGO:	
		REVISIÓN:	
		FECHA:	
TIPO DE MANTENIMIENTO		TÉCNICO RESPONSABLE:	
		INSUMOS:	
PERIODO:		HERRAMIENTAS:	
Nº	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	DETALLE DE LA ACTIVIDAD	
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
REPUESTOS:			