UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA

MODIFICACION DEL PLAN DE MANTENIMIENTO A PLACA COMPACTADORA

Trabajo de Titulación para optar al Título de Técnico Universitario en MANTENIMIENTO INDUSTRIAL.

Alumnos:
César Augusto Bórquez Terrezza
Francisco Ignacio Gómez Bustamante
Profesor Guía:
Ingeniero Luis Augusto Gutiérrez Meneses

2021

RESUMEN

Este trabajo consiste en una propuesta de mejoramiento al plan de mantenimiento de una placa compactadora la cual pertenece a una pyme que se dedica al arriendo de herramientas, para llevar a cabo esta modificación al plan de mantenimiento, se comenzará con la descripción para caracterizar este equipo, mediante su ficha técnica (peso, fuerza dinámica, velocidad de avance, etc.).

Luego se realiza una jerarquización de sus fallas más comunes mediante un diagrama de Pareto de acuerdo con una tabla de frecuencia donde se indicará el tiempo de reparación y la frecuencia anual con la que ocurre cada falla, a estas fallas con mayor frecuencia le aplicamos un factor de severidad el cual nos dio un valor, a las fallas que tienen un valor sobre 2000 se les realiza un análisis FMECA para luego determinar acciones preventivas.

Finalmente se realizan las nuevas pautas de mantenimiento donde se pusieron a prueba las placas compactadoras durante 2 meses para luego calcular la disponibilidad del equipo con la nueva pauta de mantenimiento, esto nos dio como resultado una disponibilidad del 91% superando altamente el 64% de disponibilidad que contaban antes los equipos.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, queremos agradecer a todos nuestros profesores por su desempeño, su gran trabajo y apoyo a pesar de encontrarnos en esta situación de pandemia, por que dieron su mejor esfuerzo para seguir educándonos, destacar la labor de nuestro profesor guía Luis Gutiérrez por guiarnos en la forma que lo hizo ya que saco nuestro mejor desempeño, estuvo preocupado de nuestros avances lo que significó un gran trabajo cooperativo con nosotros.

Agradecer a nuestras familias por todo el apoyo que nos brindaron, estar día a día con nosotros y siempre deseándonos lo mejor.

A todos los profesores que nos hicieron clases durante nuestra enseñanza media ya que nos ayudaron a llegar bien preparados a la universidad con los conocimientos técnicos necesarios para desenvolvernos de mejor manera frente a los ramos técnicos en la universidad.

Nuestros compañeros que nos acompañan desde el colegio, los cuales fueron nuestro grupo de estudio en la universidad.

Y el trabajo en equipo al momento de realizar este trabajo de título.

ÍNDICE

RESUMEN **2**
AGRADECIMIENTOS **3**
ÍNDICE **4**
ÍNDICE DE FIGURAS **6**
ÍNDICE DE TABLAS **8**
INDICE DE GRAFICOS **8**
SIGLAS Y SIMBOLOGÍA **10**
INTRODUCCIÓN **1**
OBJETIVO GENERAL **2**
OBJETIVO ESPECÍFICO **2**
CAPÍTULO 1: CARACTERIZACIÓN DE PLACA COMPACTADORA. **4**
1. Contexto de la pyme involucrada **5**
1.1. ¿En qué consiste la pyme? 5
1.1.1. Ubicación geográfica 5
1.1.2. ¿Cómo comenzó la empresa? 6
1.2. Funcionamiento de la pyme 6
1.2.1. Inventario de los equipos 6
1.3. Placas compactadoras 7
1.3.1. Partes de la placa compactadora 8
1.3.2. Principio de funcionamiento 9
1.3.3. Modelos de placas 10
1.4. Placa seleccionada 13
1.4.1. Características técnicas 14
1.4.2. Desmontaje 14
1.5. Fallas más comunes 16
CAPÍTULO 2: JERARQUIZAR LAS FALLAS MÁS CRÍTICAS DE LA PLACA COMPACTADORA. **20**
2. Introduccion a diagrama de pareto **21**
2.1. Las características más importantes del diagrama de Pareto son: 22
2.1.1. Tabla de frecuencia 23
2.1.2. Diagrama pareto de placa compactadora 24
2.2. Introduccion fmeca 26
2.3. Despiece de placa compactadora 28
2.4. MOTOR 31

2.4.1. Fmeca motor 32
2.4.2. Factor de criticidad 33
2.5. Acciones preventivas 34
2.5.1. Pernos estructurales (soltura) 34
2.5.2. Carburador 34
2.5.3. Filtro de aire 34
2.5.4. Sistema de arranque 34
2.5.5. Bujía 34
3. CAPÍTULO 3: ESTABLECER ACCIONES PREVENTIVAS. 35
3.1. Acciones preventivas para componentes más críticos de la placa compactadora36
3.1.1. Pernos estructurales (soltura) 36
3.1.2. Carburador 37
3.1.3. Filtro de aire 39
3.1.4. Sistema de arranque 41
3.1.5. Bujía 42
3.2. Pauta de mantenimiento antigua 44
3.3. Pauta de mantenimiento modificada 45
3.3.1. Limpieza inicial 45
3.3.2. Sistema de admisión 45
3.3.3. Sistema de ignición 48
3.3.4. Estanque de combustible 52
3.3.5. sistema de arranque 53
3.3.6. Embriague 54
3.3.7. Niveles de aceite 55
3.3.8. Soltura mecánica 58
3.3.9. Revisión de correas de distribución 59
3.3.10. Revisión del eje excéntrico 60
3.3.11. Revisar el nivel de aceite de la caja del eje excéntrico 61
3.4. Planillas de pauta de mantenimiento modificada 62
3.4.1. Pauta de mantenimiento resumida 74
3.5. Disponibilidad (kpi) 75
3.5.1. Gestión de repuestos 76
3.6. Planificacion de tiempo 79
4. concluciones y recomendaciones 80
5. ANEXOS 82
6. BIBLIOGRAFIA 84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Ubicación geográfica de la pyme involucrada 5
Figura 1.2 Placas organizadas 7
Figura 1.3 Placa compactadora en funcionamiento en terreno 7
Figura 1.4 Parte inferior de placa compactadora 8
Figura 1.5 Placa compactadora C120 8
Figura 1.6 Eje excéntrico 9
Figura 1.7 Fuerzas del eje excéntrico 10
Figura 1.8 Caja excéntrica 10
Figura 1.9 Placa VP 2050 11
Figura 1.10 Placa modelo C120 11
Figura 1.11 Placa modelo c160 12
Figura 1.12 Placa C330 12
Figura 1.13 Placa C120 13
Figura 1.14 Pernos de desmontaje 15
Figura 1.15 Pernos de desmontaje 15
Figura 1.16 Filtro de aire sucio 16
Figura 1.17 Carburador tapado 17
Figura 1.18 Estanque con oxido 17
Figura 1.19 Bujía sucia 18
Figura 1.20 Cuerda gastada 18
Figura 1.21 Manilla rota 19
Figura 1.22 Correa gastada 19
Figura 2.1 Ejemplo de diagrama de Pareto 21
Figura 2.2 Despiece de placa compactadora 28
Figura 2.3 Despiece eje excéntrico 30
Figura 2.4 Partes del motor 31
Figura 3.1 Desatornillador de cruz, chicharra con extensión y dados ……36
Figura 3.2 Flotador y válvula de ajuga 37
Figura 3.3 Entrada y salida de combustible en el carburador 38
Figura 3.4 Conducto de aire del carburador 38
Figura 3.5 Carburador desarmado 39
Figura 3.6 Tuerca mariposa que sujeta la tapa del filtro 40
Figura 3.7 Tuerca mariposa que sujeta el filtro 40
Figura 3.8 Aspas que enganchan con el motor 41
Figura 3.9 Resorte devuelve la cuerda 41
Figura 3.10 Instalación de cuerda 42

Figura 3.11 Bujía *43*
Figura 3.12 Bujía en malas condiciones *43*
Figura 3.13 Protector del filtro de aire *46*
Figura 3.14 Tuercas que sujetan el carburador *46*
Figura 3.15 Conexiones del carburador al motor *47*
Figura 3.16 Conector de bujía *48*
Figura 3.17 Como probar la bujía *48*
Figura 3.18 Conexión de cables *49*
Figura 3.19 Pernos de sujeción de protección *50*
Figura 3.20 Pernos que sujetan la tapa de válvulas *51*
Figura 3.21 Manguera de combustible *52*
Figura 3.22 Cuerda de arranque *53*
Figura 3.23 Instalación de cuerda *53*
Figura 3.24 Extractor de embriague *54*
Figura 3.25 Nivel de aceite *55*
Figura 3.26 Perno para drenar el aceite *55*
Figura 3.27 Tapa del motor *57*
Figura 3.28 Extracción de tapa del motor *57*
Figura 3.29 Orden de piezas *57*
Figura 3.30 Punto de las válvulas *58*
Figura 3.31 Anillera *58*
Figura 3.32 Tensión de correas *59*
Figura 3.33 Tuercas de sujeción de gomas absorbentes de choque *60*
Figura 3.34 Tapa del eje excéntrico *60*
Figura 3.35 Perno de nivel de aceite *61*
Figura 3.36 Repuestos desordenados *78*
Figura 3.37 Repuestos ordenados *78*

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Fallas más comunes *16*
Tabla 2.1 Frecuencia de falla *23*
Tabla 2.2 Tabla de criterios *27*
Tabla 2.3 Nombres del despiece *29*
Tabla 2.4 FMECA motor *32*
Tabla 2.5 Tabla factor de criticidad *33*
Tabla 3.1 Mantenimiento antiguo *44*
Tabla 3.2 Planilla de mantenimiento de limpieza inicial *62*
Tabla 3.3 Planilla de mantenimiento de filtro de aire *63*
Tabla 3.4 Planilla de mantenimiento de carburador *64*
Tabla 3.5 Planilla de mantenimiento de sistema de ignición *65*
Tabla 3.6 Planilla de mantenimiento de fugas *66*
Tabla 3.7 Planilla de mantenimiento de impurezas en el estanque *67*
Tabla 3.8 Planilla de mantenimiento de sistema de arranque *68*
Tabla 3.9 Planilla de mantenimiento de embriague *69*
Tabla 3.10 Planilla de mantenimiento de aceite *70*
Tabla 3.11 Planilla de mantenimiento de soltura *71*
Tabla 3.12 Planilla de mantenimiento de correas *72*
Tabla 3.13 Planilla de mantenimiento de eje excéntrico *73*
Tabla 3.14 Pauta de mantenimiento resumida *74*
Tabla 3.15 Disponibilidad antes de la modificación al plan de mantenimiento ... *75*
Tabla 3.16 Disponibilidad con la pauta de mantenimiento modificada *76*
Tabla 3.17 Repuestos mas utilizados *76*
Tabla 3.18 Insumos mas utilizados *77*
Tabla 3.19 Carta Gantt con planificación de tiempo *79*

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 2.1 Diagrama de Pareto de placa compactadora *24*
Gráfico 2.2 Acercamiento diagrama de Pareto *25*

SIGLAS Y SIMBOLOGÍA

A. SIGLAS

FMECA = Failure Mode and Effects and Criticity Analysis

MTTR = Mean Time to Repair

MTTF = Mean Time To Failure

MTBF = Mean Time Between Failure

RPM = Revoluciones por minutos

B. SIMBOLOGÍA

[M] = metros

[hp] = Horse power (Caballos de Fuerza)

[Kg] = Kilogramo

[kN] = kilo Newton

[cm/s] = centímetros por segundo

INTRODUCCIÓN

Las placas compactadoras cumplen la función de compactar o apisonar suelos de diferentes tipos de materiales, con el fin de obtener un suelo más firme y con menor volumen, principalmente con el fin de realizar construcciones, caminos, edificaciones, etc.

La pyme a la que pertenece este equipo se dedica al arriendo de todo tipo de maquinarias para la construcción, pero dentro de todos los equipos, las placas compactadoras son las más afectadas con una baja disponibilidad (64% calculada mediante información otorgada por el dueño de la pyme) debido a su alto uso y el área donde se utilizan (compactación de suelos lo que quiere decir que están sometidas a vibración y levante de polvo).

Esta pyme comenzó en el área de la construcción, pero realizando trabajos, luego al contar con un alto número de equipos comenzó solamente a arrendar equipos, esto comenzó aproximadamente en el año 2016.

Tras un largo periodo de tiempo las placas compactadoras comenzaron a fallar de manera muy repentina, de allí la idea de realizar una mejora a su plan de mantenimiento.

OBJETIVO GENERAL

- Modificar el plan de mantenimiento a placa compactadora mediante acciones preventivas aumentando así su disponibilidad.

OBJETIVO ESPECÍFICO

- Caracterizar las placas compactadoras de acuerdo a información técnica, indicando las fallas más comunes.

- Jerarquizar las fallas más críticas de la placa compactadora de acuerdo a diagrama de Pareto y FMECA señalando las acciones preventivas a utilizar.

- Establecer acciones preventivas sobre la placa compactadora de acuerdo a pautas de mantenimiento evaluando su impacto mediante KPI (aumento de disponibilidad) asociados a la gestión de mantenimiento.

CAPÍTULO 1: CARACTERIZACIÓN DE PLACA COMPACTADORA.

1. CONTEXTO DE LA PYME INVOLUCRADA

1.1. ¿EN QUÉ CONSISTE LA PYME?

Es un taller en el cual se realiza el arriendo de herramientas y equipos, pero nada formal, es decir, una pyme que esta aun comenzando.

La mayoría de las herramientas y equipos de arriendo corresponden al área de la construcción, tales como placas compactadoras, vibro pisones, pulidoras de cemento, cortadoras de cemento, trompos, vibradores de cemento, rodillos compactadores, compresores, generadores, compresor industrial, andamios, alzaprimas, máquinas de soldar, reglas vibradoras, cangos, hidro lavadoras, entre otras.

También se cuenta con equipos de jardinería, como cortadoras de pasto, orilla doras, desmalezadoras, motosierras, pica ramas, entre otras. La mayoría de los equipos se pueden encontrar con motores eléctricos y motores a combustión.

También se cuenta con una gran variedad de herramientas para el mantenimiento de los diferentes equipos y repuestos para estos.

1.1.1. Ubicación geográfica

El taller donde se arrienda y donde se realiza el mantenimiento de los equipos está ubicado en la comuna de Limache, sector los laureles, pasaje san francisco #9, V región.

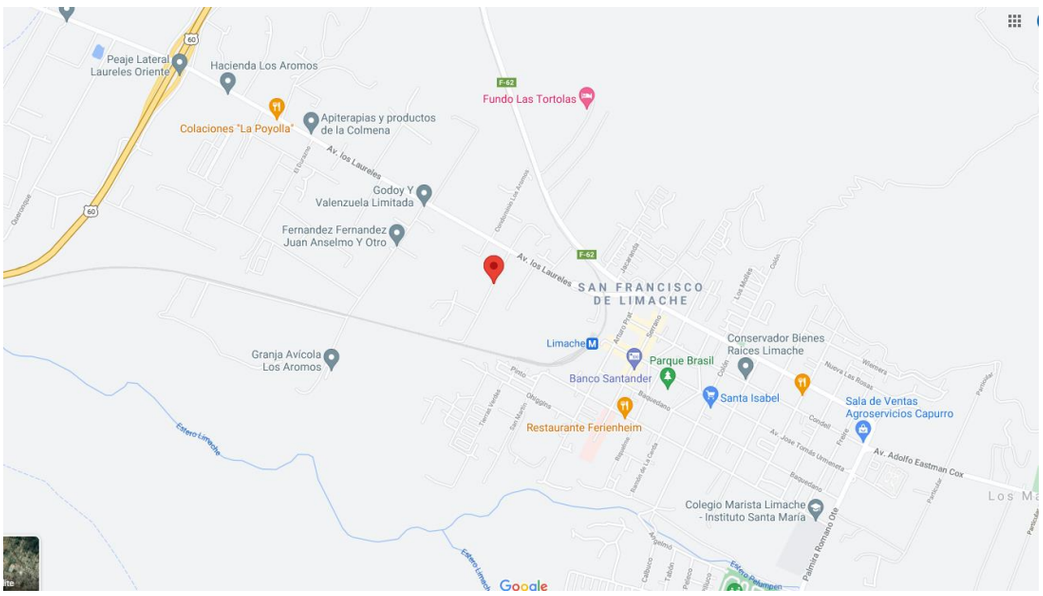


Figura 1.1 Ubicación geográfica de la pyme involucrada

Fuente: Google maps

1.1.2. ¿Cómo comenzó la empresa?

Tras la experiencia del dueño en trabajos de construcción y ya que en este trabajo se familiarizo con todo tipo de herramientas de construcción, el dueño se decidió a crear una pyme, en la cual se comenzó a arrendar herramientas y equipos para la construcción.

A medida que paso el tiempo fue aumentando la demanda de nuevos equipos que necesitaban los clientes, por lo cual la pyme se vio en la obligación de ir adquiriendo un inventario más grande de equipos y herramientas. Al adquirir más equipos, estos deben mantenerse funcionando en perfectas condiciones para trabajar y no fallar mientras el cliente las está utilizando, así surge la necesidad de comprar repuestos y herramientas para el mantenimiento.

1.2. FUNCIONAMIENTO DE LA PYME

Para el mantenimiento de los equipos de la pyme, el método empleado corresponde al mantenimiento correctivo del equipo y se realiza cada vez que el equipo vuelve, se ejecutan pruebas operacionales, si existe algún elemento que está fallando o que puede fallar, es remplazado.

Para el caso de los equipos que cuentan con motores de combustión, si estos llegasen a fallar y la falla tomara mucho tiempo en reparar, se saca el motor y se remplaza por uno nuevo, el motor retirado se deja con una etiqueta para más adelante cuando no existan tareas más importantes que realizar, el motor se revisa, si la falla no se puede corregir, el motor queda como repuesto, de lo contrario este pasa a su mantención correctiva y una vez listo, se le realizan pruebas operacionales y se guarda para cuando se necesite un motor nuevamente.

1.2.1. Inventario de los equipos

Para el uso de placas, se cuenta con 15 placas pequeñas enumeradas del 1 al 15 (*figura 1.2*) y 3 placas grande que cuentan con marcha hacia adelante y reversa (enumeradas del 16 al 19), las cuales se utilizan cuando el trabajo a realizar es más grande, cuando el trabajo es poco se utiliza una de las 15 placas pequeñas.

La entrega de las placas va en orden numérico, por lo tanto, primero se entrega la numero 1, luego si otro cliente llega y necesita una placa se utiliza la numero 2, cuando una de estas dos placas vuelve se realiza su mantención preventiva correspondiente y se guarda, si se necesita otra placa se sigue con la 3 y así sucesivamente, hasta llegar a la numero 15 para recién volver a utilizar la numero 1, de esta manera las placas se van rotando y no se utiliza siempre la misma.

Figura 1.2 Placas organizadas

Fuente: Foto de autor

1.3. PLACAS COMPACTADORAS

El equipo elegido para la mantención es una placa compactadora, como su nombre lo dice, su función es compactar el piso, comúnmente para la construcción de edificaciones se compacta la primera parte de relleno que se aplica llamada radiar, la cual si no se compactara quedaría una base más débil, al compactarlo el material queda más sólido y parejo. También se utiliza para caminos (*figura 1.3*), quinchos o cualquier base que necesite ser apisonada.

Figura 1.3 Placa compactadora en funcionamiento en terreno

Fuente: Internet (Google fotos)

1.3.1. Partes de la placa compactadora

Básicamente sus partes se pueden separar en el motor, eje excéntrico y su carcasa, la plancha de la parte inferior y la estructura.

El motor se une a la estructura mediante pernos, la estructura se une a la plancha de abajo por gomas absorbentes de choque (*figura 1.4*) que absorben las vibraciones, las cuales también se utilizan para fijar la manilla donde el operador sujeta el equipo, la placa inferior se une a la carcasa del eje excéntrico mediante pernos hexagonales, la transmisión de movimiento del motor al eje excéntrico es mediante poleas trapezoidales y el marco de protección se une a la base del motor mediante pernos.

Figura 1.4 Parte inferior de placa compactadora

Fuente: Foto de Autor

Figura 1.5 Placa compactadora C120

Fuente: Foto de Autor

Según el modelo de la placa pueden ir cambiando el diseño de su estructura, la base y del eje excéntrico, pero las partes anteriores mencionadas comúnmente se encuentran, su funcionamiento también es el mismo para los diferentes modelos de placas compactadoras.

1.3.2. Principio de funcionamiento

El funcionamiento es sencillo, se tiene una placa de acero pesado que tiene unido un eje excéntrico, el cual gira gracias a la energía que proporciona el motor a combustión interna.

El motor hace girar al eje excéntrico por poleas ya que así se disminuyen las vibraciones hacia la estructura, cuando el eje excéntrico gira, vibra, el eje excéntrico al girar genera fuerzas hacia adelante arriba y abajo (*figura 1.6*) y mediante la plancha de abajo las vibraciones pone en movimiento a las partículas del suelo, fracturándolo y provocando una reordenación con la que se obtiene una gran densidad, al mismo tiempo obteniendo un suelo más firme. Este principio de funcionamiento se repite para la mayoría de las placas compactadoras.

Figura 1.6 Eje excéntrico

Fuente: Google fotos

Figura 1.7 Fuerzas del eje excéntrico

Fuente: Foto de Autor

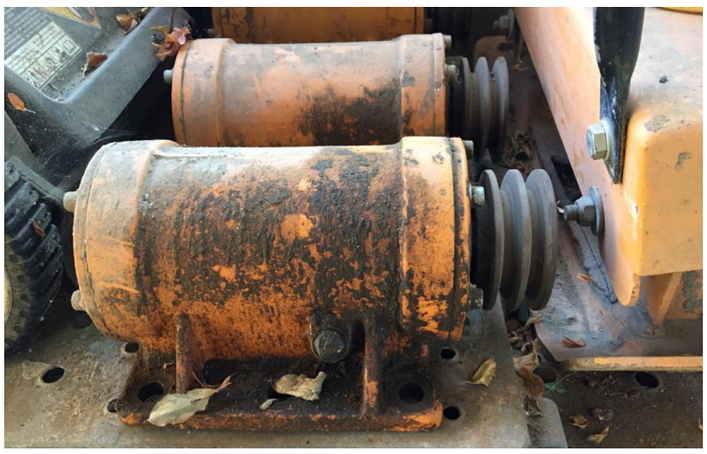


Figura 1.8 Caja excéntrica

Fuente: Foto de Autor

1.3.3. Modelos de placas

Como en todo equipo se cuenta con diferentes modelos en la pyme, dentro del inventario se encuentran los siguientes modelos de placa: la placa VP 2050 que pesa aproximadamente 90 kg. y de trabajo 2000 kg. dinámicos (*figura 1.9*), modelo C120 que pesa aproximadamente 95 kg. y de trabajo dinámico 20 kN. (2039 Kg) (*figura1.10*), modelo C160 que pesa 170 kg. y de trabajo dinámico 30 kN. (3059 Kg) *(figura 1.11)* y el modelo C330 que pesa 235 Kg con un trabajo dinámico de 3874 Kg, siendo esta ultima la única que utiliza como combustible el petróleo (*figura1.12*).

Las últimas dos placas (*figura 1.12 y 1.11*) se utilizan menos que los modelos más pequeños, ya que, estas son más grandes y se utilizan solamente para trabajos más específicos de construcciones de más de dos pisos o que requieran una mayor compactación del suelo.

Figura 1.9 Placa VP 2050

Fuente: Foto de Autor

Figura 1.10 Placa modelo C120

Fuente: Foto de Autor

Figura 1.11 Placa modelo c160

Fuente: Foto de Autor

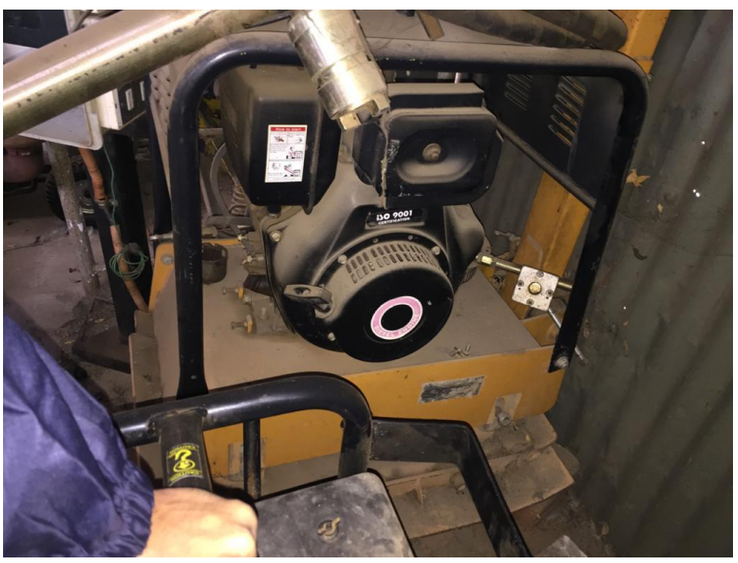


Figura 1.12 Placa C330

Fuente: Foto de Autor

1.4. PLACA SELECCIONADA

La placa compactadora seleccionada para el plan de mantenimiento fue el modelo C120 (*figura 1.13*), esta placa fue seleccionada ya que, si bien las placas siempre van rotando, muchas veces el cliente elije el equipo y utilizan este modelo, es la más arrendada, porque es más practica la movilidad del equipo, también su tamaño es intermedio y su fuerza para compactar es mayor, por lo tanto, este equipo tiene más uso respecto a los otros modelos, tiene mayor número de fallas por lo tanto tiene mayor tiempo detenida y es la placa con menos disponibilidad (64%).

Figura 1.13 Placa C120

Fuente: Foto de Autor

1.4.1. Características técnicas

Dentro de los datos técnicos importantes se tiene el peso (peso del equipo completo) y la fuerza centrífuga (se entiende por esto la fuerza que produce el eje excéntrico hacia el piso al momento de estar girando) ya que mientras mayor sea el número de estos datos, mayor será la carga al momento de compactar, la potencia se refiere a los hp del motor y si el motor tiene más hp el equipo tiene mejor rendimiento ya que el motor proporciona más fuerza al eje excéntrico, se entiende por velocidad de avance a la rapidez con la que el equipo avanza,

Esta placa cuenta con un peso de 95 kg., tiene una potencia entre 5 y 6 HP, avanza a una velocidad de 25 cm/s, tiene una fuerza centrífuga de 20 kN. (2039 Kg).

1.4.2. Desmontaje

Para un desmontaje de las partes principales se tiene primero el motor, para desmontar el motor se deben sacar los 4 pernos que van en la base del motor y se deben retirar las correas, luego se tiene el marco de protección para el cual se sueltan los 4 pernos que están en la punta del marco de protección.

Una vez retirado el motor y la protección se sueltan las tuercas que afirman la base del motor con la base de la placa y últimamente queda la caja del eje excéntrico la cual debe sacarse con una extensión larga ya que los pernos que la afirman están con traba pernos y una vez que se vuelvan a colocar se deben limpiar los pernos y colocar traba pernos nuevamente (*figura 1.14*).

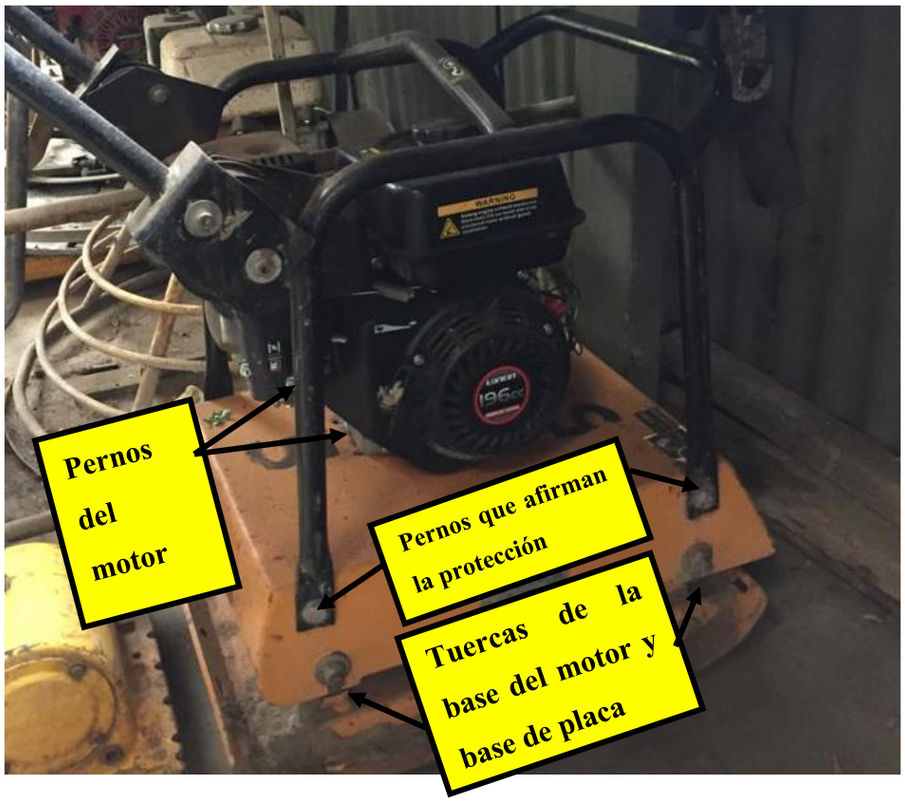


Figura 1.14 Pernos de desmontaje

Fuente: Foto de Autor

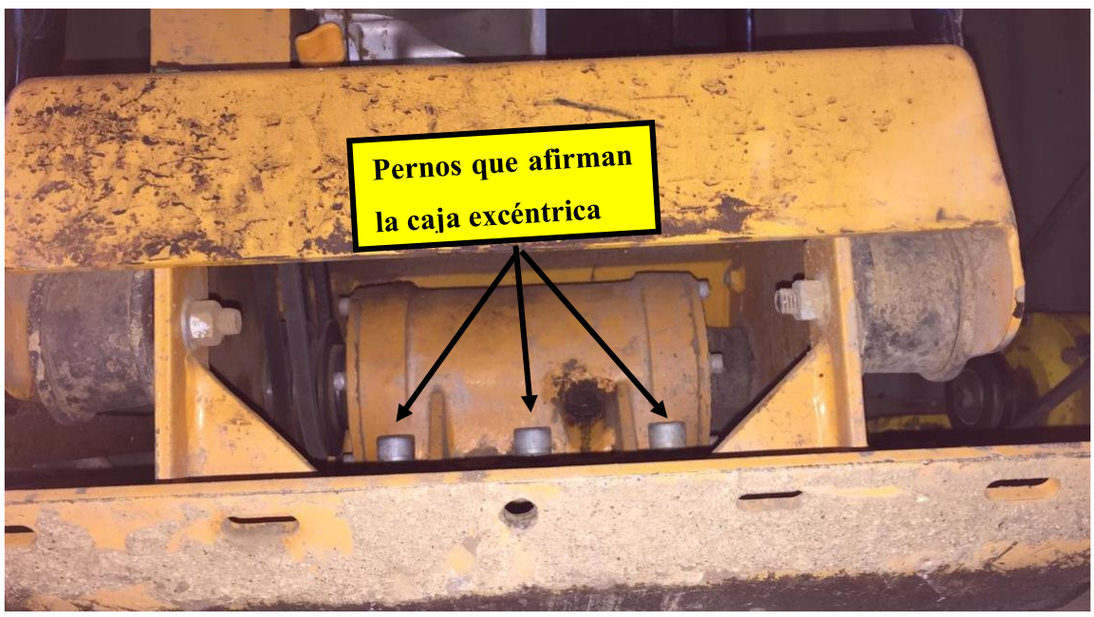


Figura 1.15 Pernos de desmontaje

Fuente: Foto de Autor

1.5. FALLAS MÁS COMUNES

Tabla 1.1 Fallas más comunes

Modo de falla	Posibles causas	Efectos
Carburador tapado o sucio	Estanque de combustible sucio Filtro de aire saturado Empaquetadura gastada o rota	Motor no arranca Bajas rpm en el motor Motor se detiene solo Suciedad en la cámara de combustión Bujía con hollín Desgastes de anillos del pistón
Sistema de arranque defectuoso	Mala operación al encender el motor	Cuerda gastada Cuerda rota Manilla rota
Poca fuerza de compactación	Correas gastadas o sueltas Fallas en sistema de admisión	El motor trabaja a bajas rpm Poca fuerza al compactar
Vibración o ruido	Soltura mecánica	Ruidos anormales
Interruptor defectuoso	Mala operación Golpes	Motor no arranca Motor no se detiene

Fuente: tabla realizada por el autor

Figura 1.16 Filtro de aire sucio

Fuente: Foto de Autor

Figura 1.17 Carburador tapado

Fuente: Foto de Autor

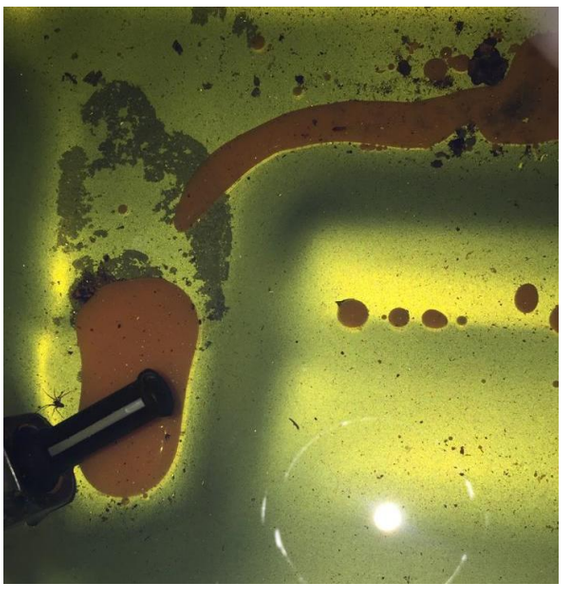


Figura 1.18 Estanque con oxido

Fuente: Foto de Autor

Figura 1.19 Bujía sucia

Fuente: Foto de Autor

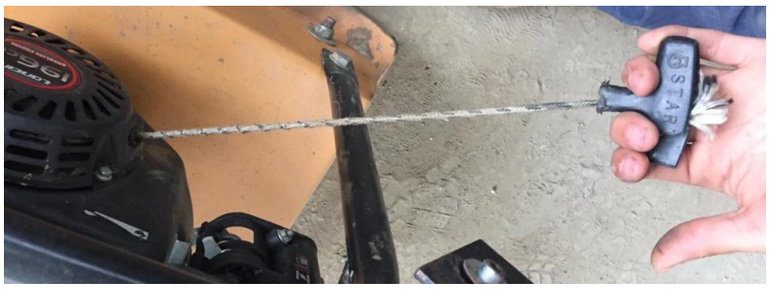


Figura 1.20 Cuerda gastada

Fuente: Foto de Autor

Figura 1.21 Manilla rota

Fuente: Foto de Autor

Figura 1.22 Correa gastada

Fuente: Foto de Autor

CAPÍTULO 2: JERARQUIZAR LAS FALLAS MÁS CRÍTICAS DE LA PLACA COMPACTADORA.

2. INTRODUCCION A DIAGRAMA DE PARETO

Diagrama de Pareto o y conocido también como distribución ABC, gráfico de Pareto o curva 80-20 (figura 2.1), esta herramienta nos permite separar los problemas más relevantes de aquellos que no tienen importancia, mediante la aplicación del principio 80-20 o principio de Pareto.

En el caso de los eventos de fallas en activos físicos, el principio se lee de la siguiente forma: “Existe el veinte por ciento de los equipos que provoca el ochenta por ciento del tiempo total de detenciones producto de eventos de falla”.

Gracias al diagrama de Pareto podemos obtener valiosa información para establecer correctas estrategias de mantenimiento y planes de acción enfocados, aumentando de esta forma la confiabilidad y disponibilidad al menor costo posible.

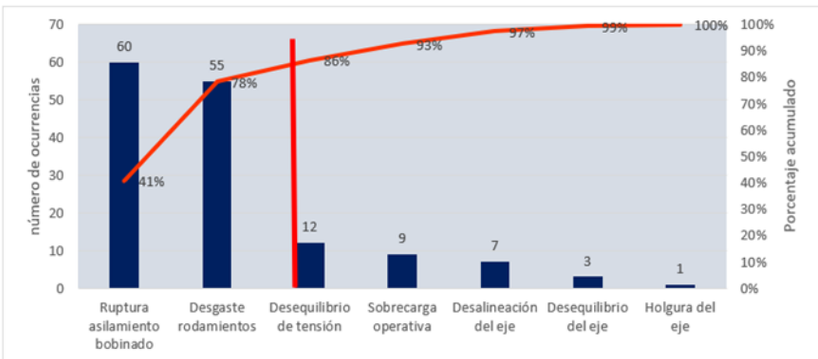


Figura 2.1 Ejemplo de diagrama de Pareto

Fuente: internet (Google fotos)

2.1. LAS CARACTERÍSTICAS MÁS IMPORTANTES DEL DIAGRAMA DE PARETO SON:

- Es una técnica de cálculos simples.
- Analiza las características de un grupo y reconoce los puntos más importantes dentro de él para darles prioridad.
- Observa los elementos y enfoca los esfuerzos hacia un solo objetivo.
- Permite tomar decisiones objetivas que se basen en los datos y no en opiniones.
- Analiza los elementos y la frecuencia con la que sucede cada uno de los datos.

La aplicación del diagrama de Pareto se centra principalmente en el sector industrial. Se usa, por ejemplo, en los departamentos de calidad, procesos y, por su puesto, en los de mantenimiento, ya que facilita el estudio de las fallas y averías y ayuda a establecer un orden a la hora de decidir sobre cuáles hay que intervenir de forma prioritaria.

Para la realización del grafico toma en cuenta:

- Causas: consiste en un gráfico de barras donde en el eje ‘X’ se colocan las causas y en el eje ‘Y’ izquierdo el número de ocurrencias.
- Frecuencia acumulada: consiste en una curva acumulada sobre el gráfico de barras donde en el eje Y derecho colocamos el acumulado de 0% a 100%.
- División: se traza una recta vertical que separa a la izquierda el 80% acumulado o el más cercano a éste.

2.1.1. Tabla de frecuencia

En la siguiente tabla (tabla 2.1) se muestra la frecuencia con la que ocurre cada falla dentro de un año y el tiempo que demora la reparación de cada modo de falla esta información se obtuvo mediante datos entregados por la pyme y un factor que viene de la multiplicación de la frecuencia por el tiempo que se demora en reparar.

Estos datos son de suma importancia ya que con ellos se realizará el diagrama de Pareto para luego encontrar cuales son los componentes donde ocurre el mayor porcentaje de fallas.

Tabla 2.1 Frecuencia de falla

Modos de falla	Frecuencia en 1 año	Tiempo reparacion (minutos)	Factor frecuencia x tiempo
Filtro sucio	50	10	500
Soltura	24	15	360
Carburador tapado	12	20	240
Cuerda desgastada	20	10	200
Bujía sucia	24	8	192
Acumulación de barro en carburador	12	15	180
Suciedad en cámara de combustión	6	25	150
Suciedad en el estanque de combustible	9	15	135
Interruptor defectuoso	15	8	120
Manilla rota	12	8	96
Ruptura de protección	5	18	90
Anillos desgastados	1	80	80
Embrague desgastado	5	15	75
Ruptura de eje	1	60	60
Rodamientos gastados	1	50	50
Desgaste excesivo	2	20	40
Sobrecalentamiento	2	20	40
Correas desgastadas	7	5	35
Válvulas rotas	1	30	30
Gomas absorbentes desgastadas	1	30	30
Sensor aceite malo	1	30	30
Sistema roto	4	5	20
Resortes desgastados	2	10	20
Mala regulación del carburador	2	10	20
Cables desconectados	6	3	18
Desgaste de protección	3	5	15
Bobina suelta	1	15	15
Retenes desgastados	1	15	15
Filtro tapado	1	10	10
Mangueras rotas	1	10	10
Ruptura tapa	3	2	6
Mal nivel de aceite	1	5	5
Tapa suelta	2	2	4
Rodamientos desgastados	0	60	0
Ruptura de base	0	70	0

Fuente: tabla realizada por el autor

2.1.2. Diagrama pareto de placa compactadora

A continuación, se presenta el diagrama de Pareto de la placa compactadora (grafico 2.1) basados en el factor (frecuencia por tiempo de falla) el cual nos muestra el 80% de fallas que tienen mayor frecuencia anualmente.

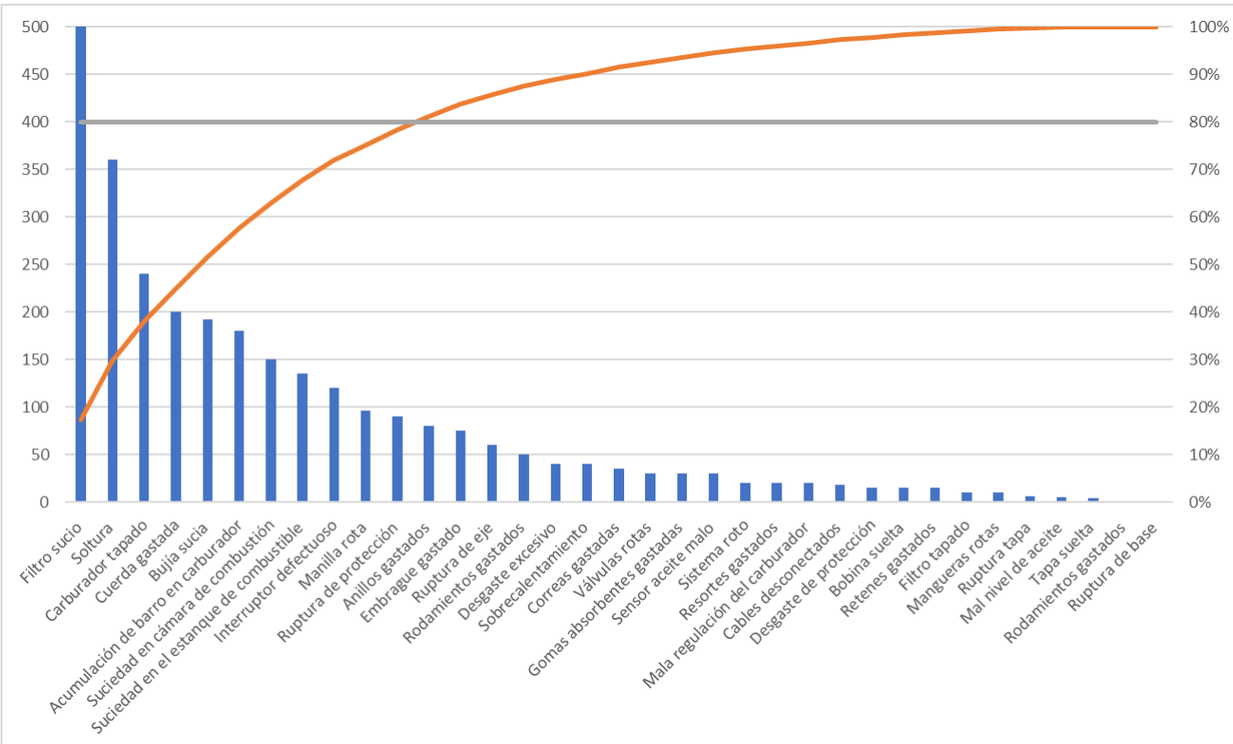


Gráfico 2.1 Diagrama de Pareto de placa compactadora

Fuente: Grafico realizado por el autor

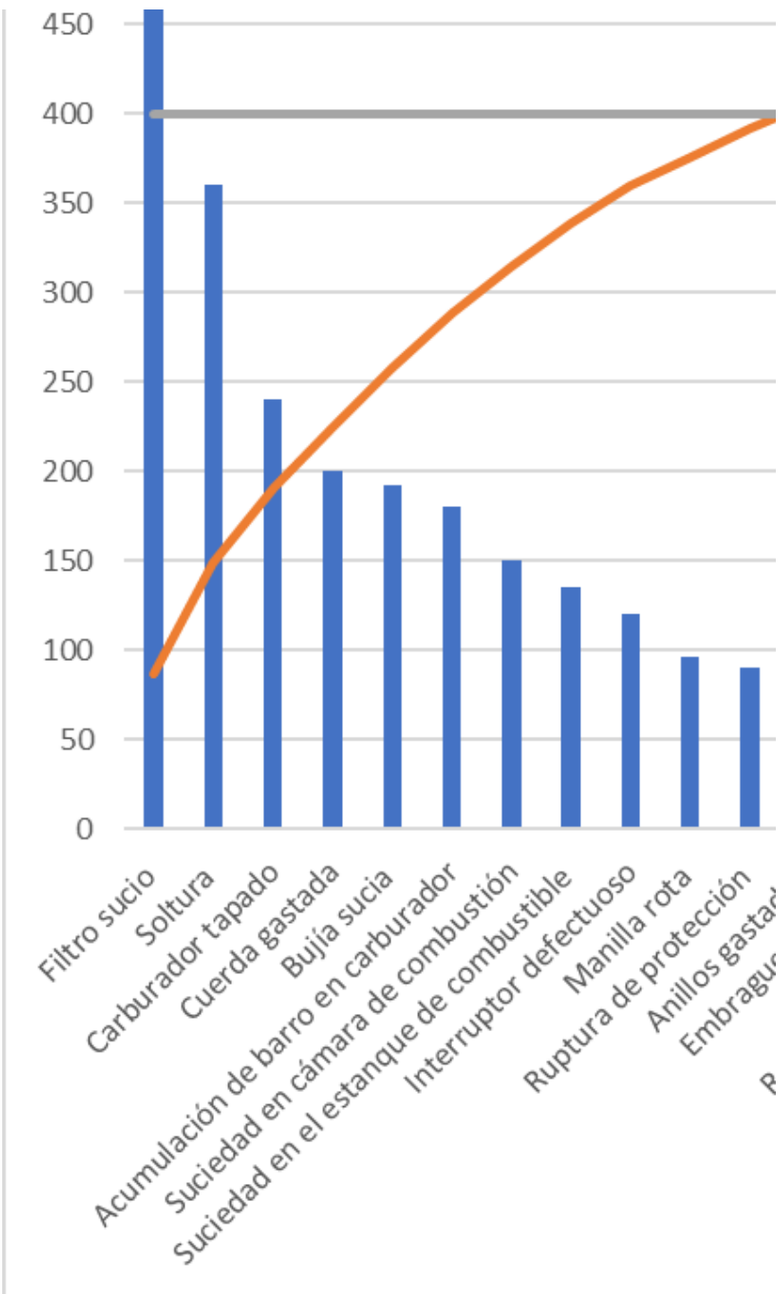


Gráfico 2.2 Acercamiento diagrama de Pareto

Fuente: Grafico realizado por el autor

El diagrama de pareto muestra que dentro del 80% tenemos: Filtro sucio, soltura mecanica, carburador tapado, cuerda gastada, bujia sucia, acumulacion de barro en el carburador, suciedad en la camara de combustion, suciedad en el estanque de combustible, interruptor defectuoso, manilla rota, ruptura de proteccion y dentro de estas fallas se ven involucrados los siguientes componentes: carburador, filtro de aire, estanque de combustible, bujia, sistema de arranque, interruptor on/off y proteccion del motor, por lo tanto estas seran los componentes que se les realizara el fmeca para determiar la severidad de cada una de estos.

2.2. INTRODUCCION FMECA

Es un procedimiento de análisis de fallos potenciales en un sistema de clasificación determinado por la gravedad o por el efecto de los fallos en el sistema. Es utilizado habitualmente por empresas manufactureras en varias fases del ciclo de vida del producto, y recientemente se está utilizando también en la industria de servicios.

Las causas de los fallos pueden ser cualquier error o defecto en los procesos o diseño, especialmente aquellos que afectan a los consumidores, y pueden ser potenciales o reales. El término análisis de efectos hace referencia al estudio de las consecuencias de esos fallos.

Sus usos más comunes serian: desarrollo de un sistema que minimice la posibilidad de fallos, desarrollo de métodos de diseño y sistemas de prueba para asegurar que se eliminan los fallos, evaluación de los requisitos del consumidor para asegurar que estos no causan fallos potenciales, identificación de elementos de diseño que causan fallos y minimización o eliminación de esos efectos, seguimiento y gestión de riesgos potenciales en el diseño, evitando cometer los mismos errores en proyectos futuros, asegurar que cualquier fallo que pueda ocurrir no cause daño al consumidor o tenga un impacto grave en el sistema.

Con esto también podemos llegar que las mayores ventajas al ocupar este tipo de análisis serían las siguientes:

- Mejora de la calidad, fiabilidad y seguridad de un producto o proceso.
- Mejorar la imagen y competitividad de la organización.
- Aumentar la satisfacción del usuario.
- Reducir el tiempo y coste de desarrollo del sistema.
- Recopilación de información para reducir fallos futuros y capturar conocimiento de ingeniería.
- Reducción de problemas posibles con las garantías.
- Identificación y eliminación temprana de problemas potenciales.
- Énfasis en la prevención de problemas.

- Minimización de los cambios a última hora y sus costes asociados.
- Catalizador del trabajo en equipo y el intercambio de ideas entre departamentos.

Uno de los puntos más importantes y que tomaremos en cuenta al realizar este análisis FMECA serán:

Análisis funcional: Es necesario para la evaluación correcta de los modos de falla, debido a que es imprescindible saber e identificar aquellas funciones esperadas por los activos.

Identificación de los modos de falla: Reconociendo que una falla es acción o circunstancia en la que un activo pierde sus capacidades de operar de forma correcta, la identificación de modos de falla es la investigación de cómo estas fallas han de ocurrir o han ocurrido con anterioridad.

Severidad: Es un rango numérico que va desde el 1 al 10, otorgado a una falla, el cual califica la gravedad que tiene ésta en el sistema, o activo. A continuación, se muestra el criterio que se utilizara para determinar la severidad en cada falla (tabla 2.2).

Tabla 2.2 Tabla de criterios

Efecto	Rango	Criterio
Ninguno	1	sin efecto.
muy de menor importancia	2	Defecto menor en el activo que no imposibilita su función ni crea mayores dificultades para el operador.
De menor importancia	3	Defecto menor en el activo que no dificulta su funcionamiento, un operador exigente comienza a sentir los síntomas.
Muy bajo	4	Defecto medio en el activo que no dificulta su funcionamiento, un operador exigente lo detecta de inmediato.
Bajo	5	falla no susceptible por el operador y que dificulta no significativamante el funcionamiento del equipo.
Moderado	6	falla no susceptible por el operador y que puede perjudicar considerablemnete el funcionamiento del equipo.
Alto	7	falla altamante susceptible por el operador y no perjudica el funcionamiento del equipo.
Muy alto	8	falla altamante susceptible por el operador y que puede perjudicar el funcionamiento del equipo.
Peligroso con aviso	9	Falla total que puede ocasionar grandes costos de reparación.
Peligroso sin aviso	10	Ocurrencia con alarma, puede causar graves daños al operador, o pérdida total del activo.

Fuente: Tabla realizada por el autor (datos obtenidos de internet)

2.3. DESPIECE DE PLACA COMPACTADORA

En las siguientes imagenes se muestra el despiece de la placa compactadora (figura 2.2) donde se muestra la parte inferior que es una placa de acero, la cual lleva unida la caja de eje excentrico (figura 2.3) , mediante gomas absorbentes de choque se une la parte inferior con la parte superior, con el fin de que estas gomas disminuyan las vibraciones.

El motor va junto a la parte superiro de la placa mediante pernos el cual lleva un eje excentrico que permite que cuando el motor este a bajas revoluciones quede con menos carga, este embriague transmite el movimiento hacia el eje excentrico a traves de 2 correas y finalmente se tiene la estructura metalica que proteje el motor.

La caja del eje excentrico lleva dos rodaientos de bola que descansan el eje excentrico el cual lleva una polea que le permite recibir la transmision del motor.

Este despiece nos ayuda a entender donde se ubica cada componente y asi familiarisarce mas con el equipo.

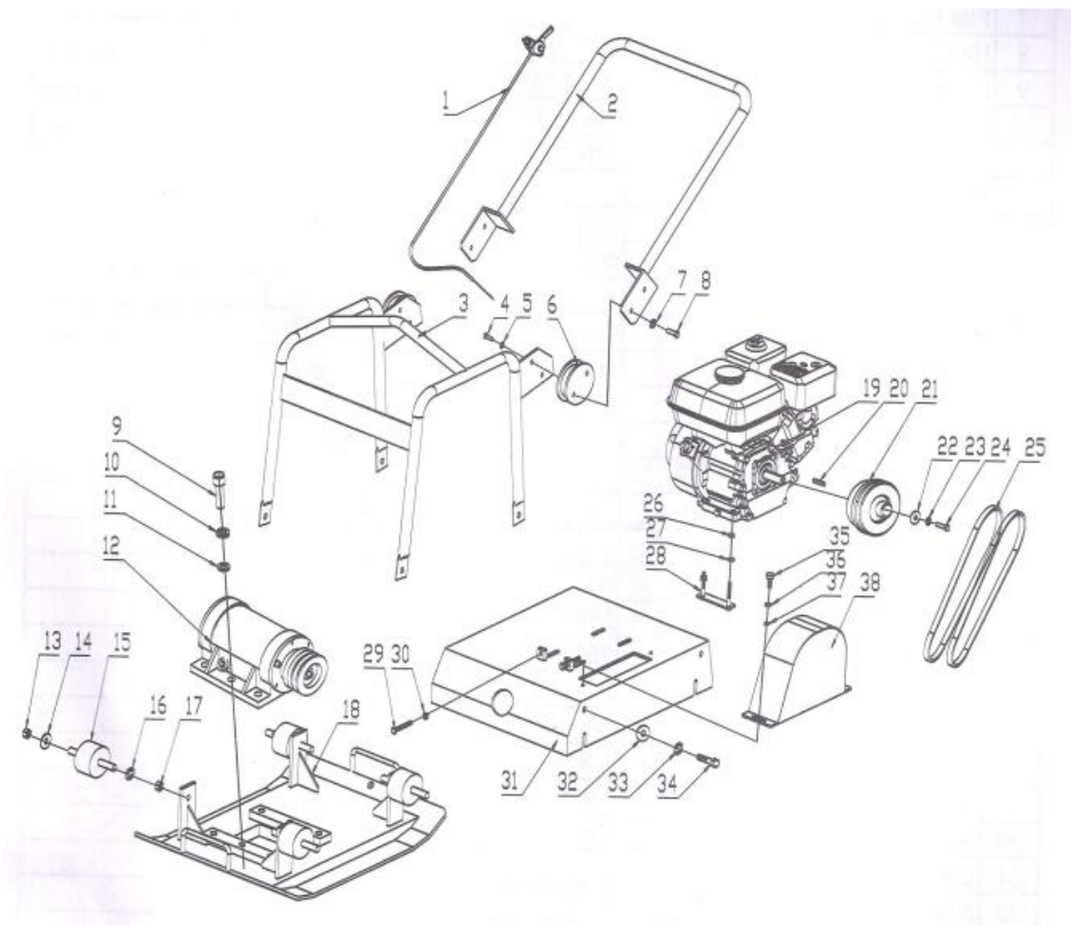


Figura 2.2 Despiece de placa compactadora

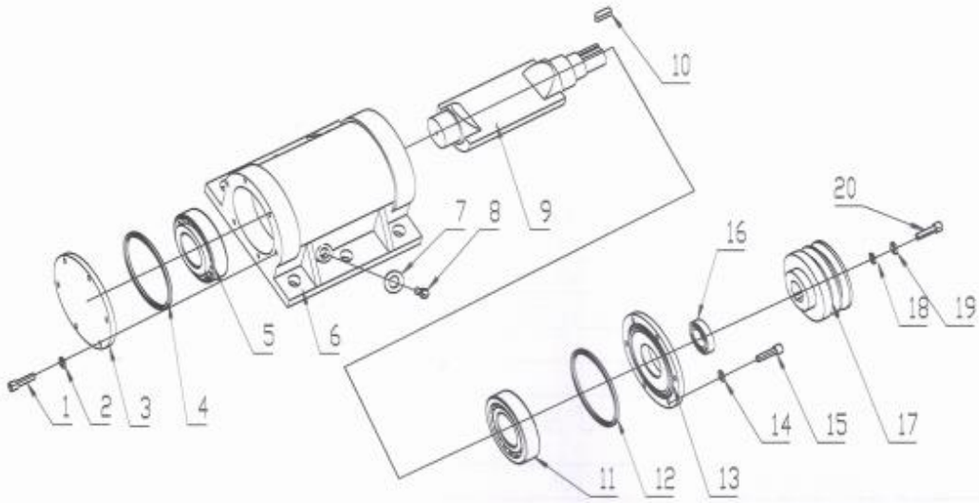
Fuente: Manual del fabricante

Tabla 2.3 Nombres del despiece

C120

No.	Name	Spc.	Q'tty	Note
1	0.9 throttle lever		1pcs	
2	Handle		1pcs	
3	Protection frame		1pcs	
4	Hexagon socket screw	M8*20	4pcs	8.8 grade
5	Flat washer	φ8	4pcs	
6	Handle shock absober		2pcs	
7	Flat washer	φ8	4pcs	
8	Hexagon head screw	M8*20	4pcs	8.8 grade
9	Hexagon socket screw	M16*40	6pcs	12.9 grade
10	Spring washer	φ16	6pcs	
11	Flat washer	φ16	6pcs	
12	Bearing for casting cyliner		1 set	
13	Fasten nut	Φ12	4pcs	
14	Flat washer	Φ12	4pcs	
15	Base board shock absober		4pcs	
16	Flat washer	Φ12	4pcs	
17	Normal nut	Φ12	4pcs	
18	Base board		1pcs	
19	Engine		1 set	
20	Flat key		1pcs	
21	Double slots clutch assembly		1 set	
22	Taper washer		1pcs	
23	Spring washer	φ8	1pcs	
24	Hexagon socket screw	M8*25	1pcs	8.8 grade
25	Belt	762A	2pcs	
26	Engine link bolt		2 sets	8.8 grade
27	Flat washer	Φ8	4pcs	
28	Fasten bolt	Φ8	4pcs	
29	Hexagon head screw	M8*40	2pcs	8.8 grade
30	Normal nut	Φ8	2pcs	
31	Cover board		1pcs	
32	Normal nut	Φ12	4pcs	
33	Flat washer	Φ12	4pcs	
34	Hexagon head screw	M12*35	4pcs	
35	Hexagon head screw	M8*25	2pcs	8.8 grade
36	Flat washer	φ8	2pcs	
37	Normal nut	φ8	2pcs	
38	Belt cover		1pcs	
39				
40				

Fuente: Manual del fabricante



C80 Exciter

No.	Name	Specification	Quantity	Note
1	Hexagon socket screw	M8*20	4pcs	8.8 grade
2	Flat washer	Φ8	4pcs	
3	Stuffy cover		1pcs	
4	O-ring	110*3.1	1pcs	
5	Bearing	6309	1pcs	
6	Casting iron cylinder		1pcs	
7	Copper washer	φ14	1pcs	
8	Flange bolt for oil plug	M14*1.5	1pcs	8.8 grade
9	Eccentricity shaft		1pcs	
10	Flat key	8*30	1pcs	
11	Bearing	6309	1pcs	
12	O-ring	110*3.1	1pcs	
13	Through cover		1pcs	
14	Flat washer	Φ8	4pcs	
15	Hexagon socket screw	M8*20	4pcs	8.8 grade
16	Oil seal	35*52*7	1pcs	
17	Belt disc		1pcs	
18	Flat washer	φ8	1pcs	
19	Spring washer	φ8	1pcs	
20	Socket bolt for belt disc fixing	M8*25	1pcs	8.8 grade

Figura 2.3 Despiece eje excéntrico

Fuente: Manual del fabricante

2.4. MOTOR

La placa compactadora modelo C120 cuenta con un motor de combustión interna de 4 tiempos (figura 2.4), esto quiere decir que tiene un funcionamiento similar al de un automóvil, pero con la diferencia que este posee solo un pistón, los 4 tiempos se definen en admisión, compresión, expansión y escape. Este motor mediante un embrague centrifugo y poleas transmiten el giro hacia el eje excéntrico el cual realiza el funcionamiento de la placa. Sus principales componentes se muestran en la figura siguiente.

Este despiece nos ayuda a entender donde se ubica cada componente y así familiarizarse más con el equipo.

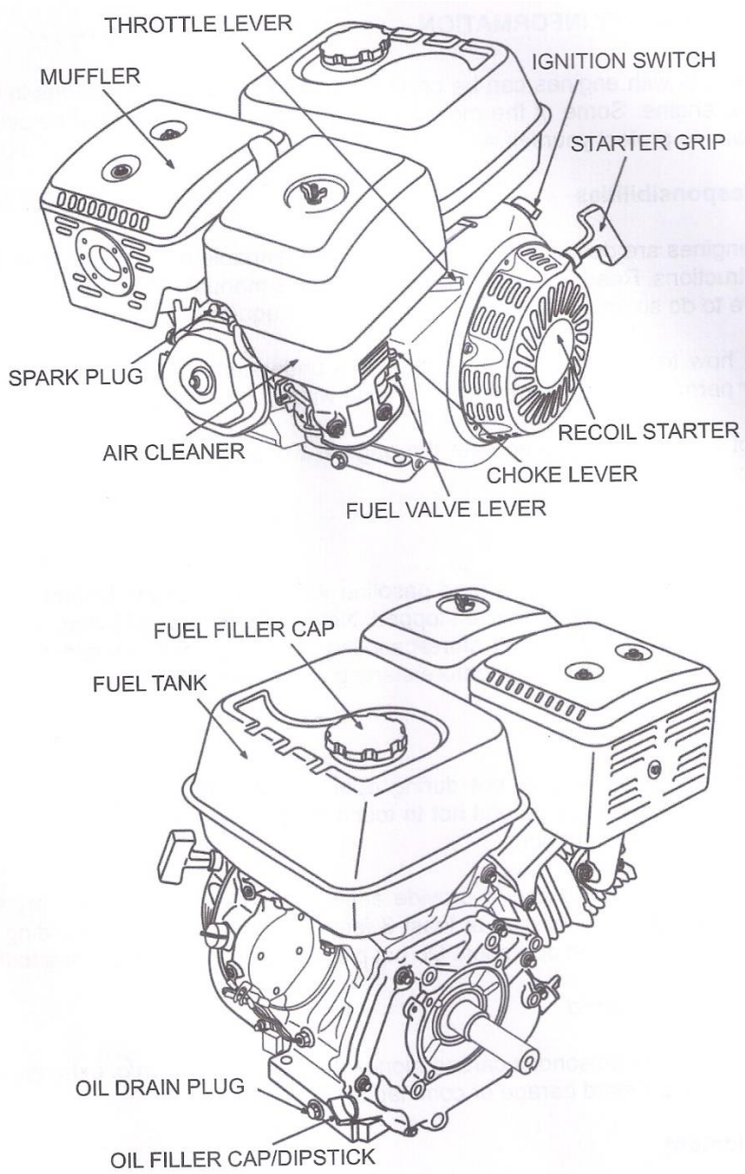


Figura 2.4 Partes del motor

Fuente: Manual del fabricante

2.4.1. FMECA motor

Tabla 2.4 FMECA motor

Modos de falla	Observaciones	Efecto de falla	Causas Potenciales	Acción recomendada	Severidad	Componenete involucrado
Soltura mecánica	Sin observasiones	Ruidos anormales o golpeteos	Alguna pieza suelta en el motor	Inspeccionar buscando la pieza suelta	8	Pernos estructurales
Sistema de arranque malo	Motor en buenas condiciones	No se puede poner en funcionamiento el motor	Cuerda rota o gastada	Remplazar cuerda	7	Sistema de arranque
			Manilla rota	Remplazar manilla		Sistema de arranque
			Resorte interno gastado	Revisar y reemplazar todo el conjunto si es necesario		Sistema de arranque
Interruptor defectuoso	Motor en buenas condiciones	Motor no se detiene o no arranca	Cables desconectados	Inspección de los cables	7	Interruptor on/off
			Interruptor de on/off malo	Cambio de interruptor		Interruptor on/off
Bujía en mal estado	Cilindro y valculas funcionando correctamante, alimentación de combustible adecuada, chíspa de la bobina	Motor no arranca	Exceso de carboncillo en la bujía (impurezas en la cámara de combustión)	Limpiar	6	Bujía
			Electrodos aislados o gastados	Cambiar bujía		Bujía
No hay chíspa de la bobina	Bujía en buen estado	Motor no arranca	Bajo nivel de aceite	Rellenar	6	Bujía
			Cable de la bujía cortado	Cambiar		Bujía
Alimentacion de combustible bloqueada	Cílindro y válvulas funcionando correctamente, bujía en buen estado	Motor no arranca, trabaja solo a bajas rpm, se detiene	Llave de combustible tapada	Limpiar, soplar con aire	6	Carburador
			Inyector tapado, válvula de aguja tapada	Abrir carburador, limpiar y soplar con aire		Carburador
			Flotador dañado	Cambiar		Carburador
Mal funcionamiento del carburador	Cílindro y válvulas funcionando correctamente, bujía en buen estado, carburador funcionando correctamente	Motor no arranca o se detuvo	Combustible inadecuado o gasolina con impurezas	Drenar todo el combustible y rellenar	5	Estanque de combustible
			Filtro de aire saturado con polvo	Limpiar y soplar		Filtro de aire
			Cámara de combustión con exceso de combustible o suciedad	Limpiar cámara de combustión y bujía		Cámara de combustión
Ruptura de la protección del motor	Motor en buenas condiciones	Ruidos anormales	Reiterados golpes cuando esta en funcionamiento	Soldar	5	Marco de protección

Fuente: Tabla creada por el autor

2.4.2. Factor de criticidad

Este factor se obtuvo mediante la multiplicación de la frecuencia por la severidad, datos los cuales están anteriormente mencionados (tabla 2.4).

Este factor nos servirá para identificar cuáles son los componentes más críticos, y establecer las acciones preventivas a utilizar (tabla 2.5).

Tabla 2.5 Tabla factor de criticidad

Componente	Factor FxT	Severidad	factor de criticidad= Frecuencia x Severidad
pernos estructurales (soltura)	360	8	2880
Carburador	420	6	2520
Filtro de aire	500	5	2500
Sistema de arranque	296	7	2072
Bujía	342	6	2052
Interruptor on/off	120	7	840
Estanque de combustible	135	5	675
Marco de protección	90	5	450
Cámara de combustion	6	5	30

Fuente: Tabla creada por el autor

Para este caso nos centraremos en los componentes que tengan el factor mayor a 2000, en este caso serian: Pernos estructurales (soltura), carburador, filtro de aire, sistema de arranque y bujía.

2.5. ACCIONES PREVENTIVAS

2.5.1. Pernos estructurales (soltura)

Inspecciones y reaprietes rutinarios de los pernos.

Realizar inspecciones nos sirve para ver el estado de los pernos estructurales y reapretar en el caso de que estos estén sueltos para así evitar que por estar sueltos se pueda soltar algún componente y este afecte el funcionamiento del equipo o este pueda causar ruidos anormales.

2.5.2. Carburador

Limpiezas rutinarias del filtro de aire e inspecciones rutinarias al combustible, para evitar que el carburador se tape, ya que las suciedades que tapan el carburador provienen del filtro de aire y del estanque de combustible.

Gracias a esto se previene que el carburador se vea afectado en su funcionamiento.

2.5.3. Filtro de aire

Limpiezas rutinarias, Instruir al operador sobre las condiciones de uso que debe tener el suelo, ya que un correcto funcionamiento evitaría posibles fallas en el carburador y que entren impurezas del ambiente.

2.5.4. Sistema de arranque

Inspecciones rutinarias de la cuerda y manilla, lubricación rutinaria del sistema interno.

El sistema de arranque es la pieza fundamental para poner en funcionamiento el equipo y si esta falla el equipo no arranca, es por esto por lo que se debe mantener siempre en condiciones óptimas.

2.5.5. Bujía

Mantener el filtro de aire en buenas condiciones y usar combustible adecuado, para lograr que se realice una combustión optima y sin impurezas, ya que comúnmente las impurezas provienen del filtro de aire y del combustible.

Así también evitar que el motor pierda potencia por que la bujía no realiza su función correctamente.

3. CAPÍTULO 3: ESTABLECER ACCIONES PREVENTIVAS.

3.1. ACCIONES PREVENTIVAS PARA COMPONENTES MÁS CRÍTICOS DE LA PLACA COMPACTADORA

Gracias al análisis que se realizó anteriormente en la tabla (tabla 2.5) podemos concluir que los componentes más críticos necesitan mayor atención al momento de presentarse una falla por lo cual a continuación determinaremos acciones preventivas a cada una de ellas, con el fin de minimizar el tiempo de reparación y la frecuencia con la que se presenten.

3.1.1. Pernos estructurales (soltura)

Ya que el equipo seleccionado tiene altas vibraciones, por el hecho de contar con un motor a combustión y contar con el eje excéntrico que produce vibraciones, muchos pernos del motor y la estructura con el uso de la placa compactadora se van soltando.

Es por ello por lo que se tomara la acción preventiva de inspeccionar visualmente el motor buscando piezas sueltas, esta inspección se realizara al equipo cada vez que vuelva a la pyme luego de ser arrendada, se realiza un reapriete a los pernos para luego ser guardada hasta su siguiente arriendo.

Las herramientas que utilizaremos en esta tarea serán las siguientes (figura 3.1):

- Desatornillador de cruz
- Llave de chicharra
- Extensión para llave de chicharra
- Dado hexagonal N.º 8 y 10

Figura 3.1 Desatornillador de cruz, chicharra con extensión y dados

Fuente: Foto de autor

El reapriete se realiza con la placa compactadora en el suelo ya que no es necesario subirla a alguna plataforma, con las herramientas ya nombradas anteriormente se va revisando y reapretando cada perno del motor y de la estructura dando un torque solamente con la mano ya que en este caso no es necesario utilizar una llave de toque ya que la dimensión de los pernos y tornillos que vamos a encontrar son de pequeña dimensión.

En el caso de que al estar inspeccionando y se encuentra que falta un perno o algún tornillo, se realiza una búsqueda de un perno o tornillo de igual dimensión en algún motor que haya sido dado de baja.

3.1.2. Carburador

El carburador consta de un recipiente interno donde recibe la bencina, cuando este recipiente se llena, sube un flotador, este flotador se conecta a la palanca de la válvula de aguja que abre y cierra la entrada de la gasolina (figura 3.2). Cuando el combustible alcanza determinado nivel en el interior del recipiente, el flotador asciende, cerrando la válvula de aguja.

Figura 3.2 Flotador y válvula de ajuga

Fuente: Foto de autor

Luego el carburador se encarga de mezclar una cantidad de aire con bencina pulverizada y esta mezcla entra a la cámara de combustión.

El recipiente interno del carburador tiene la entrada de bencina la cual es donde va la válvula de aguja y la salida que es la que entrega el combustible pulverizado para la mezcla (figura 3.3), estos dos conductos comúnmente se tapan y no dejan pasar el combustible por lo tanto el motor funciona a bajas rpm si esta obstruido uno de estos conductos o se termina deteniendo si es que están tapados.

Figura 3.3 Entrada y salida de combustible en el carburador

Fuente: Foto de autor

También cuando el filtro de aire está saturado, comienza a entrar polvo por el conducto de aire (figura 3.4), este se mezcla con la bencina y genera barro.

Figura 3.4 Conducto de aire del carburador

Fuente: Foto de autor

Como acción preventiva se realizarán limpiezas rutinarias del filtro de aire, revisión del combustible y del estanque buscando impurezas, ya que comúnmente las impurezas en el estanque de combustible se van siempre al fondo, por lo que es fácil encontrarlas, esto se realiza cada vez que el equipo vulva a la pyme tras ser arrendado.

Si en el caso que el carburador este tapado, se debe retirar del motor soltando las dos tuercas que lo sujetan, una vez retirado se debe sacar el perno que sujeta el recipiente por la parte de abajo (figura 3.5) y una vez retirado el recipiente los conductos se soplan solo con aire comprimido y se vuelve a armar.

Figura 3.5 Carburador desarmado

Fuente: Foto de autor

Para el caso que el carburador tenga barro este se retira y se sopla con una pistola pulverizadora con bencina.

Y si el estanque tuviera impurezas se debe drenar el estanque y rellenar con bencina limpia.

3.1.3. Filtro de aire

Tener un filtro de aire en buenas condiciones y cumpliendo su función correctamente va a evitar que se presenten algunos tipos de falla como: acumulación de barro en el carburador, que entren impurezas del aire dentro del carburador y a la cámara de combustión, etc.

Un filtro en buenas condiciones permite que entre un aire libre de impurezas para realizar la mezcla y una combustión optima en la cámara de combustión, por lo tanto, se reduce el tiempo de reparación de fallas producidas por un filtro saturado.

Para acceder al filtro de aire se debe retirar la tuerca mariposa que está ubicada en la parte superior (figura 3.6) luego se retira la tapa del filtro y se tiene acceso al filtro de aire el cual se retira hacia arriba (figura 3.7).

Figura 3.6 Tuerca mariposa que sujeta la tapa del filtro

Fuente: Foto de autor

Figura 3.7 Tuerca mariposa que sujeta el filtro

Fuente: Foto de autor

Como acción preventiva se realizaran limpiezas rutinarias cada vez que el equipo vuelve a la pyme luego de ser arrendada, estas limpiezas se realizan soplando el filtro con aire comprimido siempre desde la parte interior del filtro hacia afuera y también cuando el equipo será arrendado explicar al cliente que antes de utilizar la placa se debe humedecer el terreno a compactar para que así al momento de compactar el suelo no se levante tanto polvo así el filtro de aire acumula menos partículas de polvo.

3.1.4. Sistema de arranque

El sistema de arranque cumple la función de arrancar el motor cuando este está detenido, en este equipo, al momento de tirar de la manilla de comienza a desenrollar la cuerda la que a su vez acciona dos aspas las cuales se abren y enganchan en una unión que va al volante del motor (figura 3.8) y al seguir tirando de la cuerda se hace girar el motor, una vez que el motor arranca las aspas se esconden mediante unos resorte y al soltar la cuerda esta se vuelve a enrollar mediante otro resorte que se encuentra en interior (figura 3.9).

Figura 3.8 Aspas que enganchan con el motor

Fuente: Foto de autor

Figura 3.9 Resorte devuelve la cuerda

Fuente: Foto de autor

En este componente comúnmente la cuerda con el uso se va desgastando y se rompe, también la manilla cuando se suelta de manera brusca esta golpea con el motor y se rompe y los resortes se desgastan y las piezas donde va unido el resorte son de plástico y también se rompen.

Como acción preventiva para la cuerda se realiza una inspección visual de la cuerda y se ve desgastada se cambia y para evitar el desgaste de los resortes se debe lubricar el sistema con pocas gotas de aceite.

Para cambiar la cuerda se debe retirar el sistema de arranque, se retiran los 3 pernos y esta sale, la cuerda se corta y se coloca una nueva del mismo largo (1 metro) colocándola en el agujero donde entra la cuerda y haciéndole un nudo (figura 3.10), la manilla se coloca en la cuerda y se hace un nudo en la punta de la cuerda para que esta no se vulva a salir y para que la cuerda se enrolle a esta se debe enrollar en el mismo sentido de las manecillas del reloj, una vez enrollada la cuerda se verifica que al tirarla las aspas del interior se abran, una vez lista se vuelve a colocar.

Figura 3.10 Instalación de cuerda

Fuente: Foto de autor

3.1.5. Bujía

Las bujías son los principales componentes del sistema de ignición del motor (figura 3.11). Estas generan la chispa para ponerlo en marcha y realizar su funcionamiento. Estas producen una chispa entre sus electrodos la cual permite que se genere la combustión.

Cuando entran impurezas a la cámara de combustión ya sean provenientes del combustible o del filtro de aire, al momento de generar en la combustión estas se queman y generar un carboncillo el cual se acumula en la bujía y si esta acumulación es excesiva (figura 3.12) la chispa es nula.

Figura 3.11 Bujía

Fuente: Foto de autor

Figura 3.12 Bujía en malas condiciones

Fuente: Foto de autor

Como acciones preventivas se tienen las mencionadas anteriormente que son revisión del combustible y limpieza del filtro de aire. También si se necesita limpiar la bujía esta se pasa por un disco de alambre chascón en un esmeril de banco.

3.2. PAUTA DE MANTENIMIENTO ANTIGUA

A continuación, se muestra la pauta de mantenimiento (tabla 3.1) que se sigue en la pyme en este momento, esta pauta de mantenimiento esta echa con información recaudada por nosotros mediante el jefe de la pyme.

Tabla 3.1 Mantenimiento antiguo

Componente	Tarea a realizar	Observasiones
Filtro de aire	Soplar filtro de aire	Cuando el filtro se vea saturado se limpia con aire comprimido
Aceite motor	Revisar nivel de aceite	Revisar el nivel de aceite y si falta se rellena
Aceite eje excéntrico	Revisar nivel de aceite	Revisar el nivel de aceite y si falta se rellena
Correas	Cambio de correa	Cuando la correa se rompe este se reemplaza por una nueva
Cuerda de arranque	Reemplazar la cuerda	Reemplazar la cuerda cuando esta se rompe
Placa	Limpieza	Realizar una limpieza a la placa completa
Bujía	Limpieza	Realizar una limpieza a la bujía

Fuente: a partir de entrevista con el dueño

Como se puede ver es una pauta de mantenimiento super simple donde solamente se fijan en las tareas más básicas sin identificar que herramientas son las que se van a ocupar, el tiempo que se demora en realizar la tarea ni tampoco cuando se debe realizar la tarea.

3.3. PAUTA DE MANTENIMIENTO MODIFICADA

3.3.1. Limpieza inicial

3.3.1.1. Soplar el motor completo solamente con aire.

Para la limpieza inicial se debe poner en funcionamiento el compresor y conectar la manguera y la pistola pulverizadora, pero sin el recipiente de líquidos, de tal manera que salga solamente aire, una vez preparado el compresor, se sopla la placa completa por cada parte, de tal manera de eliminar todo el polvo que esta tenga y cuando se lave con bencina no se genere una especie de barro.

Para luego limpiar con bencina se debe tener el compresor de la misma forma y la pistola pulverizadora con el recipiente de líquidos con bencina.

Esta tarea se realiza cada vez que el equipo vuelve a la pyme.

Tiempo requerido: 10 minutos.

Herramientas que se utilizan:

- Compresor con manguera y pistola pulverizadora de líquidos.

3.3.2. Sistema de admisión

3.3.2.1. Limpieza del filtro de aire.

Para esta tarea se debe retirar la tuerca tipo mariposa que se encuentra arriba del protector del filtro (figura 3.13), para esta tarea no se necesita ninguna herramienta especifica ya que se puede sacar con la mano fácilmente, una vez retirada la tuerca se retira la tapa y se encuentra otra tuerca mariposa, esta también se retira y se puede retirar el filtro de aire, este se sopla con la pistola de aire de adentro hacia afuera, de tal manera de eliminar todo el polvo que este tiene.

Esta tarea es considerada **critica** de acuerdo con el análisis anteriormente mencionado, por lo tanto, es de suma importancia realizarla sin falta cada vez que el equipo vuelva a la pyme después de ser arrendado.

Tiempo requerido: 10 minutos

Herramientas que se utilizan:

- Compresor con manguera y pistola pulverizadora de líquidos.

Figura 3.13 Protector del filtro de aire

Fuente: Foto de autor

3.3.2.2. Limpieza de carburador.

Para retirar el carburador primero se deben soltar las dos tuercas que se encuentran bajo el filtro de aire (figura 3.14) con la llave tipo T, N.º 10, luego se retira la base del filtro de aire y queda el acceso al carburador, para retirar el carburador, se realiza sacando la manilla y el resorte de aceleración y la maguera de bencina (figura 3.15).

Cuando se retire la manguera de bencina esta se le debe colocar un tapón para que no quede botando el combustible, una vez suelto el carburador se retira y se le saca el perno de drenaje con una llave punta corona N.º 10 y se retira la tapa, el carburador se lava en una fuente con bencina, se arma y se vuelve a colocar conectando la palanca del acelerador, el resorte y la manguera de combustible.

Figura 3.14 Tuercas que sujetan el carburador

Fuente: Foto de autor

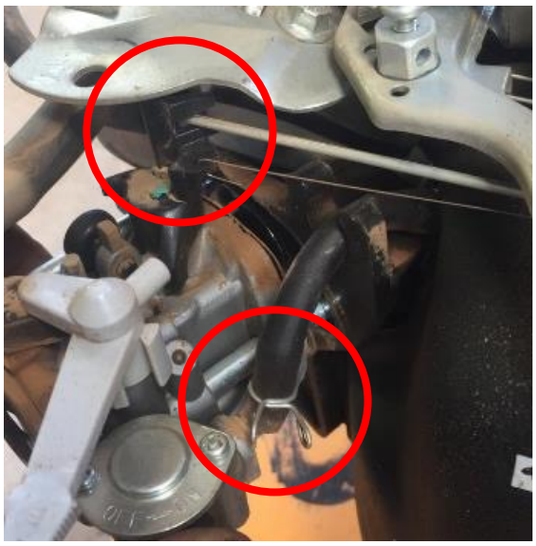


Figura 3.15 Conexiones del carburador al motor

Fuente: Foto de autor

Una vez retirado el carburador se debe soltar el perno ubicado en la parte inferior del carburador con la llave tipo T, Nº10 y el carburador se lava con la pistola pulverizadora con bencina y luego de lavar el carburador se soplan los dos conductos de combustible internos ya que pueden estar obstruidos o pueden contener alguna impureza.

Esta tarea es considerada **critica** de acuerdo con el análisis anteriormente mencionado, por lo tanto, es de suma importancia realizarla sin falta cada vez que el equipo vuelva a la pyme después de ser arrendado.

Tiempo requerido: 20 minutos

Herramientas que se utilizan:

- Compresor con manguera y pistola pulverizadora de líquidos.
- Llave tipo T, N.º 10

3.3.3. Sistema de ignición

3.3.3.1. Revisión de la bujía.

Para retirar la bujía esta se debe desconectar (figura 3.16) y soltar con la llave para bujías, se pasa por una escobilla de acero para sacar los excesos de carboncillo y luego se prueba.

Figura 3.16 Conector de bujía

Fuente: Foto de autor

Para probar si la bujía tiene chispa esta se debe conectar con su conector y hacerla tocar cualquier parte metálica del motor (figura 3.17), poner el interruptor en “on” y tirar de la manilla de arranque y así la bujía debería dar chispas.

Figura 3.17 Como probar la bujía

Fuente: Foto de autor

Si la bujía no tiene chispa se debe revisar el interruptor con los cables, para revisar los cables se deben revisar los conectores que se encuentran por la parte de adelante y ver que todos estén bien conectados (figura 3.18), si es que había alguno desconectado o mal conectado se debe conectar y volver a revisar la chispa de la bujía, si ya dio chispa se deja solamente hasta allí, pero si aún no se tiene chispa se pasa a la siguiente tarea.

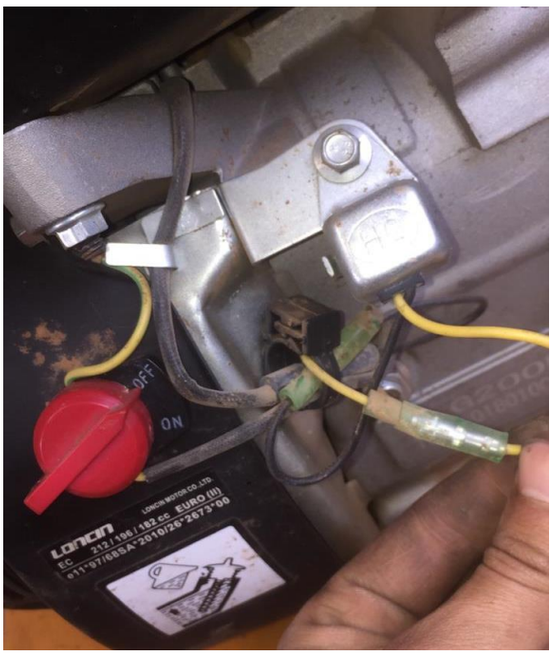


Figura 3.18 Conexión de cables

Fuente: Foto de autor

Revisar el nivel de aceite, se retira la tapa del relleno de aceite y esta tiene unas marcas de mínimo y máximo, si falta aceite rellenar y revisar la chispa nuevamente, si aún no tiene chispa se revisa la bobina.

Para revisar la bobina se deben retirar los 4 pernos que afirman el sistema de arranque (figura 3.19) con la llave tipo T N.º 10, una vez retirados se retira la tapa y se tiene acceso a la bobina, esta puede estar suelta, tener un cable desconectado o tener restos de metal pegados. Si llegase a estar suelta se debe regular la bobina con un feeler con la medida de 1 mm, se coloca entre el volante y la bobina, de tal manera que estas queden un poco separadas, una vez en posición se aprietan los pernos de la bobina con la llave tipo T Nº10 y se vuelve a armar todo y se vuelve a probar chispa.

Figura 3.19 Pernos de sujeción de protección

Fuente: Foto de autor

Por último, si la bujía aún no tiene chispa se coloca una nueva.

Esta tarea es considerada **critica** de acuerdo con el análisis anteriormente mencionado, por lo tanto, es de suma importancia realizarla sin falta cada vez que el equipo vuelva a la pyme después de ser arrendado.

Tiempo requerido: 10 minutos si es solamente limpiar y revisar la bujía y 20 minutos más si se considera que la bujía no tuviese chispa.

Herramientas que se utilizan:

- Llave tipo T, N.º 8 y 10
- Llave de bujía
- Feeler
- Esmeril de banco (disco de alambre chascón)

❖ *Revisión de válvulas*

Para este caso solamente se retira la tapa de válvulas con la llave tipo T Nº8 (figura 3.20) y se revisan que estén con aceite y bien apretadas, en el caso que se encuentre una válvula suelta se aprietan con la llave tipo T, Nº10.

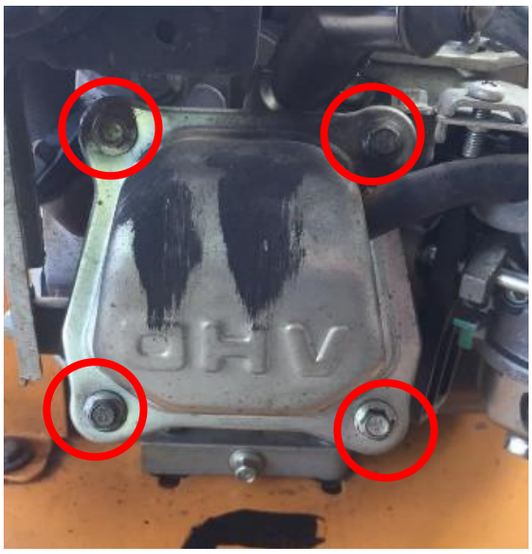


Figura 3.20 Pernos que sujetan la tapa de válvulas

Fuente: Foto de autor

Esta tarea no es recurrente ya que no ocurren fallas frecuentemente en las válvulas, por lo tanto, se realiza 1 vez al mes solo por control y prevención.

Tiempo requerido: 10 minutos

Herramientas que se utilizan:

- Llave tipo T, N.º 8 y 10

3.3.4. Estanque de combustible

3.3.4.1. Buscar si existen fugas del estanque o de las mangueras.

En el caso de encontrar algún indicador de fugas de combustible ya sea como olor o charcos de bencina, si es así buscar si la manguera de combustible desde el estanque al carburador tiene fugas (figura 3.21). Si la manguera se encuentra fugando combustible se debe cambiar la manguera para realizar esto se suelta la abrazadera con la mano y se retira la manguera.

Figura 3.21 Manguera de combustible

Fuente: Foto de autor

Esta tarea se realiza solo cuando se encuentran los indicadores anteriormente mencionados.

Tiempo requerido: 10 minutos

3.3.4.2. Buscar impurezas en el estanque.

Para revisar el combustible se debe retirar la tapa del estanque y realizar una inspección visual al estanque, comúnmente las impurezas siempre se van al fondo y es fácil verlas y si se encuentran suciedad en el combustible este de debe drenar desconectando la manguera del carburador (figura 3.21), una vez drenado el combustible se rellena con bencina limpia.

Esta es considerada una acción preventiva importante para las fallas consideradas críticas. Por lo tanto, se realiza cada vez que el equipo vuelve a la pyme tras ser arrendado.

Tiempo requerido: 5 minutos

3.3.5. sistema de arranque

3.3.5.1. Revisar si la manilla está rota

La revisión de la manilla es solo una inspección visual y si llegase a estar rota esta se cambia por una nueva, se corta la cuerda y se coloca una nueva.

3.3.5.2. Revisar si la cuerda esta gastada

Para la inspección de la cuerda se debe tirar la manilla de arranque (figura 3.22) y si la cuerda esta gastada se cambia. Para cambiar la cuerda se debe retirar el sistema de arranque, se retiran los 3 pernos y esta sale, la cuerda se corta y se coloca una nueva del mismo largo (1 metro) colocándola en el agujero donde entra la cuerda y haciéndole un nudo (figura 3.23), la manilla se coloca en la cuerda y se hace un nudo en la punta de la cuerda para que esta no se vulva a salir y para que la cuerda se enrolle a esta se debe enrollar en el mismo sentido de las manecillas del reloj, una vez enrollada la cuerda se verifica que al tirarla las aspas del interior se abran, una vez lista se vuelve a colocar.

Figura 3.22 Cuerda de arranque

Fuente: Foto de autor

Figura 3.23 Instalación de cuerda

Fuente: Foto de auto

Esta tarea es considerada critica de acuerdo con el análisis anteriormente mencionado, por lo tanto, es de suma importancia realizarla sin falta cada vez que el equipo vuelva a la pyme después de ser arrendado.

Tiempo requerido: 5 minutos

Herramientas que se utilizan:

- Llave tipo T, N.º 8 y 10

3.3.6. Embriague

3.3.6.1. Revisar que este corra libre sin enganchar con el motor

Para verificar que el embriague está bien al girarlo con la mano este debe girar suave, si este estuviera malo al girarlo costaría un poco y se debe cambiar. Para cambiarlo se debe retirar con un extractor (figura 3.24) y remplazarlo por uno nuevo.

Figura 3.24 Extractor de embriague

Fuente: Foto de autor

Esta revisión se realiza cuando al momento de hacer andar el motor este se siente con mucha carga o muy tenso.

Tiempo requerido: 15 minutos.

Herramientas que se utilizan:

- Extractor
- Llave punta corona Nº18

3.3.7. Niveles de aceite

Para revisar el nivel de aceite se debe sacar la varilla del nivel de aceite de color naranja que se encuentra por delante y por detrás del motor, esta se desatornilla y esta cuanta con unas marcas (figura 3.25) del nivel mínimo y máximo del aceite, si falta se rellena hasta el nivel máximo.

Figura 3.25 Nivel de aceite

Fuente: Foto de autor

Para cambiar el aceite del motor se debe colocar la placa inclinada hacia atrás colocando algo que la levante por la parte de adelante y por la parte de atrás por abajo lleva un perno (figura 3.26) el cual se saca con la llave tipo T N.º 10, pero antes de sacarlo se debe colocar un recipiente para recibir el aceite, una vez retirado se deja aproximadamente 10 minutos que el aceite salga (si es posible dejar más tiempo para que todo el aceite escurra), luego volver a colocar el perno, nivelar la placa y rellenar por las tapas naranjas por delante o por detrás con aceite nuevo (aproximadamente 1 litro).

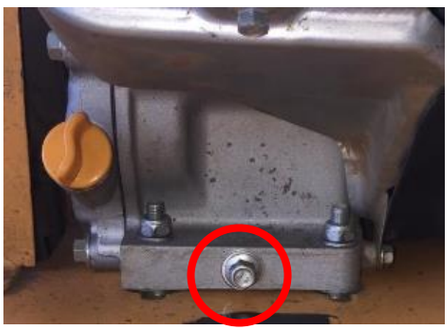


Figura 3.26 Perno para drenar el aceite

Fuente: Foto de autor

Si al momento de revisar el nivel de aceite este está en el mínimo o más bajo y no se encuentran indicios de fuga de aceite, se debe rellenar y poner en marcha el motor, si este está humeando, significa que los anillos del pistón están gastados y se deben cambiar.

La tarea de revisión del nivel de aceite se realiza cada vez que el equipo vuelve a la pyme, ya que hay que tener precaución ya que las consecuencias de no realizar esta revisión pueden ser grabes.

El cambio de aceite para el motor si este es nuevo es a las 20 horas de uso y luego se realiza a las 100 horas de uso.

Tiempo requerido: 5 minutos.

❖ *Tarea de cambio de anillos

El cambio de anillos es una tarea que requiere un poco más de experiencia ya que se debe conocer cada parte del motor ya que este se debe desarmar completo, es por ello por lo que esta tarea se explica de forma más resumida y no con tanto detalle.

Para la tarea se debe retirar el escape, el sistema de admisión, el estanque de combustible, la culata, el sistema de aceleración, la bobina y el embriague centrifugo. Una vez retirado todo esto se debe sacar el aceite del motor (quedando el motor como se ve en la imagen) es importante destacar que cada pieza que se retire debe quedar con sus pernos o tuercas correspondientes (como se ve en la imagen).

Una vez todo listo se debe retirar la tapa lateral del motor (se muestra en la imagen), luego se debe retirar la biela soltando los pernos correspondientes, también se debe retirar el árbol de levas (ojo que en esta parte se debe comprobar la marca que esta tiene para luego armarla de la misma manera, se muestra en la imagen).

Con todo lo anterior el pistón ya está listo para salir, se le retiran los anillos y se le colocan unos nuevos lleno en la parte inferior el anillo de aceite, estando ya el pistón afuera se aprovecha de limpiar las válvulas y el pistón, para volver a colocar el pistón se debe realizar con el compresor de anillos (como se muestra en la foto) una vez colocado se golpea suavemente y se vuelve a colocar la biela en el cigüeñal, se coloca el árbol de levas en su misma posición y se vuelve a armar todo.

Tiempo requerido: 2 horas (120 minutos)

Herramientas que se utilizan:

- Compresor y manguera
- Pistola de dados neumática con extensión
- Dados de impacto N.º 8, 10, 13 y 14
- Llave punta corona N.º 10
- Anillera
- Alicate
- Desatornillador de paleta

Figura 3.27 Tapa del motor

Fuente: Foto de autor

Figura 3.28 Extracción de tapa del motor

Fuente: Foto de autor

Figura 3.29 Orden de piezas

Fuente: Foto de autor

Figura 3.30 Punto de las válvulas

Fuente: Foto de autor

Figura 3.31 Anillera

Fuente: Foto de autor

3.3.8. Soltura mecánica

El reapriete se realiza con la placa compactadora en el suelo ya que no es necesario subirla a alguna plataforma, con las herramientas ya nombradas anteriormente se va revisando y reapretando cada perno del motor y de la estructura dando un torque solamente con la mano ya que en este caso no es necesario utilizar una llave de toque ya que la dimensión de los pernos y tornillos que vamos a encontrar son de pequeña dimensión.

En el caso de que al estar inspeccionando y se encuentra que falta un perno o algún tornillo, se realiza una búsqueda de un perno o tornillo de igual dimensión en algún motor que haya sido dado de baja.

Esta tarea es considerada **critica** de acuerdo con el análisis anteriormente mencionado, por lo tanto, es de suma importancia realizarla sin falta cada vez que el equipo vuelva a la pyme después de ser arrendado.

Tiempo requerido: 10 minutos

Herramientas que se utilizan:

- Desatornillador de cruz
- Llave de chicharra
- Extensión para llave de chicharra
- Dado hexagonal N.º 8 y 10

3.3.9. Revisión de correas de distribución

La correa se debe revisar si están con la tensión adecuada (figura 3.22).

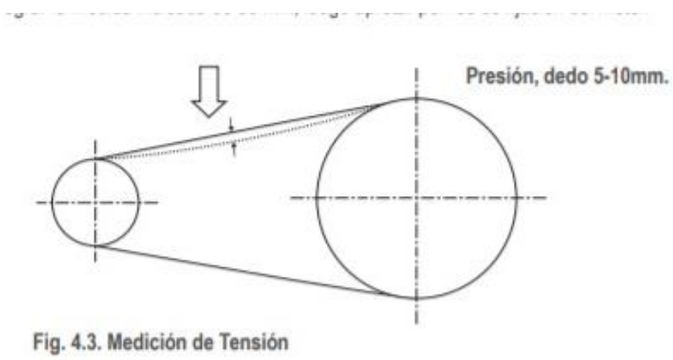


Figura 3.32 Tensión de correas

Fuente: Google fotos tensión de correas

Para sacar la correa se deben soltar los 4 pernos que afirman el motor con la llave punta corona Nº13 y correr el motor hacia adelante, de tal manera la correa quedara menos tensa y se puede sacar para revisarla, si esta tiene desgaste o alguna parte rota se cambia y para colocarla se realiza de la misma forma, pero titando el motor hacia atrás para tensar la correa.

Esta tarea se realiza 1 vez al mes

Tiempo requerido: 10 minutos

- *Revisar si las gomas absorbentes de choque están gastadas*

  Para revisar estas gomas a estas solo se les realiza una inspección visual y si se ven rotas o gastadas estas se cambian, soltando las dos tuercas que la afirman (figura 3.33) con un barrote largo y el dado No 19.

Figura 3.33 Tuercas de sujeción de gomas absorbentes de choque

Fuente: Foto de autor

Esta tarea se realiza cada 6 meses.

3.3.10. Revisión del eje excéntrico

El eje de la caja excéntrica se gira con la mano y este debe girar con un poco de resistencia y sin ruidos, si gira muy apretado y suene algo suelto adentro se debe cambiar los rodamientos.

Para el cambio de rodamientos se debe sacar toda la base del motor dejando la caja excéntrica a la vista, se debe retirar la polea sacando el perno que la afirma con una punta Allen, luego con el mismo dado se retiran los pernos de ambas tapas de los dos lados (se muestra en la foto) dejando así a la vista los rodamientos, estos idealmente se calientan y se retiran y para colocarlos también se calientan y luego se colocan.

Figura 3.34 Tapa del eje excéntrico

Fuente: Foto de autor

Esta tarea se realiza cada 3 meses

Tiempo requerido del cambio de rodamientos: 90 minutos

3.3.11. Revisar el nivel de aceite de la caja del eje excéntrico

Se retira el perno de un costado de la caja excéntrica (figura 3.35) y el nivel de aceite debe estar al mismo nivel del perno.

Figura 3.35 Perno de nivel de aceite

Fuente: Foto de autor

Esta tarea se realiza cada 3 meses

Tiempo requerido: 5 minutos

3.4. PLANILLAS DE PAUTA DE MANTENIMIENTO MODIFICADA

A continuación, se presentan las pautas de mantenimiento nuevas con la cual se aumenta la disponibilidad y se trabaja más eficientemente en el mantenimiento.

Tabla 3.2 Planilla de mantenimiento de limpieza inicial

Pyme de arriendo
Limache, Los laureles, Psj san Francisco, Nº 9
959218932

Limpieza inicial

Personal a cargo		Datos del equipo	
Nombre:		Equipo:	Placa compactadora
Apelidos:		Modelo:	C120
Rut:		Nº de placa:	
Telefono:			
Fecha:			

Herramientas e insumos:	
Compresor	Bencina
Pistola pulverisadora de liquidos	Trapos de limpieza
Manguera para compresor	

Procedimiento:	Foto de referencia:
Para la limpieza inicial se debe poner en funcionamiento el compresor y conectar la manguera y la pistola pulverizadora, pero sin el recipiente de líquidos, de tal manera que salga solamente aire, una vez preparado el compresor, se sopla la placa completa por cada parte, de tal manera de eliminar todo el polvo que esta tenga y cuando se lave con bencina no se genere una especie de barro.	
Para luego limpiar con bencina se debe tener el compresor de la misma forma y la pistola pulverizadora con el recipiente de líquidos con bencina, luego de lavar con bencina secar los excedentes con trapo.	
Tiempo estimado para realizar la tarea: 10 minutos	

Observaciones:

Firma

Fuente: Tabla realizada por el autor

Tabla 3.3 Planilla de mantenimiento de filtro de aire

Pyme de arriendo
Limache, Los laureles, Psj san Francisco, Nº 9
959218932

Limpieza del filtro de aire

Personal a cargo		Datos del equipo	
Nombre:		Equipo:	Placa compactadora
Apelidos:		Modelo:	C120
Rut:		Nº de placa:	
Telefono:			
Fecha:			

Herramientas e insumos:	
Compresor	
Pistola pulverisadora de liquidos	
Manguera para compresor	

Procedimiento:	Foto de referencia:
Para esta tarea se debe retirar la tuerca tipo mariposa que se encuentra arriba del protector del filtro (se muestra en la imagen), para esta tarea no se necesita ninguna herramienta especifica ya que se puede sacar con la mano fácilmente, una vez retirada la tuerca se retira la tapa y se encuentra otra tuerca mariposa, esta también se retira y se puede retirar el filtro de aire, este se sopla con la pistola de aire de adentro hacia afuera, de tal manera de eliminar todo el polvo que este tiene.	
Tiempo estimado para realizar la tarea:	10 minutos

Observaciones: Al momento de soplar el filtro se debe realizar desde adentro hacia afuera.

Firma

Fuente: Tabla realizada por el autor

Tabla 3.4 Planilla de mantenimiento de carburador

Pyme de arriendo
Limache, Los laureles, Psj san Francisco, Nº 9
959218932

Limpieza de carburador

Personal a cargo		Datos del equipo	
Nombre:		Equipo:	Placa compactadora
Apelidos:		Modelo:	C120
Rut:		Nº de placa:	
Telefono:			
Fecha:			

Herramientas e insumos:	
Compresor	
Pistola pulverisadora de liquidos	
Manguera para compresor	
Llave tipo T, Nº 10	

Procedimiento:	Foto de referencia:
Para retirar el carburador primero se deben soltar las dos tuercas que se encuentran bajo el filtro de aire (se muestra en la imagen) con la llave tipo T, Nº 10, luego se retira la base del filtro de aire y queda el acceso al carburador, para retirar el carburador, se realiza sacando la manilla y el resorte de aceleración y la maguera de bencina (se muestran en la imagen).	
Cuando se retire la manguera de bencina esta se le debe colocar un tapón para que no quede botando el combustible, una vez suelto el carburador se retira y se le saca el perno de drenaje con una llave punta corona Nº 10 y se retira la tapa, el carburador se lava en una fuente con bencina, se arma y se vuelve a colocar conectando la palanca del acelerador, el resorte y la manguera de combustible.	
Una vez retirado el carburador se debe soltar el perno ubicado en la parte inferior del carburador con la llave tipo T, Nº10 y el carburador se lava con la pistola pulverizadora con bencina y luego de lavar el carburador se soplan los dos conductos de combustible internos ya que pueden estar obstruidos o pueden contener alguna impureza.	
Tiempo estimado para realizar la tarea:	20 minutos

Observaciones:

Firma

Fuente: Tabla realizada por el autor

Tabla 3.5 Planilla de mantenimiento de sistema de ignición

Pyme de arriendo
Limache, Los laureles, Psj san Francisco, Nº 9
959218932

Revision de sistema de ignición

Personal a cargo		Datos del equipo	
Nombre:		Equipo:	Placa compactadora
Apelidos:		Modelo:	C120
Rut:		Nº de placa:	
Telefono:			
Fecha:			

Herramientas e insumos:	
Llave tipo T,Nº 8 y 10	
Llave de bujia	
Esmeril de banco	
Bujia de repuesto (de ser necesario)	

Procedimiento:	Foto de referencia:
Para retirar la bujía esta se debe desconectar (se muestra en la imagen) y soltar con la llave para bujías, se pasa por una escobilla de acero para sacar los excesos de carboncillo y luego se prueba.	
Para probar si la bujía tiene chispa esta se debe conectar con su conector y hacerla tocar cualquier parte metálica del motor (como se muestra en la imagen), poner el interruptor en "on" y tirar de la manilla de arranque y así la bujía debería dar chispas.	
Si la bujía no tiene chispa se debe revisar el interruptor con los cables, para revisar los cables se deben revisar los conectores que se encuentran por la parte de adelante y ver que todos estén bien conectados (como se muestra en la foto), si es que había alguno desconectado o mal conectado se debe conectar y volver a revisar la chispa de la bujía, si ya dio chispa se deja solamente hasta allí, pero si aún no se tiene chispa se pasa a la siguiente tarea.	
Revisar el nivel de aceite, se retira la tapa del relleno de aceite y esta tiene unas marcas de mínimo y máximo, si falta aceite rellenar y revisar la chispa nuevamente, si aún no tiene chispa se revisa la bobina.	
Para revisar la bobina se deben retirar los 4 pernos que afirman el sistema de arranque (se muestra en la foto) con la llave tipo T Nº 10, una vez retirados se retira la tapa y se tiene acceso a la bobina, esta puede estar suelta, tener un cable desconectado o tener restos de metal pegados. Si llegase a estar suelta se debe regular la bobina con un feeler con la medida de 1 mm, se coloca entre el volante y la bobina, de tal manera que estas queden un poco separadas, una vez en posición se aprietan los pernos de la bobina con la llave tipo T Nº10 y se vuelve a armar todo y se vuelve a probar chispa.	
Por último, si la bujía aún no tiene chispa se coloca una nueva.	
Tiempo estimado para realizar la tarea: 10 minutos	

Observaciones: Para probar si la bujia tiene chispa se debe retirar del motor, una vez retirada del motor se conecta al conector de la bujia, se coloca la punta de la bujia haciendo contacto en cualier parte metalica del motor y se tira de la manilla de arranque y esta deveria mostrar a simple vista la chispa.

Firma

Fuente: Tabla realizada por el autor

Tabla 3.6 Planilla de mantenimiento de fugas

Pyme de arriendo
Limache, Los laureles, Psj san Francisco, Nº 9
959218932

Buscar si existen fugas del estanque o de las mangueras.

Personal a cargo		Datos del equipo	
Nombre:		Equipo:	Placa compactadora
Apelidos:		Modelo:	C120
Rut:		Nº de placa:	
Telefono:			
Fecha:			

Herramientas e insumos:	
Manguera de repuesto (de ser necesario)	
Estanque de repuesto (de ser necesario)	

Procedimiento:	Foto de referencia:
En el caso de encontrar algún indicador de fugas de combustible ya sea como olor o charcos de bencina, si es así buscar si la manguera de combustible desde el estanque al carburador tiene fugas (se muestra en la foto). Si la manguera se encuentra fugando combustible se debe cambiar la manguera para realizar esto se suelta la abrazadera con la mano y se retira la manguera.	
Tiempo estimado para realizar la tarea:	10 minutos

Observaciones:

Firma

Fuente: Tabla realizada por el autor

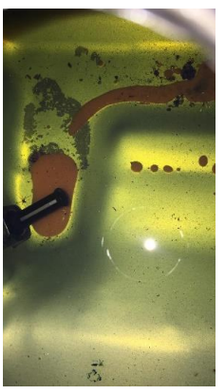
Tabla 3.7 Planilla de mantenimiento de impurezas en el estanque

Pyme de arriendo
Limache, Los laureles, Psj san Francisco, Nº 9
959218932

Buscar impurezas en el estanque.

Personal a cargo		Datos del equipo	
Nombre:		Equipo:	Placa compactadora
Apelidos:		Modelo:	C120
Rut:		Nº de placa:	
Telefono:			
Fecha:			

Herramientas e insumos:	
Combustible limpio para cambiar	

Procedimiento:	Foto de referencia:
Para revisar el combustible se debe retirar la tapa del estanque y realizar una inspección visual al estanque, comúnmente las impurezas siempre se van al fondo y es fácil verlas y si se encuentran suciedad en el combustible este de debe drenar desconectando la manguera del carburador, una vez drenado el combustible se rellena con bencina limpia.	
Tiempo estimado para realizar la tarea: 5 minutos	

Observaciones:

Firma

Fuente: Tabla realizada por el autor

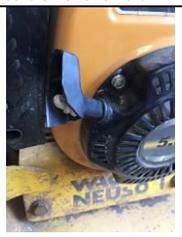
Tabla 3.8 Planilla de mantenimiento de sistema de arranque

Pyme de arriendo
Limache, Los laureles, Psj san Francisco, Nº 9
959218932

Revisión sistema de arranque

Personal a cargo		Datos del equipo	
Nombre:		Equipo:	Placa compactadora
Apelidos:		Modelo:	C120
Rut:		Nº de placa:	
Telefono:			
Fecha:			

Herramientas e insumos:	
Llave tipo T, N.º 8 y 10	
Manilla de repuesto	
Cuerda de repuesto	
sistema de arranque completo de repuesto (de ser necesario)	

Procedimiento:	Foto de referencia:
La revisión de la manilla es solo una inspección visual y si llegase a estar rota esta se cambia por una nueva, se corta la cuerda y se coloca una nueva.	
Para la inspección de la cuerda se debe tirar la manilla de arranque (como se muestra en la foto) y si la cuerda esta gastada se cambia. Para cambiar la cuerda se debe retirar el sistema de arranque, se retiran los 3 pernos y esta sale, la cuerda se corta y se coloca una nueva del mismo largo (1 metro) colocándola en el agujero donde entra la cuerda y haciéndole un nudo, la manilla se coloca en la cuerda y se hace un nudo en la punta de la cuerda para que esta no se vulva a salir y para que la cuerda se enrolle a esta se debe enrollar en el mismo sentido de las manecillas del reloj, una vez enrollada la cuerda se verifica que al tirarla las aspas del interior se abran, una vez lista se vuelve a colocar.	
Tiempo estimado para realizar la tarea:	5 minutos

Observaciones:

Firma

Fuente: Tabla realizada por el autor

Tabla 3.9 Planilla de mantenimiento de embriague

Pyme de arriendo
Limache, Los laureles, Psj san Francisco, Nº 9
959218932

Revisión de embrague

Personal a cargo		Datos del equipo	
Nombre:		Equipo:	Placa compactadora
Apelidos:		Modelo:	C120
Rut:		Nº de placa:	
Telefono:			
Fecha:			

Herramientas e insumos:	
Extractor	
Llave punta corona n°18	
Kit de embrague de repuesto (de ser necesario)	

Procedimiento:	Foto de referencia:
Para verificar que el embriague está bien al girarlo con la mano este debe girar suave, si este estuviera malo al girarlo costaría un poco y se debe cambiar. Para cambiarlo se debe retirar con un extractor (como se muestra en la imagen) y remplazarlo por uno nuevo.	
Tiempo estimado para realizar la tarea: 15 minutos.	

Observaciones:

Firma

Fuente: Tabla realizada por el autor

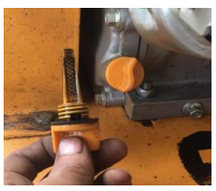
Tabla 3.10 Planilla de mantenimiento de aceite

Pyme de arriendo
Limache, Los laureles, Psj san Francisco, Nº 9
959218932

Revisión de aceite

Personal a cargo		Datos del equipo	
Nombre:		Equipo:	Placa compactadora
Apelidos:		Modelo:	C120
Rut:		Nº de placa:	
Telefono:			
Fecha:			

Herramientas e insumos:	
llave tipo T Nº 10	
Aceite 15W-40	

Procedimiento:	Foto de referencia:
Para revisar el nivel de aceite se debe sacar la varilla del nivel de aceite de color naranja que se encuentra por delante y por detrás del motor, esta se desatornilla y esta cuanta con unas marcas (como se muestra en la figura) del nivel mínimo y máximo del aceite, si falta se rellena hasta el nivel máximo.	
Para cambiar el aceite del motor se debe colocar la placa inclinada hacia atrás colocando algo que la levante por la parte de adelante y por la parte de atrás por abajo lleva un perno (se muestra en la imagen) el cual se saca con la llave tipo T Nº 10, pero antes de sacarlo se debe colocar un recipiente para recibir el aceite, una vez retirado se deja aproximadamente 10 minutos que el aceite salga (si es posible dejar más tiempo para que todo el aceite escurra), luego volver a colocar el perno, nivelar la placa y rellenar por las tapas naranjas por delante o por detrás con aceite nuevo (aproximadamente 1 litro).	
Si al momento de revisar el nivel de aceite este está en el mínimo o más bajo y no se encuentran indicios de fuga de aceite, se debe rellenar y poner en marcha el motor, si este está humeando, significa que los anillos del pistón están gastados y se deben cambiar. La tarea de revisión del nivel de aceite se realiza cada vez que el equipo vuelve a la pyme, ya que hay que tener precaución ya que las consecuencias de no realizar esta revisión pueden ser grabes. El cambio de aceite para el motor si este es nuevo es a las 20 horas de uso y luego se realiza a las 100 horas de uso.	
Tiempo estimado para realizar la tarea:	5 minutos.

Observaciones:

Firma

Fuente: Tabla realizada por el autor

Tabla 3.11 Planilla de mantenimiento de soltura

Pyme de arriendo
Limache, Los laureles, Psj san Francisco, Nº 9
959218932

Revisión de soltura mecánica

Personal a cargo		Datos del equipo	
Nombre:		Equipo:	Placa compactadora
Apelidos:		Modelo:	C120
Rut:		Nº de placa:	
Telefono:			
Fecha:			

Herramientas e insumos:	
Desatornillador de cruz	
Llave de chicharra	
Extensión para llave de chicharra	
Dado hexagonal N.º 8 y 10	

Procedimiento:	Foto de referencia:
El reapriete se realiza con la placa compactadora en el suelo ya que no es necesario subirla a alguna plataforma, con las herramientas ya nombradas anteriormente se va revisando y reapretando cada perno del motor y de la estructura dando un torque solamente con la mano ya que en este caso no es necesario utilizar una llave de toque ya que la dimensión de los pernos y tornillos que vamos a encontrar son de pequeña dimensión.	
En el caso de que al estar inspeccionando y se encuentra que falta un perno o algún tornillo, se realiza una búsqueda de un perno o tornillo de igual dimensión en algún motor que haya sido dado de baja.	
Tiempo estimado para realizar la tarea:	10 minutos

Observaciones:

Firma

Fuente: Tabla realizada por el autor

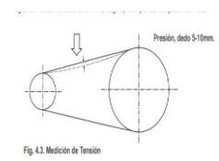
Tabla 3.12 Planilla de mantenimiento de correas

Pyme de arriendo
Limache, Los laureles, Psj san Francisco, Nº 9
959218932

Revisión de correas de distribución

Personal a cargo		Datos del equipo	
Nombre:		Equipo:	Placa compactadora
Apelidos:		Modelo:	C120
Rut:		Nº de placa:	
Telefono:			
Fecha:			

Herramientas e insumos:	
Llave punta corona n°13	
Correa de repuesto (trapesoidal dentada)	

Procedimiento:	Foto de referencia:
La correa se debe revisar si están con la tensión adecuada (como se muestra en la imagen).	 Fig. 4.3. Medición de Tensión
Para sacar la correa se deben soltar los 4 pernos que afirman el motor con la llave punta corona Nº13 y correr el motor hacia adelante, de tal manera la correa quedara menos tensa y se puede sacar para revisarla, si esta tiene desgaste o alguna parte rota se cambia y para colocarla se realiza de la misma forma, pero titando el motor hacia atrás para tensar la correa.	
Tiempo estimado para realizar la tarea:	10 minutos

Observaciones:

Firma

Fuente: Tabla realizada por el autor

Tabla 3.13 Planilla de mantenimiento de eje excéntrico

Pyme de arriendo
Limache, Los laureles, Psj san Francisco, Nº 9
959218932

Revisión de eje excentrico y caja de eje

Personal a cargo		Datos del equipo	
Nombre:		Equipo:	Placa compactadora
Apelidos:		Modelo:	C120
Rut:		Nº de placa:	
Telefono:			
Fecha:			

Herramientas e insumos:	
Llave punta corona Nº 18	
Llave allen Nº 8	
desatornillador de paleta	
aceite 75w-80	

Procedimiento:	Foto de referencia:
El eje de la caja excéntrica se gira con la mano y este debe girar con un poco de resistencia y sin ruidos, si gira muy apretado y suene algo suelto adentro se debe cambiar los rodamientos. Para el cambio de rodamientos se debe sacar toda la base del motor dejando la caja excéntrica a la vista, se debe retirar la polea sacando el perno que la afirma con una punta allen, luego con el mismo dado se retiran los pernos de ambas tapas de los dos lados (se muestra en la foto) dejando así a la vista los rodamientos, estos idealmente se calientan y se retiran y para colocarlos también se calientan y luego se colocan.	
Se retira el perno de un costado de la caja excéntrica (se muestra en la imagen) y el nivel de aceite debe estar al mismo nivel del perno.	

Tiempo estimado para realizar la tarea:	revisión 10 minutos
	rodamientos 95 min

Observaciones:

Firma

Fuente: Tabla realizada por el autor

3.4.1. Pauta de mantenimiento resumida

Tabla 3.14 Pauta de mantenimiento resumida

Pyme de arriendo
Limache, Los laureles, Psj san Francisco, Nº 9
959218932

tarea a realizar

Personal a cargo		Datos del equipo	
Nombre:		Equipo:	Placa compactadora
Apelidos:		Modelo:	C120
Rut:		Nº de placa:	
Telefono:			
Fecha:			

Tarea	Tiempo	Observaciones	Realizado
Limpieza inicial	**10 min**		
Limpieza filtro de aire	**10 min**		
Limpieza carburador	**20 min**		
Revisión sistema de ignición	**10 min**		
Revisión de fugas en el estanque de combustible	**10 min**		
Revisar impurezas dentro del estanque	**5 min**		
Sistema de arranque	**5 min**		
Revisión de aceite	**5 min**		
Revisión de Soltura	**10 min**		
Revisión de embrague	**15 min**	**Solo cuando corresponda**	
Revisión de correas de distribución	**5 min**	**Solo cuando corresponda**	
Revisión eje excéntrico	**5 min**	**Solo cuando corresponda**	

Observaciones:

Firma

Fuente: Tabla realizada por el autor

3.5. DISPONIBILIDAD (KPI)

A continuación, se muestra la tabla con la disponibilidad antigua, antes de implementar el nuevo plan de mantenimiento. Esta se obtuvo mediante una entrevista y revisando los registros de arriando del equipo, ya que el dueño nunca determino la disponibilidad de sus equipos y en base a esta entrevista generamos un estimado de la disponibilidad del equipo.

Tabla 3.15 Disponibilidad antes de la modificación al plan de mantenimiento

Mes de: abril

Arriendo de placa compactadora C 150			
Fecha de entrega de equipo al cliente	Fecha de entrega del equipo	¿Se requirió traer el equipo para ser cambiado? (marque con una x)	
		si	no
03-abr	05-abr		x
08-abr	09-abr	x	
12-abr	13-abr		x
15-abr	17-abr		x
19-abr	19-abr		x
22-abr	23-abr	x	
24-abr	24-abr		x
26-abr	26-abr	x	
27-abr	27-abr	x	
29-abr	30-abr		x
30-abr	30-abr		x

Total de arriendos:	11
Suma total de cambios:	4
Disponibilidad mensual:	64%

Fuente: Tabla realizada por el autor

A continuación, se realiza un cálculo para determinar la disponibilidad con la que cuenta el equipo luego de realizar la nueva pauta de mantenimiento, este cálculo fue realizado en un tiempo de 2 meses obteniendo el tiempo medio entre falla (MTTF) y el tiempo medio entre reparación (MTTR), sumando estos dos se obtiene el MTBF.

Obteniendo estos dos datos y con la siguiente formula $\frac{MTBF}{MTBF+MTTR}$ se obtiene la disponibilidad del equipo.

Tabla 3.16 Disponibilidad con la pauta de mantenimiento modificada

Tiempo 2 meses		
	Tiempo operativo del equipo (horas)	**Tiempo para reparar (horas)**
Semana 1	**16**	**0,33**
Semana 2	**32**	**1,16**
Semana 3	**8**	**0,6**
Semana 4	**0**	**0**
Semana 5	**4**	**0**
Semana 6	**12**	**0,16**
Semana 7	**8**	**2**
Semana 8	**16**	**0,58**
Chequeos rutinarios		6,37
Total=	96	11,2
	MTTF=	96
	MTTR=	11,2
	MTBF=	107,2
	Disponibilidad=	91%

Fuente: Tabla realizada por el autor

3.5.1. Gestión de repuestos

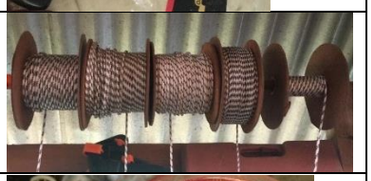
Tras analizar los componentes que son los más críticos en este equipo, se puede gestionar los repuestos con los que se debe contar, de tal manera que al momento de necesitar algún repuesto este ya se encuentre disponible inmediatamente y no estar perdiendo tiempo en ir a comprar nuevos repuestos al momento de necesitarlos.

Disminuyendo así los tiempos de parada por falla y hasta los de parada por mantenimiento planificado. Es así como se minimizan las pérdidas asociadas al tiempo muerto de producción, al tiempo laborable perdido, a la pérdida de materia prima y a la producción defectuosa por mal funcionamiento de los equipos.

En la siguiente tabla se muestran los repuestos con los que se debe contar si o si en el taller.

Tabla 3.17 Repuestos más utilizados

Repuesto	Modelo y cantidad	Foto
Filtro de aire	Filtro De Aire Honda Gx200 (2 unidades)	
Bujía	Pluss SCR11C (2 unidades)	

Carburador	Pluss HG7-008 (1 unidades)	
Manilla de arranque	Pluss GX160 starter knos (3 unidades)	
Cuerda de arranque	5 mm de grosor (4,5 metros)	
Sistema de arranque	Pluss GX160 recoil starter (1 unidades)	

Fuente: Tabla realizada por el autor

Los insumos corresponden a todos aquellos objetos que están destinados a la utilización dentro del equipo, con el fin de obtener una mantención correcta del este al cual se le está realizando la mantención.

En este caso la pyme no consta con los insumos básicos que son utilizados dentro de la mayoría de las actividades de mantenimiento que se describen, a continuación, se describen cuáles deben ser los insumos básicos que debe poseer la empresa para realizar las mantenciones.

Tabla 3.18 Insumos más utilizados

Insumo	Características
Bencina	93 octanos
Aceite para motor	15w-40 marca total
Aceite de caja	75w-80 marca total
Paños de limpieza	Ninguna
Wd-40 lubricante	Ninguna

Fuente: Tabla realizada por el autor

Ademas de realizar un inventario se realizo un orden de los repuestos para asi disminuir el tiempo de busqueda al momento de necesitar cierto repuesto. Antes de realizar el orden, los repuestos se encuentran dispersos por todas partes (figura 3.36) y luego (figura 3.37) los repuestos e insumos cuentan con un mayor orden y se pueden de manera más rapida.

Figura 3.36 Repuestos desordenados

Fuente: Foto de autor

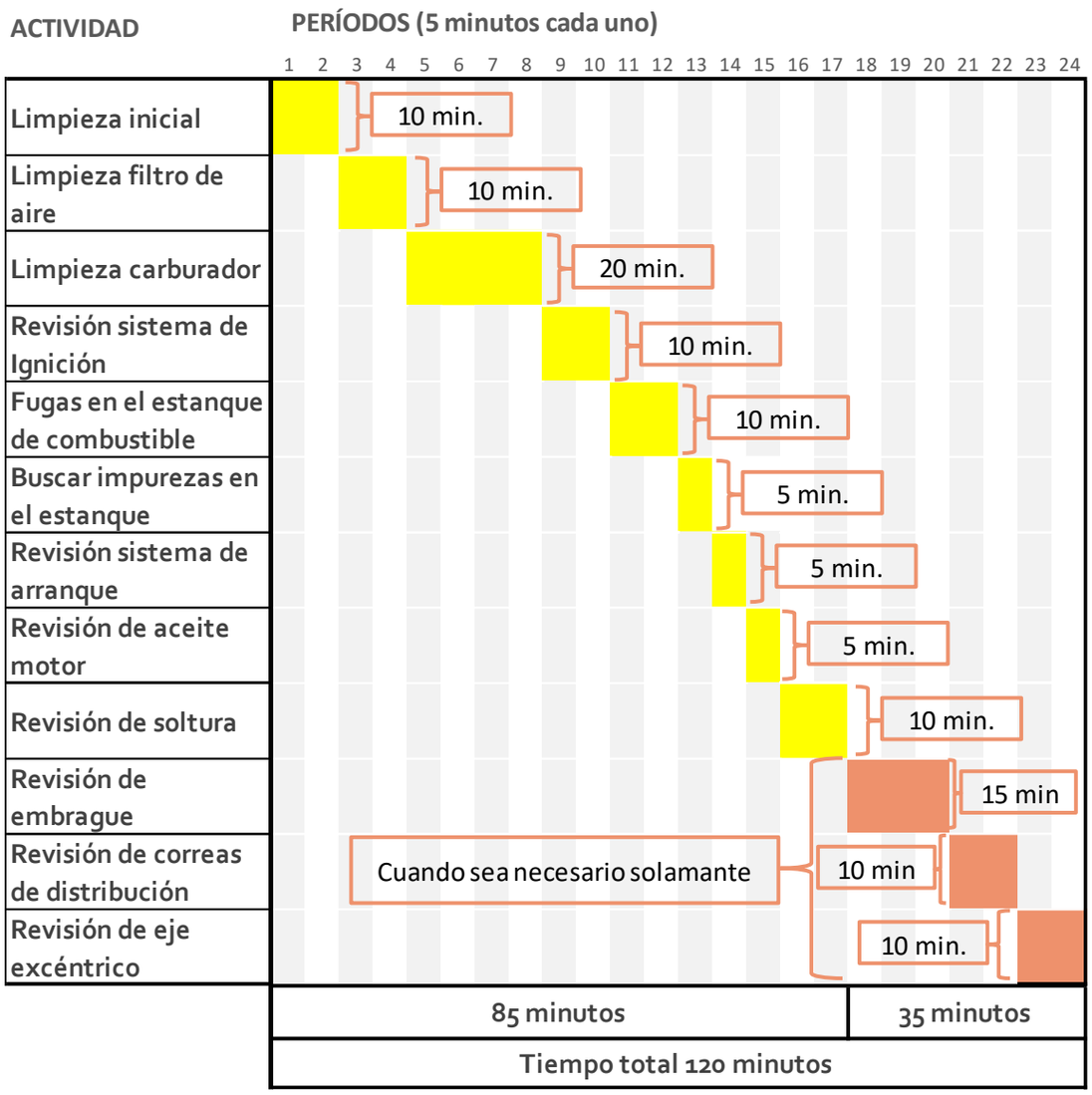
Figura 3.37 Repuestos ordenados

Fuente: Foto de autor

3.6. PLANIFICACION DE TIEMPO

Para tener un mayor orden y una mejor planificación de tiempo al realizar las tareas se confecciono una carta Gantt con las tareas a realizar con su debido orden y tiempo estimado (tabla 3.19).

Tabla 3.19 Carta Gantt con planificación de tiempo



Fuente: Tabla realizada por el autor

Al realizar las tareas con este orden se logra un menor tiempo de mantenimiento ya que esta confeccionado con un orden estratégico. También gracias a este tiempo estimado se puede tener en cuenta cuantas mantenciones se pueden realizar en un día a un cierto número determinado de placas.

4. CONCLUCIONES Y RECOMENDACIONES

Concluyendo el presente trabajo de título, se identifica un plan de mantenimiento poco confiable y sin un orden establecido, es por ello por lo que se realiza la modificación al plan de mantenimiento de una de sus placas compactadoras con mayor demanda y el área donde se desempeña el equipo en esta pyme (el arriendo) necesita contar con una alta disponibilidad y acciones preventivas.

Al analizar las características de la placa compactadora mediante su información técnica, se conoce de manera clara el equipo y en el área donde este se desempeña. Además, el reconocer las fallas más comunes es una parte fundamental para la realización de un correcto plan de mantenimiento preventivo.

El jerarquizar las fallas de la placa compactadora permite clasificar las fallas y cuáles son las más críticas, esta criticidad fue determinada con un valor el cual se obtuvo mediante un criterio que nosotros realizamos. El FMECA fue realizado con relación a las fallas entregadas por el diagrama de Pareto. Con el FMECA concluimos que la falla de un conjunto no siempre está relacionada con la falla de todos los componentes presentes, si no bien puede ser solamente un elemento de este conjunto el que presente una falla, lo que en consecuencia genera la falla total del equipo.

Una vez analizadas las fallas más críticas se realizó un plan de mantenimiento nuevo por conjuntos del equipo (sistema de admisión, estanque de combustible, etc.) optimizando así el tiempo de mantenimiento que se le realiza a este equipo, con esto se concluye que es favorable para la pyme realizar el nuevo plan de mantenimiento, para lograr que el mantenimiento se realice de manera eficiente y así aumentar la disponibilidad del equipo al momento de ser arrendado (de un 64% a un 91%).

Se recomienda a la pyme la implementación de lugares establecidos para el mantenimiento para más adelante implementar un departamento de mantención y así poder tener un mejor orden en la gestión del mantenimiento.

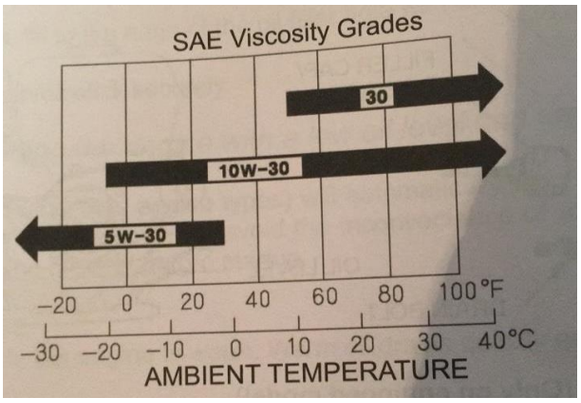
También comenzar a utilizar implementos de tecnología como notebook para el registro de arriendo y fallas de los equipos, para así tener registros con una mayor accesibilidad de búsqueda.

5. ANEXOS

ITEM	SPECIFICATION
Spark plug gap	0.028-0.031 in (0.70 mm -0.80 mm)
Valve clearance	IN: 0.15 mm±0.02 mm (cold) EX: 0.20 mm±0.02 mm (cold)
Other specifications	No other adjustments needed

Anexo 1 regulación de válvulas

Fuente: Manual del fabricante



Anexo 2 Viscosidad del aceite

Fuente: Manual del fabricante

TECHNICAL & CONSUMER INFORMATION

10. Specifications

Model	G120F 160 F	G160F(D) 168 F(D)-1	G200F(D) 168 F(D)-2	G160F(D)-B G160F(D)-B	G200F(D)-B 168F(D)-2B	G160F(D)-C 168F(D)-1C	G200F(D)-C 168F(D)-2C
Type	Single cylinder, 4-Stroke, Forced Air Cooling, OHV						
Rated power(kW/3600rpm)	2.6	3.6	4.1	3.6	4.1	3.6	4.1
Max. torque(N·m/rpm)	7.3/ 2500	10.3/ 2500	12.4/ 2500	10.3/ 2500	12.4/ 2500	10.3/ 2500	12.4/ 2500
Fuel consumption(g/kW·h)	≤395						
Idle speed	1800±150						
SpeedFluctuating Ratio	≤10%						
Transmission Mode	-	-	-	Clutch Mode		Chain mode	
Reduction Ratio	-	-	-	2:1			
Noise(≤)	70db(A)						
Bore×Stroke(mm)	60×42	68×45	68×54	68×45	68×54	68×45	68×54
Displacement(cc)	118	163	196	163	196	163	196
Compression Ratio	8.5:1						
Lubricating mode	Splash						
Starting Mode	Recoil start(Recoil start / Electric starting)						
Rotation	Anti-clockwise(from P.T.O. side)						
Valve Clearance	input valve：0.10 mm ~0.15mm, output valve：0.15 mm ~0.20mm						
Spark plug clearance	0.7 mm ~0.8mm						
Igniting Mode	Transistorized magneto Ignition						
Air cleaner	Semi-dry, Oil bath, Foam filter						
Dimension(Length) (mm)	305	312	312	391	391	342	342
Dimension(Width) (mm)	341	362	376	362	376	362	376
Dimension(High) (mm)	318	335	335	335	335	335	335
Net weight(kg)	13	15(18)	16(19)	19(22)	20(23)	15.5(18.5)	16.5(19.5)

Anexo 3 Especificaciones del motor

Fuente: Manual del fabricante

TECHNICAL & CONSUMER INFORMATION

Model	165F(D)	G210F(D) 170F(D)-2	G240F(D) 173F(D)	G270F(D) 177F(D)	G240F(D)-B 173F(D)-B	G270F(D)-B 177F(D)-B	G240F(D)-C 173F(D)-C	G270F(D)-C 177F(D)-C
Type	Single cylinder, 4-Stroke, Forced Air Cooling, OHV							
Rated power(kW/3600rpm)	3.2	4.4	5.1	6	5.1	6	5.1	6
Max. torque(N·m/rpm)	11 3000	12.5/ 2500	15.3/ 2500	17.7/ 2500	15.3/ 2500	17.7/ 2500	15.3/ 2500	17.7/ 2500
Fuelconsumption(g/kW·h)	≤395							
Idle speed	1800±150							
Speed Fluctuating Ratio	≤10%							
Transmission Mode			-	-	Clutch Mode		Chain Mode	
Reduction Ratio			-	-	2:1			
Noise(≤)	70 db(A)		80 db(A)					
Bore×Stroke(mm)	70×46	70×55	73×58	77×58	73×58	77×58	73×58	77×58
Displacement(cc)	177	212	242	270	242	270	242	270
Compression Ratio	8.5:1		8.2:1					
Lubricating mode	Splash							
Starting Mode	Recoil start(Recoil start / Electric starting)							
Rotation	Anti-clockwise(from P.T.O. side)							
Valve Clearance	input valve：0.10 mm ~0.15mm, output valve：0.15 mm ~0.20mm							
Spark plug clearance	0.7 mm ~0.8mm							
Igniting Mode	Transistorized magneto Ignition							
Air cleaner	Semi-dry, Oil bath, Foam filter							
Dimension(L×W×H) (mm)	342×376×335		380×430×410		440×430×410		405×430×410	
Net weight(kg)	16(19)	17(20)	25(28)	26(29)	29(32)	30(33)	28(31)	29(32)

Anexo 4 Especificaciones

Fuente: Manual del fabricante

TECHNICAL & CONSUMER INFORMATION

Model	G340F(D) 182F(D)	G390F(D) 188F(D)	G340F(D)-D 182F(D)-D	G390F(D)-D 188F(D)-D	G420F(D) 190F(D)
Type	Single cylinder, 4-Stroke, Forced Air Cooling, OHV				
Rated power(kW/3600rpm)	7.1	8.2	7.1	8.2	9
Max. torque(N·m/rpm)	22.1/ 2500	25.1/ 2500	22.1/ 2500	25.1/ 2500	26.5/ 2500
Fuel consumption(g/kW·h)	≤395				
Idle speed	1800±150				
Speed Fluctuating Ratio	≤10%				
Transmission Mode	-	-	Gear transmission		
Reduction Ratio	-	-	2:1		
Noise(≤)	80 db(A)				
Bore×Stroke(mm)	82×64	88×64	82×64	88×64	90×66
Displacement(cc)	337	389	337	389	420
Compression Ratio	8:1				
Lubricating mode	Splash				
Starting Mode	Recoil start(Recoil start / Electric starting)				
Rotation	Anti-clockwise(from P.T.O. side)				
Valve Clearance	input valve：0.10 mm ~0.15mm, output valve：0.15 mm ~0.20mm				
Spark plug clearance	0.7 mm ~0.8mm				
Igniting Mode	Transistorized magneto Ignition				
Air cleaner	Semi-dry, Oil bath, Foam filter				
Dimension(L×W×H) (mm)	405×450×443		440×450×443		405×452×443
Net weight (kg)	31(34)		33(36)		32(35)

Anexo 5 Especificaciones

Fuente: Manual del fabricante

6. BIBLIOGRAFIA

1) Profesor Carlos Baldi González. Ciclo de gestión de mantenimiento [diapositivas]. Viña del Mar, Universidad Técnica Federico Santa María
2) Manual del fabricante loncin, compactor instructions manual book
3) Manual del fabricante loncin, gasoline engine, owner's manual