

TRABAJO DE GRADO
Proyecto de Grado

Análisis del plan de mantenimientos preventivos y correctivos en equipos de la empresa

Alquiequipos y Suministros S.A.S

Corporación Universitaria Remington

Facultad de ingenierías

Ingeniería industrial

Estudiante

Hanner Daniel Ávila Rincón

Tutores

David Alonso Hernández López

Alejandro Arango Correa

Proyecto de grado

2023

Tabla de contenido

Introducción	3
Marco Teórico o de Referencia	4
Mantenimiento y Reparación de los Equipos de Maquinaria Pesada	4
Importancia de los Mantenimientos Preventivos y Correctivos en Equipos de Maquinaria Pesada	5
Mantenimiento Preventivo Basado en el Calendario o en el Tiempo	5
Mantenimiento Preventivo Basado en el Uso	6
Planeación de los Mantenimientos Preventivos y Correctivos en Equipos de Maquinaria Pesada	7
Seguridad en los Mantenimientos Preventivos y Correctivos en Maquinaria Pesada	9
Planteamiento del Problema	12
Justificación	14
Objetivo General	15
Objetivos Específicos	15
Metodología	16
Caracterización de Equipos	16
Actividades de Mantenimiento Presentes	20
Actividades del Plan de Mantenimiento a Implementar	24
Resultados y Discusión	30
Estructura del Plan de Mantenimiento	30
Estrategias de Mejora	32
Conclusiones	34
Referencias	35

Introducción

En el presente documento se abordará el tema de los mantenimientos en máquinas u equipos que se son usadas por empresas cuyas actividades económicas se enfocan en el sector industrial, sin embargo esto no limita su profundización hacia demás áreas que resulten de interés o de apoyo, además de la importancia que representan establecer un correcto plan de mantenimiento para dichos equipos, lo cual puede evitar inconvenientes operacionales, retrasos, incumplimientos de contrato, pérdidas económicas, entre otras. No solo el hecho de analizar el plan de mantenimiento y mejorar sus falencias u actualizarlo a los últimos estándares ayudara al correcto desarrollo de las actividades, sino que también, tiene un impacto ambiental significativo, desde las emisiones de dióxido de carbono (CO₂), dióxido de azufre (SO₂) y óxidos de nitrógeno (NO_x), las cuales aumentan en gran medida en aquellos equipos a los que no se les lleva un mantenimiento periódico, lo cual también lleva a la falla del sistema del mismo, provocando que sea necesaria una reparación que además de ser costosa consume varios recursos, siendo estas mismas las responsables de causar efectos negativos en el medio ambiente, la biodiversidad y el bienestar de los seres humanos, los cuales entran en contacto con el aire por resultado del producto humano, la naturaleza e incluso la combinación de las mismas (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).

Con el fin de ser más preventivos que correctivos debido a que el primero generara un gasto menor tanto en las operaciones que se llevan a cabo, tomando en cuenta registros históricos de demás empresas que han adoptado estas prácticas y como han llevado a mejoras significativas en el campo del desarrollo de las actividades de la misma organización, teniendo en cuenta que la empresa seleccionada no es una multinacional, sino más bien es una empresa local la cual inicia poco a poco en la inmersión de los sectores y actividades industriales y construcciones civiles.

Marco Teórico

Mantenimiento y Reparación de los Equipos

Para definir de una forma entendible podemos tomar a los mantenimientos como el conjunto de diferentes procesos con sus respectivas actividades y tareas a realizar con el fin de conseguir una mejora en la disposición de una maquina o equipo en cuanto a su funcionamiento, reduciendo los costos innecesarios y obteniendo mejores rendimientos con condiciones bastante optimas en lo que respecta la seguridad y operatividad de los mismos. Cuando se realiza un buen mantenimiento esto contiene un significado con respecto a lo seguro que se refleja para su uso, resulta ser mas confiable y menos propenso a que ocurran fallas, causando una reducción en los costos de producción. Los respectivos mantenimientos se pueden llevar a cabo en los equipos parados tanto como activos.

Para la respectiva planeación y programación de un mantenimiento a realizar en un equipo es necesario tener en cuenta el tamaño de la empresa en donde se llevará a cabo y por supuesto la complejidad de los equipos con los cuales se estén planteados para trabajar, por ende, siempre será necesario un proceso que logre evitar o por lo menos reducir en lo posible el porcentaje de los fallos y averías, en donde se detecten y se diagnostiquen los defectos para corregir. Por lo general no se cuenta con una clasificación única para los procesos de mantenimiento ya que estos varían dependiendo de la empresa, su actividad, los tiempos de actividad que maneje, entre otros además de puede ser el caso de que algún equipo requiera un mantenimiento más avanzado. (Yepes Piqueras, 2015).

Importancia de los Mantenimientos Preventivos y Correctivos en Equipos de Maquinaria Pesada

El mantenimiento preventivo nos brinda una perspectiva mas activa de los mantenimientos en los equipos, ya que este en su defecto incluye las respectivas revisiones periódicas, como las inspecciones y posibles reparaciones que se deben de programar para lograr evitar que el equipo pueda presentar fallos y de esta forma alcanzar que el equipo obtenga una vida útil mas larga. También como principal objetivo este tiene el reducir los tiempos inactivos, la reducción de los costos de reparación para causar una mejor fiabilidad y eficiencia en lo general del equipo. Para lograr que el desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo este bien estructurado se precisa de aumentar la productividad, es decir lograr que se pueda mejorar la seguridad de la empresa y los equipos a la vez que se mantienen los costos al mínimo. Además de esto este tipo de mantenimiento no se basa solamente en el estado del equipo, sino que se tiene más en cuenta, las recomendaciones del fabricante en donde podremos observar como se puede lograr un ciclo de vida optimo mediante los mantenimientos que se deben realizar. También se suele tener en cuenta el mantenimiento con respecto a un calendario especifico, esto significa que algunas actividades de mantenimiento se llevaran a cabo aun cuando el equipo no las precise totalmente, sin embargo, se debe de asegurar que se cuente con el presupuesto necesario.

Mantenimiento Preventivo Basado en el Calendario o en el Tiempo

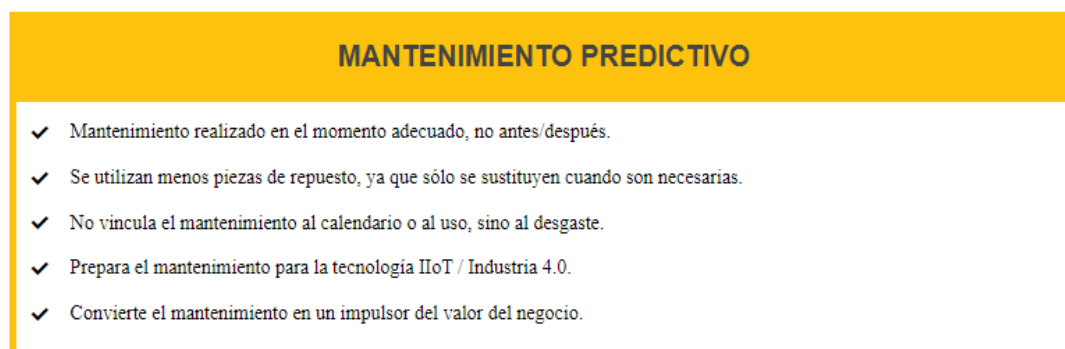
Para el desarrollo de este tipo de mantenimientos se llevan a cabo bajo unos intervalos de tiempo previamente establecidos de manera periódica, muchas veces con el ayuda de algún software, si bien todos los equipos deberían tener sus mantenimientos preventivos, lo cierto es que el chequeo periódico ayudara a reducir las posibles fallas en los mismos, entre los ejemplos más generales se suelen tener tiempos que oscilan entre los 4 y 8 meses dependiendo del equipo.

Mantenimiento Preventivo Basado en el Uso

En este caso se presenta el mantenimiento preventivo que se rige por el uso de los respectivos equipos, en la figura 1 se evidencia las principales características del mantenimiento preventivo u predictivo, en este tipo de mantenimiento se tienen en cuenta los registros estadísticos de actividad que ha tenido cierto equipo, se tienen en cuenta el tiempo de funcionamiento, las millas o kilómetros, entre otros. En la figura 2 se aprecian las principales características del mantenimiento reactivo. Un ejemplo del mismo sería el caso de que el responsable de los mantenimientos u el seguimiento de los equipos revise las estadísticas de cada equipo, según los datos arrojados se puede proceder a programar el respectivo mantenimiento. (emaint, 2023).

Figura 1

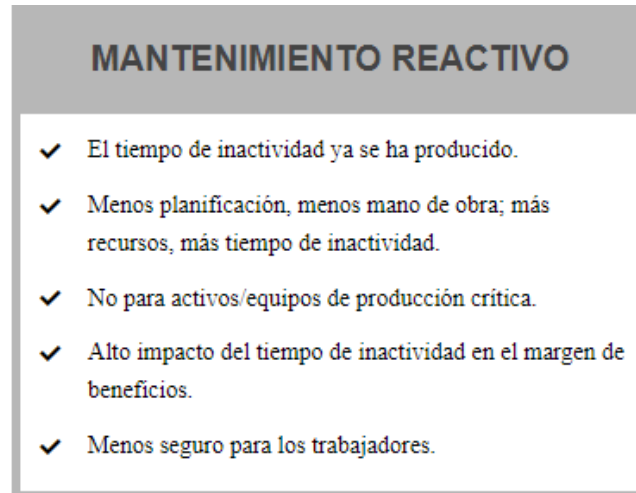
Características mantenimiento predictivo



Nota. Adaptado de emaint. (2023), <https://www.emaint.com/es/what-is-preventive-maintenance/#:~:text=El%20mantenimiento%20preventivo%20es%20importante,no%20afecte%20a%20la%20producci%C3%B3n>

Figura 2

Características mantenimiento reactivo



Nota. Adaptado de emaint. (2023), <https://www.emaint.com/es/what-is-preventive-maintenance/#:~:text=El%20mantenimiento%20preventivo%20es%20importante,no%20afecte%20a%20la%20producci%C3%B3n>

Planeación de los Mantenimientos Preventivos y Correctivos en Equipos de Maquinaria Pesada

El desarrollo de la planeación de un mantenimiento consta de que se logren fortalecer todas y cada una de las industrias en las que son aplicados, sin embargo, al momento de analizar cada sector industrial se logra apreciar que por mucho que tengan ciertas características en común también tienen muchas diferencias por lo cual esto es un impedimento para lograr hacer una regla general de como se deben llevar a cabo, por lo cual cada rama de la industria maneja su propia estructura para llevar a cabo los respectivos mantenimientos.

Con el fin de poder fundamentar y ejecutar la planeación de cualquier actividad, se precisa que estén incluidas las respectivas supervisiones por el personal idóneo el cual asesora cada una de las actividades a realizar, en la figura 3 se observa un posible plan de mantenimiento preventivo. Por lo tanto cada planeación de un mantenimiento además de tener al personal idóneo que realizara las tareas, tendrá al personal que supervisara dichas tareas, en su mayoría por el superintendente de mantenimiento, en caso de que el departamento sea mas extenso en cuanto a su personal, entonces será necesario que el mismo superintendente sea responsable de supervisar en persona cada una de las tareas llevadas a cabo.

Figura 3

Plan de mantenimiento preventivo



Nota. Adaptado de Infraspak Team. (10 de Octubre de 2023),

<https://blog.infraspeak.com/wp-content/uploads/2021/03/LOS-5-PASOS-DE-UN-PLAN-DE-MANTENIMIENTO-PREVENTIVO-min.jpg>

Dentro de los mantenimientos más comunes en los cuales se precisa de una correcta planeación son aquellos que se ven directamente relacionados con las plantas donde se fabrican cierto producto o donde se llevan a cabo diferentes procesos, por lo general a este tipo de mantenimiento se les llama como mantenimiento de bienes, sin embargo, como cualquier otro mantenimiento se ven reflejados la contratación de un personal idóneo, instalaciones, reparaciones necesarias para que los respectivos bienes se encuentren en óptimas condiciones para un adecuado funcionamiento. Otro mantenimiento a tener en cuenta son los mantenimientos de vehículos de transporte en el cual se define de manera que se aplica sobre un equipo específico y este a su vez puede verse replicado sobre la base de las funciones de los demás equipos para mantenerlos. Esta base sirve como la actividad del sistema en el cual operan los equipos, por lo tanto, se añade siempre el monto de escenarios aparte de la central y funciona como un punto de origen. Debido a esto las grandes empresas precisan de un supervisor y su respectivo grupo de trabajo con el fin de mejorar una función específica la cual es el mantenimiento, no obstante, el gerente del departamento encargado a su vez es responsable del nivel de éxito de cada una de las operaciones realizadas en los diferentes escenarios, entonces el gerente de supervisión será necesario que posea la completa autoridad sobre todo el equipo de trabajo involucrado (Marco Teorico, 2023).

Seguridad en los Mantenimientos Preventivos y Correctivos en Maquinaria Pesada

Algo muy importante en los mantenimientos es la seguridad de cada uno de las personas involucradas, es por esto, que se debe ser precavidos y en lo posible tomar las respectivas medidas de seguridad la cuales serán fundamentales para minorizar las posibilidades de que ocurra algún accidente. En la figura 4 se observan elementos de protección personal (EPP).

Tanto los operarios como los ayudantes y todo el personal involucrado deben estar correctamente capacitados para el uso de los diferentes tipos de maquinarias y herramientas, a su vez de conocer y cumplir con ciertas reglas básicas de seguridad como las mencionadas a continuación (medical assistant, 2017).

1. Utilizar guantes y gafas de seguridad para efectuar trabajos en la batería.
2. Contar con equipo de seguridad adecuado. Ajustar el cinturón de seguridad y el asiento.
3. Realizar la inspección previa de la máquina. En los trabajos de mantenimiento y reparación estacionar la máquina en suelo firme, colocar todas las palancas en posición neutral y parar el motor quitando la llave de contacto.
4. Cuando la máquina no esté en uso deberá permanecer apagada. No debe liberarse los frenos de la máquina en posición de parada si antes no se ha instalado tacos de inmovilización de las ruedas.
5. Estacionar la máquina en una superficie nivelada. En terrenos pendienticos se deberá trabajar de cara a la pendiente.
6. El trabajador debe ser notificado por escrito de sus riesgos durante la operación de maquinaria.
7. Contar con un gran ángulo de visión. Mirar continuamente en la dirección de la marcha para evitar atropellos durante la marcha atrás.
8. Si trabajas cerca de maquinaria pesada debes conocer su ubicación y hacia qué dirección se dirige.

9. Mantente fuera de los puntos ciegos del equipo. Haz contacto visual con el operador del equipo pesado antes de acercarse a la máquina.
10. Conocer dónde están ubicados los demás trabajadores y mantenerlos fuera del trayecto de la maquinaria pesada en movimiento.

Figura 4

Equipamiento de Protección Personal



Nota. Adaptado de ALTRAMAN, (25 de Junio de 2020), <https://altramansac.com/wp-content/uploads/2020/04/episs.jpg>

Planteamiento del Problema

Se presenta una problemática directamente con el área operativa, siendo esta el bajo control en los mantenimientos de los equipos que la empresa utiliza, debido a que no se tiene establecido un plan acorde con lo necesario para que se mantenga el orden de los equipos al día y así poderse disponer para las actividades a realizar. Esta situación causa diferentes afectaciones en general, desde el bajo rendimiento de los equipos en las actividades, así como también la avería de algunos por falta de mantenimiento e incluso otros que no se encuentran en disponibilidad a causa de que no funcionan, provocando retardos en los proyectos que desarrolla la empresa.

Además de esto, la forma de obtener algún repuesto que requiera algún equipo es demasiado demorado, tomando varios días para que esté disponible y otros días para que pueda ser reparado, esto demuestra un nivel bastante disfuncional en la logística que se maneja desde el área administrativa con relación al área operativa. Otro factor que influye en la problemática es el lugar del cual se obtienen las piezas y el material necesario para realizar las reparaciones y mantenimientos, la ciudad más cercana se encuentra por lo menos a 2 horas de camino, en las figuras 5 y 6 se puede evidenciar las operaciones realizadas, teniendo en cuenta que el estado de la vía no es el más óptimo y en ocasiones se presentan cierras en las mismas debido a problemas de orden público, ocasionando que se aumente más los tiempos de llegada, en promedio la mayoría de los mantenimientos son de forma correctiva, cuando lo recomendable es que se dé prioridad al mantenimiento preventivo, por los altos gastos que el primero representa como precios elevados de los repuestos, los tiempos que dura el equipo parado y sin producir, altos costos de horas extras, demoras en la entrega de los proyectos y contratos e incluso hasta inventarios agotados o sin stock (fractal, 2023).

Figura 5

Volqueta estacionada en la via acacias, elaboración propia.

**Figura 6**

Excavadora en sitio de trabajo, elaboración propia.



Justificación

Es necesario realizar este trabajo contemplando los designios que se han venido mostrando en su estructura, debido a que no solo genera un impacto positivo a la economía de la misma organización sino que también supone un impacto tecnológico al incluir nuevas estrategias para la mitigación de posibles averías en las maquinarias, resaltar también el impacto legal, ya que con esto la empresa se verá protegida ante posibles problemas que se puedan causar, como lo pueden ser la avería de una de las maquinarias mientras está ejerciendo su actividad laboral, lo cual supondría un retraso y posibles pérdidas económicas y es que esta investigación es posible debido a que se han detectado ciertas irregularidades en las maquinarias las cuales son corregibles con los debidos y respectivos mantenimientos previamente ya mencionados.

Los aportes de este trabajo se realizan con el fin de generar interés sobre los mantenimientos preventivos y correctivos en las maquinarias de la empresa en el sector de construcción, generando con esto conciencia y prevenir daños al medio ambiente, además de que se implementen nuevas prácticas con base a las nuevas tendencias tecnológicas.

Todo este trabajo no solo refleja la importancia de los mantenimientos para equipos de una empresa, sino que también su fin es de concientizar a todas las personas que utilizan diferentes equipos en el día a día de que estos necesitan un mantenimiento, puede ser desde una bicicleta hasta un auto e incluso a equipos básicos del hogar como un refrigerador o lavadora, el mantenimiento de un equipo puede ser incluso tan sencillo como de realizar una correcta limpieza y lubricación de piezas que lo necesiten, o también del cambio de algún cable que ya no hace contacto entre otros, de esta manera se refleja la importancia de los mismos y las revisiones periódicas, ya que de esta forma se podrá economizar. (Charris González, 2018)

Objetivo General

Diseñar un plan de mantenimientos preventivos y correctivos para los equipos de maquinaria pesada en la empresa Alquiequipos y Suministros S.A.S.

Objetivos Específicos

1. Analizar la caracterización de los equipos que serán incluidos en el plan de mantenimiento preventivo y correctivo de la empresa Alquiequipos y Suministros S.A.S.
2. Identificar las actividades de mantenimiento que se ejecutan actualmente en la empresa Alquiequipos y Suministros S.A.S.
3. Establecer las actividades necesarias para fortalecer el plan de mantenimiento preventivo y correctivo en los equipos de la empresa Alquiequipos y Suministros S.A.S.

Metodología

Caracterización de Equipos

En las siguientes figuras 7, 8, 9 y 10 se evidencian los equipos caracterizados.

Figura 7

Excavadora Caterpillar 320DL



Nota. Adaptado de Lectura specs. (2023). *Datos técnicos para Caterpillar 320D L,*

[https://www.lectura-specs.es/models/renamed/orig/excavadoras-hidraulicas-de-orugas-320-d-l-caterpillar\(28\).jpg](https://www.lectura-specs.es/models/renamed/orig/excavadoras-hidraulicas-de-orugas-320-d-l-caterpillar(28).jpg)

Peso	21.5 t	Longitud de transporte	8.96 m
Anchura transporte	2.98 m	Altura de transporte	3.12 m
Capacidad cuchara	1 m ³	Anchura orugas	600 mm
Pluma	MB	Max. Alcance lateral	9.83 m
Profundidad de excavación	6.65 m	Fuerza de rotura	106 kN
Ancho cuchara	1 m	Fabricante del motor	Caterpillar
Modelo del motor	C6.4 Acert	Rendimiento del motor	103 kW
Cilindrada	6.4 l	Revoluciones	1800 rpm
Modelo base con cabina Rops y rodaje, brazo y cuchara estándar.			

Figura 8

Cargadora compacta S570



Nota. Adaptado de Bobcat. (2023), https://res.cloudinary.com/doesan-bobcat/image/upload/b_transparent,c_pad,dpr_1.0,f_auto,g_center,h_950,q_auto,w_1000/c_pad,h_950,w_1000/v1/bobcat-assets/alao-approved/la/products/skid-steer-loaders/models/s570/s570-studio?pgw=1

Peso	2.94 t	Capacidad de carga nominal	942 kg
Neumáticos estándar	10x16.5 10-ply	Ancho cuchara	1.73 m
Capacidad cuchara	0.93 m ³	Protección para el conductor	KbR
Tipo de dirección	AL	Longitud de transporte	3.38 m
Anchura transporte	1.73 m	Altura de transporte	1.97 m
Velocidad	17.3 km/h	Altura de vertido máx.	2.32 m
Modelo de serie	S	Fabricante del motor	Bobcat
Modelo del motor	D24	Rendimiento de motor	42.5 kW
Cilindrada	2.392 l	Numero de cilindros	4
Par máximo	205 Nm	Nivel de emisión	IIIB
Cilindro Diámetro x carrera 90x94 mm			
Modelo base con cabina, cuchara estándar con dientes.			

Figura 9*Motoniveladora Caterpillar 120K*

Nota. Adaptado de Lectura specs. (2023). Datos técnicos para Caterpillar 120K,

<https://www.lectura-specs.es/models/renamed/orig/motoniveladoras-120k-caterpillar.jpeg>

Peso	14.34 t	Neumáticos estándar	13.00-24 12PR (G-2)
Longitud de transporte	8.265 m	Anchura de transporte	2.449 m
Altura de transporte	3.326 m	Ancho de cuchara	3.7 m
Velocidad	47.5 km/h	Radio de torneado exterior	7.3 m
Fabricante de motor	Caterpillar	Modelo de motor	C7 Acert
Rendimiento de motor	93 kW	Cilindrada	7.2 l
Revoluciones	1000 rpm	Par máximo	774 Nm
Nivel de emisión	IIIA	Cilindro diámetro x carrera	105x127 mm

Figura 10

Volqueta doble troque Kenworth, elaboración propia.



Motor	MX-11 / 402 HP	Llantas delanteras	Goodyear 385/65R22.5
Transmisión	Caja cambios automatizada TraXon 12 velocidades	Llantas traseras	Goodyear 315/80R22.5
Eje delantero	9 toneladas / parabólica / 187 N Cilindros de freno resorte	Largo chasis	310/8.5 mm
Eje trasero	2 ejes x 13 toneladas / Trapezoidal / HR1670T Ballestas traseras 26 toneladas Relación eje trasero: 5.41 Frenos de tambor	Distancia entre ejes	4.50 metros

Actividades de Mantenimiento Presentes

Al momento de recolectar información sobre los procesos y actividades de mantenimiento que se llevaban a cabo en la empresa Alquequipos y Suministros S.A.S se reconoció que algunas de ellas las cuales eran fundamentales realizar si se realizaban sin embargo estaban incompletas en ciertas medidas. En el caso de las volquetas son llevadas a una revisión técnico-mecánica al “C.D.A LOS CENTARUOS” ubicado en la ciudad de Villavicencio, en la figura 11 se evidencia el ingreso de los equipos al CDA, en donde se revisaban las principales funciones de la volqueta y que nada estuviera fuera de lo normal, sin embargo debido a las operaciones que son sometidas estos equipos, al momento de terminar la revisión arrojaba alguna falla y se debía proceder a su corrección en un taller especializado, teniendo en cuenta que dicha revisión se realiza una vez al año y el equipo esta en funcionamiento la mayor parte del tiempo durante ese año era evidente que tendría algún desgaste y de esta manera afectar a su correcto funcionamiento, lo cual con un mantenimiento preventivo en un tiempo mucho menor a un año dependiendo del uso y disposición del equipo.

Figura 11

Centro de diagnóstico automotor Los Centauros, elaboración propia.



En el caso de los demas equipos, se realizaba un chequeo horas antes de ejecutar cualquier labor operativa, dentro de los cuaels se observavan levemente las principales características funcionales del equipo las cuales son:

- Estado del sistema electrico del equipo
- Estado del nivel de los fluidos del equipo
- Nivel de combustible del equipo

Sin embargo, en este tipo de equipos estos chequeos podrian o no ser de mucha utilidad, si se tiene en cuenta el hecho de revisar ciertas funciones antes de realizar cualquier trabajo es algo que esta bien pero lo ideal es generar un diagonisto general del equipo de acuerdo con el uso que este presenta durante los trabajos realizadoda, con el fin de ser mas certeros en los tiempos que el quipo pueda funcionar teniendo una vida util optima y reducir fallas internas que se puedan presentar. En las figuras 12, 13 y 14 se evidencian los respectivos diagnosticos a los equipos.

Figura 12*Chequeo de motoniveladora*

Nota. Adaptado de Corporacion Casa Lima. (8 de Agosto de 2022),

Figura 13*Chequeo de Cargadora compacta*

Nota. Adaptado de CAT. (2023), [https://s7d2.scene7.com/is/image/Caterpillar/CM20210305-4029e-d50e7?\\$highres\\$](https://s7d2.scene7.com/is/image/Caterpillar/CM20210305-4029e-d50e7?$highres$)

Figura 14

Chequeo de excavadora, elaboración propia.



Actividades del Plan de Mantenimiento a Implementar

Inventarios

Para realizar una correcta gestión en el plan de mantenimiento, es necesario tener un inventario general de los equipos, con la clasificación de los mismos, la función de esto es dar a conocer el estado de cada uno de los equipos, mostrando si funciona correctamente o si tiene pendiente algún fallo, se le denomina una hoja de vida del producto con el cual nos dará los siguientes datos.

- Marca o empresa que lo fabrica
- Especificaciones y consejos de la empresa que lo fabrica
- Registro histórico del estado del equipo
- Registros y antecedentes de reparaciones realizadas
- Tiempo de garantía de las correcciones realizadas al equipo
- Nivel de criticidad que ha presentado el equipo

Tener todos los datos mencionados actualizados y de una forma veraz será indispensable con el fin de lograr indicar los intervalos de chequeo del respectivo mantenimiento y de esta manera poder tener un bosquejo de lo mas importante que se necesite para cada equipo en específico, además de prever también una cierta parte el presupuesto, aunque este podría aumentar en dado caso debido a diversos factores no solo de lo que se debe realizar y cambiar sino en torno a la intervención y recursos indirectos que son utilizados para este fin.

Indicadores Claves de Desempeño

Al ser un proceso complejo el plan de mantenimiento es necesario tener indicadores que nos muestren que tan bien se están logrando las actividades ya que este es un eslabón clave para llegar un cumplimiento óptimo del plan de mantenimiento.

Tiempo Medio entre Fallos

Este indicador retrata la confiabilidad de los equipos, con el fin de medir la tasa de fallos que surgen de manera aleatoria o no previstos, incluso si estos son fallos causados por defecto de fábrica, o bien sea que el equipo este recién reparado y sea necesario medir su confiabilidad después de tal reparación, acoge todo tipo de fallos, tanto electrónicos, mecánicos, de motor, entre otros.

Basándose en una medida de tiempo se puede tomar en consideración el lapso de tiempo entre un fallo y el próximo fallo, lo cual nos indicará que mientras mayor sea el tiempo de este intervalo el equipo será más fiable y generar mayor seguridad a la hora de su uso.

Tiempo Medio de Reparación

Un indicador que medirá el tiempo que tarda un equipo siendo intervenido; el tiempo que le toma al personal resolver las averías que se hayan presentado, con el fin de que se logre disminuir el máximo posible tiempo y además ayuda a mejorar las falencias que se puedan tener a la hora de realizar dichas actividades de reparación o mantenimiento.

Es la relación entre el tiempo que tomo en reparar el equipo y la cantidad de errores producidos en el mismo tiempo.

Inactividad del Equipo

Es el resultado de algún incidente imprevisto en el equipo durante su funcionamiento que requiere la intervención para reparar lo necesario, al ser una medida de tiempo puede ser en minutos, horas, días incluso. Una buena cifra de este indicador es que el tiempo promedio general de inactividad del equipo sea de un 10% o menos de todo el tiempo en el que este estuvo en disposición de usarse, de esta manera se podrá garantizar que el equipo logre alcanzar un 90% de plena actividad e incluso un poco más, para que se pueda asegurar una mayor continuidad a las actividades que se estén realizando.

Tiempo que el equipo estuvo parado / tiempo total del equipo en disposición, al requerir la cifra porcentual se multiplicara por 100.

Porcentaje de Mantenimiento Planificado

Es la relación del tiempo que se dedico al desarrollo de las actividades de mantenimiento programadas con los respectivos equipos, bien sea cambio de alguna pieza o reparaciones complejas.

La cifra porcentual hallada mediante el tiempo que se dispuso para las actividades y el tiempo total que realmente tomo realizar las actividades, multiplicadas por cien.

El resultado obtenido nos indicara el rendimiento y éxito que se esta teniendo en las actividades de mantenimiento que se realizan, siendo una buena tasa de 80% o más de la cobertura del mantenimiento planificado.

Establecer el Presupuesto

Considerando las actividades a elaborar en un plan de mantenimiento, se indispensable tener un presupuesto asignado, pues es necesario saber con qué recursos cuenta la empresa con respecto a los costes estimados de todas las actividades. Este presupuesto se basa en relación de nuestros objetivos, los indicadores de desempeño y el estado actual en el que se encuentran los equipos.

Por ende, los equipos cuyo estado sea más delicado y de forma remota tenga incidencia en el cumplimiento de los objetivos y el desempeño de los mismo, son en los cuales debe haber una mayor prioridad para su mantenimiento. Además, es necesario saber sobre las tareas de mantenimiento que tienen menor prioridad o que su uso es menos frecuente en el día a día operacional de la empresa, pero que a su vez presentan un estado crítico y también aquellos que no están representados con un estado crítico sino más bien medio.

A la vez que es necesario incluir pruebas y verificaciones de los equipos críticos y además los mantenimientos correctivos programados en los equipos de mayor prioridad en los cuales no se refleja una clara y justificada inversión, pero que a pesar de ello significan una inversión necesaria en el plan de mantenimiento.

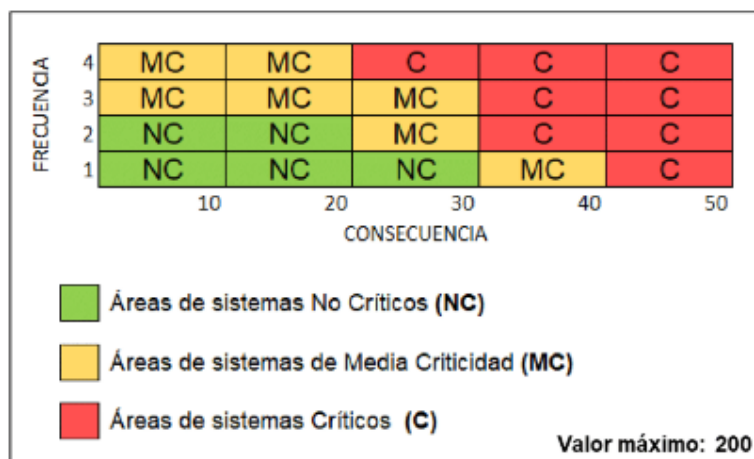
Como siempre, es mejor prevenir es recomendable destinar entre un 60% u 80% del presupuesto al mantenimiento preventivo ya que de esta manera se podrá mitigar la necesidad de llegar a un mantenimiento correctivo, e incluso a que se presenten fallas muy graves, y entre un 40% o 20% al mantenimiento correctivo en los casos que sean necesarios por ende siempre se debe tener en cuenta las prioridades, objetivos y necesidades de cada empresa a la hora de realizar un presupuesto basado en los mantenimientos a equipos que se usan.

Muy importante el distinguir y clasificar las tareas que la empresa puede abarcar por sí misma con el personal especializado que tenga a disposición de hacerse cargo de cumplir dichas tareas, pero también se debe tener en cuenta si se subcontrata personal externo, debido a que el personal de la empresa no esté debidamente calificado para llevar a cabo las actividades o también que los equipos sean demasiado complejos para la realización de su mantenimiento, se resalta que todo el personal externo reflejara en su contratación unos costos adicionales.

En la figura 15 se muestra la clasificación del estado de los equipos y su respectiva prioridad para tener en cuenta a lo hora de realizar los mantenimientos, di en dicho caso un equipo tuviera un valor de 10 no significaría un riesgo para unas ni para realizar mantenimiento, si en dicho caso tuviera un valor de 50 significaría una posible medida de riesgo para tener en cuenta y sería recomendable realizarle la respectiva revisión y ajuste, ahora si su valor fuese de 100 o más entonces ya entraría en un nivel de criticidad en la que el equipo debe ser revisado si o si, debido a su alta posibilidad de tener una falla grave suponiendo en este caso un mayor costo a la hora de afrontar su reparación.

Figura 15

Matriz de criticidad para equipos



Nota. Adaptado de Parra. (2021). *Técnica de Jerarquización de Activos MCCR: Matriz de Criticidad Cualitativa de Riesgo*, https://www.researchgate.net/figure/Figura-2-Matriz-de-criticidad-para-equipos-Fuente-IngeCon-Parra-et-al-2021-1_fig2_351334679

Resultados y Discusión

Estructura del Plan de Mantenimiento

A partir de los enfoques presentados y la información recolectada hasta el momento de la empresa sobre sus actividades que llevaban a cabo en cada uno de los equipos con relación al mantenimiento u revisiones para garantizar su correcto funcionamiento y estado, se logra estructurar de una mejor manera el listado de cada una de las actividades y tareas a desarrollar cada vez que el plan de mantenimiento sea puesto en marcha, el cual tendrá su periodicidad con base al estado de los equipos y su respectiva hoja de vida.

Procesos	Actividades
Revisión de inventarios	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar las respectivas revisiones de los inventarios de cada equipo en cuanto a su estado, historial, repuestos disponibles, entre otros. • En caso de no tener un inventario definido, se deberá inspeccionar cada ítem mencionado anteriormente y registrar con lo que se cuente, para lo que haga falta bien se incluirá en el presupuesto para su obtención en el inventario. • Comunicar la información recolectada y las decisiones recomendadas a tomar a la gerencia de la empresa con el fin de tener claridad del tema y una correcta comunicación.
Analizar y establecer los indicadores de desempeño	<ul style="list-style-type: none"> • Como punto de apoyo en los objetivos de la empresa se deberán establecer indicadores que ayuden a mostrar que tan bien se llevan a cabo las diferentes actividades dentro del plan de mantenimiento, en dado caso de que no se tengan definidos estos se deberán establecer conjuntamente con la directiva de la empresa, en términos tanto económicos como rentables para la misma.

	<ul style="list-style-type: none"> • Incluir con cada indicador un proceso de seguimiento el cual mostrara de manera histórica la mejora o decadencia del mismo con base a los varios mantenimientos que se lleven a desarrollar en los equipos.
Establecer el presupuesto	<ul style="list-style-type: none"> • Definir las cantidades monetarias que la empresa deberá disponer para la realización de los procesos del plan de mantenimiento, siempre optando por una mejor calidad en cada uno de ellos, al momento de invertir mejor debido a que es algo puede afectar drásticamente a la empresa. • Incluir tanto el personal disponible como el que se va a encargar de forma externa en caso de requerirlo, además de todos los costos que conllevaran el desarrollo de las reparaciones y mantenimientos realizados.
Lugar de ejecución	<ul style="list-style-type: none"> • Disponer de un lugar en el cual se pueda llevar a cabo todas las actividades necesarias, en este caso la empresa viene trabajando con sus propias instalaciones en el municipio de acacias, sin embargo, en caso de requerir personal externo, se puede optar por bien sea el traslado del equipo hacia el lugar donde se llevará a cabo su reparación o mantenimiento, o de lo contrario que el personal se traslade a las instalaciones de la empresa.
Análisis de resultados y mejoras	<ul style="list-style-type: none"> • Después de cada realización de mantenimientos preventivos o correctivos en los equipos se deberá tomar en cuenta todos los resultados arrojados durante el proceso con el fin de mejorar las posibles falencias e incluir nuevas formas de llevar a cabo las actividades de una manera más optima y eficaz.

Estrategias de Mejora

Con la recolección de toda la información arrojada por un plan de mantenimiento es lógico que cada empresa quiera inclinarse a la mejora continua sin embargo, esta tiene sus ventajas y desventajas, aunque la estructura presentada para el plan de mantenimiento se vea bien fundamenta y funcional siempre estará la posibilidad de mejorar ciertos parámetros, es preciso que el hecho de este avance en torno al cuidado del sector operativo de la empresa es muy necesario y supondrá un antes y un después para que la misma siga creciendo en su actividad económica, algunas de estas ventajas son:

- Mayor disponibilidad y confiabilidad de las maquinas, debido que un equipo con su revisión periódica descartando fallas y manteniéndolo en su funcionalidad mas cercana al 100% no solo genera una mayor durabilidad del mismo, sino también la confianza de este.
- Aumentar la previsibilidad, gracias al seguimiento de cada equipo se pueden detectar las posibles fallas hacia un futuro, basándose en los indicadores de desempeño y la relación con el manejo del mismo, lo cual abre las puertas a poder ser mas puntuales de cuando es necesario intervenirlo.
- Reducción de los costos y desperdicios, no está demás decir que cuando se realizan los debidos mantenimientos a un equipo evitamos que este se dañe y acorte su vida útil, en caso que esto no se tuviera en cuenta entonces los equipos durarían menos, habría que desecharlos antes de lo previsto llevando asi a una pésima rentabilidad de la empresa, por lo cual el plan de mantenimiento es sinónimo de rentabilidad para la empresa.

- Disminución de horas extra de trabajo, cuando se tienen todos los equipos al día y en regla no se generarán retrasos o demoras en las actividades que se estén realizando por lo tanto se obtendrá un trabajo más óptimo.
- Aumenta la seguridad de los procesos, tener equipos con su respectivo mantenimiento al día es evitar posibles accidentes e incidentes de trabajo donde puede ser perjudicial tanto para la empresa como para los trabajadores que pueden salir lesionados o incluso peor, sin embargo, el plan de mantenimiento genera un seguro a la hora de realizar el desarrollo de las actividades.
- Posibilidad de reparaciones más puntuales y efectivas, lo cual indica que no se deberá esperar hasta que un equipo este presentado alguna falla, como que no prenda o que tenga algún sonido inusual, o cualquier fallo por más mínimo que sea debe ser prevenido y tomar cartas en el asunto para solucionarlo.
- Mejora de las gestiones de actividades, el plan de mantenimiento se convierte en una forma de gestionar correctamente la administración de equipos pues para ello se precisa de la minimización o suprimir directamente la dinámica de daño y arreglo en los equipos, se presenta como una estrategia imprescindible para aumentar la productividad, pues ofrece diversos beneficios a las diferentes áreas de la empresa, al equipo que realiza la gestión en la parte financiera y principalmente a los técnicos encargados de cualquier tipo de mantenimiento (Suazo, s.f.).

Conclusiones

Los mantenimientos son parte fundamental del buen funcionamiento de equipos utilizados por empresas cuya actividad se centra en operaciones las cuales demanden el constante uso de los mismos, específicamente en la maquinaria pesada, estandarizada en un alto grado de costo es necesario mantener al día dichos equipos ya que se pueden prevenir no solo gastos innecesarios sino también ahorro de tiempo en los proyectos de la empresa.

La adecuación de un eficiente plan de mantenimientos basados en el análisis de la oferta y demanda de los equipos es vital para el buen desarrollo de una guía periódica enfocada al seguimiento y observación de los diferentes equipos, contrastando un poco con la ayuda al medio ambiente previniendo posibles averías o mal funcionamiento que genera mayor incremento de gases contaminantes y sobre todo economiza el tener que adquirir nuevos equipos con costos elevados de una manera innecesaria.

Los procesos de mantenimientos en maquinaria pesada no solo deben enfocarse en el ámbito de la construcción o de vías, sino también en todas las áreas de la ingeniería, debido a que es casi nula la posibilidad de que en un proyecto de ingeniería no se involucre un tipo de maquinaria o equipos automáticos, manuales, entre otros, que no necesiten de un correcto mantenimiento sobre todo preventivo por ende incluso en maquinaria agrícola, textil, manufacturera en general, siempre debe ser necesario el respaldo de los respectivos mantenimientos en todas las maquinas que se dispongan.

Referencias

ALTRAMAN. (25 de Junio de 2020). *ALTRAMAN*. Obtenido de ¿Qué es EPP y cuál es su importancia en el ambiente laboral?: <https://altramansac.com/wp-content/uploads/2020/04/episs.jpg>

Bobcat. (2023). *Bobcat*. Obtenido de Cargadora compacta S570:

https://res.cloudinary.com/doosan-bobcat/image/upload/b_transparent,c_pad,dpr_1.0,f_auto,g_center,h_950,q_auto,w_1000/c_pad,h_950,w_1000/v1/bobcat-assets/alao-approved/la/products/skid-steer-loaders/models/s570/s570-studio?pgw=1

CAT. (2023). *Mantenimiento Preventivo*. Obtenido de

[https://s7d2.scene7.com/is/image/Caterpillar/CM20210305-4029e-d50e7?\\$highres\\$](https://s7d2.scene7.com/is/image/Caterpillar/CM20210305-4029e-d50e7?$highres$)

Charris González, M. E. (2018). *Repositorio Universidad Simón Bolívar*. Obtenido de Gestión de control para el mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos y maquinarias pesadas en la empresa unión temporal J.A. asociados:

<https://bonga.unisimon.edu.co/handle/20.500.12442/2254>

Corporacion Casa Lima. (8 de Agosto de 2022). *Linkedin*. Obtenido de EPP para Maquinarias

Pesadas: https://media.licdn.com/dms/image/D4E12AQHJQr5-CZaalQ/article-cover_image-shrink_720_1280/0/1659979230573?e=2147483647&v=beta&t=E_4UcYBEDf5_3cxYM rIHCOCAPE-BMFFSLspsMdrRUaw

- emaint. (2023). *¿Qué es el mantenimiento preventivo? Significado, ejemplos, ventajas*. Obtenido de emaint: <https://www.emaint.com/es/what-is-preventive-maintenance/#:~:text=El%20mantenimiento%20preventivo%20es%20importante,no%20afecte%20a%20la%20producci%C3%B3n>
- fracttal. (2023). *fracttal*. Obtenido de *¿Qué es el mantenimiento reactivo y por qué debería ser cosa del pasado?*: <https://www.fracttal.com/es/como-hacer-un-plan-de-mantenimiento#Inventario>
- Infraspeak Team. (10 de Octubre de 2023). *INFRASPEAK*. Obtenido de Plan de mantenimiento preventivo en 5 pasos: <https://blog.infraspeak.com/wp-content/uploads/2021/03/LOS-5-PASOS-DE-UN-PLAN-DE-MANTENIMIENTO-PREVENTIVO-min.jpg>
- Lectura specs. (2023). *Datos técnicos para Caterpillar 120K*. Obtenido de Caterpillar 120K: <https://www.lectura-specs.es/models/renamed/orig/motoniveladoras-120k-caterpillar.jpeg>
- Lectura specs. (2023). *Datos técnicos para Caterpillar 320D L*. Obtenido de Caterpillar 320D L : [https://www.lectura-specs.es/models/renamed/orig/excavadoras-hidraulicas-de-orugas-320-d-l-caterpillar\(28\).jpg](https://www.lectura-specs.es/models/renamed/orig/excavadoras-hidraulicas-de-orugas-320-d-l-caterpillar(28).jpg)
- Marco Teorico. (2023). *Planeación estratégica del Mantenimiento industrial*. Obtenido de Marco Teorico: <https://www.marcoteorico.com/curso/90/administracion-del-mantenimiento/829/planeacion-estrategica-del-mantenimiento-industrial/page/1>
- medical assistant. (6 de Octubre de 2017). *Medidas de seguridad que debes conocer si trabajas con maquinaria pesada*. Obtenido de medical assistant: <https://ma.com.pe/medidas-de-seguridad-que-debes-conocer-si-trabajas-con-maquinaria-pesada>

- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). *Contaminación Atmosférica*. Obtenido de La contaminación atmosférica en Colombia:
<https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/contaminacion-atmosferica/>
- Parra. (2021). *Técnica de Jerarquización de Activos MCCR: Matriz de Criticidad Cualitativa de Riesgo*. Obtenido de Caso de estudio: Equipos de producción de lentes Oftálmicas del laboratorio de la empresa PRATS Costa Rica Industrias de Óptica S.A.:
https://www.researchgate.net/figure/Figura-2-Matriz-de-criticidad-para-equipos-Fuente-IngeCon-Parra-et-al-2021-1_fig2_351334679
- Suazo, L. (s.f.). *Tractian*. Obtenido de plan de mantenimiento: <https://tractian.com/es/blog/como-hacer-un-plan-de-mantenimiento>
- Yepes Piqueras, V. (2015). *Coste, producción y mantenimiento de maquinaria para construcción*. Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia. Obtenido de https://elibro.net/es/lc/remington/titulos/57395?as_all=mantenimiento__de__maquinaria&as_all_op=unaccent__icontains&prev=as
- Zambelli, R. (30 de Abril de 2021). *¿Qué es el mantenimiento correctivo? ¡Vea cómo, cuándo y por qué usarlo!* Obtenido de checklistfácil: <https://blog-es.checklistfacil.com/mantenimiento-correctivo/#:~:text=El%20mantenimiento%20correctivo%20es%20de,los%20resultados%20de%20una%20organizaci%C3%B3n>