

**DISEÑO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS  
EQUIPOS DEL CENTRO DE DIAGNOSTICO AUTOMOTRIZ HANGARES S.A.S**

HEYNE PADILLA HENAO

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
TECNOLOGÍA MECANICA INDUSTRIAL  
MEDELLÍN**

**2022**

**DISEÑO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS  
EQUIPOS DEL CENTRO DE DIAGNOSTICO AUTOMOTRIZ HANGARES S.A.S**

**HEYNE PADILLA HENAO**

Trabajo de grado para optar al título de Tecnólogo mecánica Industrial

**Asesor:**

**María Isabel Ardila Marín**

**Ingeniera Mecánica, MSc. En Gestión Energética Industrial**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**TECNOLOGÍA MECANICA INDUSTRIAL**

**MEDELLÍN**

**2022**

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN.....	10
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
1.1 Descripción .....	12
1.2 Formulación.....	12
2. JUSTIFICACIÓN .....	13
3. OBJETIVOS .....	14
3.1 Objetivo general.....	14
3.2 Objetivos específicos .....	14
4. MARCO TEORICO.....	15
4.1 Tipos de mantenimiento.....	15
4.2 Evolución del mantenimiento.....	20
4.3 Centro de Diagnostico Automotriz.....	21
4.4 Gases contaminantes generados por la combustión de combustibles fósiles .....	22
4.5 Equipos utilizados durante las revisiones técnico mecánicas .....	24
4.5.1 Luxómetro.....	24
4.5.2 Frenómetro.....	25
4.5.3 Detector de holguras. ....	25
4.5.4 Medidor de profundidad de ruedas.....	26
4.5.5 Analizador de gases.....	26
4.5.6 Contador de revoluciones por minuto.....	27
5. METODOLOGÍA .....	28
6. RESULTADOS .....	29
6.1 implementación del programa de mantenimeinto.....	29
6.2 Máquinas de la empresa .....	29
6.2.1 luxómetro.....	30
6.2.2 Sonómetro.....	32
6.2.3 Probador de la suspensión. ....	33

6.2.4 Analizador de gases.....	34
6.3 Clasificación de las actividades según su tipo y periodicidad .....	36
6.4 Componentes y subcomponentes de los equipos.....	37
6.4.1 Analizador de gases.....	37
6.4.2 Sistema de frenado. ....	41
6.4.3 Sonómetro.....	42
CONCLUSIONES.....	45
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	47

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Técnica de mantenimiento predictivo (análisis de vibraciones).....	15
Figura 2. Mantenimiento preventivo conjunto de tareas programadas.....	16
Figura 3. Remoción y cambio de piezas dañadas. ....	16
Figura 4. Pilares del mantenimiento preventivo total. ....	17
Figura 5. Etapas del mantenimiento centrado en la confiabilidad o RCM. ....	18
Figura 6. Diagrama de flujo del proceso de RBM. ....	19
Figura 7. Tipos de mantenimiento industrial. ....	20
Figura 8. Técnicas de mantenimiento preventivo más utilizadas. ....	20
Figura 9. Centro de diagnóstico automotriz de motocicletas y carros. ....	22
Figura 10. Gases producto de la combustión. ....	22
Figura 11. Luxómetro utilizado en la mayoría de CDA. ....	25
Figura 12. Frenómetro utilizado en CDA. ....	25
Figura 13. Equipo detector de holguras CDA. ....	26
Figura 14. Medidor de profundidad de las ranuras de las llantas. ....	26
Figura 15. Analizador de gases utilizado en CDA. ....	27
Figura 16. Medidor de RPM para vehículos. ....	27
Figura 17. luxómetro marca TopAuto modelo HBA 26 D utilizado en el CDA HANGARES S.A.S .....	30
Figura 18. Sonómetro utilizado por el CDA HANGARES S.A.S.....	32
Figura 19. Probador de suspensión marca Motorscan utilizado en el CDA HANGARES S.A.S. ....	33
Figura 20. Analizador de gases perteneciente al CDA HANGARES S.A.S .....	34
Figura 21. Vista frontal del analizador de gases utilizado en el CDA HANGARES S.A.S.....	36
Figura 22. componentes del analizador de gases marca Brainbee utilizado por el CDA. ....	38
Figura 23. Otros componentes del analizador de gases marcan Brainbee utilizado por el CDA. ....	38
Figura 24. Sistema de frenado del CDA HANGARES S.A.S. ....	41

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Ventajas y desventajas del mantenimiento preventivo. ....	16
Tabla 2. Máquinas utilizadas durante las pruebas técnico mecánicas. ....	29

## GLOSARIO

**Calibración:** Operación que bajo condiciones especificadas establece, en una primera etapa, una relación entre los valores y sus incertidumbres de medición asociadas obtenidas a partir de los patrones de medición, y las correspondientes indicaciones con sus incertidumbres asociadas, y, en una segunda etapa, utiliza esta información para establecer una relación que permita obtener un resultado de medición a partir de una indicación.

**Confirmación Metrológica:** Conjunto de operaciones que aseguran que un equipo de medición está cumpliendo los requisitos para el uso contemplado. Estas operaciones deben considerar; la calibración, verificación, mantenimiento, ajuste (recalibración posterior) y rotulaciones requeridas.

**Equipo de medición:** Instrumento de medición, software, patrón de medición, material de referencia o equipos auxiliares o combinación de ellos necesarios para llevar a cabo un proceso de medición.

**Error de medición:** Diferencia entre un valor medido de una magnitud y un valor de referencia.  
Exactitud de medición: Proximidad del acuerdo entre un valor medido y un valor verdadero de un mensurando.  
Infraestructura: Sistema de instalaciones, equipos y servicios necesarios para el funcionamiento de una organización.

**Mantenimiento:** Se define como todas las acciones que tienen como objetivo preservar un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida, este se divide en tres: predictivo, preventivo, proactivo y correctivo.

**Máquina:** Objeto fabricado y compuesto por un conjunto de piezas ajustadas entre sí que se usa para facilitar o realizar un trabajo determinado, generalmente transformando una forma de energía en movimiento o trabajo.

**Mantenimiento Correctivo:** Acciones no programadas, sino como consecuencia de una indicación relativa al estado de funcionamiento del equipo o elemento, las cuales incluyen: fuera de servicio por mal uso, accidente, daño imprevisto, etc.

**Mantenimiento Preventivo:** Rutinas programadas de limpieza, lubricación y ajuste orientadas a reducir la probabilidad de avería o pérdida de rendimiento de un equipo, es necesario intervenir la máquina.

**Metrología:** Ciencia de las mediciones y sus aplicaciones.

**Patrón de medición:** Realización de la definición de una magnitud dada, con un valor determinado y una incertidumbre de medición asociada, tomada como referencia.

**Precisión de medición:** Proximidad del acuerdo entre las indicaciones o valores medidos obtenidos en mediciones repetidas de un mismo objeto, o de objetos similares, bajo condiciones especificadas.

**Vida útil:** Es el tiempo en que los activos de la empresa, como el caso de los activos fijos y cualquier otro activo susceptible de ser depreciado, es utilizada para calcular la alícuota depreciación anual, y en Colombia esa vida útil está regulada por la norma fiscal que se impone a la técnica contable.

**Revisión técnico mecánica:** Es un procedimiento unificado establecido para todos los vehículos automotores mediante el cual se verifican las condiciones mecánicas, ambientales y de seguridad a través de la revisión técnico mecánica y de emisiones contaminantes realizadas en los Centros de Diagnóstico Automotor legalmente constituidos para tal fin.



## RESUMEN

En el mantenimiento es una actividad indispensable para cualquier tipo de empresa, porque este permite dar cumplimiento a las obligaciones contraídas con sus clientes. Además, alarga la vida útil de sus equipos y aumenta simultáneamente sus ganancias, pero muchas empresas creen que este solo aumenta los costos de funcionamiento y que es un gasto innecesario. Muchos de ellos prefieren esperar hasta que sus equipos o máquinas se averíen para realizar reparaciones.

En la mayoría de los centros de diagnóstico automotriz o CDA se utilizan equipos de alta precisión y costo, los cuales no poseen un programa de mantenimiento preventivo, lo cual ocasiona fallas imprevistas obligándolos a cerrar por varios días mientras se repara la máquina o equipo averiado. Esto genera pérdidas económicas e incluso de sus clientes porque la gran mayoría se van a otros CDA y no vuelven. Por tal motivo, el centro de diagnóstico automotriz conocido como HANGARES S.A.S tomó la decisión de crear el programa de mantenimiento preventivo para sus equipos, lo cual le permitirá seguir operando de manera continua.

A continuación, se encuentra el conjunto de actividades realizadas para la creación del programa de mantenimiento preventivo de los equipos o máquinas utilizadas por el centro de diagnóstico automotriz HANGARES S.A.S durante las pruebas técnico mecánicas realizadas.

***Palabras claves:*** Mantenimiento preventivo, analizador de gases, pruebas técnico mecánicas.

## INTRODUCCIÓN

Con este proyecto se pretende contextualizar al lector a cerca de los beneficios que se puede obtener cuando se tiene un buen plan de mantenimiento preventivo en los centro de diagnóstico automotriz, el cual está definido por el conjunto de actividades u operaciones preventivas que se deben realizar en los equipos o activos de la empresa, las cuales están basadas según el tipo de activo para lograr cumplir con unos objetivos de disponibilidad, fiabilidad, costo vs beneficio y alargamiento de su vida útil.

Un Centro de Diagnóstico Automotriz posee varias pistas de inspección, donde se realizan las diferentes pruebas establecidas por el ministerio de transporte en Colombia. Este sitio tiene sus equipos organizados de acuerdo con un orden preestablecido por el sistema, el cual empieza a registrar y procesar los resultados obtenidos de las pruebas realizadas a cada uno de los vehículos intervenidos.

En la actualidad las empresas buscan ser cada día más competitivas en todas las áreas, mejorando cada día sus condiciones laborales con sus empleados y las herramientas que se utiliza a la hora de desarrollar sus actividades diarias. Por tal motivo, el CDA Hangares S.A.S tomó la decisión de crear su propio programa de mantenimiento preventivo para mejorar su eficiencia, garantizar el cumplimiento de sus obligaciones y reducir los costos por paradas imprevistas y contratación de personal externo para las reparaciones realizadas. Además, se optimizarán los protocolos de reincorporación al trabajo de los equipos averiados dándole un mejor uso.

Este trabajo contine varios capítulos principales: El primero es la introducción, donde se habla de forma general de los beneficios de tener un programa de mantenimiento preventivo para los equipos de una empresa. Luego se encuentra el planteamiento del problema y la justificación base fundamental para la realización del trabajo.

Posteriormente, en el capítulo 4 se encuentra el marco teórico producto de la investigación realizada en la base de datos de revistas indexadas (Scielo, ScienceDirect), internet (Google académico), repositorios de tesis y libros, en relación con los diferentes programas de

mantenimiento existentes en la actualidad, destacando sus principales ventajas y desventajas.

En el capítulo 5, se encuentra la metodología utilizada para dar cumplimiento con cada uno de los objetivos específicos y por ende con el objetivo principal del proyecto, el cual es la creación de un programa de mantenimiento preventivo para los equipos o máquinas utilizadas durante la realización de las pruebas Técnico mecánicas en el CDA HANGARES S.A.S.

En el capítulo 6, se encuentran los resultados obtenidos de las actividades realizadas durante la realización del trabajo de una manera clara y precisa, los cuales servirán como base para trabajos futuros. Por último, en el capítulo 7, se encuentran las conclusiones producto de la experiencia vivida durante las actividades realizadas y de la interpretación de los resultados obtenidos.

## **1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 Descripción**

El Centro de Diagnóstico Automotriz Hangares S.A.S, se encuentra ubicado en la Carrera 50 # 39-13, barrio La Candelaria, Medellín, Antioquia; su función principal es realizar exámenes técnico mecánicos a motocicletas y automóviles, este cuenta con los equipos necesarios para realizar las diferentes pruebas técnicas y de emisión de gases para los distintos vehículos clasificados como livianos y pesados. Los equipos utilizados en estos procedimientos están expuestos a eventuales fallas, por causa de un mal uso y poco mantenimiento todo justificado por la falta de información o conocimiento de las fichas técnicas de estas máquinas.

En la actualidad el CDA no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo para cada una de las máquinas utilizadas, solamente esperan hasta que la máquina falle para realizar las reparaciones correspondientes ocasionando que muchas veces el servicio sea suspendido. Además, tampoco cuenta con el personal capacitado para intervenir los equipos y por esta razón la empresa tiene que acudir a personal externo, lo que aumenta los costos de reparación, mantenimiento y funcionamiento.

Esto también origina incumplimiento de los trabajos programados y por ende pérdida de tiempo, dinero y de clientes, ya que las labores se deben parar y esto ocasiona que muchos empleados estén sin hacer nada, y se acumule trabajo, generando luego cuellos de botella.

### **1.2 Formulación**

¿Cómo mejorar la eficiencia de los procesos operativos mediante el plan de mantenimiento del CDA Hangares S. A.S.?

## 2. JUSTIFICACIÓN

El crecimiento de los Centros de Diagnostico Automotriz en el país va en aumento, y así mismo las normas por parte del gobierno nacional a estas empresas en las cuales se ha delegado la responsabilidad de revisar que un vehículo tenga las condiciones óptimas para transitar por el territorio colombiano.

Esta empresa cuenta con todos los equipos necesarios para realizar la prueba técnico mecánica, y cumple con todas las leyes impuestas por el gobierno, ofreciendo un servicio de alta calidad, pero a la hora de ocurrir una falla, no cuenta con el personal capacitado para su reparación y debe acudir a personal externo.

Con este proyecto se busca ser más eficiente en la prestación del servicio, lo cual se logra con un plan de mantenimiento preventivo, ya que este es el que genera mayor aprovechamiento de los equipos juntamente con la creación de su hoja de vida para llevar un control de sus fallas y periodicidad de estas.

El beneficio que traerá la aplicación de este proyecto será: Reducir las intervenciones correctivas, puesto que una buena previsión y planificación se evitarán averías; reducir los gastos en reparaciones, tanto materiales como humanos.; aumentar la disponibilidad de los activos, por consiguiente una mayor rentabilidad en la producción; reducción de costos por reemplazo de equipos, puesto que la vida útil de los activos se verá ampliada; reducir costos derivados de la suspensión del servicio; reducir riesgos de accidentes laborales relacionados con fallos en equipos; evitar sanciones por incumplimiento de la normativa de reglamentación de instalaciones; aumentar la eficiencia del área de mantenimiento, puesto que los trabajos estarán mucho mejor organizados y optimizados; disponer de una gestión eficiente de maquinaria y herramientas, evitando así carencias de herramientas cuando son necesarias.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo general**

Diseñar un programa de mantenimiento preventivo para los equipos utilizados en las revisiones técnico mecánicas del CDA HANGARES S.A.S.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Conocer y clasificar las máquinas o equipos existentes en el CDA HANGARES S.A.S
- Identificar las partes críticas y las fallas más frecuentes de las máquinas o equipos a partir de información entregada por personal del CDA como en los manuales de dichas máquinas.
- Definir las intervenciones y frecuencias del mantenimiento preventivo para cada uno de los equipos existentes en el CDA HANGARES S.A.S

## 4. MARCO TEORICO

El concepto asociado a la prolongación del ciclo de vida de una máquina es conocido como mantenimiento, el cual es definido como el conjunto de actividades direccionadas a la preservación o conservación de la vida útil de una máquina o de sus componentes, las cuales evitan desde el punto de vista contable su depreciación.

### 4.1 Tipos de mantenimiento

En la actualidad existen varios tipos o filosofías de mantenimiento, entre las cuales se destacan: Predictivo, preventivo, correctivo, MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM), Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM), Proactivo y Mantenimiento Basado en el Riesgo (RBM). El primero tiene como propósito predecir la avería antes de que esta se produzca, para esto, se programan diferentes actividades donde se utilizan herramientas y técnicas de análisis de datos para detectar anomalías en el funcionamiento y posibles fallas en los componentes y de la máquina en general, algunas de las técnicas utilizadas para estas inspecciones son: Ultrasonido, Termografía, Pruebas en motores eléctricos, Análisis de lubricantes, Análisis de partículas de desgaste (ligado a la lubricación), Análisis de engranajes, Alineación de ejes, poleas y piñones (BALISA, 2020), ver Figura 1.



Figura 1. Técnica de mantenimiento predictivo (análisis de vibraciones).

Fuente: (BALISA, 2020).

El mantenimiento preventivo, Consiste en programar revisiones periódicas de los equipos, apoyándose en el conocimiento de la máquina, la experiencia y los datos históricos obtenidos de

las mismas, ver Figura 2.



Figura 2. Mantenimiento preventivo conjunto de tareas programadas.

Fuente: (Venco, 2020).

En la Tabla 1, se visualizan las ventajas y desventajas encontradas con la implementación del mantenimiento preventivo:

Tabla 1. Ventajas y desventajas del mantenimiento preventivo.

	<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
<b>OPERACIONES INTERNAS</b>	Mayor vida útil de los activos Menor tiempo de inactividades Mayor confiabilidad de los equipos Menor costo a largo plazo	Requiere de más planificación Requiere de ajustar rutinas No es aplicable a todos los activos Pueden existir acciones innecesarias
<b>PERCEPCIÓN EXTERNA</b>	Mayor seguridad de los espacios Clientes más satisfechos	Puede requerir de mayor subcontratación

Fuente: (Venco, 2020).

Otro tipo de mantenimiento es el correctivo, es aquel que se ocupa de la reparación una vez se ha producido el fallo o el paro súbito de la máquina, consisten en el cambio de componentes que no pueden seguir trabajando y sin los cuales la máquina no puede seguir desarrollando su función (SENATI, 2009), ver Figura 3.



Figura 3. Remoción y cambio de piezas dañadas.

Fuente: (Silva, 2021).



A continuación, se describen las ventajas y desventajas encontradas con la implementación del mantenimiento preventivo (Silva, 2021):

Las ventajas son:

- Permite programar el procedimiento para un día y una hora que no provoque contratiempos.
- Posibilita la planificación del stock de repuestos y lubricantes;
- Permite que el operador o usuario sea reubicado en otra máquina o actividad el día del mantenimiento.
- Mantiene al resto del equipo en alerta;
- Deje más tiempo para que el equipo de mantenimiento investigue el problema.

Las desventajas son:

- Trabajar por un tiempo con capacidad de producción por debajo de las expectativas, sobrecargando a los empleados para no dejar de satisfacer la demanda.
- Genere horas extra para mantenimiento fuera del horario de oficina.

El MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL o TPM es una filosofía de mantenimiento cuyo objetivo es eliminar las pérdidas en producción debidas al estado de los equipos o, en otras palabras, mantener los equipos en disposición para producir a su capacidad máxima productos de buena calidad, sin paradas no programadas (INFRASPEAK, 2020), ver Figura 4.



Figura 4. Pilares del mantenimiento preventivo total.

Fuente: (SafetyCulture, 2021).

Las ventajas de implementar el MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL son:

- Minimizar fallas
- Implicación de personas
- Operario autónomo
- Mejora de la comunicación
- Mejora de la calidad
- Aumenta la productividad
- Reduce gastos
- Producción continua

El Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad o RCM, está destinado a la elaboración de planes de mantenimiento para equipos industriales basándose en asegurar las funciones del equipo para la satisfacción del usuario o propietario (López, 2018), ver Figura 5.



Figura 5. Etapas del mantenimiento centrado en la confiabilidad o RCM.  
Fuente: (Enova, 2017).

El éxito de la implantación del mantenimiento centrado en la confiabilidad beneficia a las empresas que pueden permitírselo. El marco de trabajo elimina las conjeturas de la priorización del mantenimiento y ayuda a las organizaciones a mantener los activos de una manera coherente, estructurada y rentable (Aula21, 2020).

Las ventajas y desventajas del mantenimiento centrado en la confiabilidad:

- Aumento de la eficiencia.

- Reducción de costes.
- Mejora de la productividad.
- Sustitución de activos.
- Mantenimiento continuo.
- Requiere formación y costes de puesta en marcha.
- Requiere tiempo y recursos.
- No tiene en cuenta el costo del mantenimiento.

Por último, se encuentra el Mantenimiento Basado en el Riesgo (RBM), el cual es una herramienta poderosa para la planificación y programación de las actividades de mantenimiento preventivo establecidas para una máquina (Alave, 2018), ver Figura 6.

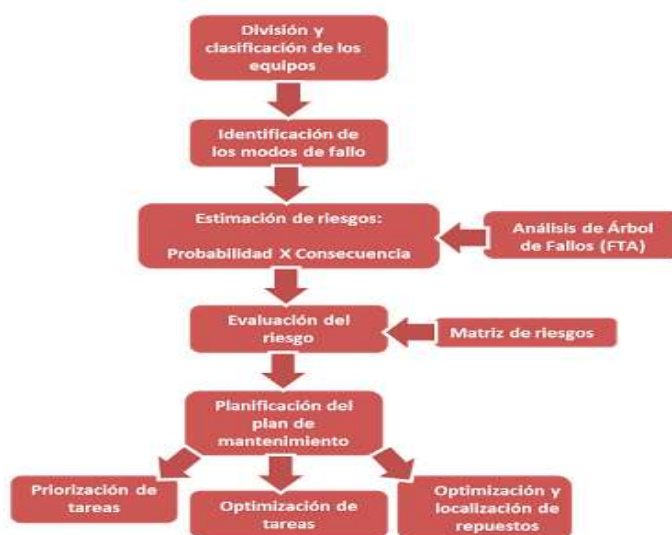


Figura 6. Diagrama de flujo del proceso de RBM.

Fuente: (AlterEvo, 2013).

El RBM es una metodología más sencilla que el RCM, este requiere también de un estudio previo de fiabilidad, pero incluye una valoración económica del riesgo, lo que permite realizar análisis financieros y facilita la elección de tareas preventivas y predictivas, así como la toma de decisiones sobre acciones más complejas, como pueden ser la cantidad de repuestos necesarios, su localización, la realización de cambios en el diseño de los equipos o cambios en los procedimientos de trabajo.

## 4.2 Evolución del mantenimiento

Desde la primera revolución industrial, la cual transcurrió durante los años 1800 a 1840, las máquinas han tomado importancia para los seres humanos, esto ha ocasionado que sean investigadas, tecnificadas y rediseñadas constantemente. En la Figura 7, se puede apreciar como el mantenimiento de máquinas ha evolucionado, pasando de correctivo a preventivo y llegando a TPM o RBM.



Figura 7. Tipos de mantenimiento industrial.

Fuente: (Grajales, 2006).

Actualmente, se puede hablar de diferentes técnicas de mantenimiento predictivo de las cuales se destacan: ultrasonido, análisis de vibraciones y lubricantes, termografía, entre otras. Estas técnicas permiten realizar un monitoreo o registro del funcionamiento de la máquina como de sus componentes de forma rápida, segura y confiable. A continuación, se pueden apreciar estas técnicas, ver Figura 8.



Figura 8. Técnicas de mantenimiento preventivo más utilizadas.

Fuente: (Preditec, 2021).

En la Figura 8 a), se puede apreciar la técnica de mantenimiento basada en análisis de vibraciones, la cual es aplicada a máquinas rotativas (motores, turbinas, ventiladores, ejes y rodamientos). La Figura 8 b), muestra la técnica de mantenimiento basado en ultrasonido, esta es aplicada a máquinas rotativas con velocidades inferiores a los 300 rpm. Por último, se tiene la técnica de mantenimiento preventivo donde se utiliza una pistola de temperatura (termografía), la cual permite visualizar las diferentes áreas de la máquina y la temperatura a la que se encuentran, diferenciada por la intensidad de los colores (Preditec, 2021).

Algunas de las ventajas ofrecidas por los programas de mantenimiento, son las siguientes (SENATI, 2009):

- La máquina se mantiene en un estado que asegura su rendimiento eficaz y una producción continua.
- Se evitan casos de emergencia imprevistos que ocasiona fallas en la máquina.
- Se reducen los gastos de reparación de la máquina.
- Se aumenta el rendimiento de la máquina.
- Se garantiza el cumplimiento de las obligaciones contraídas por la empresa con sus clientes.

### **4.3 Centro de Diagnostico Automotriz**

Es un centro de diagnóstico automotriz o CDA, es una empresa dedicada a la realización de las diferentes pruebas establecidas por el gobierno colombiano a los vehículos que circulan por el territorio, con las cuales, se evalúa sus condiciones de funcionamiento mecánico y, además, se cuantifica la cantidad de gases contaminantes generados, con el fin de garantizar la seguridad vial y la preservación del medio ambiente (ONAC, 2021), ver Figura 9.



Figura 9. Centro de diagnóstico automotriz de motocicletas y carros.  
Fuente: (Caracol, 2019).

#### 4.4 Gases contaminantes generados por la combustión de combustibles fósiles

Las emisiones relacionadas con la combustión de combustibles fósiles incluyen emisiones de  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ , óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ), monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ) y los compuestos orgánicos volátiles distintos del metano ( $\text{COV}$ ), así como las emisiones de dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) (AS, 2021).



Figura 10. Gases producto de la combustión.  
Fuente: (AS, 2018).

Estos gases producto de la combustión son calificados según su peligrosidad: En inofensivos y contaminantes. A continuación, se clasifica cada uno de ellos (AS, 2021).

##### Inofensivos:

- El Nitrógeno es un gas inerte presente en el aire con una concentración del 79%.
- El Oxígeno es uno de los elementos indispensables para la combustión y se encuentra presente en el aire en una concentración del 21%.
- El vapor de agua se produce como consecuencia de la combustión, mediante la oxidación

del Hidrógeno, y se libera junto con los gases de escape.

- El Dióxido de Carbono producido por la combustión completa del Carbono no resulta nocivo para los seres vivos y constituye una fuente de alimentación para las plantas verdes, gracias a la fotosíntesis.

#### **contaminantes:**

- El Monóxido de Carbono (CO), en concentraciones altas y tiempos largos de exposición puede provocar en la sangre la transformación irreversible de la Hemoglobina, molécula encargada de transportar el oxígeno desde los pulmones a las células del organismo. Por eso, concentraciones superiores de CO al 0,3 % en volumen resultan mortales.
- El dióxido de carbono es un gas incoloro y no combustible, producido al quemarse los combustibles compuestos de carbono. Es el responsable de reducir la capa de ozono la cual funciona como protección contra los rayos ultravioleta (U.V). En relación con el calentamiento global es tildado de producir el efecto invernadero, y es cada vez más común.
- Los Hidrocarburos, dependiendo de su estructura molecular, presentan diferentes efectos nocivos. El Benceno, por ejemplo, es venenoso por sí mismo, y la exposición a este gas provoca irritaciones en la piel, los ojos y conductos respiratorios; si el nivel es muy alto, provocará depresiones, mareos, dolores de cabeza y náuseas.
- Hay que señalar que de los posibles óxidos de azufre que existen, sólo el dióxido azufre (SO<sub>2</sub>) y el trióxido de azufre (SO<sub>3</sub>) son importantes contaminantes del aire, que combinados con el vapor de agua existente en el ambiente formar ácido sulfúrico.
- Los Óxidos de Nitrógeno no sólo irritan la mucosa, sino que en combinación con los Hidrocarburos contenidos en el smog y con la humedad del aire producen Ácidos Nitrosos, que posteriormente caen sobre la tierra en forma de lluvia ácida y contaminan grandes áreas, algunas veces situadas a cientos de kilómetros del lugar de origen de la contaminación.
- El Plomo es el metal más peligroso contenido en los aditivos del combustible. Inhalado puede provocar la formación de coágulos o trombos en la sangre, de gravísimas consecuencias patológicas.
- Las partículas COV representan una amenaza para la salud humana porque, dependiendo

de su tamaño (entre más pequeñas, mayor riesgo), pueden afectar los pulmones, el sistema respiratorio en general, siendo más vulnerables las personas con enfermedades cardíacas y pulmonares preexistentes. De acuerdo con los registros históricos, el PM2.5 (partículas de 2,5 micras o micrómetros) es el contaminante que más deteriora la calidad del aire en el Valle de Aburrá y el que más daño puede causar a la salud humana debido a su tamaño microscópico. Este contaminante se origina en gran medida por los residuos generados en procesos de combustión de hidrocarburos que realizan los vehículos motorizados en la ciudad.

#### **4.5 Equipos utilizados durante las revisiones técnico mecánicas**

La revisión técnico mecánica y de emisiones contaminantes es un proceso obligatorio para todos los vehículos públicos y privados, con esta comprobación se garantiza que se cumplen las condiciones adecuadas para circular por las vías colombianas. Con la revisión técnico mecánica se busca la reducción de la accidentalidad vial y una mejora de la calidad del aire en las ciudades, para eso se controlan diferentes sistemas del vehículo y los niveles de contaminación emitidos por los gases de escape.

La revisión técnico mecánica solamente se realiza en los Centros de Diagnóstico Automotriz (CDA) autorizados por los ministerios de Transporte y Medio Ambiente, donde el conductor debe presentarse con el SOAT, la licencia de conducir y la matrícula del vehículo. Las condiciones de la revisión técnico mecánica exigen el uso de cierto tipo de equipos específicos para garantizar esa idoneidad que deben tener los vehículos, entre ellos se encuentran (CDAmotociclista, 2022):

**4.5.1 Luxómetro.** Con el luxómetro se mide la iluminancia real y no subjetiva de un ambiente, tiene una célula fotoeléctrica que permite captar la luz y convertirla en impulsos eléctricos que posteriormente son interpretados por el software del aparato que entrega los resultados en una pantalla. En la revisión técnico mecánica se usa el luxómetro para medir la intensidad de la luz en todos los faros y si existe desviación o baja intensidad en alguno de ellos, ver Figura 11.





Figura 11. Luxómetro utilizado en la mayoría de CDA.  
Fuente: (CDAmotociclista, 2022).

**4.5.2 Frenómetro.** Su función es realizar la verificación del funcionamiento de los frenos, para eso mide con precisión la frenada máxima en cada uno de los ejes, incluyendo también el freno de mano. En los CDA el frenómetro mide la eficacia de frenado respecto al peso total del vehículo y el desequilibrio de los esfuerzos entre las ruedas de un mismo eje, ver Figura 12.



Figura 12. Frenómetro utilizado en CDA.  
Fuente: (CDAmotociclista, 2022).

**4.5.3 Detector de holguras.** La norma ICONTEC para la revisión técnico mecánica dice que debe utilizarse el método EUSAMA para comprobar el estado del sistema de suspensión. Así que el detector de holguras es un banco de suspensión que sigue esa metodología y registra las fuerzas de compresión y rebote del amortiguador.

En la revisión técnico mecánica se busca un porcentaje de adherencia entre la mínima fuerza vertical de contacto que hay entre la rueda y el detector de holgura, esta medida se registra durante

la oscilación vertical de la rueda. Con el detector de holguras también se detectan daños en la dirección, comprobando su funcionamiento con movimientos de avance/retroceso y de izquierda a derecha, así como las transversales, ver Figura 13.



Figura 13. Equipo detector de holguras CDA.  
Fuente: (AutoTools, 2019).

**4.5.4 Medidor de profundidad de ruedas.** Este aparato comprueba la profundidad de la banda de rodadura de las llantas, que no debe ser menor a 1.6 mm en vehículos con un peso menor a 3.500 kilogramos o de 2.0 mm para los que superen ese valor, ver Figura 14.



Figura 14. Medidor de profundidad de las ranuras de las llantas.  
Fuente: (AutoTools, 2019).

**4.5.5 Analizador de gases.** Sirve para medir los porcentajes de compuestos químicos emitidos por el escape, que no deben exceder los niveles máximos permisibles establecidos en la reglamentación vigente o los especificados por la autoridad ambiental municipal o regional, ver Figura 15.



Figura 15. Analizador de gases utilizado en CDA.  
Fuente: (jDautomotores, 2017).

**4.5.6 Contador de revoluciones por minuto.** Este aparato se utiliza también para la medición de gases, se conecta a la batería y evita problemas de lectura por diferentes tipos de encendido en motores de gasolina o por las diferencias en los sistemas de inyección del diésel. Con estos equipos se realiza todo el proceso de revisión técnica mecánica y emisiones contaminantes para vehículos en los centros de diagnóstico automotriz, además de las inspecciones sensoriales efectuadas por los técnicos, ver Figura 16.



Figura 16. Medidor de RPM para vehículos.  
Fuente: (PCE, 2018).

## 5. METODOLOGÍA

La metodología utilizada está compuesta por 6 actividades, las cuales son descritas a continuación: En la primera actividad, se realizó una búsqueda bibliográfica en libros, tesis, repositorios y sitios web (Google académico) sobre todo lo relacionado con técnicas de mantenimiento, tipos de mantenimiento, ventajas y desventajas de cada uno de estos. Además, de todo lo relacionado con componentes y funcionamiento de las diferentes máquinas utilizadas en la pruebas técnico mecánicas.

La segunda actividad consistió en describir y organizar la información encontrada en el marco teórico, la cual sirvió como base para la realización del proyecto y como guía para la identificación de las partes y puntos críticos que poseen las máquinas del CDA HANGARES S.A.S.

Consiguiente a esta actividad se dialogó con el personal que opera las máquinas, sobre el tipo de las fallas frecuentes que presentan las máquinas y como estos documentan, registran y clasifican dichas intervenciones, las cuales pueden ser mecánicas, eléctricas o de control. Como resultado de esta actividad se obtuvo información para la creación de las fichas técnicas de cada máquina o equipo.

En la cuarta actividad consistió en realizar la clasificación de cada componente según su grado de relevancia (a, b y c), donde a es el menor y c resultaría el más importante. Durante la quinta actividad, se crearon las fichas técnicas o formatos de cada componente de las máquinas, los cuales fueron diligenciados con la información más relevante de cada uno de los equipos o máquinas.

La última actividad, tuvo como objetivo definir y clasificar las actividades a realizar a cada componente, definiendo su periodicidad como personal idóneo para su ejecución (mecánico, eléctrico o control).

## 6. RESULTADOS

Para la gran mayoría de empresas como para el CDA HANGARES S.A.S es fundamente el buen estado de sus equipos o máquinas, lo cual les permite garantizar su funcionamiento como la aprobación de los resultados obtenidos durante las diferentes pruebas realizadas en la inspección tecnicomecanica de los vehículos intervenidos.

### 6.1 implementación del programa de mantenimeinto

Para la creación de un programa de mantenimiento preventivo se plantean 7 preguntas básicas (Renovetec, 2015):

1. ¿Cuáles son las funciones y los estándares de funcionamiento en cada sistema?
2. ¿Cómo falla cada equipo?
3. ¿Cuál es la causa de cada fallo?
4. ¿Qué parámetros monitorizan o alertan de un fallo?
5. ¿Qué consecuencias tiene cada fallo?
6. ¿Como puede evitarse cada fallo?
7. ¿Qué debe hacerse si no es posible evitar un fallo?

La respuesta a estas preguntas y el conocimiento amplio de las máquinas permite la determinación de los fallos potenciales, las causas de éstos y las medidas preventivas que tendrán que adoptarse. A continuación, se presentan las fases a seguir para la creación del plan de mantenimiento preventivo del CDA HANGARES S.A.S:

### 6.2 Identificación de las máquinas de la empresa

El CDA HANGARES S.A.S posee 5 equipos principales las cuales son utilizadas durante las diferentes pruebas realizadas a los vehículos que asisten a sus instalaciones, ver Tabla 2.

Tabla 2. Máquinas utilizadas durante las pruebas técnico mecánicas.

MÁQUINA	CANTIDAD
Analizador de gases	1
Probador de suspensión	1
Sistema de frenado	1
Sonómetro	1
luxómetro	1

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se describen las características principales de cada uno de estos equipos como sus condiciones de funcionamiento óptimo.

**6.2.1 luxómetro.** Como su nombre lo indica, este dispositivo mide la intensidad luminosa generada por las farolas del vehículo o moto cuya unidad de medida es el lux, la cual es perceptible por el ojo humano (TopAuto, 2022), ver Figura 17.



Figura 17. luxómetro marca TopAuto modelo HBA 26 D utilizado en el CDA HANGARES S.A.S

Fuente: Elaboración propia.

Características del equipo HBA 26 D :

- Apto para verificar y regular cualquier tipo de faro (luces altas, bajas y antiniebla), incluidos los faros con lámparas XENON y LED.
- Apropiado para su uso tanto en garajes como en Test Lanes. Muy utilizado en vehículos ligeros y pesados.
- Además de cumplir con la normativa CE, también están aprobados por Hannover TÜV, para uso en talleres TÜV en Alemania (certificado TPN100083443).

- Pantalla de medición interna regulable con escala tanto para vehículos con volante a la derecha como a la izquierda.
- Visor de alineación láser + puntero láser central para facilitar posicionamiento de la unidad delante del vehículo.
- El mástil giratorio permite un giro de 360° del cuerpo del probador de faros sobre el eje de la barra. Tiene una gran estabilidad y permite el bloqueo del mástil giratorio. recomienda su uso con raíles (ref. 5412/KR).
- Sistema de regulación de altura con sistema de bloqueo.
- Luxómetro digital.
- Cómodo uso por el posicionamiento de las ruedas. Robusta base antivuelco.
- Se suministra con manuales de montaje, funcionamiento y calibración y Declaración de conformidad CE.
- Intensidad de 0 a 150 kLux, inclinación de 0 a 4 %, trabaja con 110 voltios.
- Precisión:  $\pm 4\%$  (0 ~ 10.000 Lux);  $\pm 10\% \pm 5\%$  rdg (superior a 10.000 lux).
- Tiempo de muestreo: 0,5 segundos.
- Gráfico de barras de analogía: 0 ~ 2000 (x 10 o x 100).
- Temperatura: -10 ~ 60 ° C (14 a 140 ° F).
- Humedad: 10 ~ 75% RH.
- Fuente de alimentación: 4 x AA Tamaño o cable de alimentación USB.
- Peso del producto: 290 gr (batería incluida) y tamaño del producto: 24 x 6.5 x 3.5 cm.

**6.2.2 Sonómetro.** Un sonómetro es un instrumento, normalmente portátil, diseñado para medir niveles sonoros de forma normalizada. Responde al sonido aproximadamente del mismo modo que el oído humano y proporciona medidas objetivas y reproducibles de los niveles de presión sonora, ver Figura 18.



Figura 18. Sonómetro utilizado por el CDA HANGARES S.A.S  
Fuente: Elaboración propia.

Características del equipo:

- LCD con diagrama de barras analógica e iluminación
- Peso espectral A y C
- Peso rápido (125ms) y lento (1s)
- Almacenamiento de datos (hasta 65 mediciones)
- Indicación del límite “Más” o “Menos”
- Indicador de baja batería
- Pantalla LCD con diagrama de barras analógica, 53 × 41 mm
- Rango 30~80dB 50~100dB 60~110dB 80~130dB
- Precisión  $\pm 1.5$ dB
- Diapasón de frecuencia 31.5Hz to 8000Hz
- Potencia 4 × 1.5V baterías AAA



- Dimensiones, mm  $273 \times 70 \times 39$
- Peso 330g

**6.2.3 Probador de la suspensión.** El CDA cuenta con un probador de suspensiones marca Motorscan el cual puede soportar el paso de vehículos de 4 toneladas por eje sin dañar sus celdas de carga y su desplazamiento minimizado hace que sus motores de 3kW puedan realizar la prueba de suspensión sin problemas a una rueda de 1.5 Toneladas (3 toneladas por eje) mucho más que lo exigible por la normativa técnica que es de 2 toneladas por eje, ver Figura 19.



Figura 19. Probador de suspensión marca Motorscan utilizado en el CDA HANGARES S.A.S.  
Fuente: (Motorscan, 2022).

Características del equipo:

- Dimensiones de la fosa: 2350 x 620 x 280
- Peso del banco: 300 kg
- Dimensiones de la fosa: 2350 x 620 x 280
- Dimensiones de las placas: 650 x 300
- Carga máxima de paso: 4 T
- Pesaje máximo estático a la rueda: 1500 kg
- Ensayo dinámico máximo a la rueda: 1250 daN

- Frecuencia de excitación: 0 a 30 Hz
- Amplitud de excitación:  $\pm 3$  mm
- Paso mínimo entre ejes: 800 mm
- Paso máximo entre ejes: 2.130 mm
- Motor: 2 x 3 kW
- Tensión de alimentación del chasis: 220 / 380 V
- Frecuencia de alimentación: 60 Hz

**6.2.4 Analizador de gases.** El análisis de gases de escape es un diagnóstico que permite evaluar la cantidad de emisiones que está produciendo un vehículo. El motor lleva a cabo un proceso de combustión del que se obtienen diversos gases, como el monóxido de carbono, hidrocarburos no quemados, dióxido de carbono, nitrógeno y oxígeno, entre otros, ver Figura 20.



Figura 20. Analizador de gases perteneciente al CDA HANGARES S.A.S  
Fuente: Elaboración Propia.

Las características el equipo son las siguientes:

- Aspiración gas de medición 4 L/min
- Drenaje condensado automático y continuo.

- Prueba de estanqueidad semiautomática con sierre manual de la sonda de extracción de gas.
- Control de flujo automático
- Control sensor O<sub>2</sub> acabado automático.
- Compensación automática de la presión ambiente de 85 a 106 kPa.
- Calibración automática (con bomba de gas muestra).
- Tiempo de calentamiento 10 minutos a 20 °C.
- Tiempo de repuesta 15 segundos (CO, CO<sub>2</sub> y HC).
- Cuento revoluciones vía cable o radio Wireless.
- Visualización mediante 6 displays LCD con 4 dígitos alfanuméricos con retroiluminación.
- Alimentación 12 voltios DC
- Temperatura de funcionamiento de 5 a 40 °C.
- Humedad relativa del 10 al 95 %.
- Peso 5 kg
- Dimensiones 434 x 190 x 291 mm

A continuación, se puede visualizar la vista frontal del analizador como las diferentes variables que este puede medir durante la prueba, ver Figura 21.



Figura 21. Vista frontal del analizador de gases utilizado en el CDA HANGARES S.A.S  
Fuente: Elaboración Propia.

### 6.3 Fallas frecuentes presentadas por las máquinas

Con ayuda de trabajadores del CDA HANGARES S.A.S y del gerente, se pudo identificar que los equipos que presentan fallas frecuentemente son los siguientes: Analizador de gases, Probador de la suspensión y sistema e frenado ya que estos poseen partes móviles, las cuales esta sometida a desgaste y necesitan de lubricación. Mientras que el fluxómetro y el sonómetro requieren de muy poco mantenimiento, estos solo requieren de limpieza superficial con una brocha.

### 6.4 Capacitación del personal de la empresa

La empresa tomó la decisión de comunicarse con los proveedores de estos equipos y solicitarle una capacitación sobre todo lo relacionado con: manipulación, parámetros de funcionamiento, precauciones y periodicidad de cada uno de los mantenimientos preventivos que se deben seguir durante su utilización por parte de los trabajadores u operarios. Durante esta actividad, deben asistir todos los trabajadores que este en contacto directo con los equipos juntamente con el gerente, lo cual facilitara la comprensión de las fallas y los requerimientos que se presenten durante su funcionamiento reduciendo el tiempo de reparación.

### 6.5 Clasificación de las actividades según su tipo y periodicidad

Para realizar un correcto programa de mantenimiento se deben calificar las actividades de la siguiente forma:

- Primero se definen las actividades según su tipo:

L: lubricación  
 G: Generales  
 M: Mecánica  
 E: eléctrica

- Para los tiempos de ejecución también se realizó una clasificación:

T: Turno laboral	1: Mensual
D: Diario	2: Trimestral
S: Semanal	3: Semestral
Q: Quincenal	4: Anual

Clasificación de los equipos por siglas:

- AG: Analizador de gases
- SF: Sistema de frenado
- PS: Probador de la suspensión
- F: Fluxómetro
- S: Sonómetro

Esto permitirá clasificar cada una de las actividades con su correspondiente nomenclatura, por ejemplo: SFSL (indicando revisar sistema de frenado, **actividad:** lubricación; **periódidad:** semanal).

## 6.6 Creación del programa de mantenimiento preventivo para los equipos de CDA HANGARES S.A.S

Como se había mencionado anteriormente el principal problema de la empresa es que no posee un programa de mantenimiento para los equipos utilizados durante las pruebas técnico mecánicas.

A continuación, se realiza una breve descripción de los componentes que estas poseen:

**6.6.1 Analizador de gases.** Este posee por varios sensores y componentes electrónicos como filtros, pero posee muy pocas piezas mecánicas, ver Figura 22 y 23.

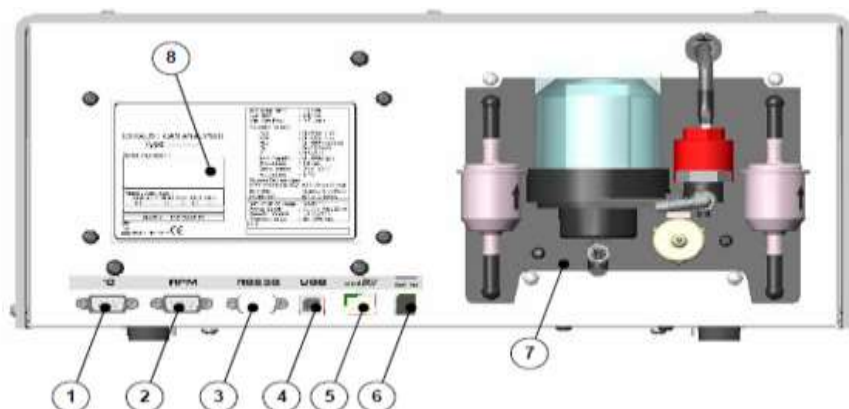


Figura 22. componentes del analizador de gases marca BrainBee utilizado por el CDA.  
Fuente: (BrainBee, 2022).

1. Entrada sonda de temperatura aceite ST-050
2. Entrada sensor revoluciones motor CPI-030
3. Puerto de comunicación serial RS-232
4. Puerto de comunicación USB (SLAVE).
5. Puerto de comunicación RS-485 omnibus y alimentación 12 voltios.
6. Entrada de alimentación auxiliar 12 vcc.
7. Grupo neumático
8. Características del adhesivo

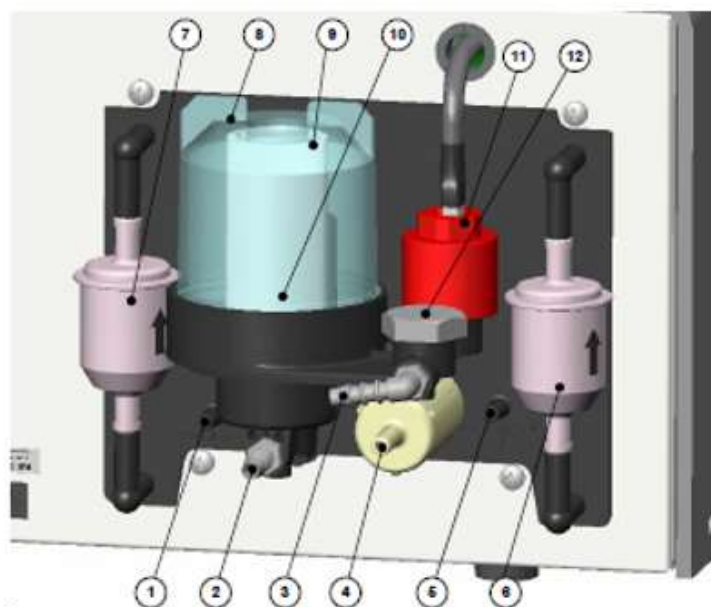


Figura 23. Otros componentes del analizador de gases marca BrainBee utilizado por el CDA.  
Fuente: (BrainBee, 2022).

1. Salida de agua condensada
2. Entrada de gas

3. Salida de gas
4. Filtro de carbones activos para la entrada de aire auto aceró
5. Entrada de bombona de calibración
6. Filtro circuito de gas
7. Filtro circuito de agua
8. Contenedor de separación de condensados
9. Filtro coalescente
10. Filtro de red (interno)
11. Sensor O<sub>2</sub>
12. Tapa de alojamiento del sensor NO<sub>x</sub>

Las labores de mantenimiento preventivo que se deben realizar al equipo analizador de gases producto de la combustión son las siguientes (CORPOCESAR, 2014):

Esta actividad incluye limpieza, lubricación, ajuste, cambios y verificación de buen funcionamiento del equipo con una frecuencia mínima de dos veces al mes.

### **Actividades Generales**

- Verificación con gas patrón y ajuste (si aplica): Esta actividad se debe realizar antes de empezar los operativos de control en vía, como mínimo cada tres (3) días si se realizaran operativos diarios o en la frecuencia según las recomendaciones del fabricante sólo para los analizadores de gases.
- Calibración: Esta actividad será realizada por un proveedor externo que ofrezca trazabilidad con patrones nacionales o internacionales y como mínimo se realizará una (1) vez al año.

### **Actividades específicas**

El analizador de gases se divide en diferentes sistemas:

1. Electrónico.
2. Eléctrico.
3. Neumático.
4. Señal.

Tener en cuenta las siguientes recomendaciones ante de iniciar cualquier mantenimiento:

- a) Apagar el equipo.
- b) El funcionario deberá descargarse estáticamente el equipo antes iniciar cualquier intervención (desconectar).
- c) Contar con las herramientas para el mantenimiento.
- d) Tener clara la adecuada conexión de las partes eléctricas y electrónicas del equipo.
- e) Antes de apagar el equipo se debe garantizar mínimo diez (10) minutos de aire fresco de ventilación de la bomba en el caso de los analizadores de gases.
- f) En caso de presentarse alguna falla o daño en el equipo, el personal competente realizará un diagnóstico con el fin de detectar la causa y realizar la reparación (mensual).
- g) Verificar el estado de los filtros que posee el equipo y realizar una limpieza con aire a poca presión para no dañar los sensores (semanal).
- h) Utilizar un limpiador de circuitos electrónicos CRC 5-56 y una brocha para remover impurezas o partículas que se hayan adherido a las tarjetas o componentes electrónicos (mensual).

A continuación, se describe el listado de insumos, repuestos y herramientas utilizadas para la realización del mantenimiento preventivo, ver Tabla 3:

Tabla 3. Herramientas, repuestos e insumos para realizar las labores de mantenimiento preventivo y correctivo al analizador de gases.

<b>HERRAMIENTAS</b>	<b>REPUESTOS</b>	<b>INSUMOS</b>
Juego de destornilladores de pala y estrella grandes y pequeños.	Solenoide	Filtro primario.
Sopladora aspiradora.	Bomba de succión.	Filtro secundario.
Pinza punta larga.	Extractor.	Filtro de línea.
Bisturí.	Fusibles.	Filtro de drenaje.
Alicate pequeño.	Conectores.	Sensor de Oxígeno.
Juego de llaves Hallen en pulgadas y milimétrica.	Sonda de Muestreo.	Manguera siliconada de 6 mm.
Limpiador de Contactos.	Tarjeta RPM's y temperatura	Manguera azul de 8 mm



Multímetro digital.	Banco Óptico.
Kit de Gases patrón.	Sonda de Temperatura.
Medidor de temperatura inalámbrico	Racor pasamuros de 8 mm.
Rotámetro de caudal de 0 a 10 lt/min	Acople rápido sonda
Cortafríos.	Captador de rpm's

Fuente: Elaboración propia.

**6.6.2 Sistema de frenado.** Componentes principales del sistema de frenado a los cuales se debe realizar el mantenimiento preventivo, ver Figura 24:

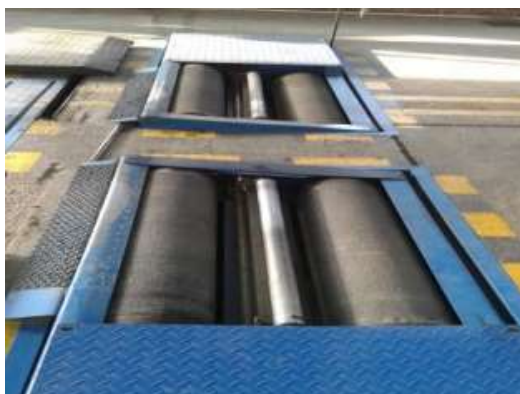


Figura 24. Sistema de frenado del CDA HANGARES S.A.S.

Fuente: Elaboración propia.

El principal contenido de un frenómetro es realizar una rápida y eficaz verificación del estado del frenado, midiendo con precisión la frenada máxima en los ejes delantero y trasero, freno de mano, así como de la ovalidad existente en los discos y tambores del sistema de frenado, componentes principales:

1. Motor eléctrico
2. Caja de transmisión
3. Cadena de arrastre
4. Piñones de transmisión
5. Chumaceras
6. Sensor de presencia
7. Sensor inductivo
8. Rodillos de frenado
9. Software
10. Fuente de alimentación.

### Actividades Generales

- Inspección visual general del equipo para visualizar que no tenga objetos (piedras, papeles, hojas) que puedan obstruir su correcto funcionamiento (cada 3 días).
- Revisión general de los componentes que necesitan de lubricación verificar las posibles fugas y ruidos de los componentes móviles.

### Actividades específicas

- Limpieza general (semanal)
- Engrase de cadena y chumaceras (semanal).
- Aplicación de lubricante valvulina a caja de transmisión (semanal).
- Verificación de los sistemas eléctricos (mensual).
- Verificación de linealidad y estabilidad (mensual).
- Calibración (2 días).
- Verificación de los sistemas mecánicos (semanal).
- Verificación de señales de frenado (diaria).
- Verificación de las conexiones de los sensores TACHO y CAR-ON (diaria).

**6.6.3 Sonómetro.** Este equipo la gran mayoría de sus componentes son electrónicos por tal motivo su mantenimiento es poco y sencillo:

- Inspección visual: Consiste en una evaluación detallada de manera visual, del estado físico del equipo y sus partes, con el fin de identificar rasguños, golpes ruptura de piezas, decoloración y cualquier anomalía en el equipo independiente a su funcionamiento (diaria).
- Inspección del entorno: Verificar el estado de los accesorios y su conexión al equipo.

Inspección de condiciones ambientales (diaria).

- Limpieza integral externa (diaria).
- Limpieza integral interna para lo cual se utiliza una brocha y si es el caso limpiador de componentes CRC 5-51 (mensual).
- Reemplazo de partes (averiado).
- Revisión de seguridad eléctrica (diaria).
- Prueba funcional completa (diaria).

**6.6.4 luxómetro.** Su manejo es muy sencillo, pero se debe fijar la distancia y el ángulo entre el luxómetro y el objeto a medir para obtener resultados con una reproducibilidad alta. Este equipo realmente requiere de poco mantenimiento, a continuación, se describen las actividades generales identificadas para su mantenimiento preventivo:

#### **Actividades generales**

- Puede limpiar el medidor y sensor con un paño húmedo. Puede usar un detergente suave, pero evite solventes, abrasivos y productos químicos fuertes (diariamente).
- El plástico blanco del detector debe ser limpiado con un paño cuando sea necesario.
- No guarde el equipo donde la temperatura o la humedad sean excesivamente altas.
- El intervalo de calibración del fotodetector variará acorde a las condiciones de operación, pero generalmente la sensibilidad decrementa en dirección proporcional al producto de intensidad luminosa por el tiempo de operación. A fin de mantener una exactitud básica del instrumento, la calibración periódica es recomendada (semanal).
- Si la batería se encuentra agotada, en el displays LCD aparecerá el símbolo. Deberá reemplazar la batería inmediatamente (diariamente).

**6.6.5 Probador de la suspensión.** Este equipo o maquina esta unidad consiste en una placa de medición y una de relajación que asegura un diagnóstico rápido de la alineación de las ruedas del vehículo determinando el desplazamiento lateral de la placa de deriva y realiza el cálculo pertinente para extrapolar dicha información y representarla en metros de deriva por kilómetro recorrido [m/km]. Además, analiza si el comportamiento es Divergente (sentido negativo) o Convergente (sentido positivo) y si las lecturas realizadas son correctas y dentro de los márgenes preestablecidos. Este equipo requiere de poco mantenimiento:

#### **Actividades generales**

- Control de la tensión de las cadenas estas deben tener 10 mm de juego en la parte más

larga (cada 3 días).

- Lubricación suficiente utilice grasa comercial para cadenas (semanalmente).
- Retirar o aspirar las impurezas: hojas, papeles y polvo (diariamente).
- Inspección del buen estado de los rodamientos(mensualmente).

## CONCLUSIONES

La búsqueda bibliográfica realizada permitió conocer los diferentes tipos de mantenimiento actuales y como estos alargan la vida útil de las máquinas y mejoran la rentabilidad de la empresa. También facilitó la identificación de las actividades de mantenimiento preventivo más adecuadas según la cantidad de horas trabajadas durante el mes.

Para identificar las máquinas y las partes críticas de los equipos que requieren de mayor mantenimiento y reparación fue fundamental la consulta realizada al personal técnico de la empresa encargado de operar los equipos como de la administración, los cuales facilitaron la información y reportes de las averías más comunes.

Para la implementación de estos programas de mantenimiento y efectividad en la implementación es fundamental el compromiso de todos: empleados, administrativo, dueño y esto se nota, porque él CDA HANGARES S.A.S, está dispuesto a pagar programas de capacitación relacionados con el correcto uso de los equipos que este posee como en las diferentes actividades de mantenimiento preventivo a realizar con el propósito de aumentar su vida útil.

Para la identificación de las actividades de mantenimiento preventivo se basó en trabajos encontrados durante la búsqueda bibliográfica realizada en repositorios, manuales de fabricantes y recomendaciones de los operarios o trabajadores que manipulan estos tipos de equipos.

## **RECOMENDACIONES**

La información de los datos técnicos de los equipos para el planeamiento de mantenimiento debe estar actualizada, se debe retroalimentar debido a cambios de los equipos nuevos que se adquieran en la planta. Además, se recomienda elaborar un presupuesto anual de gastos operativos para los equipos críticos de la empresa, así como una proyección de la cuenta de mantenimiento correctivo y de reposición de partes, insumos o piezas, para de esta manera poder darles un seguimiento a los gastos incurridos por los mantenimientos preventivo, de tal forma que se pueda determinar el comportamiento de estos en el transcurso de los años.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alave, e. d. (2018). MANTENIMIENTO BASADO EN EL RIESGO (MBR). *Revista tecnologica*. Obtenido de [http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/rtft/v14n20/v14n20\\_a04.pdf](http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/rtft/v14n20/v14n20_a04.pdf)
- AlterEvo. (1 de Julio de 2013). *AlterEvo Ltd*. Obtenido de <http://alterevoingenieros.blogspot.com/2013/07/mantenimiento-basado-en-riesgo-las.html>
- Aula21. (2020). Obtenido de <https://www.cursosaula21.com/que-es-el-mantenimiento-centrado-en-la-confiabilidad-rcm/>
- AutoTools. (2019). Obtenido de <https://autotools.com.co/producto/detector-de-holguras-giuliano/>
- BALISA. (28 de Mayo de 2020). *Balisa de Costa Rica*. Obtenido de <https://www.balisacr.com/importancia-del-analisis-de-vibraciones-y-monitoreo-de-la-condicion-de-la-maquina/>
- BrainBee. (2022).
- CDAmotociclista. (2022). Obtenido de <http://cdamotociclista.com/proceso-de-revision-tecnico-mecanica-en-cda-moto-lista>
- CORPOCESAR. (25 de Abril de 2014). Obtenido de <https://www.corpocesar.gov.co/files/PCM-04-P-05%20PROCED%20PARA%20EL%20MANTEN%20Y%20ASEGURAM%20%20METROLOGICO%20DE%20EQUIPOS%20PARA%20LA%20MEDICION%20DE%20EMISIONES%20GENERADAS%20POR%20LAS%20FUENTES%20MOVILES.pdf>
- Enova. (27 de Febreo de 2017). *Grupo Enova*. Obtenido de <https://enovalevante.es/ingenieria-de-mantenimiento-mantenimiento-centrado-en-confiabilidad-rcm-parte-3/>
- Grajales, D. H. (2006). LA CONFIABILIDAD, LA DISPONIBILIDAD Y LA MANTENIBILIDAD, DISCIPLINAS MODERNAS APLICADAS EN LA ACTUALIDAD. *Scientia et Technica*.
- INFRASPEAK. (2020). Obtenido de <https://blog.infraspeak.com/es/mantenimiento-productivo-total-tpm/>
- jDautomotores. (2017). Obtenido de <https://jdautomotores.com/servicios/revision-tecnico-mecanica/>
- López, O. C. (2018). Metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) considerando taxonomía de equipos, base de datos y criticidad de efectos. *ESIME*, 51-59. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/614/61458265006/html/>
- Motorscan. (2022). Obtenido de <https://tecnimaq.com/index.php/probador-de-suspension/>
- PCE. (2018). Obtenido de <https://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/instrumento-de-revolucion/medidor-revoluciones-pce-at5.htm>
- Preditec. (2021). Obtenido de <http://www.preditec.com/mantenimiento-predictivo/termografia/>
- Renovetec. (2015). Obtenido de <http://ingenieriadelmantenimiento.com/index.php/26-articulos-destacados/17-plan-de-mantenimiento-basado-en-rcm>
- SafetyCulture. (2021). Obtenido de <https://safetyculture.com/es/temas/mantenimiento-planificado/>
- SENATI. (2009). Peru. Obtenido de <http://etm2021.com/sbiblioteca/Libros/MONTAJE%20Y%20MANTENIMIENTO/MANTENIMIENTO%20MECANICO%20-%20Presentaci%C3%B3n.pdf>

Silva, L. (30 de Abril de 2021). *Checklistfacil*. Obtenido de <https://blog-es.checklistfacil.com/mantenimiento-correctivo/>

TopAuto. (7 de Noviembre de 2022). Obtenido de <https://www.topauto-equipment.com/product-page/hba-26-d?lang=es>

Venco. (2020). Obtenido de <https://www.vencoel.com/tecnologias-aplicadas-al-mantenimiento-preventivo-en-el-entorno-industrial/>