

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

**PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LOS ACTIVOS
ENCARGADOS DE MEDIR FUERZAS DE FRENADO EN LÍNEAS DE
VEHÍCULOS PESADOS Y LIVIANOS DEL CENTRO DE DIAGNÓSTICO
AUTOMOTRIZ (CDA) IVESUR**

Cristian Fernando Garzón Diaz

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:
Especialista en Gestión de mantenimiento industrial

Asesor

Carlos Alberto Acevedo Álvarez

Instituto Tecnológico Metropolitano - ITM
Facultad de Ingenierías
Departamento Mecatrónica y Electromecánica
Medellín, Colombia
2023

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

RESUMEN

La propuesta del plan de mantenimiento se basa en las necesidades identificadas a diario en cuanto al funcionamiento de los equipos. Sin embargo, la última vez que la compañía elaboró un plan de mantenimiento fue en año 2007. En la actualidad, se ha observado una discontinuidad y un deterioro excesivo de algunos componentes mecánicos de los bancos de medición de frenado utilizados para automóviles pesados y livianos en el área de revisión del centro de diagnóstico automotriz IVESUR.

Esta situación se debe a que el mantenimiento propuesto en estos formatos se considera básico y se enfoca de manera desorientada y mal aplicada en lo que respecta a la prevención de problemas en los componentes principales.

Con el objetivo de mejorar el mantenimiento de manera eficiente y planificada, sin interferir en las actividades de revisión técnico-mecánicas, se elabora un plan de mantenimiento basado en el enfoque convencional del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad. Este enfoque busca establecer los objetivos de intervención, los indicadores clave de desempeño, un inventario actualizado de los activos, manuales de ejecución y un cronograma que indique las fechas en las cuales se realizará la revisión eléctrica o mecánica de cada equipo o componente de acuerdo a su funcionamiento, el cual se encuentra registrado en la hoja de vida de los frenómetros. De esta manera, se garantiza una gestión adecuada del mantenimiento, optimizando la confiabilidad y el rendimiento de los activos.

El plan de mantenimiento propuesto, se aplicó en el semestre A del año 2023, en donde se logra evidenciar una disminución del 80% de las paradas no programadas en comparación con el semestre B del año 2022.

Palabras clave: frenómetro, diagnóstico automotriz, plan de manteniendo

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

RECONOCIMIENTOS

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a Dios por brindarme la oportunidad de crecer emocional, académica y profesionalmente. Solo el conoce el esfuerzo y la dedicación que he invertido para alcanzar mis metas.

Asimismo, quiero agradecer a la empresa CDA IVESUR por proporcionarme las herramientas y el espacio en sus instalaciones para llevar a cabo los análisis necesarios para completar esta monografía. Agradezco especialmente a la parte administrativa y gerencial por su apoyo y seguimiento en relación a las propuestas establecidas en el área de mantenimiento.

También a los docentes del instituto tecnológico metropolitano de Medellín que estuvieron brindando sus formaciones en la presente especialización durante los dos semestres cursados y que, mediante su conocimiento, brindaron una orientación adecuada para el cumplimiento de mis objetivos académicos.

Por últimos y más importante agradezco a mi familia por el apoyo y el acompañamiento que me han brindado en cada uno de los retos académicos que he asumido durante mis procesos de formación intelectual. Ustedes fueron mi mayor motivación cada vez que pensaba que nada estaba bien en mi vida.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

ACRÓNIMOS

<i>CDA</i>	Centros de Diagnóstico Automotriz
<i>EPI</i>	Equipo de Protección Individual
<i>Kg</i>	kilogramo
<i>ONAC</i>	Organismo Nacional de acreditación de Colombia
<i>RCM</i>	<i>Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad</i>
<i>RUNT</i>	Registro Único Nacional de Tránsito
<i>SICOV</i>	Sistema de Control y Vigilancia
<i>t</i>	toneladas

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

TABLA DE CONTENIDO

Contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	8
1.1 Objetivo general.....	9
1.2 Específicos.....	9
2. MARCO TEÓRICO	10
2.1 Fundamentos del proceso de frenado.....	11
2.1.1 Fuerzas de frenado vehicular	12
2.1.2 Proceso de frenado.....	12
2.2 CDA (Revisión técnico-mecánica y de emisiones contaminantes)	12
2.2.1 Según la NTC 5375 los automotores se clasifican en:.....	12
2.3 Frenómetro de rodillos en el CDA IVESUR.....	13
2.4 ¿Qué es la eficiencia de frenado y en qué se mide?.....	15
2.4.1 <i>Eficacia</i>	15
2.4.2 <i>Desequilibrio por eje</i>	16
2.5 Mantenimiento	16
2.5.1 <i>Mantenimiento preventivo</i>	16
2.5.2 <i>Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM)</i>	17
3. METODOLOGÍA.....	18
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	19
4.1 Identificación del estado actual del mantenimiento aplicado en el activo	19
4.1.1 <i>Caracterización del mantenimiento en el CDA IVESUR</i>	19
4.1.2 <i>Encuesta de mantenimiento de los frenómetros del CDA IVESUR</i>	21
4.1.2.1 Resultados de la Encuesta.....	23
4.2 Caracterización de los frenómetros.....	32
4.2.1 <i>Frenómetro para línea de vehículos livianos (BRAK3000)</i>	32
• Características del frenómetro de rodillos (BRAK3000)	34

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

• Componentes del frenómetro de rodillos (BRAK3000)	35
4.2.2 Frenómetro para línea de vehículos pesados (BRAK 7000)	36
• Características del frenómetro de rodillos (BRAK 7000)	37
• Componentes del frenómetro de rodillos (BRAK 7000)	38
4.3 Propuesta del plan de mantenimiento	38
4.3.1 <i>Proceso metodológico para la aplicación del RCM</i>	38
4.3.1.1 Caracterización de activos	38
4.3.1.2 Formación de equipos de trabajo	40
4.3.1.3 Criticidad del activo.....	41
4.3.1.4 Alcance del mantenimiento	41
4.3.1.5 Contexto operacional del activo	41
4.3.2 <i>Criterios relevantes para la intervención y propuesta de RCM</i>	42
4.3.2.1 Definir las funciones del frenómetro en general	42
4.3.2.2 Fallas funcionales del activo	42
4.3.2.3 Causa raíz de las fallas.....	43
4.3.2.4 Segmentos de la falla o efectos de la falla.....	43
4.3.2.5 Consecuencias de las fallas	43
4.3.2.6 Definir las actividades de mantenimiento.	44
4.3.3 <i>Plan operacional para los frenómetros del CDA IVESUR</i>	44
4.3.3.1 Cronograma de verificación y mantenimiento	44
4.3.3.2 Hoja de vida de los frenómetros.....	45
4.3.3.3 Listado de Certificados de Calibración y Vencimientos.	46
4.3.4 <i>Elaboración de instructivos de ejecución y mantenimiento</i>	47
4.3.4.1 Manual de Ejecución de prueba de frenado en automotores.....	47
4.3.4.1.1 <i>Instrucciones de uso</i>	47
4.3.4.1.2 <i>Procedimiento de Medición</i>	47
4.3.4.1.3 <i>Medición de Freno de Acuerdo a la Norma</i>	48
4.3.4.1.3.1 <i>Preparación del vehículo por parte del inspector</i>	48
4.3.4.1.4 Realización de Prueba 2x4.	51

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

4.3.4.2	Realización de prueba 4x4	53
4.3.4.2.1	<i>Selección de Vehículo Pesado</i>	54
4.3.4.2.2	<i>Medidas preventivas en el banco de frenado</i>	56
4.3.4.2.3	<i>Equipo de protección individual necesario</i>	57
4.3.4.3	Manual de Verificación y Ajuste del Frenómetro	57
4.3.4.3.1	<i>Medios necesarios</i>	57
4.3.4.3.2	<i>Operaciones previas</i>	58
4.3.4.3.3	<i>Procedimiento de verificación.</i>	58
4.3.4.3.4	<i>Verificación de los sensores de fuerza del frenómetro BRAK 3000</i>	58
4.3.4.3.5	<i>Verificación de los sensores de fuerza del frenómetro BRAK 7000</i>	61
4.3.4.3.6	<i>Errores máximos admisibles</i>	63
4.3.4.3.7	<i>Procedimiento de ajuste</i>	63
4.3.4.3.8	<i>Medidas preventivas</i>	64
4.3.4.3.9	<i>Equipo de protección individual necesario</i>	65
4.3.4.4	Mantenimiento del frenómetro	65
4.3.4.4.1	<i>Proceso de lubricación</i>	66
4.3.4.5	Instrucciones para la comprobación del funcionamiento	67
5.	CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO.....	68
6.	REFERENCIAS.....	71
7.	ANEXOS.....	73

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el sector automotriz ha tenido un crecimiento exponencial con respecto al número de vehículos que circulan en el territorio colombiano en donde según las cifras del RUNT, el balance del primer semestre del año 2022 en el sector tránsito y transporte culminó con 17'556.339 vehículos registrados y activos en el RUNT, de los cuales 60% son motocicletas, el 39% vehículos como automóviles, camionetas, camiones, buses y busetas y el 1% restante corresponde a maquinaria, remolque y semi remolques. (RUNT, 2023) (Calle et al., 2009 a) Como medida obligatoria el ministerio de transporte puso en marcha la ley 769 del 2002 que establece en los artículos 28, 50, 53 y 54 la necesidad de la revisión técnico mecánica para los vehículos que transitan en el territorio nacional.

Los vehículos que deben realizar la revisión técnico mecánica y de gases son: las motocicletas, los vehículos pesados (camiones, tracto mulas, entre otras), los vehículos de servicio público (buses, busetas, taxis) y particulares. (LEY 769, 2002) Cada uno de los automotores se debe certificar en un CDA avalados, supervisados y autorizados por entidades como la ONAC, SICOV y el RUNT.

Para realizar una debida inspección técnico mecánica, los CDA cuentan con sistemas mecanizados los cuales permiten realizar una verificación específica del estado actual del automotor en donde es importante tener a punto cada uno de los instrumentos de medición. Por este motivo se debe cumplir con el mantenimiento y verificación de los equipos de medición ya que de no ser así se podrían obtener mediciones erróneas las cuales conllevan a certificar un vehículo con alguna falla en particular, como por ejemplo el sistema de frenos, el cual es de vital importancia a la hora de circular en carretera y puede evitar una catástrofe vial.

La monografía propone un plan de mantenimiento para los frenómetros utilizados en las líneas de inspección de vehículos pesados y livianos del CDA IVESUR, implementando las estrategias delineadas en los objetivos específicos. En primer lugar, se emplea una metodología de seguimiento que incluye una investigación exhaustiva de las actividades realizadas en los frenómetros en los últimos años. Además, se lleva a cabo una encuesta informativa dirigida al personal gerencial, administrativo y operativo, con el objetivo de recopilar información de primera mano sobre los procesos y la ejecución de mantenimiento desde el área correspondiente. Una vez recopilada la información necesaria, se procede a caracterizar los

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

diferentes tipos de frenómetros en función de su funcionalidad y su importancia en los procesos de revisión técnico-mecánica.

Por último, se desarrolla un plan de mantenimiento Centrado en la Confiabilidad, el cual permite establecer protocolos de intervención, planificar la ejecución de los activos y establecer relaciones de causa y efecto en relación a los tipos de reparaciones realizadas hasta la fecha.

De esta manera, se busca garantizar un mantenimiento eficiente y adecuado para los frenómetros, contribuyendo así a la mejora de los procesos de revisión técnico-mecánica en el CDA IVESUR.

1.1 Objetivo general

Proponer un plan de mantenimiento para los frenómetros de las líneas de vehículos pesados y livianos del centro de diagnóstico automotriz (CDA) IVESUR, lo cual contribuya con la disminución de las paradas no programadas durante los procesos de revisión técnico mecánica.

1.2 Específicos

- Diagnosticar la situación actual del mantenimiento y determinar la criticidad de los elementos principales del frenómetro.
- Caracterizar el frenómetro para conocer e identificar el contexto operacional del activo.
- Elaborar el plan de mantenimiento en donde se identifique los protocolos de intervención y la planificación de la ejecución de los activos.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

2. MARCO TEÓRICO

La industria automotriz se desarrolló ampliamente en la segunda mitad del siglo XX, antes de la llegada de los automotores, una de las principales alternativas de transporte se basaba por medio de caballos y carretas los cuales fueron siendo remplazados con el avance tecnológico e industrial en el área automovilística. La invención de la línea de montaje para la fabricación de coches permitió aumentar y satisfacer la demanda masiva de automóviles en gran masa, lo que influyó en un auténtico cambio de paradigma en los hábitos personales del transporte de la sociedad en general. (*AutoScout24*, 2018) (Toyota, 1998)

Con la llegada masiva de los automotores en la mayor parte del mundo se presentó una problemática social y de salud pública, en donde se evidenció un exponencial incremento en los accidentes de tránsito (García et al., 2010) (Laxmanrao, 2022) según la OMS (Organización Mundial de la Salud), los accidentes viales son la principal causa de muerte del siglo XXI, en el año se generan alrededor de 1,3 millones de muertes de personas en el mundo, los principales afectados e implicados son los niños y jóvenes entre un rango de edad de 5 a 29 años por diferentes implicaciones accidentales en carretera. (Organización Mundial de la Salud, 2022)

Por este motivo es de gran relevancia intervenir directamente mediante las entidades territoriales, las cuales se deben encargar de crear consciencia sobre las poblaciones directamente relacionadas con el buen manejo y cuidado mecánico de los automotores, ya que en la mayoría de ocasiones los conductores no identifican las situaciones de accidentalidad las cuales generan un impacto relevante en la salud pública en todo el mundo. (Suman et al., 2022)

Es por esta razón que una de las maneras de disminuir la tasa de accidentalidad por parte del sector automovilístico es mediante diagnósticos obligatorios para cada una de las categorías de vehículos que circulan en vías urbanas e intermunicipales a nivel nacional, esto mediante a la ley 769 de 2002 del Código Nacional de Tránsito Terrestre en el capítulo VIII de revisión técnico mecánica. El cual establece lo siguiente: “Por razones de seguridad vial y de protección al ambiente, el propietario o tenedor del vehículo de placas nacionales o extranjeras, que transite por el territorio nacional, tendrá la obligación de mantenerlo en óptimas condiciones mecánicas y de seguridad.” (*LEY 769*, 2002) para dar cumplimiento a la ley de tránsito establecida en el año 2002, el ministerio de transporte, del medio ambiente y desarrollo sostenible (ASO - CDA, 2017 pág. 12), expidieron la resolución 3500 de 2005, por medio de la cual establecieron las condiciones mínimas que deben cumplir los Centros de Diagnóstico Automotor para realizar las

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

revisiones técnico-mecánicas y de emisiones contaminantes de los vehículos automotores que transiten por las vías del territorio nacional. (*RESOLUCIÓN No. 3500, 2005*) para dar con el cumplimiento de manera eficiente el CDA debe someterse a una serie de controles y auditorías ante entes regulatorios los cuales se encargan de verificar la documentación registrada de acuerdo a la normatividad exigida por el ministerio de transporte.

2.1 Fundamentos del proceso de frenado

La fuerza de frenado de un vehículo es la fuerza que se necesita para disminuir la velocidad del mismo y que actúa en contra del sentido del movimiento. Para poder detener un vehículo, la energía cinética contenida es transformada en energía calorífica producida por el rozamiento entre los elementos de fricción: pastillas de freno y discos, o zapatas de freno y tambores. (García et al., 2015)

En el proceso de frenado de un vehículo es de especial importancia que las fuerzas de frenado de las ruedas de un mismo eje sean iguales en todo momento. Igual de importante es que cada rueda presente una baja resistencia a la rotación. Es por esta razón que, en los frenómetros, la fuerza se mide de forma individual para cada una de las ruedas del vehículo. (Hujare et al., 2022)

Dentro de los equipos de medición del CDA se encuentran los frenómetros, los cuales sirven para determinar la eficiencia y eficacia de frenado al momento de realizar la inspección del sistema de frenos para los automotores, este sistema incorpora dos celdas de carga y galgas extensiométricas que permiten conocer el peso del vehículo y el esfuerzo de frenado. También está compuesto por cuatro rodillos recubiertos de un material que se asemeja al asfalto, estos rodillos estarán anclados sobre un bastidor y son accionados mediante un motor eléctrico el cual puede ser controlado de forma manual o automática en la zona de frenado del CDA. (Becerra, 2014)

El primer modelo de simulación de frenado fue nombrado como banco de probador de frenos, el cual fue creado y puesto en marcha en el año 1960 en laboratorios de frenado de la empresa ACTIA en compañía de la marca Muller Ben. En 1968 se llevó a cabo la construcción del frenómetro para vehículos con sistemas de medición hidráulico por la empresa estadounidense MAHA, situándose en la generación actual de bancos de pruebas controlados con PC. (Parrado et al., n.d.)

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

2.1.1 Fuerzas de frenado vehicular

El sistema de frenos de un automotor está basado en la ley de inercia, en donde se concluye que un cuerpo se moverá, o se mantendrá en reposo, a una velocidad constante, mientras no se aplique ningún tipo de fuerza externa sobre el mismo. La fuerza encargada de actuar para que los frenos funcionen de manera óptima es la fricción, al convertirse en una fuerza contraria al movimiento del vehículo, obtendrá una reducción de la velocidad o la inhabilitación parcial de movimiento del mismo. (Sigcha Rodríguez, n.d.)

La fuerza de fricción es influida directamente por dos factores, el primero es la superficie de contacto que se genera entre ambos cuerpos y la segunda es la fuerza aplicada. En el caso de los automotores la superficie de contacto es la encargada de reducir la velocidad gradualmente o por completo, este efecto se realiza a través de los discos de freno y las pastillas en el caso de un sistema de frenos basados en discos de freno o de las bandas y las campanas en caso que se trate de un sistema de frenos basados en tambor.

2.1.2 Proceso de frenado

El proceso de frenado ocurre desde que el conductor pisa el pedal de freno hasta que el vehículo se detiene por medio de la intervención del sistema de frenos. (Albornoz, 2020) “inicialmente el conductor, tras un tiempo de reacción que depende que su atención y experiencia, pero que generalmente es un tiempo próximo a 0,7 segundos, pisa el pedal de freno. La fuerza con la que actúa es variable, y será transmitida y amplificada por el circuito de frenos hasta las ruedas que, con base al rozamiento de la misma con el suelo, producirá una desaceleración o detención del vehículo.”

2.2 CDA (Revisión técnico-mecánica y de emisiones contaminantes)

Se encarga de evaluar la conformidad de un vehículo automotor en uso con respecto a los requisitos especificados en la Norma Técnica Colombiana NTC 5375 o en los requisitos legales, aplicando procesos de inspección sensorial y mecanizada.

2.2.1 Según la NTC 5375 los automotores se clasifican en:

- **Vehículo liviano**

Debe tener un peso en vacío inferior a 3.500 kg o 3.5 t es decir el vehículo sin pasajeros y sin carga, pero con todos sus combustibles operativos necesarios, como: el aceite de motor,

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

trasmisión, combustible, entre otros, además debe tener llanta sencilla en el eje trasero.” (NTC 5375, 2012)

- **Vehículo pesado**

Debe tener un peso en vacío mayor o igual a 3.500 kg o 3.5 t, es decir el vehículo sin pasajeros y sin carga, pero con todos sus combustibles operativos necesarios, como: el aceite de motor, trasmisión, combustible, entre otros, además debe tener llanta sencilla en el eje trasero. (NTC 5375, 2012)

2.3 Frenómetro de rodillos en el CDA IVESUR

Para la implementación e instalación de los frenómetros en cualquier tipo de CDA, la ONAC (ONAC, 2020) exige seguir los criterios establecidos por la norma UNE 82502:2007 la cual se enfoca en caracterizar los instrumentos destinados a medir las fuerzas de frenado de los automotores.

En este caso los frenómetros de rodillos se argumenta como: “Instrumento de medida y/o ensayo utilizado para evaluar y medir la fuerza longitudinal de frenado en la rueda o ruedas del mismo eje” (UNE 82502, 2007) Principalmente el frenómetro tiene la capacidad de medir el peso del automotor y los esfuerzos de frenado de cada una de las ruedas en un mismo eje al mismo tiempo. Como se aprecia en la figura 1 el sistema de frenado se encuentra ubicado al final de la línea de inspección en donde se puede evidenciar una bancada de rodillos y un computador, El sistema está equipado con sensores de fuerza y torque, así como con instrumentación electrónica de alta precisión para capturar y registrar los datos de frenado en tiempo real. Además, cuenta con un sistema de control y visualización que permite al operador monitorear y analizar los resultados de la prueba de frenado como se puede apreciar en la figura 2.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020



Figura 1. Bancada de Frenómetro. Elaboración propia CDA IVESUR

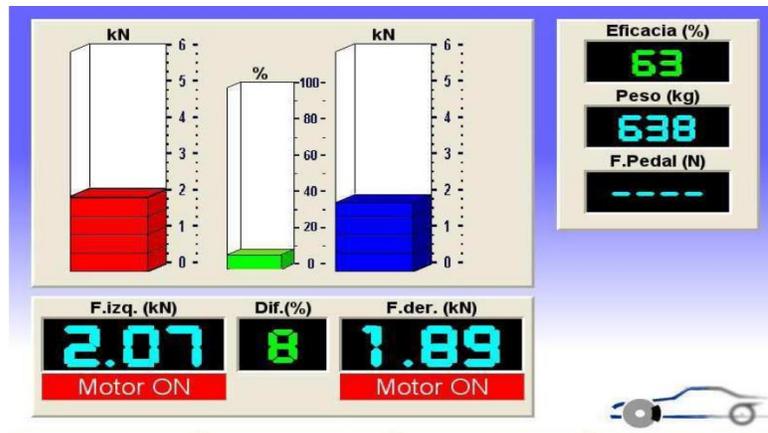


Figura 2. Pantalla de visualización software VTEQ. Elaboración propia CDA IVESUR

Los frenómetros de bancada son herramientas esenciales en la industria automotriz y en talleres de reparación de vehículos. Estos dispositivos permiten medir y evaluar la eficacia y el rendimiento de los sistemas de frenos de un vehículo. A continuación, se presentan algunas de las ventajas más destacadas de los frenómetros de bancada:

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

- **Medición precisa:** Los frenómetros de bancada están diseñados para proporcionar pruebas precisas y confiables de la fuerza de otros frenados, el coeficiente de fricción y parámetros relacionados con el sistema de frenos. Esto ayuda a garantizar que los frenos estén funcionando de manera óptima y cumplan con los estándares de seguridad establecidos.
- **Ahorro de tiempo:** Estos dispositivos permiten realizar pruebas y diagnósticos de los frenos de forma rápida y eficiente. Al proporcionar resultados precisos de manera casi instantánea, los frenómetros
- **Documentación y registro:** Los frenómetros de bancada suelen contar con funciones de registro y almacenamiento de datos, lo que facilita la documentación de las pruebas y mediciones realizadas.

2.4 ¿Qué es la eficiencia de frenado y en qué se mide?

La eficiencia de los frenos es la diferencia de frenado que existe entre los ejes, y esta se expresa en forma de porcentaje. Se calcula en función del peso del automóvil y la fuerza máxima de frenado de las cuatro ruedas, eje por eje, al pisar el pedal de freno por medio del inspector técnico hasta llegar al límite de bloqueo. El valor de la eficacia admisible recomendada debe ser igual o superior al 50% para el equipo de frenos de servicio, e igual o superior al 20% para el freno de estacionamiento. Por lo general, los rodillos de estos equipos están recubiertos por un asfalto áspero cuyo coeficiente de adherencia equivalente es de 0.8. Es por esta razón que, si el valor de la eficacia de frenado calculado por el equipo supera el 90%, probablemente se halla medido un peso erróneo.

2.4.1 Eficacia

La eficacia (E) es la relación en porcentaje de la suma de las fuerzas de frenado respecto al peso total, vacío, en el momento de la prueba. Se deducirá por la fórmula:

$$E = 100 \frac{F}{P} \quad \text{Ec. 1}$$

Donde

E = valor de la eficacia en porcentaje [%]

F = suma de todas las fuerzas de frenado, en Newton [N]

P = masa total vacío [kg] * gravedad [9.81 m/s²]

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

2.4.2 Desequilibrio por eje

El desequilibrio (D) es la diferencia de esfuerzos de frenado entre las ruedas de un mismo eje. La medida del desequilibrio se efectuará, por consiguiente, por cada eje, y se hallará como porcentaje de la rueda que frena menos respecto a la que frena más. Se tomará, para cada rueda, como esfuerzo de frenado, el valor máximo que indique el frenómetro.

$$D = 100 \times \frac{F_{\text{máx}} - F_{\text{mín}}}{F_{\text{máx}}} \quad \text{Ec. 2}$$

Donde

$F_{\text{máx}}$ = valor máximo registrado entre las dos ruedas del mismo eje (%)

$F_{\text{mín}}$ = valor mínimo registrado entre las dos ruedas del mismo eje (%)

2.5 Mantenimiento

El mantenimiento se caracteriza por tener un conjunto de técnicas y de sistemas que permiten prevenir las averías en los equipos, y efectuar las revisiones y reparaciones correspondientes a fin de garantizar el buen funcionamiento de los equipos, en pocas palabras el objetivo principal del mantenimiento es hacer que la empresa gane más dinero, evitando las pérdidas por piezas defectuosas o por paradas intempestivas de la línea de producción. (Valdivieso, 2010)

2.5.1 Mantenimiento preventivo

Enfatizando en el mantenimiento preventivo con respecto a la planificación deseable en el tratamiento y ejecución de mantenibilidad de un activo se puede caracterizar como un conjunto dentro de una serie de labores o actividades planificadas las cuales se van ejecutando de acuerdo a un cronograma especificado con anterioridad. (Pérez, 2021)

Dentro del sistema referenciado se encuentran cinco tipos de mantenimiento preventivo (Vidal, 2021):

- **Mantenimiento programado:** Se realizan por tiempo, kilómetros u horas de funcionamiento.
- **Mantenimiento predictivo:** Es realizado al final del período estimado máximo de utilización.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

- **Mantenimiento de oportunidad:** Se aprovecha el período en el que no se está utilizando el equipo para realizar el mantenimiento y evitar cortes de producción.

Además, dependiendo del tipo de servicio y equipo al que realizar el mantenimiento también podemos contemplar:

- **Mantenimiento pasivo:** Aplicando medidas de mantenimiento pasivo a nuestro plan de mantenimiento estamos aplicando una capa de seguridad para que el equipo siempre opere en las condiciones físicas excelentes y evitar factores externos como desgaste por condiciones meteorológicas (lluvia, nieve, humedad, calor) o por manipulaciones intencionadas/accidentales.
- **Mantenimiento activo:** Dependiendo de la calidad y tipo de los componentes a realizar el mantenimiento preventivo, deberemos supervisar de manera más asidua el desgaste de los mismos debido al uso.

2.5.2 Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM)

El mantenimiento de cualquier industria se ha convertido en una actividad con un porcentaje de complejidad porcentual de acuerdo a la cantidad de activos y información que se maneje dentro de ella. Hoy en día los sistemas de Gestión de Mantenimiento Computarizados (CMMS) ayudan a organizar la información y así llevar a cabo las actividades de mantenimiento de una manera más eficiente con respecto a la aplicación directa del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad. (Campos, 2010) Establece que este tipo de mantenimiento se caracteriza por su eficacia y aumento de la efectividad en cuanto a las mejoras de los activos y el rendimiento de la planta de producción. Así mismo genera una oportunidad de confianza ante el control de costos en cuanto a la capacidad de las instalaciones. Estas ventajas se obtienen gracias a que mediante la implementación del RCM se logra identificar las posibles causas que puede provocar un fallo en el sistema, basándose en la relación de causa y efecto. (Piechnicki, 2017)

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

3. METODOLOGÍA

En el desarrollo de la propuesta metodológica se debe hacer un análisis investigativo enfocado en el mejoramiento continuo y la intervención de los procesos de mantenimiento ejecutados en los frenómetros para líneas de vehículos livianos y pesados. Para dar cumplimiento con los objetivos específicos se realiza una investigación descriptiva en la cual se identifique el tipo de mantenimiento ejecutado actualmente, el histórico de intervenciones no programadas y las acciones más problemáticas que se presentan en los activos, dando como resultado la caracterización del contexto operacional y la criticidad de los elementos más comunes los cuales generan paradas inusuales durante el proceso de revisión.

Durante la ejecución de la propuesta monográfica se toma una muestra de tres frenómetro para líneas de vehículos livianos y dos frenómetros para líneas de vehículos pesados, en los cuales se ejecuta un seguimiento operacional con respecto a las bitácoras de verificación y mantenimiento elaborado por los técnicos encargados de la operación diaria.

Una vez realizado el seguimiento operacional del activo, se dispone a caracterizar los tipos de frenómetros utilizados en los procesos de revisión técnico mecánica de la empresa, con el objetivo de identificar el contexto operacional del activo.

Tan pronto se haya obtenido los resultados de investigación, se procede a elaborar la propuesta del plan de mantenimiento basada en el análisis convencional del mantenimiento centrado en la confiabilidad en donde se identifique los protocolos de intervención, la planificación de la ejecución de los activos y la relación de causa y efecto con respecto a los tipos de reparaciones que se han ejecutado hasta el momento.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Identificación del estado actual del mantenimiento aplicado en el activo

Para caracterizar el estado actual del mantenimiento aplicado en los frenómetros utilizados en vehículos pesados y livianos del centro de diagnóstico automotriz CDA IVESUR se ejecutan dos actividades principales: iniciando con la recolección de información referente al mantenimiento actual que se está aplicando en los equipos utilizados en los procesos de revisión técnico mecánica. La otra actividad hace parte de una socialización por medio de una encuesta al personal técnico y administrativo relacionados en las actividades de revisión y mantenimiento en el CDA, con el fin de recolectar información detallada de los procesos ejecutados.

4.1.1 Caracterización del mantenimiento en el CDA IVESUR

La última vez que se generó un diseño del plan de manteniendo por parte de la compañía fue en el año 2007, actualmente se ha logrado identificar la discontinuidad y deterioro excesivo de algunos componentes mecánicos de los bancos de medición de frenado para automotores pesados y livianos habilitados en las pistas del CDA. Debido a que el mantenimiento propuesto en estos formatos se considera básico y está enfocado en mantenimiento preventivo de los componentes principales, Durante los últimos años se han desarrollado múltiples reparaciones las cuales han sido necesarias, debido a la variedad de fallas que se presentan en los componentes mecánicos y electrónicos del sistema.

Al realizar la primera actividad se hace una investigación histórica con respecto a la documentación física y digital disponible del proceso de mantenimiento de los frenómetros del CDA. En la figura 3 se evidencia uno de los formatos digitales del seguimiento de las actividades de mantenimiento elaborados por el técnico Juan Gabriel Bilbao y supervisado por el director técnico Juan Gabriel Tobón, en este formato se evidencia que no especifican un procedimiento de forma detallada de cada una de las actividades que se deben realizar en el proceso de verificación por parte del operario.

En dicho formato solo se aprecian los comentarios especificados de las tareas realizadas por el personal técnico de la empresa; al realizar un análisis histórico por parte de los formatos llenados, se evidencia una discontinua validación de las actividades dentro de los cuales no siempre ejecutan los mismos procesos de forma continua si no que varían las actividades en

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

dirección técnica y gerencial en donde se especifican preguntas abiertas y cerradas referentes al tema investigativo. Esta encuesta se realiza mediante la plataforma de formulario virtual de Google Workspace (ver figura 5) la cual se encarga de caracterizar y resumir los resultados en contextos gráficos que permiten un mayor entendimiento respecto al mantenimiento ejecutado en los frenómetros.

A la hora de formular las preguntas de la encuesta, inicial mente se decide nombrar el formulario como mantenimiento de los frenómetros del CDA IVESUR. A continuación, se describen las preguntas realizadas en el formulario descrito.

- **Justificación de la encuesta**

El objetivo del presente formulario, es recolectar información y conocer las opiniones respecto al mantenimiento aplicado en los frenómetros instalados en el CDA IVESUR. Es importante resaltar que la información recolectada será utilizada con fines académicos y posibles aportes en el mejoramiento de los planes de manteniendo que se puedan ejecutar en los activos de la compañía.

- 1) Nombre completo
- 2) Cargo Actual que desempeña en el CDA IVESUR
- 3) ¿Dentro de su cargo ha estado relacionado con el mantenimiento de los frenómetros?
- 4) ¿Cuál es el tipo de mantenimiento que se ejecuta actualmente en los frenómetros del CDA IVESUR?
- 5) ¿Con que frecuencia se realiza el mantenimiento de los frenómetros en el CDA IVESUR?
- 6) ¿El CDA IVESUR cuenta con un manual de mantenimiento para los frenómetros?
- 7) ¿Según su opinión, considera relevante que los frenómetros de vehículos livianos y pesados del CDA IVESUR dispongan de una manual de mantenimiento?
- 8) Teniendo en cuenta la respuesta anterior, justifique su selección
- 9) ¿En la actualidad existe algún tipo de indicador para evaluar la gestión de mantenimiento?
En caso afirmativo cuál o cuáles y si la respuesta es negativa responder NO.
- 10) ¿Puede presentar alguna sugerencia asociada al mantenimiento de los frenómetros?
- 11) Según su experiencia, ¿puede identificar algún problema de funcionamiento o mal uso del equipo que esté relacionado al mantenimiento?

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

En la figura 5 se visualiza la encuesta ya formulada en la plataforma Google Workspace, esta misma se envía al personal del CDA IVESUR implicado en el la gestión del mantenimiento con el objetivo de obtener información del proceso actual.

MANTENIMIENTO DE LOS FRENÓMETROS DEL CDA IVESUR

El objetivo del presente formulario, es recolectar información y conocer las opiniones respecto al mantenimiento aplicado en los frenómetros instalados en el CDA IVESUR. Es importante resaltar que la información recolectada será utilizada con fines académicos y posibles aportes en el mejoramiento de los planes de manteniendo que se puedan ejecutar en los activos de la compañía.

[Acceder a Google](#) para guardar el progreso. [Más información](#)

¿Cuál es el tipo de mantenimiento que se ejecuta actualmente en los frenómetros del CDA IVESUR?

Tu respuesta

¿Con que frecuencia se realiza el mantenimiento de los frenómetros en el CDA IVESUR?

Mensual
 trimestral
 semestral
 Anual
 Durante cada daño presentado

¿El CDA IVESUR cuenta con un manual de mantenimiento para los frenómetros?

Sí
 No

Según su opinión ¿considera relevante que los frenómetros de vehículos livianos y pesados del CDA IVESUR dispongan de un manual de mantenimiento?

Sí
 No

Teniendo en cuenta la respuesta anterior, justifique su selección

Tu respuesta

¿En la actualidad existe algún tipo de indicador para evaluar la gestión de mantenimiento? En caso de que la respuesta sea Sí cuál o cuáles y si la respuesta es lo contrario, solamente responda No

Tu respuesta

¿Puede presentar alguna sugerencia asociada al mantenimiento de los frenómetros?

Tu respuesta

Según su experiencia, ¿puede identificar algún problema de funcionamiento o mal uso del equipo que esté relacionado al mantenimiento?

Tu respuesta

Opción 1

Enviar
Borrar formulario

Figura 5. Formulario de mantenimiento. Elaboración propia

4.1.2.1 Resultados de la Encuesta

En la figura 6 se identifica los resultados del cargo que se desempeña el personal del CDA IVESUR implicado directa o indirectamente en la gestión de mantenimiento, para dar un mayor margen de opinión se decide encuestar a trabajadores pertenecientes al área de técnica, mantenimiento, administrativo y gerencial. (ver anexos A)

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Cargo Actual que desempeña en el CDA IVESUR

13 respuestas

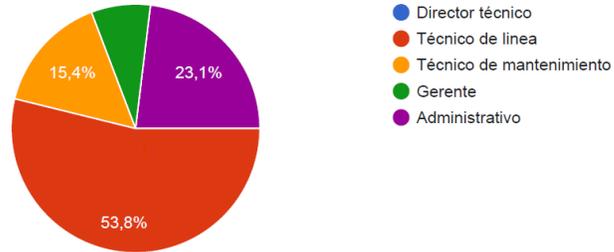


Figura 6. Cargo actual en la compañía. Elaboración Propia

En la figura 7 se logra identificar que el 69.2 % de los encuestados tienen una relación directa con la gestión de mantenimiento ya que la mayoría de las personas que seleccionaron la opción del **si** es porque en algún momento han estado implicados en los procesos de reparación, manteniendo o facturación. El 30.8 % pertenece a los trabajadores que dependen del buen funcionamiento de los activos y que están relación en el área de revisión técnico mecánica.

¿Dentro de su cargo ha estado relacionado con el mantenimiento de los frenómetros?

13 respuestas

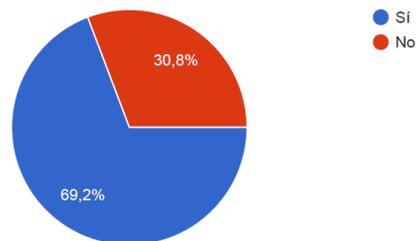


Figura 7. Relación con el mantenimiento del CDA IVESUR. Elaboración Propia

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

En la figura 8 se identifica una de las preguntas abiertas en la encuesta, la cual hace referencia al tipo de mantenimiento aplicado actualmente en la empresa. Uno de los objetivos por el cual se presentó una encuesta sin respuestas puntuales es para conocer en detalle la opinión de cada una de las personas encuestadas.

Gracias a esta validación se logra identificar que solamente no se aplica el mantenimiento preventivo, ya que el 60 % de las personas encuestadas revelan que durante los procesos de intervención en los equipos también se aplica el mantenimiento correctivo de forma constante, esto debido a las múltiples fallas que se ejecutan periódicamente en los frenómetros.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

¿Cuál es el tipo de mantenimiento que se ejecuta actualmente en los frenómetros del CDA IVESUR?

13 respuestas

preventivo y correctivo

correctivo y preventivo

Correctivo

el preventivo, pero normalmente se ejecuta con frecuencia el correctivo

se intervienen los equipos cuando fallan

mantenimiento correctivo

correctivo

Correctivo y preventivo

preventivo

reparación y preventivo

Figura 8. Tipo de mantenimiento ejecutado en IVESUR. Elaboración Propia

En la figura 9 se logra identificar que más del 50% de los trabajadores no tienen claridad con respecto a la periodicidad de ejecución del mantenimiento en los frenómetros, de acuerdo a la NTC 5385 los frenómetros deben pasar por un proceso de mantenimiento cada 3 meses para garantizar el correcto funcionamiento mecánico, eléctrico y de medición de fuerzas de frenado.

Esto se ha presentado debido a que las actividades de intervención más comunes realizadas en los frenómetros hacen parte de las reparaciones que se ejecutan de forma permanente en las líneas de revisión técnico mecánica.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020



Figura 9. Frecuencia de ejecución en el mantenimiento de los frenómetros.

Elaboración Propia

Al investigar los manuales de mantenimiento disponibles en la empresa, no se encontró evidencia sólida sobre los procedimientos adecuados. Esto se debe a que cuando los activos fueron implementados en el año 2007 por la empresa española Ingenemática, la información fue presentada en formato físico en lugar de digital. A lo largo del tiempo, los cambios en el personal administrativo han llevado a la pérdida de información concreta de los manuales de algunas máquinas de medición instaladas en el CDA, incluyendo los frenómetros.

Es por esta Razón que la figura 10 el 100 % de los encuestados no conoce un manual existente en la base de datos de la compañía, cada una de las acciones ejecutadas hasta el momento han sido transmitidas de manera verbal y por el aprendizaje continuo por parte de los operarios.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020



Figura 10. Validación del manual de mantenimiento. Elaboración Propia

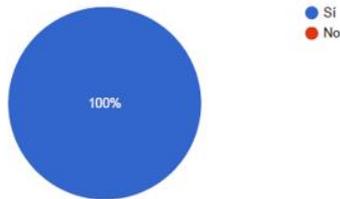
En la figura 11 se evidencia la necesidad de proponer una gestión del mantenimiento en la cual se tenga claridad con respecto a los manuales y procedimientos que contribuyan con la correcta intervención de los frenómetros.

Al observar cada una de las respuestas escritas por los encuestados, se logra generalizar la necesidad en común en donde el 100 % está de acuerdo con la importancia de tener un manual establecido.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Según su opinión ¿considera relevante que los frenómetros de vehículos livianos y pesados del CDA IVESUR dispongan de un manual de mantenimiento?

13 respuestas



Teniendo en cuenta la respuesta anterior, justifique su selección

13 respuestas

es necesario disponer de un documento específico para atender los requerimientos necesarios en las áreas del mantenimiento, actualmente se proporciona la información adquirida desde el momento de la puesta en marcha de los equipos.

es necesario generar un manual con el fin de mantener una disponibilidad correcta de los equipos, hasta el momento lo que he visto es que estos procedimientos se ejecutan por medio del conocimiento de los trabajadores.

el personal de mantenimiento debe proporcionar esta información para las futuras generaciones, ya que las ejecuciones se realizan mediante la experiencia.

Es indispensable tener un manual para poder realizar las actividades de forma correcta.

es importante no solo para el personal de mtto si no para los técnicos en general, ya que muchas veces no hay disponibilidad de los compañeros de mtto y no hay un proceso establecido para ejecutar una actividad.

En el momento no conozco un manual que me especifique lo que se debe hacer en el equipo, normalmente lo que hacemos es gracias al conocimiento compartido por los compañeros antiguos de mtto que ya no están.

es necesario tener una guía para ejecutar los planes de mantenimiento en cada uno de los equipos, no solamente tenemos problemas con los frenómetros si no que también se presentan en los alineadores, analizadores de gases y los detectores al paso

en todas las empresas se deben manejar manuales de mantenimientos

si es necesario tanto para los frenómetros como para los demás equipos

es necesario un manual para tener una guía en cada proceso de ejecución

me gustaría tener acceso a los manuales para estar más enterado de las actividades que se realizan en estos equipos.

es necesario debido a que así mismo se pueden capacitar a los empleados para tener acceso a los manuales.

Es necesario por que actualmente se hace el mtto sin un paso a paso ni ningún control establecido

Figura 11. Disposición de un manual de mantenimiento. Elaboración Propia

En la figura 12 se muestran las recomendaciones para el mantenimiento de los frenómetros, donde se destacan comentarios de gran importancia que actualmente no se están implementando de manera adecuada. Un ejemplo de esto es la realización regular de inducciones para el personal operativo y de mantenimiento. Además, se destaca la importancia de contar con disponibilidad de repuestos y mantener inventarios actualizados de todos los activos.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

¿Puede presentar alguna sugerencia asociada al mantenimiento de los frenómetros?

13 respuestas

Ejecutar un control mas detallados de los equipos, en donde se puedan evidenciar las características, intervención y la disponibilidad de repuestos.

generar un control adecuado de los inventarios, reparaciones, ejecuciones y herramientas necesarias para el proceso.

tener disponibilidad de repuestos y ser mas organizados con los proveedores de los repuestos y las herramientas.

proporcionar inducciones periódicas para el personal técnico y de manteniendo por parte de entidades externas a la compañía

compartir la información y entrenar a mas personas para ejecutar estos cargos ya que muchas veces se ven cortos cuando tienen varias actividades a la vez .

tener mas personal relacionado al mto, ser mas organizados con las tareas demandadas y ser mas conscientes de la durabilidad de los procesos de las maquinas.

Disponer de mas repuestos y agilizar las comparas de los suministros, normalmente la mayor demora para ejecutar una actividad de reparación o manteniendo son los repuestos.

hacer los trabajos de noche para no para ninguna linea

se deben hacer capacitaciones básicas para ir aprendiendo desde el área técnica a realizar los mantenimientos, muchas veces se tiene que esperar los encargados para ejecutar cualquier actividad de la maquina

ser mas aplicados con las frecuencias de mantenimiento y no esperar a que los equipos se dañen

Dar capacitaciones a todo el personal y tener un control de las reparaciones.

hacer verificaciones preventivas semanales para impedir que los equipos falles por deterioro o mal manejo

ejecutar un plan de mantenimiento y entrenar los operarios

Figura 12. Sugerencia en el mantenimiento de los frenómetros. Elaboración Propia

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

En la Figura 13 se puede observar la socialización de las variables de mantenimiento durante el periodo investigativo, se identificaron diferentes fallas y malos procedimientos por parte del personal que utiliza regularmente los frenómetros durante la revisión técnica mecánica.

Según su experiencia, ¿puede identificar algún problema de funcionamiento o mal uso del equipo que esté relacionado al mantenimiento?

13 respuestas

se han presentado múltiples problemas con los rodillos de los frenómetros

el problema más común que se presenta con estos equipos, son los rodillos y las chumaceras, esto se presenta al verificar las fuerzas de frenado de los vehículos pesados.

cada instante se dañan los rodillos

no generan el mantenimiento de forma periódica, esperan a que los equipos fallen antes de realizar intervenciones adecuadas.

los rodillos están deteriorados, cadena sin tensión, chumaceras en mal estado, falta de limpieza de la máquina, cableado viejo y mal procedimiento por parte del personal nuevo.

rodillos en mal estado, cadenas desgastadas, cambio de chumaceras, cambio de la parte eléctrica, descontrol en herramientas y repuestos.

las cadenas, los sensores, el cableado, las chumaceras, las herramientas y los vehículos pesados que dañan los frenómetros.

los rodillos se dañan cada instante, el peso de los camiones afectan las máquinas de frenado

los cables están viejos, falta de lubricación de las chumaceras, las cadenas están desgastadas, los sensores fallan continuamente y falta de limpieza en los bancos de frenado.

Fractura constante de los ejes de los rodillos del frenómetro, Fractura constante de las chumaceras integradas a los rodillos, Fallo en el sistema de freno del motor, - Pérdida del recubrimiento antideslizante de los rodillos, fallo de sensores.

rodillos en mal estado, sensores en mal estado, motores se calientan, se apagan los computadores y mala ejecución de las actividades de frenado en los vhs

chumaceras malas y los rodillos deteriorados

el personal de mtto no está pendiente de los planes que el ingeniero les entrega, los rodillos de los frenómetros se mantienen dañando, más que todo los de los camiones pesados.

Figura 13. Identificación de problemas por parte del personal de IVESUR.

Elaboración Propia

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

4.2 Caracterización de los frenómetros

El CDA IVESUR dispone de 5 pistas adecuadas para la revisión técnico mecánica de automotores, dentro de las cuales 3 hacen parte de las líneas de vehículos de categoría livianos y 2 hacen parte de los vehículos de categoría pesado. Cada una de las líneas presenta equipos independientes con el objetivo de ofrecer una disponibilidad garantizada a los clientes.

4.2.1 Frenómetro para línea de vehículos livianos (BRAK3000)

En la figura 14 se puede observar el frenómetro para vehículos livianos BRAK 3000 el cual ofrece de serie todas las funcionalidades necesarias para una correcta medición de las fuerzas de frenado, incluyendo kit para vehículos 4x4 mediante inversión de giro, control remoto, variadores de frecuencia para motores, tapas para rodillos, kit para bidireccional y otras muchas ventajas que ofrece el control a través de la electrónica ethernet y software VTEQ. La solución modular VTEQ permite además añadir, modificar o eliminar partes de su línea de inspección, manteniendo siempre las partes existentes. De igual forma se puede analizar la tabla 1 en donde se ilustra la ficha técnica suministrada por el proveedor VTEQ. (VTEQ, 2011a)



Figura 14. Frenómetro de rodillos (BRAK3000). Elaboración Propia CDA IVESUR

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

BRAK 3000 Frenómetro para livianos	
Dimensiones	2.320 x 680 x 280 mm
Peso	480 kg
Vía Admisible	755 ÷ 2.200 mm
Máx. Peso Eje	4.000 kg
Medidas Rodillos	723 x 206 mm
Distancia Ejes Rodillos	400 mm
Velocidad Prueba	5,4 Km/h
Potencia Motor	2 x 4,6 kW
Coefficiente Fricción	Seco > 0,8 Húmedo > 0,6
Rango de Medición	0 ÷ 6 kN
Alimentación	3 x 230 / 3 x 400 V 50 / 60 Hz
Condiciones de Trabajo	Temperatura -5 ÷ +40°C Humedad Relativa < 95%

Tabla 1. Ficha técnica frenómetro de rodillos BRAK 3000. Tomado: (VTEQ, 2022)

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

- **Características del frenómetro de rodillos (BRAK3000)**

- 1) **Configuración de motor sobre rodillos:** en este frenómetro el motor este acoplado por medio de un motorreductor directamente al rodillo, aumentando así la durabilidad y confiabilidad del mismo.
- 2) **Variadores de frecuencia:** los variadores de frecuencia son una tecnología electrónica aplicada al motor. disminuyen el consumo de energía y prolongan la vida útil del mismo, pues operan con arranques suaves con menos resistencia mecánica
- 3) **Freno de motor:** el frenómetro universal BRAK 3000 incluye un freno de motor eléctrico que funciona a partir de los variadores de frecuencia. En este equipo el bloqueo de los rodillos es controlado electrónicamente desde los variadores de frecuencia.
- 4) **Clasificación de vehículos capaz de revisar:** actualmente este tipo de frenómetro tiene la capacidad de revisar: vehículos livianos 4x2, vehículos livianos 4x4, motocarros, cuatrimotos y cuadríciclos.

- **Componentes del frenómetro de rodillos (BRAK3000)**

Es importante caracterizar los componentes más comunes del frenómetro, en la figura 15 se evidencia las partes más importantes y críticas del equipo.

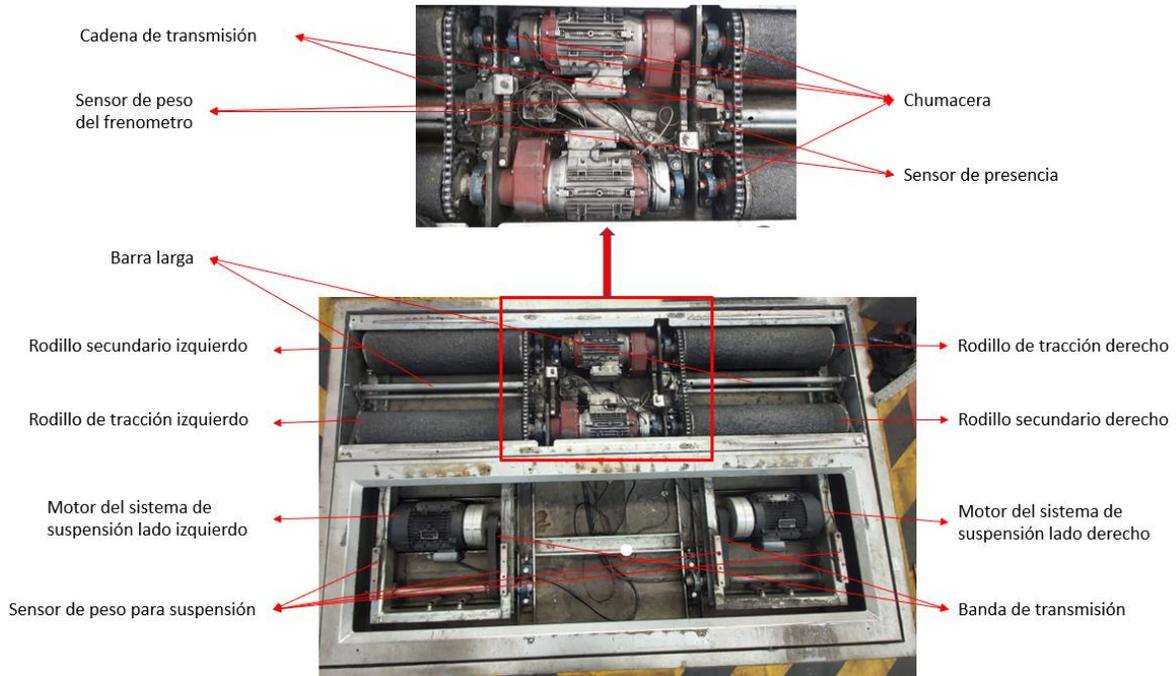


Figura 15. Componentes del frenómetro de rodillos (BRAK3000). Elaboración Propia

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

4.2.2 Frenómetro para línea de vehículos pesados (BRAK 7000)

En la figura 16 se puede observar el frenómetro para vehículos pesados BRAK 7000 el cual ofrece de serie todas las funcionalidades necesarias para realizar una efectiva medición de frenado, incluyendo kit para vehículos 4x4 mediante inversión de giro, control remoto, kit para bidireccional y otras muchas ventajas que ofrece el control a través de la electrónica ethernet y software VTEQ. La solución modular VTEQ permite además añadir, modificar o eliminar partes de su línea de inspección, manteniendo siempre las partes existentes. De igual forma se puede analizar la tabla 2 en donde se ilustra la ficha técnica suministrada por el proveedor VTEQ. (VTEQ, 2011b)



Figura 16. Frenómetro de rodillos (BRAK 7000). Tomado: (VTEQ, 2022)

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

BRAK 7000	
Frenómetro de rodillos para camión y livianos 18 Tm	
Dimensiones	2 x 1.140 x 1.427 x 650 mm
Peso	2 x 860 kg
Máx. Peso Eje	18.000 kg (20.000 kg Opcional)
Medidas Rodillos	1.150 x 271 mm
Distancia Ejes Rodillos	475 mm
Velocidad Prueba	3 Km/h
Potencia Motor	2 x 11 kW
Coefficiente Fricción	Seco > 0,8 Húmedo > 0,6
Rango de Medición	0 ÷ 40 kN
Alimentación	3 x 400V 50 / 60 Hz
Condiciones de Trabajo	Temperatura -5 ÷ +40 °C Humedad relativa < 95%

Tabla 2. Ficha técnica frenómetro de rodillos BRAK 7000. Tomado: (VTEQ, 2022)

- **Características del frenómetro de rodillos (BRAK 7000)**

- 1) **Configuración de motor sobre rodillos:** en este frenómetro el motor transmite la fuerza de giro a través de un piño el cual se conecta por medio de una cadena a los rodillos del frenómetro.
- 2) **Variadores de frecuencia:** los variadores de frecuencia son una tecnología electrónica aplicada al motor. disminuyen el consumo de energía y prolongan la vida útil del mismo, pues operan con arranques suaves con menos resistencia mecánica
- 3) **Freno de motor:** el frenómetro universal BRAK 7000 incluye un freno de motor eléctrico que funciona a partir de los variadores de frecuencia. En este equipo el bloqueo de los rodillos es controlado electrónicamente desde los variadores de frecuencia.
- 4) **Clasificación de vehículos capaz de revisar:** actualmente este tipo de frenómetro tiene la capacidad de revisar: vehículos con capacidad de carga mayor a 3.500 toneladas.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

- **Componentes del frenómetro de rodillos (BRAK 7000)**

En la figura 17 se identifica los componentes principales del frenómetro (BRAK 7000)



Figura 17. componentes del frenómetros de rodillos (BRAK7000). Elaboración propia

4.3 Propuesta del plan de mantenimiento

De acuerdo a los resultados de investigación descritos en el primer objetivo de la presente monografía, se procede a generar un tratamiento adecuado mediante el análisis convencional del mantenimiento centrado en la confiabilidad, en donde se identifique claramente todas las posibles causas que pueden provocar un fallo en el activo, y se justifique una relación de causa y efecto con respecto a los tipos de reparaciones que se han ejecutado hasta el momento.

4.3.1 Proceso metodológico para la aplicación del RCM

4.3.1.1 Caracterización de activos

Al caracterizar los activos disponibles en los bancos de frenado, se procede a codificar de forma taxonómica cada uno de acuerdo a las especificaciones de la norma ISO-14224.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

En la tabla 3 se identifica los criterios para realizar la caracterización de la codificación de los frenómetros.

Codificación frenómetro		
Nivel		Codificación
Nivel 1	Frenómetro	fr
Nivel 2	CDA IVESUR COLOMBIA MEDELLIN	ICMD
Nivel 3	Zona de frenado 3	z3
Nivel 4	Línea 1	l1
Codificación	FRICMDZ3L1	

Tabla 3. Codificación frenómetro. Elaboración Propia

- **Codificación por equipo**

En la tabla 4 se identifica la codificación ejecuta en cada uno de los activos, esto con el objetivo de realizar el mismo proceso en todos los equipos del CDA IVESUR.

Línea	Codificación
Línea 1	FRICMDZ3L1
Línea 2	FRICMDZ3L2
Línea 3	FRICMDZ3L3
Línea 4	FRICMDZ3L4
Línea 5	FRICMDZ3L5

Tabla 4. codificación por equipo. Elaboración Propia

Una vez codificado cada activo se procede a generar una hoja de vida en la cual se identifican las características más relevantes, y se genera una información del historial en cuanto al tipo de mantenimiento que se han ejecutado, y las modificaciones y reemplazo de piezas las cuales

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

optimizan o ayudan a mantener la funcionalidad del mismo. Este proceso garantiza una correcta elaboración del inventario, y facilita la ejecución o procedimiento a realizar mediante cualquier intervención de mantenimiento.

Para ejecutar correctamente la elaboración de la hoja de vida del activo se complementa con la ficha técnica la cual detalla todas las características del equipo, incluyendo la composición, características técnicas y físicas, recomendaciones, métodos de uso y otros datos totalmente relevantes que presente el fabricante.

4.3.1.2 Formación de equipos de trabajo

Diariamente el personal técnico de la empresa se encarga de realizar una verificación operacional de cada uno de los activos que componen el sistema de revisión técnico mecánica del CDA. Pero al momento de realizar la intervención o reparación de un activo en específico, se cuenta con dos técnicos relacionados al área de mantenimiento mecánico y otro en el mantenimiento eléctrico. El objetivo de la formación de los equipos de trabajo es brindar una capacitación al personal que normalmente no se encarga de intervenir un activo al momento de cualquier fallo o intervención programada.

Este resultado se aprecia en la tabla 5 en donde se realiza una asignación directa a los técnicos más experimentados y los cuales se encargaran de ejecutar las acciones planificadas en el control operacional de los activos.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

4.3.1.3 Criticidad del activo

Durante la ejecución del plan mantenimiento se debe realizar una valoración del tipo de criticidad el cual presenta el activo, esto se obtiene mediante la implementación de una matriz de criticidad la cual se encarga de medir la frecuencia de las fallas con respecto a las consecuencias de fallas de forma cuantitativa. Al obtener un resultado se dictamina el grado de criticidad en la cual se encuentra el activo, y así mismo se priorizan las acciones de manteniendo necesarias para garantizar un óptimo funcionamiento.

4.3.1.4 Alcance del mantenimiento

En la elaboración del plan de mantenimiento se establece el alcance el cual se puede ejecutar en la empresa. Principalmente se define desde un principio la caracterización y propuesta de un plan de mantenimiento para un frenómetro encargado de inspeccionar vehículos menores a 3.5 t (livianos), y para otro frenómetro encargado de inspeccionar vehículos mayores a 3.5 t (pesados).

una vez elaborado cada uno de los planes de mantenimiento propuestos, se podrá ejecutar en el área en donde se encuentre el activo con las mismas características y referencias.

4.3.1.5 Contexto operacional del activo

Al analizar y definir el contexto operativo del activo, se tiene que realizar una descripción de las condiciones reales del proceso de revisión técnico mecánica en la cual se ejecuta y opera la máquina durante cada proceso. Incluyendo parámetros de desempeño con respecto a las actividades pasivas y activas durante, y después de los procesos de revisión mecanizada en cada uno de los automotores a inspeccionar.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

4.3.2 Criterios relevantes para la intervención y propuesta de RCM

4.3.2.1 Definir las funciones del frenómetro en general

Se encarga de realizar la verificación del funcionamiento de los frenos, con el objetivo de medir las fuerzas totales y el desequilibrio en cada uno de los ejes, incluyendo también el freno de emergencia. Cada conjunto de rodillos presenta una capacidad de carga mínima de 12000 kg junto con un fondo de escala de fuerza de frenado mayor o igual a 30 kN por rueda a una velocidad de prueba de 2.3 km/h.

4.3.2.2 Fallas funcionales del activo

Al analizar el histórico de fallas del activo, se identifica una serie de sucesos repetitivos directamente relacionado con el contexto operacional la cuales generan fallas totales y paradas súbitas en los procesos de revisión técnico mecánicas de cada línea.

- Pérdida del recubrimiento antideslizante de los rodillos por deterioro y mala adhesión a la placa metálica;
- Fractura constante de los ejes de los rodillos del frenómetro;
- Fractura constante de las chumaceras integradas a los rodillos;
- Sobre calentamiento del motor de los rodillos;
- Fallo en el sistema de freno del motor;
- Cableado de los sistemas electrónicos deteriorados;
- Daño súbito de los sensores de peso y presencia de los frenómetros.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

4.3.2.3 Causa raíz de las fallas

Una vez identificadas las fallas más comunes que se presentan en los equipos de medición de frenado, se requiere implementar un plan de acción el cual caracterice cada una de las fallas, y brinde la posibilidad de eliminarla por completo por medio del mantenimiento centrado en la confiabilidad. En el momento la empresa IVESUR, por medio del personal de mantenimiento y gracias al estudio que se está generando en el presente proyecto, se encuentra realizando una análisis cuantitativo y descriptivo el cual genere una claridad de la causa raíz de los problemas más frecuentes que involucran las paradas de revisión y el desenfoque de las actividades del servicio.

4.3.2.4 Segmentos de la falla o efectos de la falla

Enfrentarse frecuentemente a fallas no identificadas y a las más comunes en los activos de medición de fuerza de frenado, junto a los demás equipos de medición mecanizada instalados en el centro de diagnóstico automotriz, hace parte de la rutina del personal de mantenimiento de la compañía, no siempre es fácil detectar y corregir el origen de las fallas, para esto se hace necesario diseñar un plan de acción en donde se identifique la metodología, y las formas de detección de fallas para los activos en cuestión.

4.3.2.5 Consecuencias de las fallas

La principal consecuencia de una falla total está directamente relacionada con el porcentaje de revisiones realizadas y el tiempo de atención al cliente. Al ser el CDA IVESUR una empresa que se caracteriza por las calidad, eficiencia y cortos tiempos de atención, es indispensable tener todos los activos en óptimas condiciones funcionales, los cuales garanticen una correcta medición y muestra de datos para confirmar el buen estado vehicular.

Con la parada de un activo de medición de frenado en una de las pistas de automotores de mayor a 3.5 t, el porcentaje de revisiones se ve afectado diariamente en un 30 %, esto de acuerdo con el número de inspecciones realizadas, con las tipologías referentes a este tipo de líneas, y a los tiempos de atención, que se aumentan un promedio de 30 minutos por cada automotor, todo ello, debido a que las instalaciones solo cuentan con dos equipos disponibles los cuales cumplen con las características necesarias para la revisión técnico mecánica de camiones pesados.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

En el caso de la parada de un activo de medición de frenado en una de las pistas de automotores de menor a 3.5 t el porcentaje de revisiones se ve afectado en un 15 % diariamente, de acuerdo al número de inspecciones realizadas a las tipologías referentes a este tipo de líneas y los tiempos de atención aumentan un promedio de 15 minutos por cada automotor, esto debido a que las instalaciones cuentan con tres equipos disponibles los cuales cumplen con las características necesarias para la revisión técnico mecánica de los automóviles livianos.

4.3.2.6 Definir las actividades de mantenimiento.

Para mantener una constante producción y garantizar los tiempos de atención se requiere que el mantenimiento centrado en la confiabilidad se aplique de forma cuidadosa y contante, siguiendo los criterios y planes de ejecución postulados en el cronograma de actividades elaborado para la empresa en general.

Es por esta razón que, una vez caracterizado los resultados recolectados durante este año, se pretende generar una viabilidad de mejora para cada uno de los fallos presentados hasta el momento, y así mismo llevar al mínimo porcentaje de paradas no programadas que afecten las inspecciones vehiculares en la empresa.

4.3.3 Plan operacional para los frenómetros del CDA IVESUR

4.3.3.1 Cronograma de verificación y mantenimiento

Una de los inconvenientes identificados mediante la investigación cualitativa en los procesos de mantenimiento ejecutados en los frenómetros y demás activos del CDA IVESUR está basado en las fallas de ejecución de las actividades programadas, ya que durante la caracterización de los resultados se pudo evidenciar que no cumplen la fecha estimada y en varias actividades no se realizaba de manera concreta la intervención de verificación, calibración o mantenimiento de los activos.

para dar cumplimiento al cronograma establecido se decide involucrar de manera directa a todo el personal operacional que cuente con más de 5 años de experiencia, esto debido a que los encargados de la parte de manteniendo e intervenciones eran dos técnicos que estaban al mismo nivel académico y de competencias que los demás. Como se observa en la tabla 5, se

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO				Código	FDE 089
					Versión	04
					Fecha	24-02-2020

designó cada uno de los frenómetros a un operario distinto el cual es directamente responsable de hacer cumplir las fechas de intervención y ejecutar las actividades fuera de programación.

En el anexo B se identifica la programación del plan de verificación y mantenimiento extendido hasta el año 2025. Con el objetivo de realizar un mismo control de prioridad e intervención de acuerdo a cada uno de los activos.

CRONOGRAMA VERIFICACIONES Y MANTENIMIENTO																											
TIPO DE MANTENIMIENTO				PERSONAL ASIGNADO A LA LÍNEA												PROPUESTA 1											
F	Intervenciones fuera de programación			L1	1009	EDWIN MEDINA	L4	1025	JHOBER COPETE							Versión	1										
V	Verificaciones cada 6 meses			L2	1041	JANNY GOMEZ	L5	1005	LUIS BARROS							Fecha	12/12/2022										
M	Mantenimiento cada 3 meses.			L3	1047	JULIO SANCHEZ																					
EQUIPO	MESES	LINEA	DÍA	2023																							
				1. ENERO	2. FEBRERO	3. MARZO	4. ABRIL	5. MAYO	6. JUNIO	7. JULIO	8. AGOST	9. SEPT	10. OCT	11. NOV	12. DIC												
FRENÓMETRO	3	1	PREVISTO REAL	F	18		M/V	21	F	4					M	21								M	2		
					18			22		6																	
	3	2	PREVISTO REAL			F	1	M/V	21						M	21									M	21	
							5		22																		
	3	3	PREVISTO REAL					M/V	21						M	21										M	21
									22																		
3	4	PREVISTO REAL					M/V	21						M	21										M	21	
								22																			
3	5	PREVISTO REAL					M/V	21						M	21										M	21	
								22																			

Tabla 5. Cronograma de verificación y mantenimiento para los frenómetros. Elaboración Propia

4.3.3.2 Hoja de vida de los frenómetros.

Mediante la elaboración de la propuesta de mantenimiento y con el apoyo del director técnico del CDA IVESUR, se ejecutó la primera propuesta de hoja de vida para lo frenómetros, el cual se utiliza como una herramienta documental para obtener información concreta del equipo y llevar un registro de las múltiples intervenciones que se pueden ejecutar en relación al mantenimiento, calibración o reparación. (ver tabla 6)

una de las actividades que se encuentra en proceso es la habilitación de los códigos QR el cual tiene como objetivo principal dar acceso directo a la base de datos interna de la plataforma del CDA IVESUR, en donde se pretende almacenar toda la información correspondiente a certificados, intervención y toda la parte documental que este involucrada con el activo presente.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

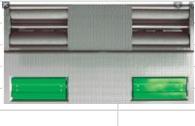
		HOJA DE VIDA DE LOS EQUIPOS				PROPUESTA 1	
						Versión	1
INDICEIA1						Fecha 12/12/2022	
EQUIPO:	FRENÓMETRO	MODELO:	BRAK-7000				
MARCA:	VTEQ	N° DE SERIE:	00102707				
FECHA DE ALTA:	21/09/2015	ESTADO:	ACTIVO				
FECHA DE BAJA:		TIPO EQUIPO:	PRINCIPAL				
UBICACIÓN:	L1	EMITIDIO POR:	EUROMETRIC				
N° CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN:	81965	VALIDO HASTA:	16/09/2024				
VALIDO DESDE:	17/09/2022						
VALIDEZ CERTIFICADO:	2 AÑOS						
Observaciones: Los frenómetros de pesados tienen calibración en masa y en fuerza. Los de livianos solo en fuerza.							
HISTORIAL DE MANTENIMIENTO							
FECHA INICO	FECHA FIN	OPERADOR	PROBLEMA	SOLUCIÓN	OBSERVACIONES		
15/12/2022	17/12/2022	1032	MANTENIMIENTO	- Desarmar el equipo y limpieza general Revisión de: - Estado de la cadena y tensión - Célula de carga y sus cables -Cables y sensores - Estado motor y reductor Engrase de:cadena, chumaceras	REALIZADA CORRECTAMENTE		
18/01/2023	18/01/2023	1009	REPARACIÓN	Se realiza cambio de chumacera del motor del rodillo izquierdo al frenometro, engrasado de rodamiento y cadena.	REALIZADA CORRECTAMENTE		
21/03/2023	22/03/2023	1009	MANTENIMIENTO Y VERIFICACION	- Desarmar el equipo y limpieza general Revisión de: - Estado de la cadena y tensión - Célula de carga y sus cables -Cables y sensores - Estado motor y reductor Engrase de:cadena, chumaceras - verificación de fuerzas de frenado y ajuste de medición de peso	REALIZADA CORRECTAMENTE		
4/04/2023	6/04/2023	1009	REPARACIÓN	Se realiza proceso de recubrimiento en granito de los 2 rodillos del lado derecho del frenómetro de la línea 1.	REALIZADA CORRECTAMENTE		

Tabla 6. Hoja de vida de los equipos. Elaboración Propia

En el anexo C, se identifica la hoja de vida de cada uno de los activos, junto al historial de intervenciones radicadas, dentro de las cuales se caracteriza el problema y la solución propuesta en cada actividad.

4.3.3.3 Listado de Certificados de Calibración y Vencimientos.

una de los requerimientos necesarios para dar cumplimiento con las auditorias por parte de la ONAC es tener al día los certificados de calibración de cada uno de los activos que intervienen directamente en el proceso de revisión técnico mecánica. para este proceso se cuenta con la contratación de una empresa externa llamada EUROMETRIC, la cual se encarga de realizar el proceso de calibración de cada equipo y sustentarlo mediante un certificado de aprobación que testifique la correcta funcionalidad del mismo.

En la tabla 7 se registra un control de las fechas de los certificados de cada uno de los activos analizados, esta misma tabla involucra los números de identificación de los resultados obtenidos, con el objetivo de especificar la información relevante en la hoja de vida de los equipos.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

 LISTADO DE CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN y VENCIMIENTOS							PROPUESTA 1	
							Página	
							Versión	1
							Fecha	12/12/2022
N. DE CERTIFICADO	N DE SERIE	FECHA	EQUIPO	SEDE	Laboratorio	VENCE	LINEA 1	ACEPTADO
81965	00102707	17/09/2022	Frenómetro FUERZA	Medellin	EUROMETRIC	16/09/2024	1	SI
81973	00202707	17/09/2022	Frenómetro FUERZA	Medellin	EUROMETRIC	16/09/2024	2	SI
81981	01502107	18/09/2022	Frenómetro FUERZA	Medellin	EUROMETRIC	17/09/2024	3	SI
81992	01302107	18/09/2022	Frenómetro FUERZA	Medellin	EUROMETRIC	17/09/2024	4	SI
82001	01402107	19/09/2022	Frenómetro FUERZA	Medellin	EUROMETRIC	18/09/2024	5	SI

Tabla 7. Listado de calibración y vencimientos de los frenómetros. Elaboración Propia

4.3.4 Elaboración de instructivos de ejecución y mantenimiento

Gracias a la encuesta realizada al personal de la empresa, se pudo identificar una de las necesidades más importantes que presenta la gestión de mantenimiento y de calidad en relación a los instructivos necesarios para llevar a cabo las instrucciones de uso, verificación, calibración, mantenimiento y uso de los frenómetros.

Es por esta razón que se ejecutó una investigación interna y externa en cuanto a los procesos necesarios para realizar un correcto uso del equipo, a continuación, se detallan los instructivos realizados durante las actividades de validación en los frenómetros del CDA IVESUR.

4.3.4.1 Manual de Ejecución de prueba de frenado en automotores

4.3.4.1.1 Instrucciones de uso

En la siguiente descripción, se encuentra los pasos a seguir para poder efectuar una prueba de frenos. El procedimiento es idéntico para vehículos tipo turismo o camión. La máquina irá solicitando la prueba del eje y tipo de freno acorde a la selección.

4.3.4.1.2 Procedimiento de Medición

Ubicar cada eje del vehículo de manera que las ruedas queden centradas y simétricas en ambos lados del equipo, liberar el pedal del freno y seguir las instrucciones en pantalla. Se deben evitar movimientos bruscos por parte del conductor y cambios en la masa del vehículo, por ejemplo, si una persona baja o sube del vehículo durante la prueba.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

4.3.4.1.3 Medición de Freno de Acuerdo a la Norma

Este procedimiento se ha definido de acuerdo con la NTC 5375:2012 “Revisión Técnico Mecánica y de Emisiones Contaminantes” (tercera actualización) y el manual del fabricante de los Frenómetros VTEQ.

A continuación, se identifican las actuaciones que debe realizar el Inspector antes, durante y al finalizar la prueba de frenos.

4.3.4.1.3.1 Preparación del vehículo por parte del inspector

Referencia: NTC5375 (tercera actualización), numeral 6.7.1. “Una incorrecta presión de los neumáticos puede dar lugar a lecturas erróneas, por lo que es necesaria una correcta presión de los mismos. Así mismo la banda de rodadura debe presentar un labrado suficiente.”

- Presión correcta de los neumáticos para realizar la prueba de frenos: Dado que no existe reglamentación colombiana dónde se indique dicha presión se toman como referencia reglamentación de la unión europea, para ello nos remitimos al real Decreto 920/2017 del Gobierno de España por el que se regula la inspección técnica de vehículos bajo las directrices de la Directiva 201/45/UE del Parlamento Europeo, en dicho Real Decreto se indica que las condiciones técnicas de las inspecciones técnica periódicas a vehículos serán reguladas mediante el Manual de Procedimiento de inspección de las estaciones ITV. En dicho manual en los capítulos correspondientes a la inspección mecanizada de la prueba de frenos en las diferentes categorías de vehículos indica que:

“No se realizará la prueba de frenado cuando alguno de los neumáticos presente un grado de deformación evidente por desinflado apreciable visualmente”

Por lo tanto, la presión mínima de aire en los neumáticos para la prueba de frenos será aquella en la que no se presente un grado de deformación evidente apreciable visualmente

Por lo tanto, adoptaremos este criterio como requisito previo de que el vehículo está dispuesto a ser inspeccionado en lo relativo a sus presiones de inflado de los neumáticos.

- Labrado suficiente para la realización de la prueba de frenos: La finalidad del labrado en los neumáticos es para facilitar la evacuación de agua, barro o nieve de la calzada

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

elementos que hace que se produzca el efecto acuaplaning, por una disminución de la huella del neumático, por la presencia de estos elementos (agua, nieve, barro) entre el neumático y el piso. En la prueba de frenómetro el neumático está en contacto directo con el rodillo no existiendo interferencia de agua, nieve o barro entre el neumático y el rodillo.

Los llamados neumáticos “pisteros” o de competición en pista seca son neumáticos lisos (se montan estos neumáticos por no haber agua, nieve o barro en la pista) ya que este tipo de neumático es el neumático de mayor agarre, es decir el que proporciona una mayor frenada y mayor tracción, y solo se pueden conducir bajo las circunstancias de pista seca, ya que de lo contrario su maniobrabilidad sería muy dificultosa.

Consultada la Directiva 201/45/UE del Parlamento Europeo, que indica las condiciones técnicas de las inspecciones técnicas periódicas a vehículos serán reguladas mediante el Manual de Procedimiento de inspección de las estaciones ITV, no existiendo limitación por labrado insuficiente para realizar la prueba de frenada en frenómetro. Por otra parte, los fabricantes de frenómetros tampoco indican una profundidad de labrado para la realización de la prueba de frenos.

Por lo tanto, se considerará labrado suficiente para la realización de la prueba de frenos que el neumático presente algún dibujo en la banda de rodadura indiferentemente de su profundidad.

Por lo tanto, se considerará labrado suficiente para la realización de la prueba de frenos que el neumático presente algún dibujo en la banda de rodadura indiferentemente de su profundidad.

a) Actuación: Corrección de testigos encendidos.

Referencia: NTC5375 (tercera actualización), numeral 6.7.12

En algunos vehículos dotados de sistemas antibloqueo se puede encender el testigo de avería del sistema al entrar en funcionamiento los rodillos del frenómetro. Para corregir este problema una vez que el vehículo haya salido del frenómetro, se parará el motor y se efectuará una nueva puesta en marcha del motor, con lo cual el testigo se apagará tras el chequeo del sistema. En algunos casos habrá que realizar un pequeño recorrido para que éste se apague.

b) Actuación: Desactivar el control de tracción.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Referencia: NTC5375 (tercera actualización), numeral 6.7.12

En los vehículos dotados de sistema de control de tracción, para efectuar la prueba en el frenómetro será necesario parar el motor y con la llave de contacto en la posición stop, proceder normalmente. Si el vehículo posee un dispositivo que deje fuera de servicio el sistema, se procederá a su desconexión antes de posicionarlo en el frenómetro.

c) Actuación: Configuración vehículos 4X4.

Se debe seleccionar la opción 4X4 en VTEQ, para probar rueda por rueda.

Los vehículos con sistema de tracción integral mecánico, que no puedan ser desacoplados manualmente, tendrán que ser inspeccionados teniendo en cuenta las características que presenta dicho sistema. Por lo general el proceso de pruebas es más largo que en un vehículo normal pues tienen que efectuarse cuatro frenadas para poder evaluar correctamente el sistema de freno. En los vehículos dotados de sistema de control de tracción, para efectuar la prueba en el frenómetro será necesario parar el motor y con la llave de contacto en la posición stop, proceder normalmente. Si el vehículo posee un dispositivo que deje fuera de servicio el sistema, se procederá a su desconexión antes de posicionarlo en el frenómetro.

d) Enviar la información de la placa del vehículo hacia el software Vteq Win, para ello se debe pulsar el botón “Enviar placa”.

4.3.4.1.4 Realización de Prueba 2x4.

Durante el procedimiento ejecutado en el software VTEQ, visualice en la pantalla el botón especificado en la figura 18, al seleccionarlo identificara el tipo de prueba que se requiere hacer (4x4 o 4x2).

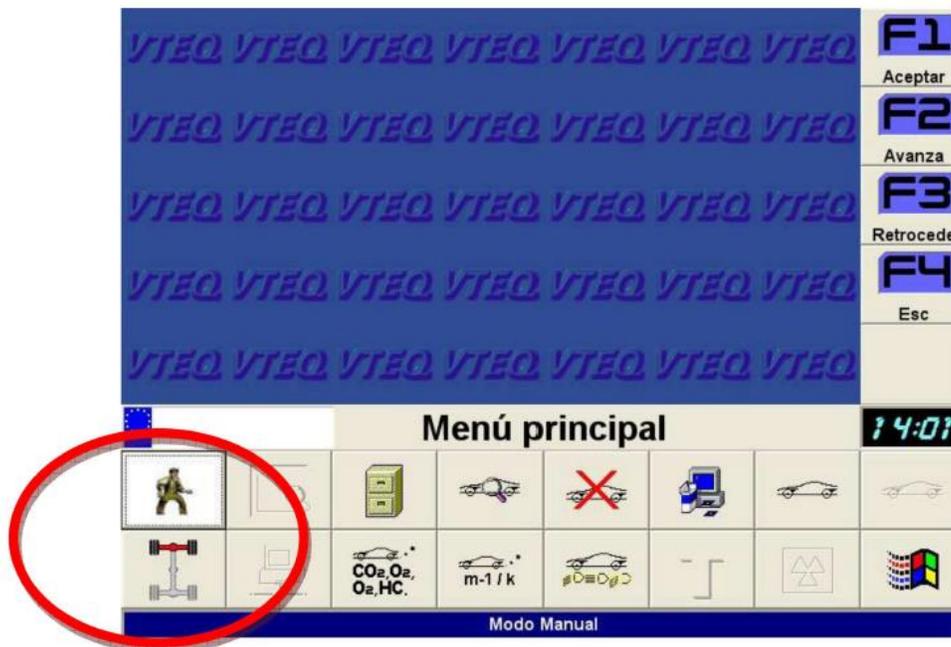


Figura 18. Pantalla principal del software VTEQ. Elaboración propia IVESUR

Proceda de la siguiente forma:

- Conduzca el primer eje del vehículo en prueba sobre el juego de rodillos del frenómetro.
- No frene y ponga siempre el cambio de marchas en punto muerto.
- En el caso de que la máquina esté en modo automático, los rodillos del frenómetro arrancarán de forma automática. Si está en modo manual, pasaremos previamente por una pantalla donde podremos seleccionar el eje, el tipo de freno y si vamos a realizar una prueba de eje o de rueda a rueda.
- Si hemos caído con el eje tractor del vehículo en el frenómetro, nos aparece esta pantalla y queremos sacar el vehículo del frenómetro. Debemos poner la 1* velocidad, y arrancar SUAVEMENTE, la máquina detectará que queremos sacar el vehículo del frenómetro y arrancará los motores para facilitarnos la tarea (ayuda de salida del

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

frenómetro automática). Una vez hayamos salido del frenómetro, volveremos a la pantalla anterior.

En la figura 19 se identifican los iconos principales en la ejecución de la prueba de frenado relacionadas al automotor.

- **Freno de servicio:** indica que el técnico debe oprimir el pedal del freno de manera progresiva hasta llegar al punto máximo de ejecución, esto con el fin de tener un proceso de frenado más eficiente y así mismo evitar daños en la transmisión del frenómetro a causa de sobre esfuerzos requeridos.
- **Freno de mano:** indica que el técnico debe de ejecutar la activación del freno de mano, normalmente esta acción es requerida durante la prueba de frenado de los ejes traseros.
- **Freno de emergencia:** esta alerta aparece cuando no se está ejecutando de forma correcta la prueba la prueba de frenado, de tal forma es necesario volver a repetir el proceso.



Figura 19. Iconos principales en la prueba de frenado. Elaboración propia IVESUR

Si inmediatamente después del arranque, la maquina detuviese los motores, seria provocado por el dispositivo de seguridad de puesta en marcha. Esto prevendrá que en la conexión de los rodillos, la máquina deteriore ciertos elementos agarrotados, y a su vez será la maniobra de prevención de desperfectos en las llantas, en el caso de que el usuario se haya quedado pisando el freno.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

En la Figura 20 se identifica la pantalla a la cual el técnico que este realizando la prueba tendrá acceso, de esta manera puede saber si las fuerzas de frenado se están midiendo correctamente con respecto al peso del eje analizado.

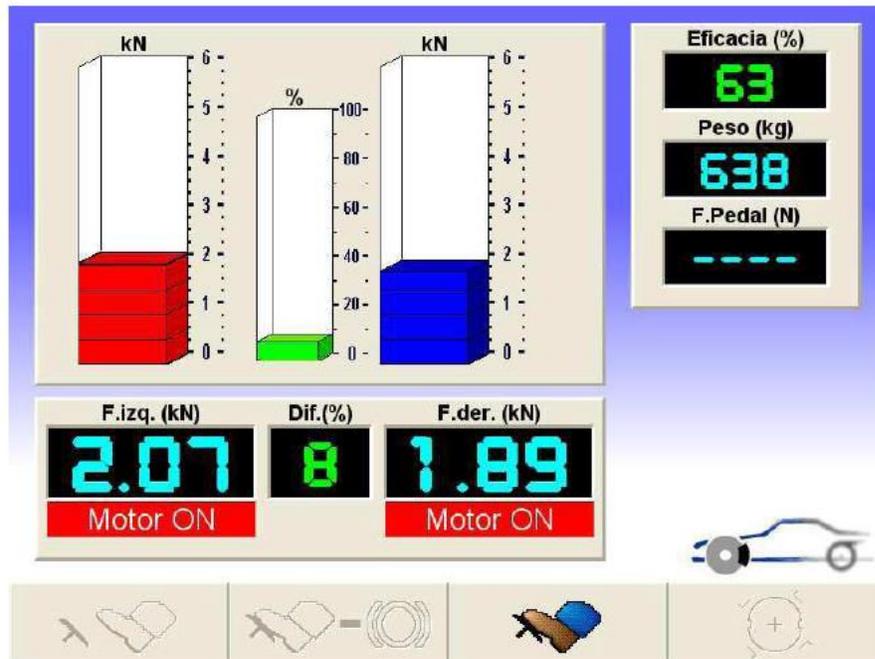


Figura 20. Pantalla de visualización de prueba en marcha en eje delantero.

4.3.4.2 Realización de prueba 4x4

Al seleccionar la operación 4x4 en el sistema, se debe proceder con los siguientes pasos.

- Conduzca el primer eje del vehículo en prueba sobre el juego de rodillos del frenómetro.
- No frene y ponga siempre el cambio de marchas en punto muerto.
- Antes de arrancar, la máquina le enseñará el siguiente mensaje: “SE INICIA LA PRUEBA DE FRENOS 4x4”
- Los rodillos del frenómetro arrancarán de forma automática, haciendo girar la rueda izquierda hacia delante, y la rueda derecha de mismo eje hacia atrás.
- Si inmediatamente después del arranque, la máquina detuviese los motores, sería provocado por el dispositivo de seguridad de puesta en marcha. Esto prevendrá que, en la conexión de los rodillos, la máquina se deteriore.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

4.3.4.2.1 Selección de Vehículo Pesado

En el caso de que vayamos a probar un camión, en este menú podremos especificar varios Conceptos (Esta opción solo estará disponible en el caso de que dispongamos de la actividad en el banco de freno BRAK7000):

- Ejes a probar para el freno de servicio
- Ejes a probar para el freno de mano
- Ejes a probar para el freno de emergencia
- Asignación de los sensores de presión a cada eje del freno de servicio
- Eje del vehículo donde empieza el remolque
- Peso de la tractora (o del vehículo en el caso de que no tengamos remolque)
- Peso del remolque
- Presión nominal del circuito de frenos

A medida que se vaya definiendo el camión, se genera automáticamente una imagen que lo representa. Pulsando el botón “Grabar cambios”, aceptamos la definición y volvemos al menú principal. Pulsando <ESC> o <F4> volvemos al menú principal sin grabar los cambios. Este proceso se puede evidenciar en la figura 21.



Figura 21. Características de selección (vehículo pesado). Elaboración propia IVESUR

Durante las pruebas de frenado es importante tener en cuenta las alertas generadas por el sistema, ya que de acuerdo a cada una de ellas se caracteriza un modo de falla el cual puede

evitar un daño inminente en el equipo o una prueba mal ejecutada. En la tabla 6 se identifican cada uno de los fallos existentes en el software VTEQ.

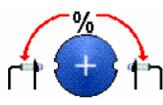
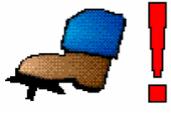
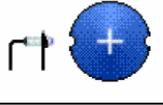
tipos de parada inmediata en el banco de frenado	
	Parada por ausencia. Al menos alguna de las ruedas se ha salido de los rodillos.
	Parada por diferencia de resbalamiento. La diferencia entre la medida de resbalamiento entre las ruedas y rodillos de ambos lados excede un valor predeterminado.
	Parada por fuerza excesiva en el accionamiento del freno durante una prueba de freno de servicio.
	Parada por fuerza excesiva en el accionamiento del freno durante una prueba de freno de estacionamiento.
	Parada por fuerza excesiva en el accionamiento del freno durante una prueba de freno de emergencia.
	Parada por resbalamiento excesivo entre la rueda y el rodillo izquierdo.
	Parada por resbalamiento excesivo entre la rueda y el rodillo derecho.
	Parada por seguridad de puesta en marcha. La fuerza de reacción contra el arranque de alguno de los motores ha superado un valor predeterminado.
	Parada manual. El usuario ha pulsado el botón de <STOP> en el mando a distancia o teclado.

Tabla 8. Tipos de parada inmediata. Elaboración propia IVESUR

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

4.3.4.2.2 *Medidas preventivas en el banco de frenado*

Durante las operaciones de uso de estos equipos se adoptarán todas aquellas medidas de prevenciones establecidas en el informe técnico de evaluación de riesgos de accidente emitido por el Servicio de Seguridad en el Trabajo de y en particular las que se relacionan:

- Mantener el orden y la limpieza en la zona de trabajo, debiendo esta permanecer libres obstáculos, así como de aceites, grasas u otras sustancias que puedan hacer el suelo deslizante o resbaladizo.
- Vigilar que sus componentes eléctricos se encuentran en buen estado y mantienen su aislamiento.
- Señalización adecuada y limitación de velocidad de los vehículos a inspeccionar.
- En el suelo existirán indicaciones coloreadas que delimiten el área de pruebas.
- Respetar la zona de seguridad zona de seguridad señalizada durante la puesta en marcha y funcionamiento.
- El equipo deberá utilizarse única y exclusivamente dentro de los límites de trabajo para los cuales ha sido diseñado.
- Únicamente podrá ser utilizada por personal autorizado y entrenado para tal fin.
- El equipo deberá desconectarse mediante el interruptor principal cuando este fuera deservicio.
- Mantenga toda persona ajena alejada del equipo mientras se esté efectuando una prueba de inspección.
- No se permite el acceso de personas a las partes peligrosas de la máquina
- Si el equipo se encuentra situado en una zona de paso, se deberán de tomar las precauciones pertinentes para que nadie pueda sufrir daño alguno con la máquina parada.
- No acelerar el eje de un vehículo, cuando los rodillos del frenómetro no estén girando activados por los motores eléctricos correspondientes.
- No sacar el eje de un vehículo en prueba con los rodillos del frenómetro parados. Si accidentalmente un vehículo se posiciona sobre los rodillos del frenómetro y la máquina está desconectada, póngala en marcha, y espere a que los rodillos del frenómetro empiecen a girar.
- Nunca utilice los rodillos del frenómetro para poner en marcha el motor de un vehículo Para el caso de pruebas a motocicletas, se deben accionar los mandos para fijación de la llanta delantera y trasera.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

4.3.4.2.3 Equipo de protección individual necesario

Para realizar el proceso de frenado por parte del operario, es indispensable contar con el equipo de Protección Individual el cual garantiza la seguridad y salud de los trabajadores en el entorno laboral. Estos equipos están diseñados para proteger al individuo de posibles riesgos y accidentes en el lugar de trabajo. A continuación, se presenta la indumentaria básica para proceder con la actividad de frenado.

- Botas de seguridad
- Utilización de ropa de trabajo
- Guantes de poliuretano
- Gafas o pantallas cuando exista riesgo de proyección de partículas

4.3.4.3 Manual de Verificación y Ajuste del Frenómetro

El Manual de Verificación y Ajuste del Frenómetro es una herramienta imprescindible para garantizar la seguridad y el correcto funcionamiento de los sistemas de frenos en vehículos automotores. Este manual proporciona instrucciones detalladas sobre cómo llevar a cabo la verificación y el ajuste adecuado del frenómetro, lo que contribuye a prevenir accidentes y mantener los vehículos en óptimas condiciones.

4.3.4.3.1 Medios necesarios

Para la realización de la verificación y ajuste de este tipo equipos se precisa de los siguientes instrumentos y accesorios.

- Un dinamómetro patronado
- Una palanca-brazo de verificación/calibración, conforme a las condiciones exigidas en el Instructivo Técnico de Medios.
- Masas de valor conocido conforme a las condiciones exigidas Instructivo Técnico de Medios y Equipos - Patrones Conceptos.
- Estructura y gato mecánico

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

4.3.4.3.2 Operaciones previas

Antes de proceder a la verificación del instrumento se realizarán las siguientes operaciones:

- Comprobar que el equipo objeto de verificación se encuentra perfectamente identificado en lo que se refiere a marca modelo y N° de serie.
- Limpieza superficial de este y comprobación de que su funcionamiento es correcto.
- Verificar que los instrumentos y útiles necesarios funcionan adecuadamente y se encuentran en perfecto estado de conservación, observándose que no existen golpes ni deformaciones en los mismos.

4.3.4.3.3 Procedimiento de verificación.

La verificación del equipo se realizará para las dos magnitudes sobre las que realiza un proceso de medida, magnitud fuerza y magnitud peso.

Por una parte, el proceso de verificación se llevará a cabo sometiendo la célula de carga que sirve para determinar la fuerza de frenado que el vehículo ejerce sobre los rodillos, a un esfuerzo conocido proporcionado por la aplicación de una masa de valor conocido sobre distintas marcas de una barra de verificación. Así mismo la verificación de la magnitud se efectuará aplicando sobre el equipo las masas de precisión existentes.

4.3.4.3.4 Verificación de los sensores de fuerza del frenómetro BRAK 3000

para verificar el frenómetro, se debe entrar en la pantalla de verificación del frenómetro. La cual se puede acceder desde el menú de servicio como se observa en la figura 22. Una vez halla ingresado se pueden observar las frecuencias de cada uno de los sensores con respecto a la magnitud y la frecuencia que presentan en el momento. El objetivo de la verificación es garantizar la correcta medición por parte de cada uno de ellos.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020



Figura 22. pantalla de verificación VTEQ (línea de livianos). software VTEQ

- **Palanca de calibración (CALI 3000) y peso de 30kg (CALI 0030)**

Para realizar la calibración del frenómetro, se debe utilizar una palanca de distancia y unas masas calibradas de acuerdo al requerimiento del software de VTEQ. la instalación se ejecuta como se evidencia en la figura 23.

A continuación, se especifican las instrucciones de calibración

- Fije la palanca de calibración en la parte izquierda del frenómetro como se indica en la siguiente ilustración:

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

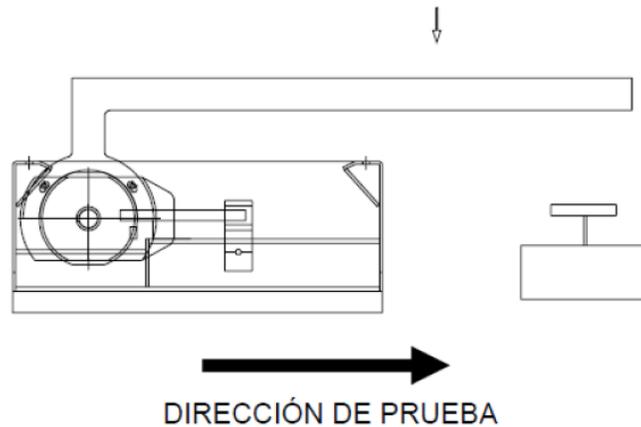


Figura 23. palanca de calibración (fijación de palanca). elaboración propia IVESUR

- Pulse el botón para eliminar el esfuerzo residual que indica la máquina debido al peso de la palanca de calibración.
- Fije la masa de 30 kg en la palanca de calibración en la marca de 3 kN. Tome la a y revise si el error está entre los parámetros establecidos en este apartado, este debe marcar 3 kN, comprobar que el transductor es lineal colocando la masa en las diferentes posiciones de la palanca.
- Desenganche la palanca de calibración.
- Fije la palanca de calibración en la parte derecha del frenómetro como se indica en la ilustración 24.

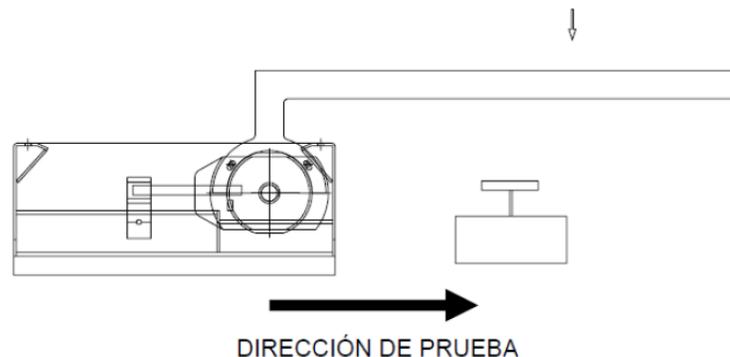


Figura 24. Palanca de calibración. elaboración propia IVESUR

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

- Pulse el botón para eliminar el esfuerzo residual que indica la máquina en la parte izquierda y derecha.
- Fije la masa de 30 kg en la palanca de calibración en la marca de 3 kN. Tome la medida y revise si el error está entre los parámetros establecidos en este apartado, este debe marcar 3 kN, comprobar que el transductor es lineal colocando la masa en las diferentes posiciones de la palanca.
- Desenganche la palanca de calibración.

La verificación se realizará en al menos tres puntos repartidos de forma proporcional en el rango de medidas que el equipo prevé efectuar.

4.3.4.3.5 Verificación de los sensores de fuerza del frenómetro BRAK 7000

para verificar el frenómetro, se debe entrar en la pantalla de verificación del frenómetro. La cual se puede acceder desde el menú de servicio como se observa en la figura 25. Una vez halla ingresado se pueden observar las frecuencias de cada uno de los sensores con respecto a la magnitud y la frecuencia que presentan en el momento. El objetivo de la verificación es garantizar la correcta medición por parte de cada uno de ellos.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020



Figura 25. pantalla de verificación VTEQ (línea de pesados). software VTEQ

- Fije la estructura de calibración en la parte izquierda del frenómetro
- Pulse el botón para eliminar el esfuerzo residual que indica la máquina debido al peso de la estructura de calibración.
- Gire el gato mecánico, tome la medida del dinamómetro y revise la pantalla del frenómetro para verificar si el error está entre los parámetros establecidos en este apartado, realizar esta comprobación en cinco puntos entre 1000kg y 5000kg.
- Retire la estructura de calibración.
- Fije la estructura de calibración en la parte derecha del frenómetro
- Pulse el botón para eliminar el esfuerzo residual que indica la máquina en la parte izquierda y derecha.
- Gire el gato mecánico, tome la medida del dinamómetro y revise la pantalla del frenómetro para verificar si el error está entre los parámetros establecidos en este apartado, realizar esta comprobación en cinco puntos entre 1000 kg y 5000kg.
- Retire la estructura de calibración.
- Pulse el botón para eliminar el esfuerzo residual que indica la máquina en la parte, derecha.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

La verificación se realizará en al menos tres puntos repartidos de forma proporcional en el rango de medidas que el equipo prevé efectuar.

4.3.4.3.6 Errores máximos admisibles

Los resultados obtenidos en cada punto de verificación deberán tener unos errores, respecto a los valores nominales proporcionados por los patrones, inferiores a los que a continuación se indican:

Magnitud	Error relativo máximo admisible
Fuerza de frenado (Escala full)	$\pm 3\%$
Peso (Valor medio)	$\pm 3\%$

Tabla 9. error máximo permisible. validación CDA IVESUR

En el caso que los errores relativos obtenidos fuesen mayores a los indicados como máximos admisibles, se procederá al ajuste y calibración del equipo.

4.3.4.3.7 Procedimiento de ajuste

Para todos los ajustes de los frenómetros BREAK 3000/7000 se utiliza el mismo procedimiento que la verificación, pero con el adicional que se le coloca el valor indicado por el patrón.

- **Frenómetro livianos BREAK 3000**

Lado Izquierdo: Fije la masa de 30 kg en la palanca de calibración en la marca de 3 kN. Si el valor mostrado en pantalla no es correcto, pulse el botón y entre el valor correcto.

Lado derecho: Fije la masa de 30 kg en la palanca de calibración en la marca de 3 kN. Si el valor mostrado en pantalla no es correcto, pulse el botón y entre el valor correcto.

- **Frenómetro para vehículos pesados BREAK 7000**

Lado Izquierdo: De acuerdo a la masa indicada en el dinamómetro, observe la pantalla, si el valor mostrado no es correcto, pulse el botón y entre el valor correcto.

Lado derecho: De acuerdo a la masa indicada en el dinamómetro, observe la pantalla, si el valor mostrado no es correcto, pulse el botón y entre el valor correcto.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

4.3.4.3.8 Medidas preventivas

Durante las operaciones de uso de estos equipos se adoptarán todas aquellas medidas de prevenciones establecidas en el informe técnico de evaluación de riesgos de accidente emitido por el Servicio de Seguridad en el Trabajo y en particular las que se relacionan:

- Mantener el orden y la limpieza en la zona de trabajo, debiendo esta permanecer libre de obstáculos, así como de aceites, grasas u otras sustancias que puedan hacer el suelo deslizante o resbaladizo.
- Vigilar que sus componentes eléctricos se encuentran en buen estado y mantienen su aislamiento.
- Señalización adecuada y limitación de velocidad de los vehículos a inspeccionar.
- En el suelo existirán indicaciones coloreadas que delimiten el área de pruebas.
- Respetar la zona de seguridad zona de seguridad señalizada durante la puesta en marcha y funcionamiento.
- El equipo deberá utilizarse única y exclusivamente dentro de los límites de trabajo para los cuales ha sido diseñado.
- Únicamente podrá ser utilizada por personal autorizado y entrenado para tal fin.
- El equipo deberá desconectarse mediante el interruptor principal cuando este fuera deservicio.
- Mantenga toda persona ajena alejada del equipo mientras se esté efectuando una prueba de inspección.
- No se permite el acceso de personas a las partes peligrosas de la máquina
- Si el equipo se encuentra situado en una zona de paso, se deberán de tomar las precauciones pertinentes para que nadie pueda sufrir daño alguno con la máquina parada.
- No acelerar el eje de un vehículo, cuando los rodillos del frenómetro no estén girando activados por los motores eléctricos correspondientes.
- No sacar el eje de un vehículo en prueba con los rodillos del frenómetro parados. Si accidentalmente un vehículo se posiciona sobre los rodillos del frenómetro y la máquina está desconectada, póngala en marcha, y espere a que los rodillos del frenómetro empiecen a girar.
- Nunca utilice los rodillos del frenómetro para poner en marcha el motor de un vehículo Para el caso de pruebas a motocicletas, se deben accionar los mandos para fijación de la llanta delantera y trasera.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

4.3.4.3.9 *Equipo de protección individual necesario*

- Botas de seguridad
- Utilización de ropa de trabajo
- Guantes para manipular herramientas cortantes
- Gafas o pantallas cuando exista riesgo de proyección de partículas

4.3.4.4 *Mantenimiento del frenómetro*

El frenómetro es una herramienta esencial en el ámbito automotriz para evaluar el rendimiento y la eficacia de los sistemas de frenos de un vehículo. Su mantenimiento adecuado es crucial para garantizar la detección precisa y segura. En la tabla 10, se detallan algunos aspectos importantes del mantenimiento en los frenómetros:

- **Instrucciones de mantenimiento para los frenómetros en general**

Periodicidad	Operaciones	Duración estimada
Trimestral	<ul style="list-style-type: none"> • Limpieza general del equipo • Observar que los rodillos de seguimiento giran libremente y que éstos retoman a su posición en todo momento, esta operación se efectuará con precaución y prestando atención para que al bajar un solo rodillo, el frenómetro no se ponga en marcha • Engrase todos los rodamientos con una grasa universal K de acuerdo con la norma DIN 51 285-1 a 4 (por ejemplo Multitop KP2N-40). • Engrase el contra punto de soporte del moto-reductor, situado al extremo del mismo. • Control de la existencia de pérdidas de valvulina. • Comprobar el estado del nivel del lubricante de los reductores, mediante el tapón de nivel del mismo. Completar, en caso de falta de nivel, con aceite 	90 min

	<p>mineral que cumpla la especificación ISO VG 220 de cualquiera de las marcas existentes.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Retirar la grasa sobrante engrase de las cadenas de arrastre de los rodillos con "Grasa Lubrificante de engrase general con base Cálcica" de consistencia NLGI 1 (-10%C a +90%C) cuando sea necesario. • Revisar la tensión de las cadenas, ésta debe de permitir que con la mano se pueda mover la misma unos 5 mm arriba y abajo. • Mediante el uso de una galga, verificar que la holgura existente entre la célula de medición de fuerza y el punto de apoyo/soporte no exceda de 0.3 mm. • Comprobar que es correcta la posición de los sensores de proximidad y la distancia entre éstos y las correspondientes partes metálicas. 	
--	---	--

Tabla 10. instrucciones de mantenimiento. Elaboración Propia

Estas operaciones se deben realizar de acuerdo al cronograma de mantenimiento especificado en la tabla 5.

4.3.4.4.1 *Proceso de lubricación*

La lubricación adecuada del frenómetro es un aspecto importante del mantenimiento para asegurar un funcionamiento suave y preciso de la transmisión por cadena. En la figura 26 se identifican algunos puntos clave sobre la lubricación del frenómetro:

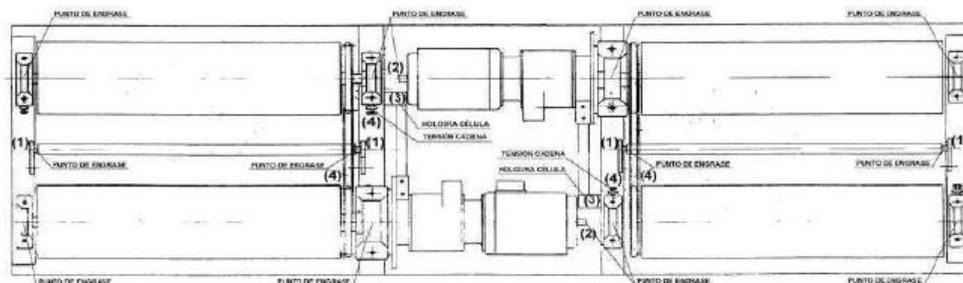


Figura 26. Puntos de engrase del frenómetro. registrado en VTEQ

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

4.3.4.5 Instrucciones para la comprobación del funcionamiento

En la tabla 11 se identifican las instrucciones generales para la comprobación del funcionamiento de un frenómetro. Es importante realizar esta operación todos los días, con el objetivo de garantizar el funcionamiento básico del frenómetro.

Periodicidad	Operaciones	Duración estimada
Diaria	<ul style="list-style-type: none"> • Verificación del correcto funcionamiento y del proceso de medida. • Puesta a cero del equipo. • Comprobación de inexistencia de valores residuales en la medida. • Verificar la inexistencia de mensajes, códigos de error o advertencia que informen sobre disfunciones y/o averías en el equipo. 	10 min

Tabla 11. instrucciones de comprobación del funcionamiento. Elaboración Propia

5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

- Mediante el presente plan de mantenimiento, se asegura que los frenómetros reciban un cuidado apropiado en sus sistemas mecánicos, eléctricos y estructurales, lo que resulta en un funcionamiento óptimo del equipo y un incremento en su disponibilidad. El presente plan de mantenimiento se puso en práctica a partir del semestre A del año 2023, en donde se evidencia que el número de reparaciones disminuyó un 80 % en comparación con los resultados del semestre B del año 2022.

En la tabla 12 se identifican el número de intervenciones no programadas en cada uno de los frenómetros identificados mediante taxonomía. Se decide analizar los resultados del semestre B del año 2022 con respecto a los resultados del semestre A del año 2023 con el fin de tener una caracterización más congruente de acuerdo al tiempo ejecutado hasta el momento.

INTERVENCIONES NO PROGRAMADAS		
FRENOMETRO	REPARACIONES SEM B 2022	REPARACIONES SEM A 2023
FRICMDZ3L1	7	2
FRICMDZ3L2	6	2
FRICMDZ3L3	1	0
FRICMDZ3L4	0	0
FRICMDZ3L5	2	1
Total	16	5

Tabla 12. intervenciones no programadas. Elaboración propia

En la figura 27 se identifica una comparación mediante un diagrama de bloques en donde se logra caracterizar de manera evidente el número de intervenciones ejecutadas antes y después de poner en marcha el nuevo plan de mantenimiento basado en la confiabilidad.



Figura 27. diagrama de intervenciones no programadas año 2022 - 2023. Elaboración propia

- La creación de equipos de trabajo en las actividades de mantenimiento ha resultado en beneficios significativos para la capacitación del personal técnico de la empresa. Al establecer estos equipos, se ha logrado fomentar una interacción más estrecha y directa entre los miembros del equipo y el personal encargado de realizar las tareas de mantenimiento.

Dentro de estos equipos de trabajo, se ha fomentado un ambiente propicio para el intercambio de conocimientos y experiencias entre los miembros del CDA IVESUR, lo que ha permitido que el personal técnico adquiera nuevos conocimientos y habilidades de forma más efectiva. La colaboración y el trabajo en equipo han brindado la oportunidad de aprender de las fortalezas individuales de cada miembro y aprovecharlas para el beneficio de todo el equipo.

Otro aspecto positivo de la implementación de equipos de trabajo en el mantenimiento es la posibilidad de realizar seguimiento y evaluación continua del desempeño. Los miembros del equipo pueden monitorear el progreso individual y colectivo, identificar áreas de mejora y establecer metas alcanzables. Esto permite un proceso de aprendizaje continuo, en el que los trabajadores reciben comentarios constantes y pueden realizar ajustes en su formación según sea necesario.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

- La implementación del plan operativo en las actividades ejecutadas en los frenómetros, asegura un manejo adecuado de la información relacionada con dichas actividades. Esto implica la adopción de procedimientos y específicos que permitan recopilar, registrar, almacenar y analizar de manera efectiva los datos generados durante el desarrollo de las labores en los activos de la empresa.

En primer lugar, el plan operativo establece los métodos y herramientas adecuadas para recopilar la información relevante. Esto incluye la utilización de la documentación propuestos mediante los formularios, registros y manuales que permiten capturar de manera precisa los datos relacionados con las actividades ejecutadas.

- La reducción de las paradas no programadas es un factor clave para garantizar la prestación eficiente del servicio de revisión técnica mecánica. Estas paradas no planificadas pueden interrumpir el flujo normal de trabajo, generar retrasos, interrupciones en la operatividad y afectar la calidad y la eficiencia del servicio.

Al implementar el plan de manteniendo centrado en la confiabilidad, se logra mantener un flujo de trabajo continuo y la disponibilidad de los frenómetros durante las horas operativas, esta acción genera un incremento satisfactorio en la atención al cliente y garantiza la correcta medición de las pruebas ejecutadas.

- Actualmente se propone ampliar el plan de manteniendo a los demás activos del CDA IVESUR, con el objetivo de garantizar la operatividad y el cumplimiento regulatorio de las revisiones periódicas por parte del manteniendo ejecutado en la compañía.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

6. REFERENCIAS

A Shelke, H. k. (10 de 2022). *Analysis for effect of optimized air drag braking system on the drag force of vehicle.* Obtenido de sciencedirect: <https://sciencedirect.bibliotecaitm.elogim.com/science/article/pii/S2214785322063015>

A Suman, C. K. (06 de 2022). *sciencedirect.* Obtenido de bibliotecaitm: <https://sciencedirect.bibliotecaitm.elogim.com/science/article/pii/S0003682X21006721>

Aranguren, M. (03 de 2017). ASO - CDA. En *ASO - CDA 10 AÑOS HACIENDO HISTORIA* (pág. 12). BIOGRAFIAS PERSONALIZADAS - HISTORIAS CON SELLO PROPIO . Obtenido de <https://www.aso-cda.org/wp-content/uploads/2018/09/LIBRO-ASO-CDA-10-A%C3%91OS-HACIENDO-HISTORIA-copia.pdf>

AutoScout24. (05 de 12 de 2018). Obtenido de <https://www.autoscout24.es/informacion/asesor/especial/siglo-xx/>

H García G, C. V. (2 de 05 de 2010). *Revista Facultad Nacional de Salud Pública.* Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/120/12016346002.pdf>

Honorary Chairman, T. M.-c.-s. (22 de 08 de 1997). *sciencedirect.bibliotecaitm.* Obtenido de <https://sciencedirect.bibliotecaitm.elogim.com/sdfe/pdf/download/eid/1-s2.0-S0389430497000581/first-page-pdf>

ivesurcolombia. (2007). Obtenido de <http://www.ivesurcolombia.com/wp-content/uploads/2014/06/Ley769.pdf>

LEY 769. (13 de 09 de 2002). *PODER PÚBLICO - RAMA LEGISLATIVA* . Obtenido de http://www.oas.org/juridico/spanish/mesicic2_col_ley_769_2002.pdf

M.C.Martín, C. A. (04 de 04 de 2019). *sciencedirect.* Obtenido de bibliotecaitm: <https://sciencedirect.bibliotecaitm.elogim.com/science/article/abs/pii/S113835930970926>

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

ONAC. (03 de SEPTIEMBRE de 2022). Obtenido de [https://onac.org.co/servicios/centros-de-diagnostico-](https://onac.org.co/servicios/centros-de-diagnostico-automotor/#:~:text=El%20esquema%20de%20acreditaci%C3%B3n%20para,Emisiones%20Contaminantes%20en%20veh%C3%ADculos%20automotores.)

[automotor/#:~:text=El%20esquema%20de%20acreditaci%C3%B3n%20para,Emisiones%20Contaminantes%20en%20veh%C3%ADculos%20automotores.](https://onac.org.co/servicios/centros-de-diagnostico-automotor/#:~:text=El%20esquema%20de%20acreditaci%C3%B3n%20para,Emisiones%20Contaminantes%20en%20veh%C3%ADculos%20automotores.)

Organizacion Mundial de la Salud. (20 de 06 de 2022). *Organizacion Mundial de la Salud*. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>

P Laxmanrao, S. D. (16 de 09 de 2022). *sciencedirect.bibliotecaitm*. Obtenido de <https://sciencedirect.bibliotecaitm.elogim.com/science/article/pii/S2214785322058631>

R Garcia, M. A. (09 de 2015). *Análisis del comportamiento de los frenos de disco de los vehículos a partir de la aceleración del proceso de corrosión*. Obtenido de scielo: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-921X2015000300005

RESOLUCIÓN No. 3500 DE 2005. (21 de 11 de 2005). Obtenido de <https://corponarino.gov.co/expedientes/tramites/2005res3500.pdf>

RUNT. (2023). *RUNT EN CIFRAS*. Obtenido de <https://www.runt.com.co/runt-en-cifras>

VTEQ. (9 de 10 de 2022). *FICHA TÉCNICA BRAK 3000*. Obtenido de <https://www.solumeksa.com/pdf/FICHA%20T%C3%89CNICA%20BRAK%203000.pdf>

VTEQ. (9 de 10 de 2022). *FICHA TÉCNICA BRAK 7000*. Obtenido de <https://www.solumeksa.com/pdf/FICHA%20T%C3%89CNICA%20BRAK%207000.pdf>

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

7. ANEXOS

MANTENIMIENTO DE LOS FRENOMETROS DEL CDA IVESUR

13 respuestas

[Publicar datos de análisis](#)

Nombre completo

13 respuestas

Jorge Alberto uque

Benjamín Tovar Diaz

Anyi rodas

Simón palacio Tovar

Julio Enrique Sánchez

Edwin Alejandro medina

Janny Gómez

Federico Tamayo

Jhober copete

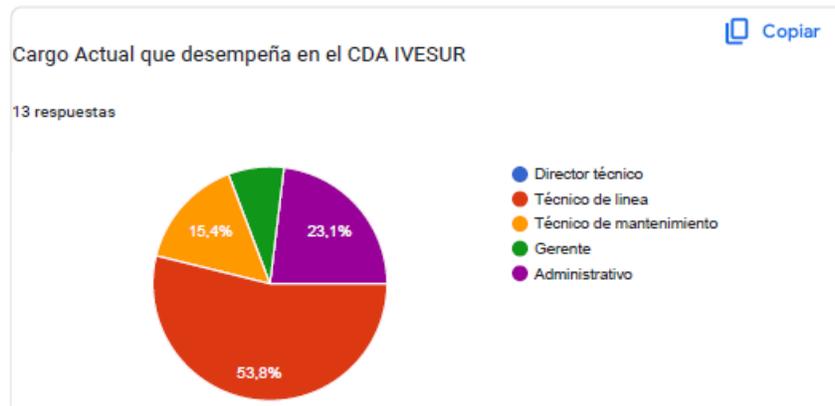
Luis barros

Alexander pacheco

Nicolas castro

Wilson Monsalve





¿Cuál es el tipo de mantenimiento que se ejecuta actualmente en los frenómetros del CDA IVESUR?

13 respuestas

preventivo y correctivo

correctivo y preventivo

Correctivo

el preventivo, pero normalmente se ejecuta con frecuencia el correctivo

se intervienen los equipos cuando fallan

mantenimiento correctivo

correctivo

Correctivo y preventivo

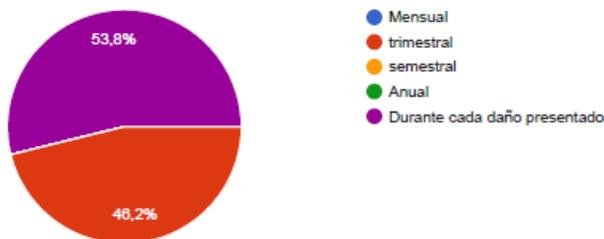
preventivo

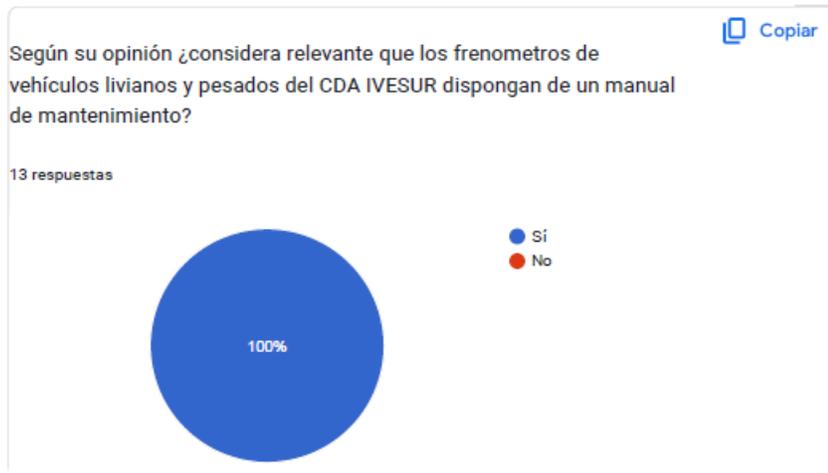
reparación y preventivo

¿Con que frecuencia se realiza el mantenimiento de los frenómetros en el CDA IVESUR?

 Copiar

13 respuestas





 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Teniendo en cuenta la respuesta anterior, justifique su selección

13 respuestas

es necesario disponer de un documento específico para atender los requerimientos necesarios en las áreas del mantenimiento, actualmente se proporciona la información adquirida desde el momento de la puesta en marcha de los equipos.

es necesario generar un manual con el fin de mantener una disponibilidad correcta de los equipos, hasta el momento lo que he visto es que estos procedimientos se ejecutan por medio del conocimiento de los trabajadores.

el personal de mantenimiento debe proporcionar esta información para las futuras generaciones, ya que las ejecuciones se realizan mediante la experiencia.

Es indispensable tener un manual para poder realizar las actividades de forma correcta.

es importante no solo para el personal de mtto si no para los técnicos en general, ya que muchas veces no hay disponibilidad de los compañeros de mtto y no hay un proceso establecido para ejecutar una actividad.

En el momento no conozco un manual que me especifique lo que se debe hacer en el equipo, normalmente lo que hacemos es gracias al conocimiento compartido por los compañeros antiguos de mtto que ya no están.

es necesario tener una guía para ejecutar los planes de mantenimiento en cada uno de los equipos, no solamente tenemos problemas con los frenómetros si no que también se presentan en los alineadores, analizadores de gases y los detectores al paso

en todas las empresas se deben manejar manuales de mantenimientos

si es necesario tanto para los frenómetros como para los demás equipos

es necesario un manual para tener una guía en cada proceso de ejecución

me gustaría tener acceso a los manuales para estar más enterado de las actividades que se realizan en estos equipos.

es necesario debido a que así mismo se pueden capacitar a los empleados para tener acceso a los manuales.

Es necesario por que actualmente se hace el mtto sin un paso a paso ni ningún control establecido



 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

¿En la actualidad existe algún tipo de indicador para evaluar la gestión de mantenimiento? En caso de que la respuesta sea Sí cuál o cuáles y si la respuesta es lo contrario, solamente responda No

13 respuestas

No

No se

No

no

NO

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

¿Puede presentar alguna sugerencia asociada al mantenimiento de los frenómetros?

13 respuestas

Ejecutar un control mas detallados de los equipos, en donde se puedan evidenciar las características, intervención y la disponibilidad de repuestos.

generar un control adecuado de los inventarios, reparaciones, ejecuciones y herramientas necesarias para el proceso.

tener disponibilidad de repuestos y ser mas organizados con los proveedores de los repuestos y las herramientas.

proporcionar inducciones periódicas para el personal técnico y de manteniendo por parte de entidades externas a la compañía

compartir la información y entrenar a mas personas para ejecutar estos cargos ya que muchas veces se ven cortos cuando tienen varias actividades a la vez .

tener mas personal relacionado al mto, ser mas organizados con las tareas demandadas y ser mas consientes de la durabilidad de los procesos de las maquinas.

Disponer de mas repuestos y agilizar las comparas de los suministros, normalmente la mayor demora para ejecutar una actividad de reparación o manteniendo son los repuestos.

hacer los trabajos de noche para no para ninguna linea

se deben hacer capacitaciones básicas para ir aprendiendo desde el área técnica a realizar los mantenimientos, muchas veces se tiene que esperar los encargados para ejecutar cualquier actividad de la maquina

ser mas aplicados con las frecuencias de mantenimiento y no esperar a que los equipos se dañen

Dar capacitaciones a todo el personal y tener un control de las reparaciones.

hacer verificaciones preventivas semanales para impedir que los equipos falles por deterioro o mal manejo

ejecutar un plan de mantenimiento y entrenar los operarios



 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Según su experiencia, ¿puede identificar algún problema de funcionamiento o mal uso del equipo que esté relacionado al mantenimiento?

13 respuestas

se han presentado múltiples problemas con los rodillos de los frenómetros

el problema mas comun que se presnta con estos equipos, son los rodillos y las chumaceras, esto se presenta al verificar las fuerzas de frenado de los vehiculos pesados.

cada instante se dañan los rodillos

no generan el manteniendo de forma periódica, esperan a que los equipos fallen antes de realizar intervenciones adecuadas.

los rodillos están deteriorados, cadena sin tensión, chumaceras en mal estado, falta de limpieza de las maquina, cableado viejo y mal procedimiento por parte del personal nuevo.

rodillos en mal estado, cadenas desgastadas, cambio de chumaceras, cambio de la parte electrica, descontrol en herramientas y repuestos.

las cadenas, los sensores, el cableado, las chumaceras, las herramientas y los vehiculos pesados que dañan los frenómetros.

los rodillos se dañan cada instante, el peso de los camiones afectan las maquinas de frenado

los cables están viejos, falta de lubricación de las chumaceras, las cadenas están desgastadas, los sensores fallan continuamente y falta de limpieza en los bancos de frenado.

Fractura constante de los ejes de los rodillos del frenometro, Fractura constante de las chumaceras integradas a los rodillos, Fallo en el sistema de freno del motor, - Perdida del recubrimiento antideslizante de los rodillos, fallo de sensores.

rodillos en mal estado, sensores en mal estado, motores se calientas, se apagan los computadores y mala ejecución de las actividades de frenado en los vhs

chumaceras malas y los rodillos deteriorados

el personal de mto no esta pendiente de los planes que el ingeniero les entrega, los rodillos de los frenómetros se mantienen dañando, mas que todo los de los camiones pesados.



Anexo B

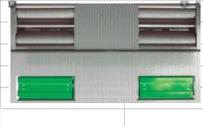
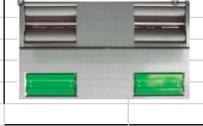
CRONOGRAMA VERIFICACIONES Y MANTENIMIENTO																								
TIPO DE MANTENIMIENTO				PERSONAL ASIGNADO A LA LÍNEA										PROPUESTA 1										
F	Intervenciones fuera de programación			L1	1009	EDWIN MEDINA	L4	1025	JHOBER COPETE						Versión	1								
V	Verificaciones cada 6 meses			L2	1041	JANNY GOMEZ	L5	1005	LUIS BARROS						Fecha	12/12/2022								
M	Mantenimiento cada 3 meses.			L3	1047	JULIO SANCHEZ																		
EQUIPO	MESES	LÍNEA	DÍA	2023																				
				1. ENERO	2. FEBRERO	3. MARZO	4. ABRIL	5. MAYO	6. JUNIO	7. JULIO	8. AGOST	9. SEPT	10. OCT	11. NOV	12. DIC									
FRENÓMETRO	3	1	PREVISTO REAL			M/V	21			M	21				M/V	23						M	2	
	3	2	PREVISTO REAL			M/V	21			M	21				M/V	23							M	21
	3	3	PREVISTO REAL			M/V	21			M	21				M/V	23							M	21
	3	4	PREVISTO REAL			M/V	21			M	21				M/V	23							M	21
	3	5	PREVISTO REAL			M/V	21			M	21				M/V	23							M	21

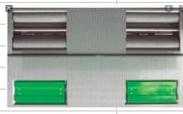
CRONOGRAMA VERIFICACIONES Y MANTENIMIENTO																								
TIPO DE MANTENIMIENTO				PERSONAL ASIGNADO A LA LÍNEA										PROPUESTA 1										
F	Intervenciones fuera de programación			L1	1009	EDWIN MEDINA	L4	1025	JHOBER COPETE						Versión	1								
V	Verificaciones cada 6 meses			L2	1041	JANNY GOMEZ	L5	1005	LUIS BARROS						Fecha	12/12/2022								
M	Mantenimiento según MESES.			L3	1047	JULIO SANCHEZ																		
EQUIPO	MESES	LÍNEA	DÍA	2024																				
				1. ENERO	2. FEBRERO	3. MARZO	4. ABRIL	5. MAYO	6. JUNIO	7. JULIO	8. AGOST	9. SEPT	10. OCT	11. NOV	12. DIC									
FRENÓMETRO	3	1	PREVISTO REAL			M/V	21			M	21				M/V	23						M	22	
	3	2	PREVISTO REAL			M/V	21			M	18				M/V	23							M	22
	3	3	PREVISTO REAL			M/V	21			M	21				M/V	20							M	18
	3	4	PREVISTO REAL			M/V	21			M	18				M/V	15							M	17
	3	5	PREVISTO REAL			M/V	21			M	19				M/V	21							M	20

CRONOGRAMA VERIFICACIONES Y MANTENIMIENTO																								
TIPO DE MANTENIMIENTO				PERSONAL ASIGNADO A LA LÍNEA										PROPUESTA 1										
F	Intervenciones fuera de programación			L1	1009	EDWIN MEDINA	L4	1025	JHOBER COPETE						Versión	1								
V	Verificaciones cada 6 meses			L2	1041	JANNY GOMEZ	L5	1005	LUIS BARROS						Fecha	12/12/2022								
M	Mantenimiento según MESES.			L3	1047	JULIO SANCHEZ																		
EQUIPO	MESES	LÍNEA	DÍA	2025																				
				1. ENERO	2. FEBRERO	3. MARZO	4. ABRIL	5. MAYO	6. JUNIO	7. JULIO	8. AGOST	9. SEPT	10. OCT	11. NOV	12. DIC									
FRENÓMETRO	3	1	PREVISTO REAL			M/V	21			M	2				M/V	8						M	14	
	3	2	PREVISTO REAL			M/V	21			M	2				M/V	8							M	20
	3	3	PREVISTO REAL			M/V	21			M	2				M/V	8							M	14
	3	4	PREVISTO REAL			M/V	21			M	2				M/V	8							M	23
	3	5	PREVISTO REAL			M/V	21			M	2				M/V	8							M	14

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Anexo C

 INDICEIA1	HOJA DE VIDA DE LOS EQUIPOS					PROPUESTA 1	
						Versión	1
						Fecha	12/12/2022
EQUIPO:	FRENÓMETRO						
MARCA:	VTEQ	MODELO:	BRAK-7000				
FECHA DE ALTA:	21/09/2015	N° DE SERIE:	00102707				
FECHA DE BAJA:		ESTADO:	ACTIVO				
UBICACIÓN:	L1	TIPO EQUIPO:	PRINCIPAL				
N° CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN:	81965	EMITIDO POR:	EUROMETRIC				
VALIDO DESDE:	17/09/2022	VALIDO HASTA:	16/09/2024				
VALIDEZ CERTIFICADO:	2 AÑOS						
Observaciones: Los frenómetros de pesados tienen calibración en masa y en fuerza. Los de livianos solo en fuerza.							
HISTORIAL DE MANTENIMIENTO							
FECHA INICO	FECHA FIN	OPERADOR	PROBLEMA	SOLUCIÓN			OBSERVACIONES
15/12/2022	17/12/2022	1032	MANTENIMIENTO	- Desarmar el equipo y limpieza general Revisión de: - Estado de la cadena y tensión - Célula de carga y sus cables -Cables y sensores - Estado motor y reductor Engrase de:cadena, chumaceras			REALIZADA CORRECTAMENTE
18/01/2023	18/01/2023	1009	REPARACIÓN	Se realiza cambio de chumacera del motor del rodillo izquierdo al frenometro, engrasado de rodamiento y cadena.			REALIZADA CORRECTAMENTE
21/03/2023	22/03/2023	1009	MANTENIMIENTO Y VERIFICACION	- Desarmar el equipo y limpieza general Revisión de: - Estado de la cadena y tensión - Célula de carga y sus cables -Cables y sensores - Estado motor y reductor Engrase de:cadena, chumaceras - verificacion de fuerzas de frenado y ajuste de medicion de peso			REALIZADA CORRECTAMENTE
4/04/2023	6/04/2023	1009	REPARACIÓN	Se realiza proceso de recubrimiento en granito de los 2 rodillos del lado derecho del frenómetro de la línea 1.			REALIZADA CORRECTAMENTE
Observaciones: Los frenómetros de pesados tienen calibración en masa y en fuerza. Los de livianos solo en fuerza.							
 INDICEIA1	HOJA DE VIDA DE LOS EQUIPOS					PROPUESTA 1	
						Versión	1
						Fecha	12/12/2022
EQUIPO:	FRENÓMETRO						
MARCA:	VTEQ	MODELO:	BRAK-7000				
FECHA DE ALTA:	21/09/2015	N° DE SERIE:	00202707				
FECHA DE BAJA:		ESTADO:	ACTIVO				
UBICACIÓN:	L2	TIPO EQUIPO:	PRINCIPAL				
N° CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN:	81973	EMITIDO POR:	EUROMETRIC				
VALIDO DESDE:	17/09/2022	VALIDO HASTA:	16/09/2024				
VALIDEZ CERTIFICADO:	2 AÑOS						
Observaciones: Los frenómetros de pesados tienen calibración en masa y en fuerza. Los de livianos solo en fuerza.							
HISTORIAL DE MANTENIMIENTO							
FECHA INICO	FECHA FIN	OPERADOR	PROBLEMA	SOLUCIÓN			OBSERVACIONES
20/12/2022	22/12/2022	1032	MANTENIMIENTO	- Desarmar el equipo y limpieza general Revisión de: - Estado de la cadena y tensión - Célula de carga y sus cables -Cables y sensores - Estado motor y reductor Engrase de:cadena, chumaceras			REALIZADA CORRECTAMENTE
1/02/2023	5/02/2023	1048	REPARACIÓN	Se realiza cambio de motor del rodillo izquierdo al frenometro, egrasado de rodamiento y cadena.			REALIZADA CORRECTAMENTE
21/03/2023	22/03/2023	1048	MANTENIMIENTO Y VERIFICACION	- Desarmar el equipo y limpieza general Revisión de: - Estado de la cadena y tensión - Célula de carga y sus cables -Cables y sensores - Estado motor y reductor Engrase de:cadena, chumaceras - verificacion de fuerzas de frenado y ajuste de medicion de peso			REALIZADA CORRECTAMENTE
Observaciones: Los frenómetros de pesados tienen calibración en masa y en fuerza. Los de livianos solo en fuerza.							

		HOJA DE VIDA DE LOS EQUIPOS				PROPUESTA 1 Versión 1 Fecha 12/12/2022	
INDICEIA1		FRENÓMETRO		MARCA: VTEQ	MODELO: BRAK-3000		
EQUIPO:	FECHA DE ALTA: 21/09/2015	N° DE SERIE: 01502107	ESTADO: ACTIVO	UBICACIÓN: L3	TIPO EQUIPO: PRINCIPAL		
FECHA DE BAJA:	N° CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: 81981	EMITIDIO POR: EUROMETRIC	VALIDO DESDE: 18/09/2022	VALIDO HASTA: 17/09/2024	VALIDEZ CERTIFICADO: 2 AÑOS		
MARCA:	FECHA DE ALTA:	N° DE SERIE:	ESTADO:	UBICACIÓN:	TIPO EQUIPO:		
FECHA DE BAJA:	N° CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN:	EMITIDIO POR:	VALIDO DESDE:	VALIDO HASTA:	VALIDEZ CERTIFICADO:		
FECHA DE BAJA:	N° CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN:	EMITIDIO POR:	VALIDO DESDE:	VALIDO HASTA:	VALIDEZ CERTIFICADO:		
FECHA DE BAJA:	N° CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN:	EMITIDIO POR:	VALIDO DESDE:	VALIDO HASTA:	VALIDEZ CERTIFICADO:		

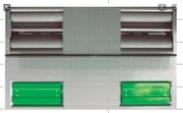
Observaciones: Los frenómetros de pesados tienen calibración en masa y en fuerza. Los de livianos solo en fuerza.

HISTORIAL DE MANTENIMIENTO					
FECHA INICO	FECHA FIN	OPERADOR	PROBLEMA	SOLUCIÓN	OBSERVACIONES
20/11/2022	21/11/2022	1032	MANTENIMIENTO	- Desarmar el equipo y limpieza general Revisión de: - Estado de la cadena y tensión - Célula de carga y sus cables -Cables y sensores - Estado motor y reductor Engrase de:cadena, chumaceras	REALIZADA CORRECTAMENTE
21/03/2023	22/03/2023	1048	MANTENIMIENTO Y VERIFICACION	- Desarmar el equipo y limpieza general Revisión de: - Estado de la cadena y tensión - Célula de carga y sus cables -Cables y sensores - Estado motor y reductor Engrase de:cadena, chumaceras - verificación de fuerzas de	REALIZADA CORRECTAMENTE

		HOJA DE VIDA DE LOS EQUIPOS				PROPUESTA 1 Versión 1 Fecha 12/12/2022	
INDICEIA1		FRENÓMETRO		MARCA: VTEQ	MODELO: BRAK-3000		
EQUIPO:	FECHA DE ALTA: 21/09/2015	N° DE SERIE: 01302107	ESTADO: ACTIVO	UBICACIÓN: L4	TIPO EQUIPO: PRINCIPAL		
FECHA DE BAJA:	N° CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: 81992	EMITIDIO POR: EUROMETRIC	VALIDO DESDE: 18/09/2022	VALIDO HASTA: 17/09/2024	VALIDEZ CERTIFICADO: 2 AÑOS		
MARCA:	FECHA DE ALTA:	N° DE SERIE:	ESTADO:	UBICACIÓN:	TIPO EQUIPO:		
FECHA DE BAJA:	N° CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN:	EMITIDIO POR:	VALIDO DESDE:	VALIDO HASTA:	VALIDEZ CERTIFICADO:		
FECHA DE BAJA:	N° CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN:	EMITIDIO POR:	VALIDO DESDE:	VALIDO HASTA:	VALIDEZ CERTIFICADO:		
FECHA DE BAJA:	N° CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN:	EMITIDIO POR:	VALIDO DESDE:	VALIDO HASTA:	VALIDEZ CERTIFICADO:		

Observaciones: Los frenómetros de pesados tienen calibración en masa y en fuerza. Los de livianos solo en fuerza.

HISTORIAL DE MANTENIMIENTO					
FECHA INICO	FECHA FIN	OPERADOR	PROBLEMA	SOLUCIÓN	OBSERVACIONES
22/11/2022	22/11/2022	1032	MANTENIMIENTO	- Desarmar el equipo y limpieza general Revisión de: - Estado de la cadena y tensión - Célula de carga y sus cables -Cables y sensores - Estado motor y reductor Engrase de:cadena, chumaceras	REALIZADA CORRECTAMENTE
21/03/2023	22/03/2023	1048	MANTENIMIENTO Y VERIFICACION	- Desarmar el equipo y limpieza general Revisión de: - Estado de la cadena y tensión - Célula de carga y sus cables -Cables y sensores - Estado motor y reductor Engrase de:cadena, chumaceras - verificación de fuerzas de	REALIZADA CORRECTAMENTE

		HOJA DE VIDA DE LOS EQUIPOS				PROPUESTA 1 Versión 1 Fecha 12/12/2022	
INDICEIA1		FRENÓMETRO		MARCA: VTEQ	MODELO: BRAK-3000		
EQUIPO:	FECHA DE ALTA: 21/09/2015	N° DE SERIE: 01402107	ESTADO: ACTIVO	UBICACIÓN: L5	TIPO EQUIPO: PRINCIPAL		
FECHA DE BAJA:	N° CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: 82001	EMITIDIO POR: EUROMETRIC	VALIDO DESDE: 19/09/2022	VALIDO HASTA: 18/09/2024	VALIDEZ CERTIFICADO: 2 AÑOS		
MARCA:	FECHA DE ALTA:	N° DE SERIE:	ESTADO:	UBICACIÓN:	TIPO EQUIPO:		
FECHA DE BAJA:	N° CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN:	EMITIDIO POR:	VALIDO DESDE:	VALIDO HASTA:	VALIDEZ CERTIFICADO:		
FECHA DE BAJA:	N° CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN:	EMITIDIO POR:	VALIDO DESDE:	VALIDO HASTA:	VALIDEZ CERTIFICADO:		
FECHA DE BAJA:	N° CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN:	EMITIDIO POR:	VALIDO DESDE:	VALIDO HASTA:	VALIDEZ CERTIFICADO:		

Observaciones: Los frenómetros de pesados tienen calibración en masa y en fuerza. Los de livianos solo en fuerza.

HISTORIAL DE MANTENIMIENTO					
FECHA INICO	FECHA FIN	OPERADOR	PROBLEMA	SOLUCIÓN	OBSERVACIONES
1/12/2022	2/12/2022	1032	MANTENIMIENTO	- Desarmar el equipo y limpieza general Revisión de: - Estado de la cadena y tensión - Célula de carga y sus cables -Cables y sensores - Estado motor y reductor Engrase de:cadena, chumaceras	REALIZADA CORRECTAMENTE
21/03/2023	22/03/2023	1048	MANTENIMIENTO Y VERIFICACION	- Desarmar el equipo y limpieza general Revisión de: - Estado de la cadena y tensión - Célula de carga y sus cables -Cables y sensores - Estado motor y reductor Engrase de:cadena, chumaceras - verificación de fuerzas de	REALIZADA CORRECTAMENTE

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

FIRMA ESTUDIANTES _____



FIRMA ASESORES _____

FECHA ENTREGA: _____