



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

Técnicas de calibración para el incremento de la eficiencia de Frenómetro de Rodillos en vehículos livianos en el periodo 2009 – 2019: una revisión de la literatura científica

Trabajo de investigación para optar al grado de:

**Bachiller en Ingeniería Industrial**

**Autores:**

Medina Barrios, Juver

Peña Ramirez, Percy Ruben

**Asesor:**

Dr. Napoleón Jáuregui Nongrados

<https://orcid.org/0000-0002-0410-8719>

Lima - Perú

2019

## INFORME DE SIMILITUD

---

### Trabajo de investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD



---

ENCONTRAR COINCIDENCIAS CON TODAS LAS FUENTES (SOLO SE IMPRIMIRÁ LA FUENTE SELECCIONADA)

6%  
★ core.ac.uk  
Fuente de Internet

---

Excluir citas      Activo      Excluir coincidencias      < 1%  
Excluir bibliografía      Activo

## DEDICATORIA

A nuestras familias, que siempre estuvieron apoyándonos.

A Dios por brindarnos fuerza.

A nuestros profesores por mostrarnos el camino.

## AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento enorme a nuestras familias, por ese apoyo incondicional.

A dios por la fuerza y salud.

A los docentes por todo el conocimiento brindado en este tiempo.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>INFORME DE SIMILITUD.....</b>	<b>2</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>3</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>4</b>
<b>TABLA DE CONTENIDO .....</b>	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>7</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....</b>	<b>14</b>
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS .....</b>	<b>17</b>
<b>CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES .....</b>	<b>22</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>23</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>24</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Ventajas e inconvenientes de las técnicas para el análisis de motores ..... **¡Error!  
Marcador no definido.**

Tabla 2 Criterio de Inclusión y Exclusión..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 3 Conceptos de Estudio ..... 18

## ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1 Diagrama de Frenómetro para vehículos livianos .....	10
Ilustración 2 Esquema General de criterios de selección de estudios.....	17

## RESUMEN

El frenómetro es la maquina vital en la estación de frenos en vehículos livianos, el cual no cuenta con un sistema de gestión de mantenimiento preventivo, siendo intervenido solo para mantenimiento correctivo, el cual genera perdida de horas hombres, pérdida de clientes e ingresos y malestar en los demás clientes por la espera.

Nuestro principal objetivo es conocer las técnicas de control para mantener calibrado el frenómetro de rodillos en vehículos livianos, en otras palabras, hacer conocer la perióicidad del mantenimiento para que no falle o prolongue la vida útil del equipo.

Una de las principales limitaciones es la disponibilidad de información publicada en artículos científicos.

Después de analizar las publicaciones científicas arbitradas, se llegó a la conclusión que sería de mucha ayuda el contar con mantenimientos periódicos y que se podría efectuar en horas de poca afluencia de vehículos.

**PALABRAS CLAVES:** Mantenimiento, calibración, técnicas, preventivo, frenómetro



## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene como finalidad conocer sobre las mejoras en la calidad que permiten la optimización de los costos de reparación, la prolongación de la vida útil y el éxito de la producción, a través técnicas de calibración en equipos frenómetros de rodillos en vehículos livianos, que es usual se ubique en una línea de revisión técnica vehicular.

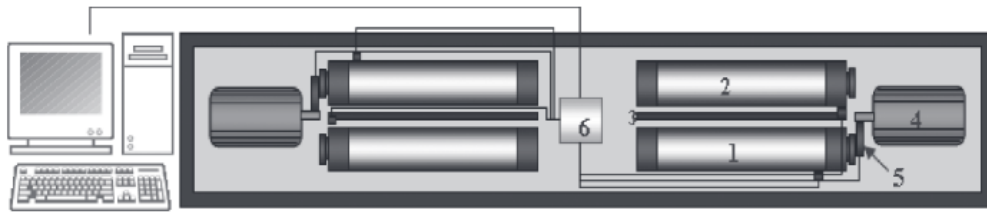
Toda línea de inspección técnica consta de varias estaciones, como pueden ser la estación de luces, emisión de gases, suspensión y frenos, donde se tiene instalado el frenómetro como equipo principal.

### **¿Qué es un frenómetro?**

Este concepto es preciso que este claro en el momento de la exploración técnica de automóviles la cual es una actividad esencial en la seguridad móvil de esta manera tener una vigilancia del mantenimiento, asumiendo la garantía de la seguridad de cada uno de sus pasajeros a bordo y un control del de todo el vehículo, puesto que, frecuentemente el automóvil tiene un desgaste especialmente en las llantas y en los frenos.

El frenómetro viene hacer un equipo de medición, el cual va a medir con exactitud la fuerza del frenado, el período que tarda en frenar, el agarre, la asimetría de los ejes o en algunos casos de tracción, la eficiencia y desaceleración en este caso de los frenos delanteros, como también de los frenos traseros y en el caso de los automóviles el de mano.

Consta de 3 rodillos, dos rodillos sobresalientes para medir la fuerza del frenado y uno delgado en el medio de los dos primeros ya mencionados para medir el peso, por el tipo de trabajo que ejecuta, y por los múltiples sensores que posee es muy importante tenerlo siempre en óptimas condiciones.



*Figura 1 Diagrama de Frenómetro para vehículos livianos*

Por ello, se formula el problema: ¿Es necesario un mantenimiento preventivo al equipo Fenómetro de vehículos livianos?

Para mantener en óptimas condiciones el equipo Fenómetro de vehículos livianos, se necesita sea calibrado y mantener un mantenimiento preventivo, para programar sus intervenciones antes de un paro total, para así evitar, pérdidas de ingreso, pérdida de horas hombres y la molestia de los clientes que recurren a su inspección vehicular. Un sistema de gestión ayudará a las empresas a optimizar procesos.

### **¿Qué es mantenimiento preventivo?**

Mantenimiento preventivo tal y como su nombre lo indica es actuar previendo o anticipando futuras fallas, ya sea por programación o experiencia obtenida a través del tiempo.

### **¿Qué es sistema de gestión?**

Sistema de gestión es un programa diseñado para poder planear, controlar y mejorar aquellos elementos de una organización, que de una forma u otra va afectar o influir en el agrado del usuario y en el logro de los resultados ansiados.

Para ver que tan frecuente puede llevarse a cabo el mantenimiento del frenómetro de rodillos es necesario hacer un análisis de criticidad.

## El Análisis de Criticidad

Viene hacer una herramienta que accede que se establezcan niveles jerárquicos en sistemas, equipos y mecanismos en función de impacto global que va generar, con el propósito de proporcionar la toma de decisiones. Ahora bien, Los criterios y parámetros que serán utilizados son los siguientes:

- ✓ Frecuencia de Fallas: viene hacer la suma de veces que va fallando cualquiera de los componentes del sistema o también subsistema que producen la pérdida de su funcionamiento, en otras palabras, que va implicar una parada, en un periodo de un año.
- ✓ Tiempo Promedio para Reparar: Es el periodo promedio para que sea reparada la falla, esto es considerado desde que el equipo va perdiendo su funcionalidad hasta que esté utilizable.
- ✓ Costo de Mantenimiento: hace referencia al valor promedio por falla demandado para reestablecer el equipo en este caso a condiciones óptimas de funcionamiento.
- ✓ Impacto en la Seguridad Personal: Representa la posibilidad de que sucedan eventos no deseados que ocasionen daños a equipos e instalaciones y en los cuales alguna persona pueda o no resultar lesionada.
- ✓ Impacto Ambiental: Simboliza el suceso de que pueda suceder eventos no buscados, que puedan ocasionar daños a los equipos e instalaciones provocando la violación de la regulación ambiental, muy aparte de provocar daños a otras instalaciones.

*Tabla 1. Ventajas e inconvenientes de las técnicas para el control de motores*

SÍNTOMAS	MÉTODO	VENTAJAS	INCONVENIENTES
Potencia efectiva	Aceleración libre	- No intrusivo - Ensayo de campo	- Motores turbo - Determinar inercia
	Banco de rodillos	- Ensayo de carga - Condiciones reales	- Precio elevado - Instalación fija
Comprensión	Compresímetro	- Medida directa	- Intrusivo
	Intensidad de arranque	- No intrusivo - Ensayo en campo	- Valor relativo
Opacidad	Flujo continuo	- Precisión de medida	- Varias aceleraciones
	Enriquecimiento papel	- Sencillo	- Solo un valor
Proyección de inyección	Dilatación de tuberías	- No intrusivo - Rápido	- Subjetivo - Cualitativo

### **Objetivos Principal**

- Implementar las técnicas de calibración para el incremento de la eficiencia de Frenómetro de Rodillos en vehículos livianos en el periodo 2009 – 2019: una revisión de la literatura científica.

### **Objetivos secundarios**

- Evitar el paro total del frenómetro y prolongar su vida útil.
- Evitar las molestias del cliente y el tiempo de espera para ser evaluado.
- Evitar pérdida de ingresos por clientes que se retiren.

- Evitar pérdida por gastos en repuestos y/o nuevo frenómetro.

La presente investigación, se justifica porque permite aportar con lo último de los avances sobre la Implementación de las técnicas de calibración para el incremento de la eficiencia de Frenómetro de Rodillos en vehículos livianos en el periodo. La información obtenida y descrita en todo el proceso de la elaboración servirá para futuras investigación, teniendo como referencia datos y estudios pasados que acreditan la veracidad de la investigación. Además, dicha información obtenida contribuirá con la mejora económica de las empresas.

## **CAPÍTULO II. METODOLOGÍA**

### **Tipo de estudio**

Se ejecutó la investigación sobre frenómetro de rodillos, aplicando la metodología PRISMA, y en base a las preguntas de investigación para la realización del proceso metodológico fueron las siguientes: ¿Qué es un frenómetro de rodillos? ¿Cuál es la eficiencia de frenado en los vehículos? Y ¿Es necesario un mantenimiento preventivo al equipo Frenómetro de vehículos livianos?

### **Fuentes de búsqueda de información**

La presente investigación busca Implementar las técnicas de calibración para el incremento de la eficiencia de Frenómetro de Rodillos en vehículos livianos, surge a raíz del desconocimiento de los avances a nivel mundial sobre el caso, por ello, se buscó recopilar datos y experiencias sobre las implementaciones sobre sistema de gestión de mantenimiento.

Artículos que se tomó como referencia para conocer estas implementaciones fueron las publicaciones de artículos científicos de revistas arbitradas como la base de datos EBSCO, Google académico, y Scielo, solo en idioma español por la facilidad de su comprensión.

El proceso de búsqueda de información comenzó desde el periodo 2009 al 2019, a fin de satisfacer las preguntas de investigación y se consideró criterios de inclusión tal como se indicó el idioma español, que sean de los últimos 10 años.

Para garantizar la objetividad del proceso de búsqueda, se tomó en cuenta el uso de palabras claves, operadores booleanos y el periodo de búsqueda. En donde, se realizó la búsqueda avanzada tomando en cuenta las siguientes aplicaciones booleanas: “Frenómetro de rodillos and mantenimiento”, “Vehículos livianos and Frenómetro de rodillos”, “sistema de gestión o manejo vehicular de frenado.

En el diseño estratégico para la búsqueda relativo al frenómetro de rodillos, se intentó ser lo más extenso viable, con el único objetivo de certificar que se han consideradas en las revisiones, cada uno de los estudios que hacen mención a la importancia del frenómetro, de esta manera da una mayor libertad a obtener información. No obstante, es fundamental conservar la equidad en relación a la extensión y conservar la relevancia en el momento de ejecutar las estrategias de la búsqueda. En el cual se puede percibir que al aumentar la sensibilidad de la búsqueda se redujo la exactitud y por ende se obtuvo artículos irrelevantes. Por tal motivo se consideró en la sensibilidad, la identificación de los numerosos artículos relevantes.

De la búsqueda pre citada, por cada base de datos se obtuvo paper de la forma como se presenta en la Tabla 2:

*Tabla 2. Criterio de Inclusión y Exclusión de búsqueda de datos*

<b>N°</b>	<b>Base de datos</b>	<b>Cantidad de paper</b>
1	EBSCO	0
2	GOOGLE ACADÉMICO	17
3	SCIELO	0
<b>TOTAL</b>		<b>17</b>

De la tabla 2, aplicando los criterios de inclusión y exclusión sólo cumplieron 5 artículos.

### **Criterios de inclusión y exclusión**

Se excluyó todo artículo en otro idioma y de años anteriores al 2019, para el tema de inclusión se tomó a todo artículo que se ajuste a la variable de investigación, cabe resaltar que solo Google académico fue la única fuente el cual nos proporcionó dichos artículos, así como se excluyó publicaciones de tesis o no arbitradas.

### **Selección de Información**

La elección de la información fue aplicada a todos los artículos encontrados, tomando en cuenta el objetivo de esta investigación, lo cual accedió conocer los artículos que se consideraría para el sistema de gestión de mantenimiento en función a la preeminencia que tiene en el desarrollo del mismo. Por ende, se realizó una favorable elección de artículos científicos derivados de literatura explícitamente publicada y acreditada.



### CAPÍTULO III. RESULTADOS

La indagación de artículos científicos en las diferentes bases de datos proporcionó como resultado un total de 17 artículos científicos, en el año 2009 al 2019 ahora bien estos artículos fueron divididos en la siguiente forma: EBSCO, 0 artículos; Google Académico, 17 artículos; Scielo, 0. Subsiguientemente, se puso en práctica todos los criterios de inclusión y exclusión con la finalidad de obtener el número total de artículos científicos aceptables, por ello, 17 artículos fueron encontrados, y sólo 3 de ellos cumplen los criterios de inclusión y exclusión, tal como se muestran en la figura 2, considerando la metodología PRISMA.

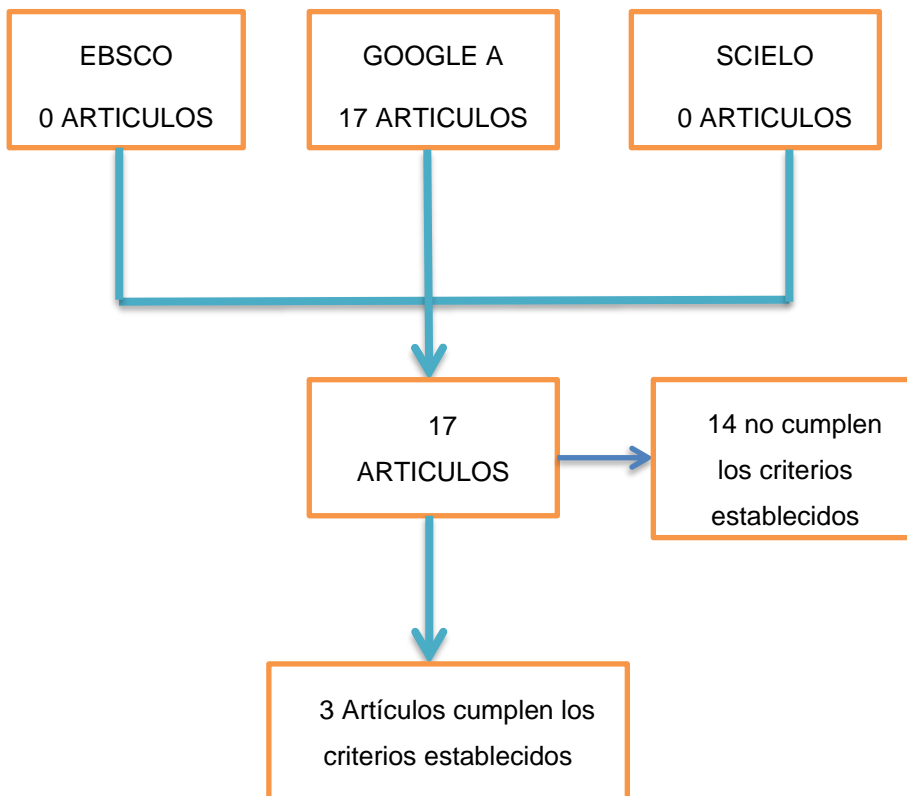


Figura 2 Esquema General de criterios de selección de estudios

Continuando con lo expuesto, se pasará a presentar la correlación de conceptos los cuales son objetos de estudio.

*Tabla 3 Aportes de control del frenómetro de rodillos*

<b>Nombre del artículo</b>	<b>Tipo de artículo</b>	<b>URL</b>
Análisis del funcionamiento del frenómetro para medir eficiencia de frenado en vehículos livianos.	Investigación	<a href="https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/ingenieria/article/view/682">https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/ingenieria/article/view/682</a>
Plan de mantenimiento para el centro diagnóstico automotor	Investigación	<a href="http://repositorio.ufpso.edu.co:8080/dspace/ufpso/bitstream/123456789/889/1/27955.pdf">http://repositorio.ufpso.edu.co:8080/dspace/ufpso/bitstream/123456789/889/1/27955.pdf</a>
Análisis en función de la criticidad de los equipos de la planta de centro de inspección técnica vehicular AZPER PERÚ SAC. Juliaca y elaboración de un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad	Investigación	<a href="https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RNAP_46732e54aa8d7f464c313b40cbee187d">https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RNAP_46732e54aa8d7f464c313b40cbee187d</a>

El cómo dar mantenimiento a un frenómetro o cada cuanto se debería hacerlo viene desde mucho, en el Instituto de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de Costa Rica, se gesta un proyecto de investigación, para validar y desarrollar seis tipos de métodos de calibración de equipos de inspección vehicular, entre ellos el frenómetro para los vehículos livianos, pesados y motos.

Díaz (2004) resalta que para calibrar el frenómetro en su escala de fuerza, se coloca la barra de calibración, de forma horizontal respecto al suelo, y con la barra de contrapeso se asegura la indicación a cero. La masa patrón se va a colocar en la primera muesca certificada de la barra, aparentando un valor de fuerza ya conocido el cual se compara con la indicación que muestra la consola del frenómetro.

Este tipo de método instaura la manera de ejecutar y evaluar la indecisión del proceso de calibración de los frenómetros manejados para la evaluación de la eficacia del frenado de motocicletas, vehículos livianos y vehículos pesados (Díaz, 2004, pág. 35.).

Ahora bien, se calibran tres tipos de frenómetros: los de motocicletas y de vehículos livianos en su escala de fuerza; los universales los cuales son manejados para vehículos pesados según a su escala de fuerza y masa.

El proceso explicado se ejecuta en cada una de las muestras la cual es certificada en la barra de calibración de 4 kN y 5 kN para aquellos vehículos livianos; 3 kN, 6 kN, 9 kN, 12 kN, 15 kN para aquellos vehículos pesados, en orden ascendente, y vuelve a repetir, orientado en sentido descendente. Se registra la temperatura y la humedad inherente del sitio antes y después de calibrar (Díaz, 2004, pág. 37.).

Ahora bien, para la calibración del frenómetro según a su escala de masa, el autor anota que el registro de la indicación de masa del frenómetro libre de peso, posterior, se colocan 250 kg en masas distribuidas en forma uniforme. El valor acreditado de masa se coteja con la predicción que muestra la consola del frenómetro. El proceso explicado se repite para 500 kg, 750 kg, 1 000 kg y 1 250 kg, el cual es en orden ascendente, y se replica orientado en sentido descendente (Díaz, 2004, pág. 37.).

Según los autores Rodriguez y Ramirez (2013, pág.103-104), en su investigación titulada “Análisis y optimización de cálculo de la incertidumbre de un frenómetro”. Madrid, expone: La deceleración va depender fundamentalmente de la adherencia de las superficies

de contacto y por tal su valor debe ser medida de forma experimental. Por tal motivo, para poder medir el grado de deceleración en el frenado se apela a estimar el rendimiento o eficacia de frenado de los autos. La eficacia de frenado de un automóvil se evalúa de forma porcentual, en orientación al peso que gravita sobre las ruedas y la fuerza de frenado utilizadas a las cuatro ruedas. En sí, lo que da a reconocer la eficacia de frenado de un automóvil es el grado de deceleración que se origina en el vehículo en el momento de frenar.

¿En tanto, como se produce la fuerza de frenado?

“esto se da cuando la persona que maneja el automovil pisa el acelerador, se en donde se producirá un aumento de la velocidad, y al momento de pisar el pedal del freno, lo que se origina es una disminución de la velocidad” (Aenor, 2007, pag.30).

Con respecto al mantenimiento del equipo del frenómetro las investigaciones difieren en los tiempos o periodos que se deben hacer, mas todos concuerdan en una revisión diaria del equipo y su funcionamiento.

Revisiones diarias:

- Desarrollar bitácora del operador diariamente.
- Realización de mantenimientos trimestrales.
- Realización de interna y externa
- Realización de informes técnicos para una apropiada inspección del mantenimiento en equipos.

### **Frecuencia periódica de actividades del frenómetro.**

#### TAREAS

- ❖ Engrase de Cadenas.
- ❖ Ajuste de rodillos.

- ❖ Cambio de resortes.
- ❖ Ajuste de la barrera elevadora.
- ❖ Ajuste del motor.

\*FRECUENCIA Todas las tareas se hacen Trimestralmente.

## CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES

Basado en la investigación y los resultados de los estudios, se concluye que la criticidad del frenómetro para ser intervenido para un mantenimiento preventivo, son de periodos relativamente largos, sin embargo, se tiene que tener en cuenta su revisión diaria junto con su limpieza y revisión de funcionamiento, para ver que su calibración sea la óptima, teniendo en cuenta los valores del peso y fuerza del tipo de vehículo al que tiene que medir.

De los artículos encontrados y aceptados, se desprende que toda implementación de sistema de gestión de mantenimiento debe ser preventivo, en donde se realice una programación de calibración a fin de lograr incrementar la vida útil de vehículos livianos.

## REFERENCIAS

1. Solano, P (2011). Validación de un modelo matemático para la calibración de frenómetros para motocicletas y para vehículos livianos y obtenido. Revista Ingeniería, 19(1), 35-44. Consultado el 31 de junio del 2019.  
<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/ingenieria/article/view/682/743>
2. Valero, N y Saray J (2018), Plan de mantenimiento para el centro diagnóstico automotor transporte privado de la empresa palmeras. Consultado el 31 de junio del 2019.  
<http://repositorio.ufpso.edu.co:8080/dspaceufpso/bitstream/123456789/889/1/27955.pdf>
3. Chino, W. (2018), Análisis en función de la criticidad de los equipos de la planta de centro de inspección técnica vehicular AZPER Perú SAC. Juliaca y elaboración de un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad. Consultado el 31 de junio del 2019.  
[https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RNAP\\_46732e54aa8d7f464c313b40cbee187d](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RNAP_46732e54aa8d7f464c313b40cbee187d)

## ANEXOS

*Anexo 1 Panel de medición de Fuerza*



*Anexo 2 Rodillo del Frenómetro*

