



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERIA AUTOMOTRIZ**

**TRABAJO DE UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR, PREVIO A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO
DE INGENIERO AUTOMOTRIZ**

**TEMA: “ESTUDIO E IDENTIFICACIÓN DE LOS MÉTODOS DE MEDICIÓN DE
RUIDO Y VIBRACIÓN EN LA CADENA CINEMÁTICA DE UN VEHÍCULO DE
TURISMO SEGMENTO C”**

AUTOR: CONDO CAMALLE, ANDY JOEL

TUTOR: ING. IZA TOBAR, HENRY HERIBERTO MGS.

**MARZO 2022
LATACUNGA**



Contenido

- 1 • Introducción
- 2 • Justificación
- 3 • Objetivos
- 4 • Metodología
- 5 • Resultados
- 6 • Conclusiones
- 7 • Recomendaciones



1. Introducción

- El ruido es una sensación auditiva inarticulada generalmente desagradable para el conductor, los pasajeros y el entorno.
- El sonido se considera a las vibraciones dispersadas a través del aire en forma de ondas sonoras, la fuente de dichas vibraciones tienden a ser cuerpos sólidos, que para el objeto de estudio se lo consideraría al neumático.
- Los neumáticos son considerados una de las fuentes principales que generan ruido en los vehículos debido a la interacción que tienen con la carretera. Debido a esta razón, resulta adecuado incidir en los factores que influyen directamente en esta interacción.



- Los factores que influyen en esta interacción dependen básicamente del tipo de carretera, la velocidad, condiciones ambientales y evidentemente la geometría y banda de rodadura del neumático utilizado
- El ruido al interior del habitáculo es seriamente afectado por el neumático, la carretera y el sistema de suspensión del vehículo.
- Cabe recalcar que aparte de los ruidos de carrocería que ocurren dentro del habitáculo, tanto ruidos como vibraciones muchas de las veces provienen del exterior por lo que interactúan con la estructura del vehículo de alguna manera, dichos ruidos y vibraciones provienen de la excitación aerodinámica, carrocería, guarnecidos, cadena cinemática, excitación del neumático, granulometría y el estado de la carretera.



2. Justificación

- El ruido producido por la interacción de los neumáticos con la carretera se ha vuelto un problema difícil de tratar en la mayoría de vehículos.
- El presente proyecto de investigación tiene como finalidad determinar la incidencia que tienen los neumáticos en el comportamiento de la cadena cinemática y en el interior del habitáculo ya que estos son afectados por ruidos y vibraciones generados por la interacción del neumático con la carretera.



- Con los métodos y equipos adecuados para la medición de ruido y vibraciones se desarrollará una serie de pruebas variando los tipos de neumáticos, el tipo de carretera, distancia recorrida, y la velocidad del vehículo para la obtención, tabulación y representación gráfica de datos reales de los ruidos y vibraciones que se presentan en el periodo de pruebas tanto en la cadena cinemática como en el interior del habitáculo.
- Los resultados gráficos determinarán cuál de los neumáticos tiene menos incidencia en la generación de ruidos y vibraciones.



3. Objetivos

3.1. Objetivo General

- Determinar los métodos de medición del ruido y vibración del neumático

3.2. Objetivos Específicos

- Determinar las variables que afectan la generación del ruido y vibraciones.
- Determinar los elementos de la cadena cinemática que son afectados por ruidos y vibraciones.
- Caracterizar el ruido y vibraciones tanto en la cadena cinemática como al interior del habitáculo.

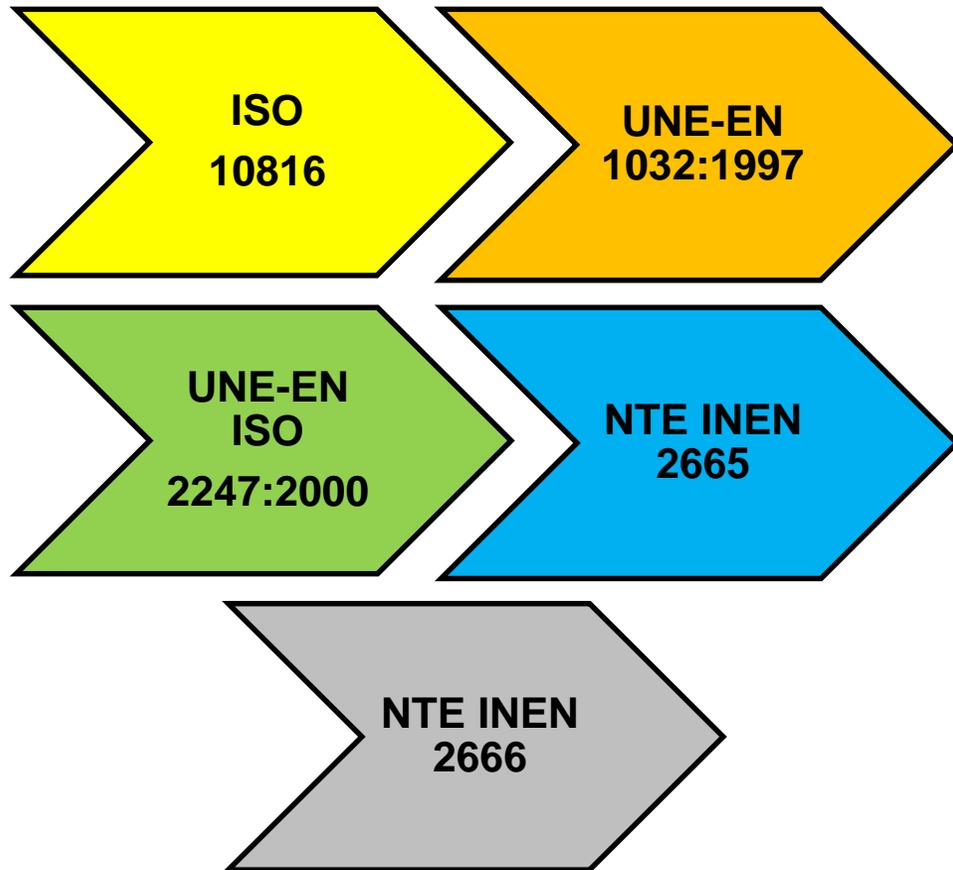


- Determinar los métodos más efectivos para la medición de ruidos y vibraciones.
- Manufacturar dispositivos capaces de realizar dichas mediciones y que a la vez puedan ser fijados en espacios adecuados en el vehículo.
- Realizar las respectivas pruebas con las distintas variables como tipo de neumáticos, superficie de carretera, y velocidad.
- Obtener, tabular y representar gráficamente los datos de Frecuencia (Hz) e intensidad de sonido (dB) que se obtuvieron mediante las pruebas realizadas.
- Analizar la incidencia de cada neumático empleado en la generación de ruido y vibraciones en la cadena cinemática y al interior del habitáculo.

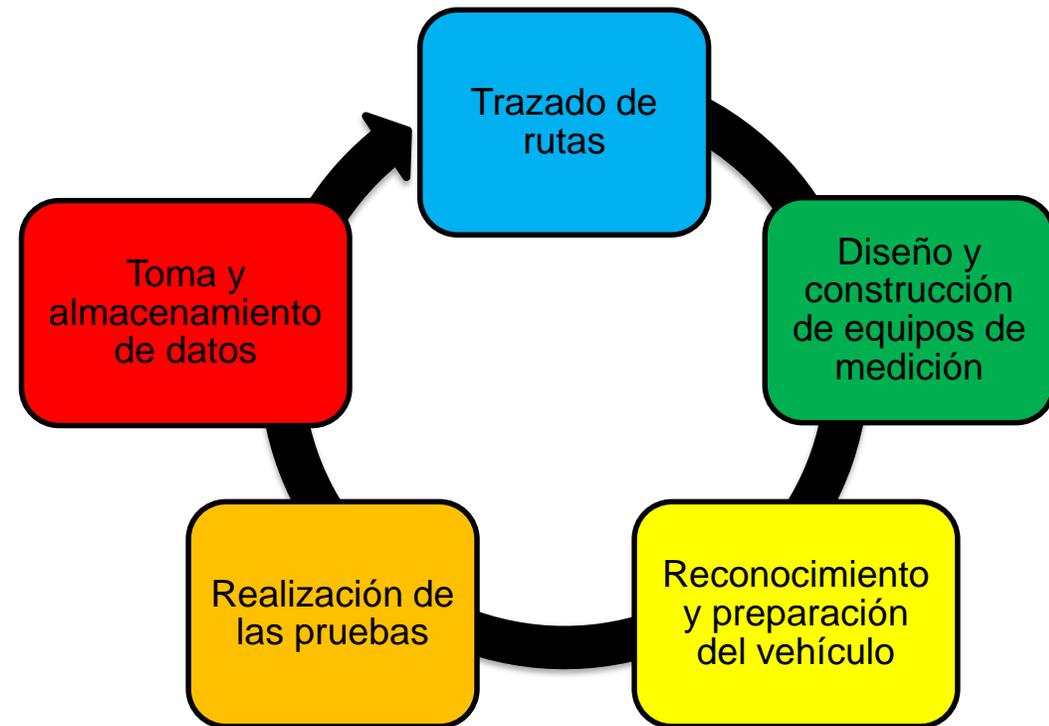


4. Metodología

4.1. Normativas



4.2. Metodología para las pruebas

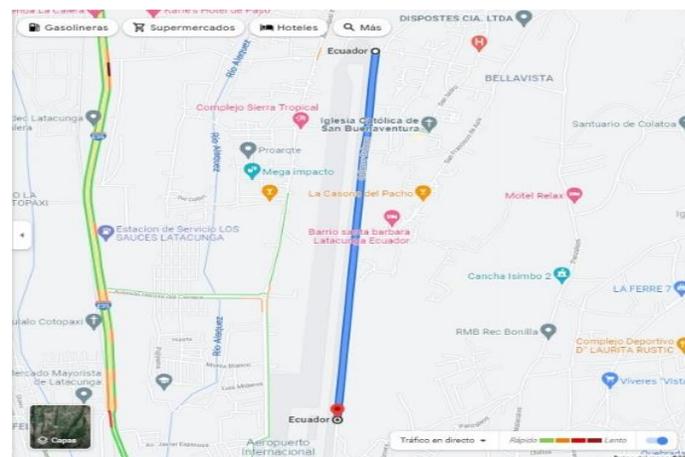


4.3. Caracterización de las Rutas

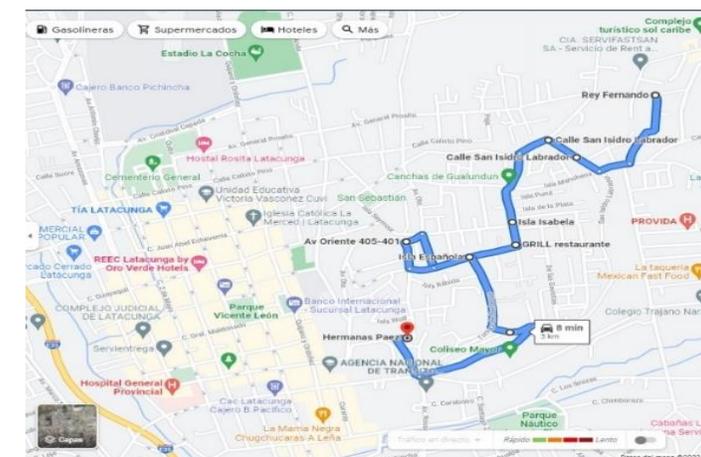
Descripción de las rutas

Nro. de ruta	Tipo de terreno	Distancia
1	Asfalto	3 Km
2	Adoquín	3 Km
3	Empedrado	3 Km
4	Suelo natural	3 Km

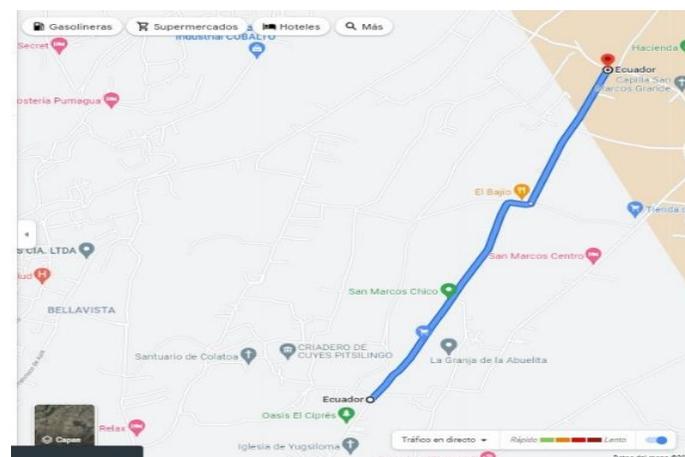
Ruta N° 1



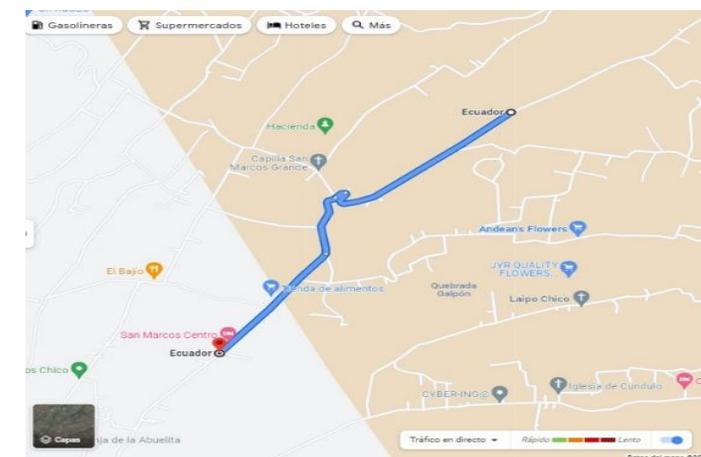
Ruta N° 2



Ruta N° 3



Ruta N° 4

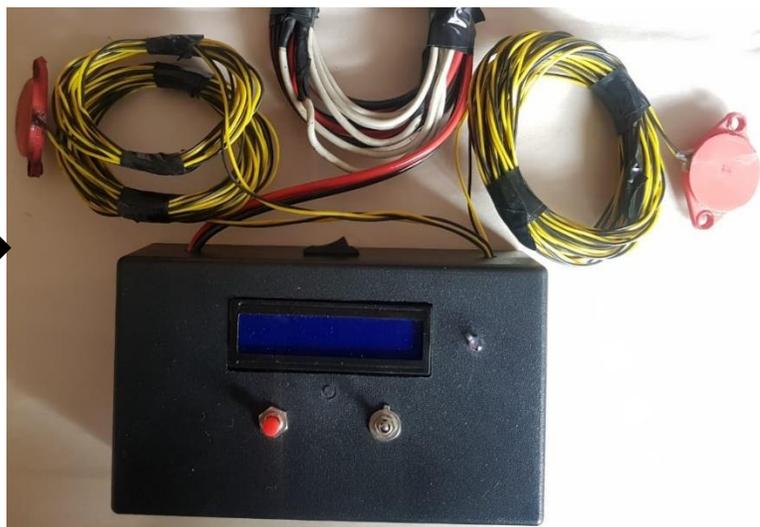


Velocidad del vehículo

No. de ruta	Tipo de terreno	Velocidad
1	Asfalto	70 Km/h
2	Adoquín	40 Km/h
3	Empedrado	20-30 Km/h
4	Suelo natural	20-30 Km/h

4.4. Equipos de Medición Empleados

Analizador de Vibraciones



Sonómetro



4.5. Vehículo Empleado

Especificaciones técnicas del vehículo	
Detalle	Valor
Marca	Volkswagen
Modelo	Gol
Tipo	Hatchback
Cilindraje	1800 CC
Año	2002
Peso bruto vehicular (Kg)	1475
Peso vehicular (Kg)	1030



4.6. Caracterización de los neumáticos

Tipo	Fabricante	Código de llanta	Capas de la banda de rodadura	Tipo de patrón de la banda de rodadura	Ilustración
A	Good Year	195 / 55 R15	Banda de rodadura: 1 Poliéster, 2 Acero, 2 Poliamida. Pared lateral: 2 Poliéster	Patrón asimétrico	
B	Nexen	195 / 55 R15	Banda de rodadura: 1 Poliéster, 2 Acero, 1 Nylon Pared lateral: 1 Poliéster	Patrón direccional "V"	
C	Sonar	195 / 55 R15	Banda de rodadura: 1 Poliéster, 2 Acero, 1 Nylon. Pared lateral: 1 Poliéster	Patrón asimétrico	
D	Anchee	195 / 55 R15	Banda de rodadura: 1 Poliéster, 2 Acero, 1 Nylon. Pared lateral: 1 Poliéster	Patrón simétrico	



4.7 Preparación del vehículo

Revisión mecánica

Actividades

- Revisión del sistema de suspensión
- Revisión del sistema de frenos (pastillas y zapatas)
- Revisión de fluidos (aceite, refrigerante, líquido de frenos, combustible)
- Revisión de la presión de inflado de los neumáticos empleados



Alineación y Balanceo



Presión de Inflado de neumáticos

Reporte de alineación de Vehículo						
	Ángulos		Inicial	Especificaciones		Final
				Min.	Max.	
Delantera	Ángulo de avance	Izquierdo	0.4°	7.2°	8.2°	0.4°
		Derecho	2.4°	7.2°	8.2°	2.4°
	Inclinación de ruedas	Izquierdo	0.6°	-0.2°	0.5°	0.6°
		Derecho	-0.3°	-1.5°	-0.9°	-0.3°
	Convergencia	Izquierdo	0.65°	-0.20°	0.15°	-0.10°
		Derecho	0.60°	-0.20°	0.15°	-0.15°
Trasera	Inclinación de ruedas	Total	1.25°	-0.40°	0.35°	-0.25°
		Izquierdo	1.3°	-1.8°	-0.8°	1.3°
	Derecho	0.8°	-1.8°	-0.8°	0.8°	
	Convergencia	Izquierdo	-1.30°	0.00°	0.15°	-1.30°
		Derecho	0.10°	0.00°	0.15°	0.10°
	Total	-1.20°	0.00°	0.35°	-1.20°	
Angulo Direccional			-0.7°	0.3°	-0.7°	

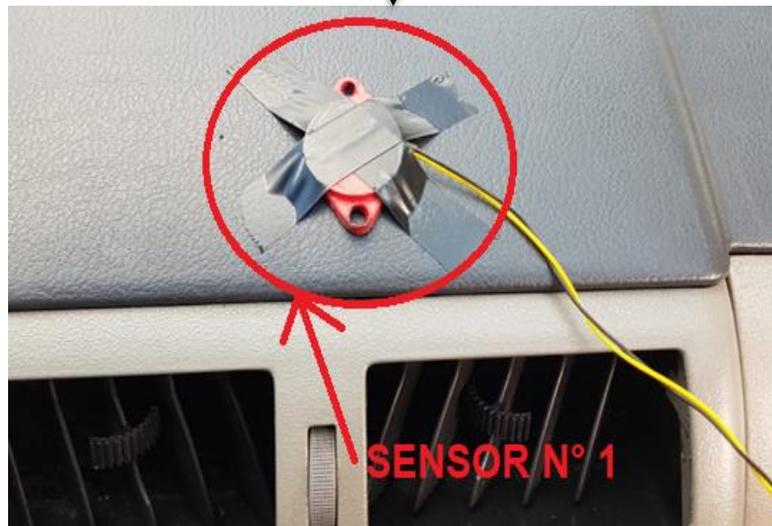
Neumáticos	Presión de inflado (Psi)	
	Inicial	Final
Delantero Derecho	30	32
Delantero Izquierdo	36	32
Posterior Derecho	32	34
Posterior Izquierdo	32	34



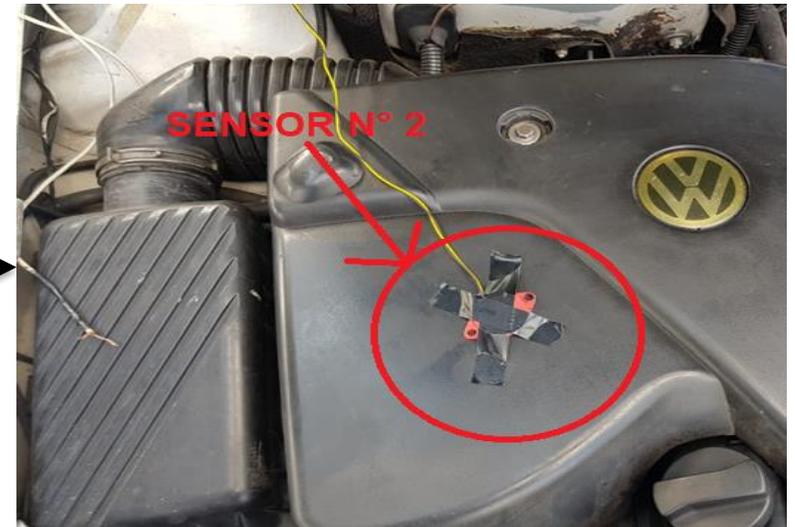
4.8 Instalación de los sensores

Sensores de Vibración

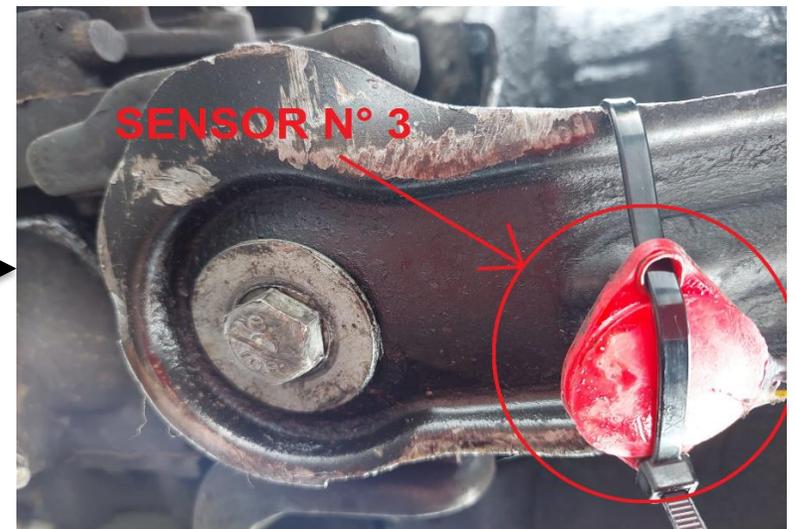
Habitáculo



Motor

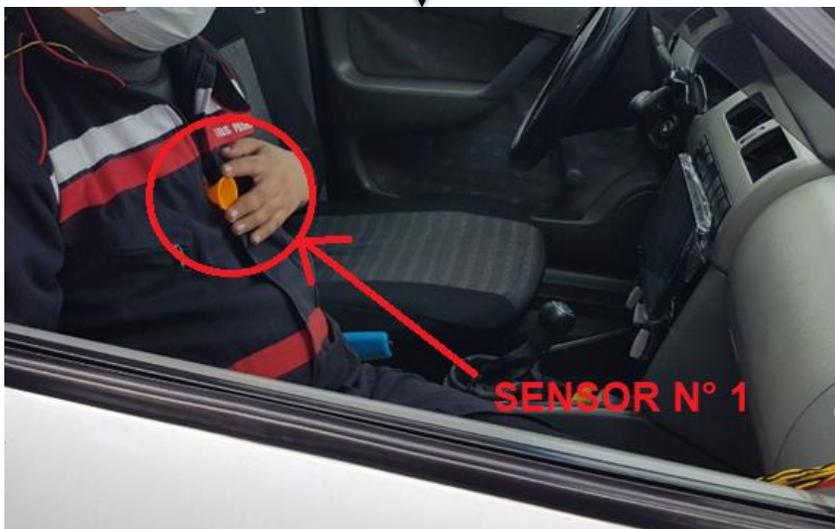


Transmisión

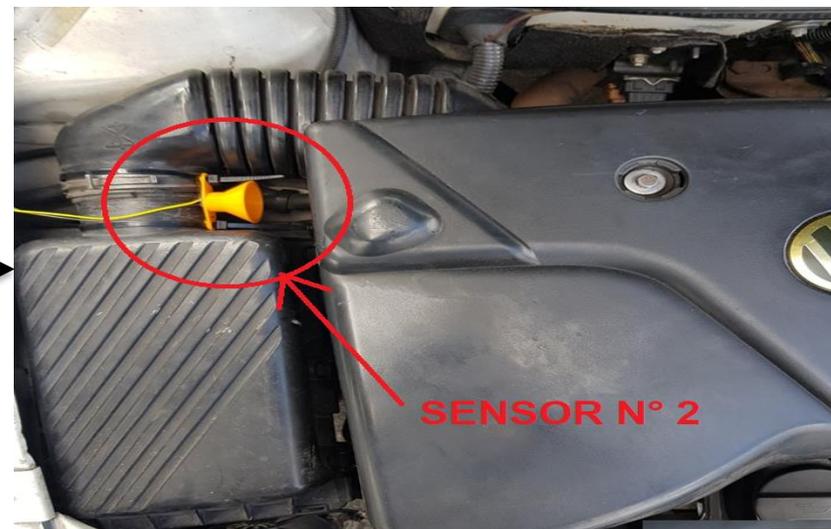


Sensores de Ruido

Habitáculo



Motor



Transmisión



4.9 Realización de las pruebas

En base a una investigación preliminar se estableció que no es necesario cambiar los cuatro neumáticos con un solo tipo de neumáticos, se optó por realizar las pruebas con los diferentes tipos de neumáticos en una sola de las ruedas delanteras direccionales.

Al finalizar las pruebas en las cuatro rutas ya antes establecidas con el primer tipo de neumático, se realizó el cambio de tipo de neumático y nuevamente se procedió con las pruebas en las cuatro rutas, este mismo método se realizó con los dos tipos de neumáticos restantes.

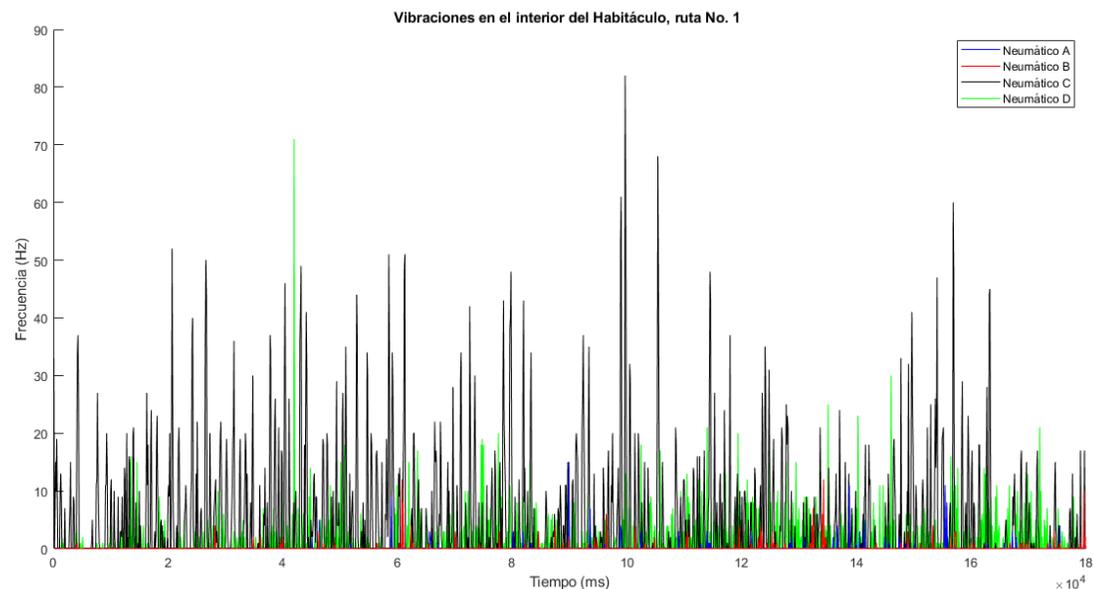
Al finalizar cada ruta fue necesario ir recopilando todos los valores medidos tanto de vibración como de ruido y almacenarlos de manera adecuada, es necesario reiniciar ambos equipos de medición al iniciar las pruebas en cada una de las rutas.



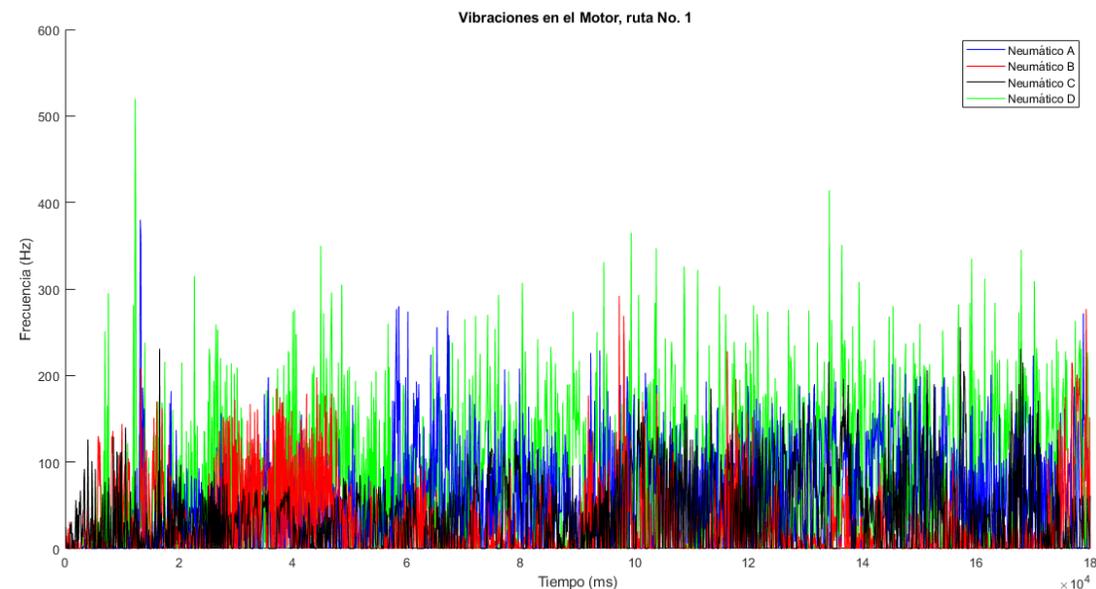
5. Resultados

5.1. Análisis de Vibraciones

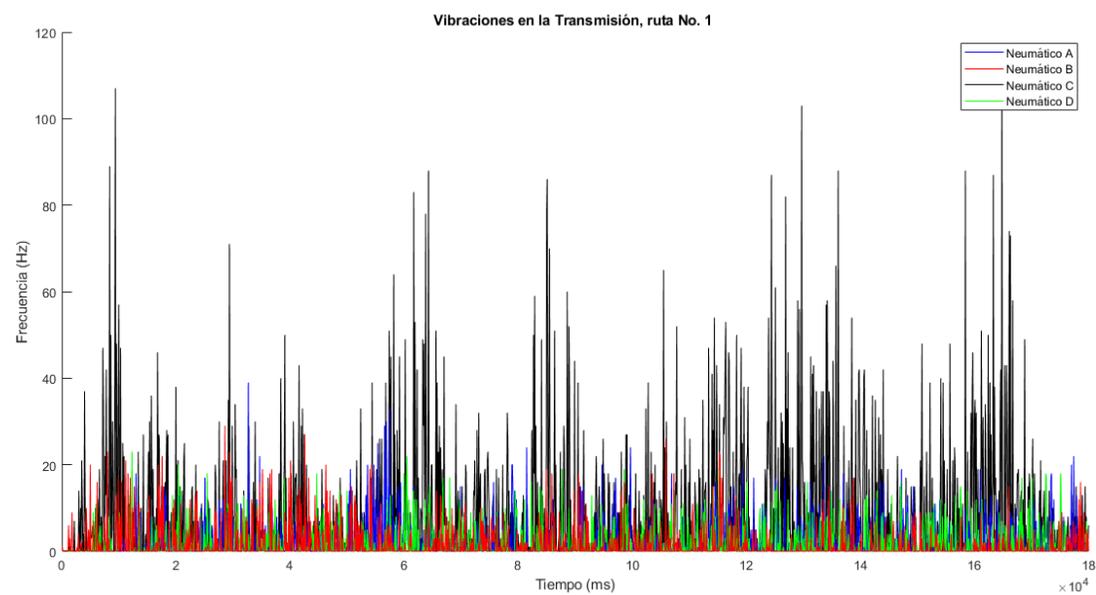
Vibraciones en el interior del habitáculo, ruta No. 1



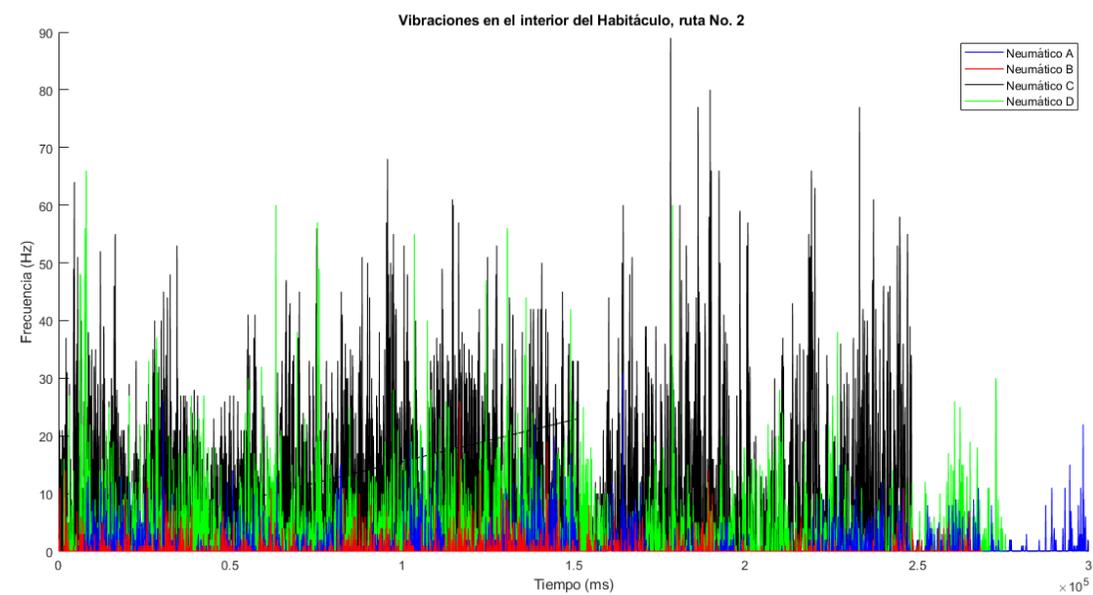
Vibraciones en el motor, ruta No. 1



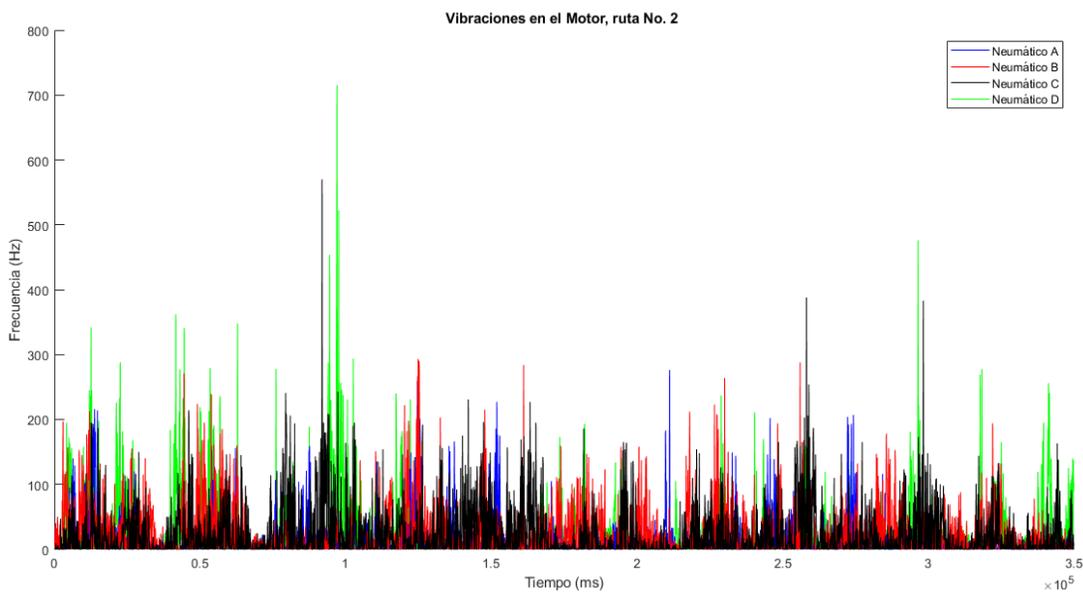
Vibraciones en la transmisión, ruta No. 1



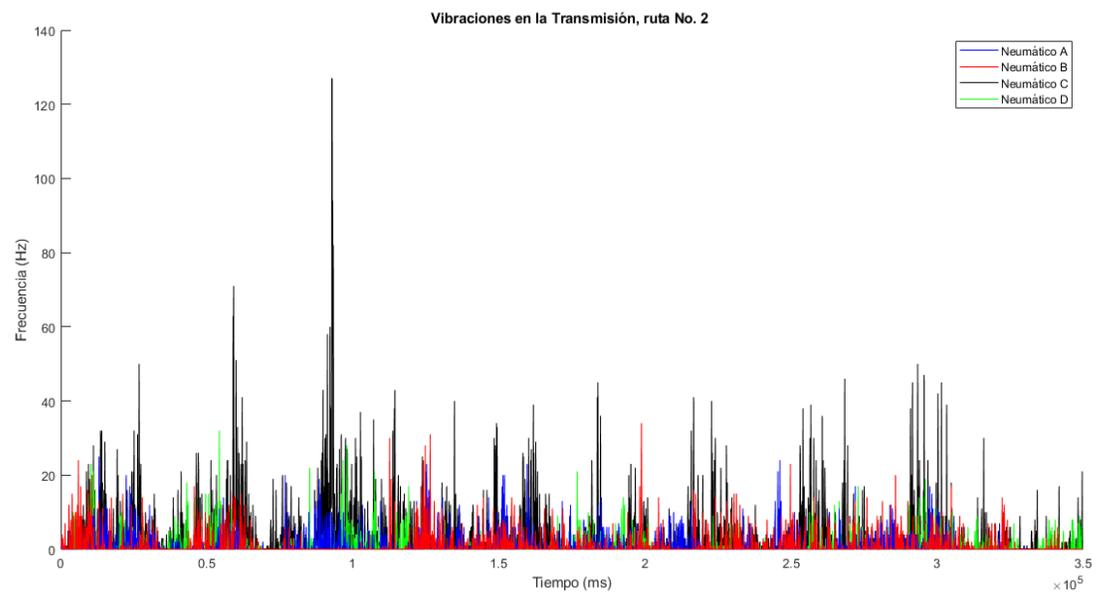
Vibraciones en el interior del habitáculo, ruta No. 2



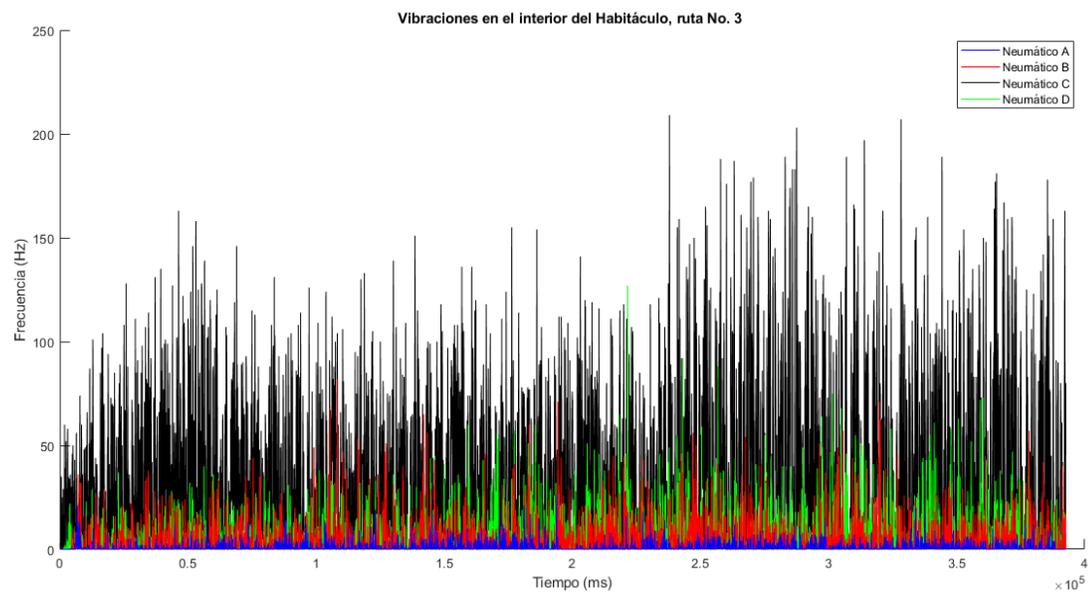
Vibraciones en el motor, ruta No. 2



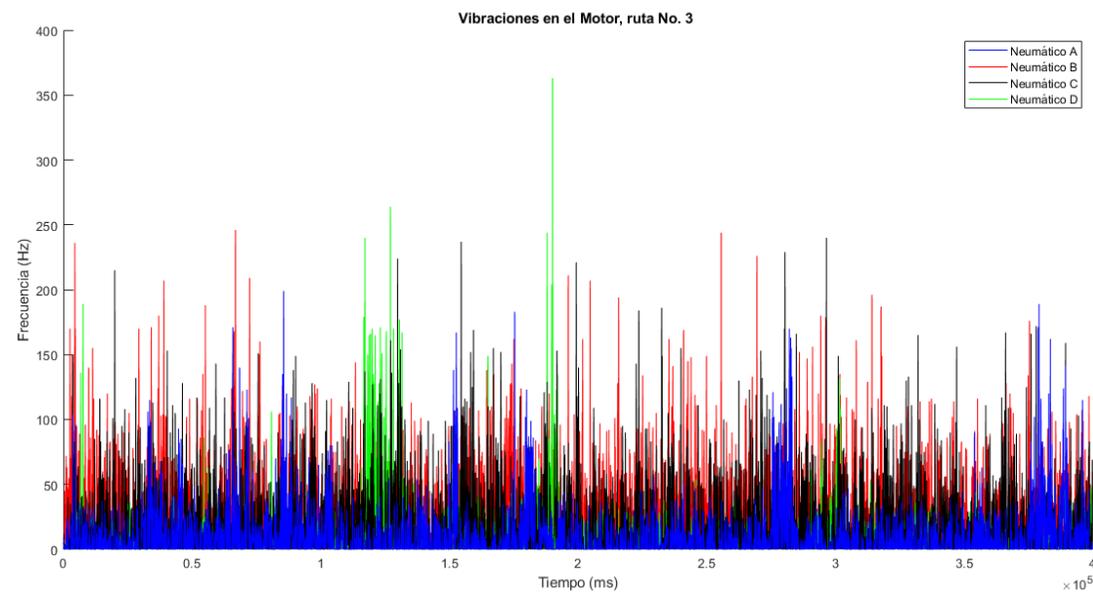
Vibraciones en la transmisión, ruta No. 2



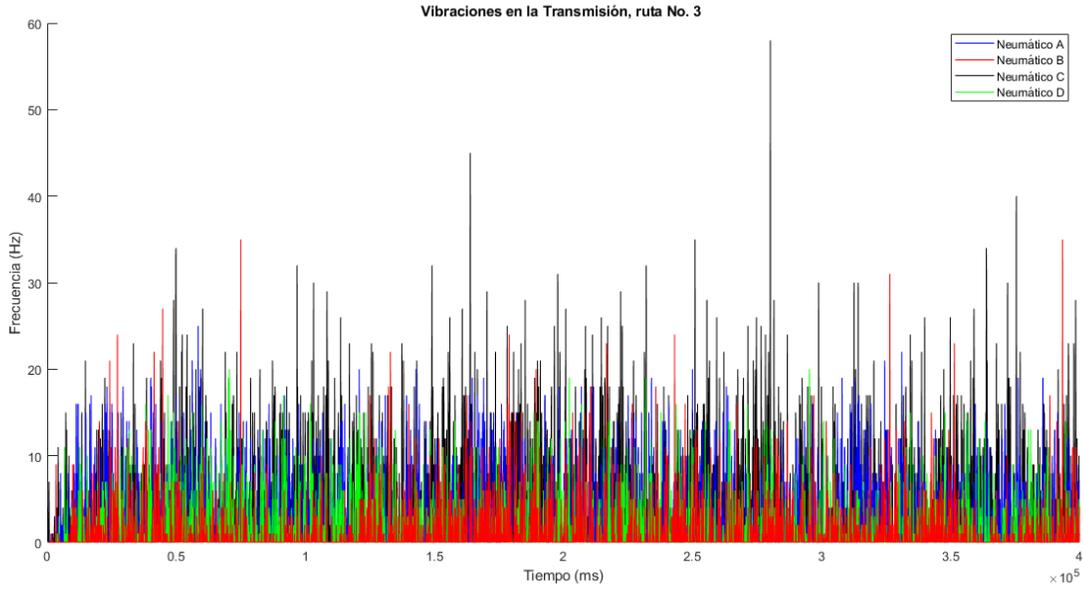
Vibraciones en el interior del habitáculo, ruta No. 3



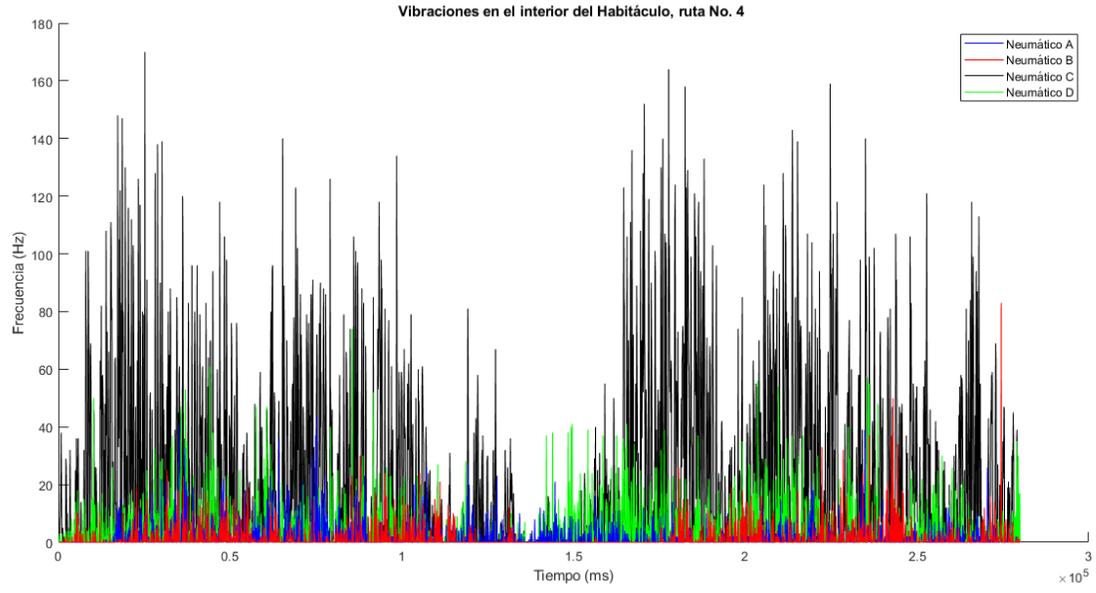
Vibraciones en el motor, ruta No.3



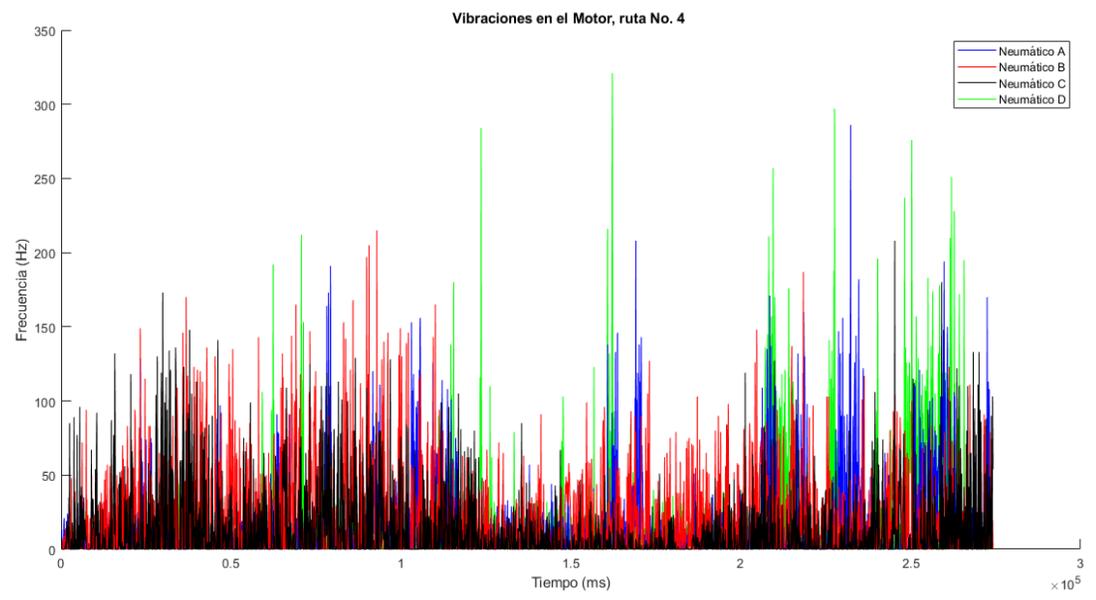
Vibraciones en la transmisión, ruta No. 3



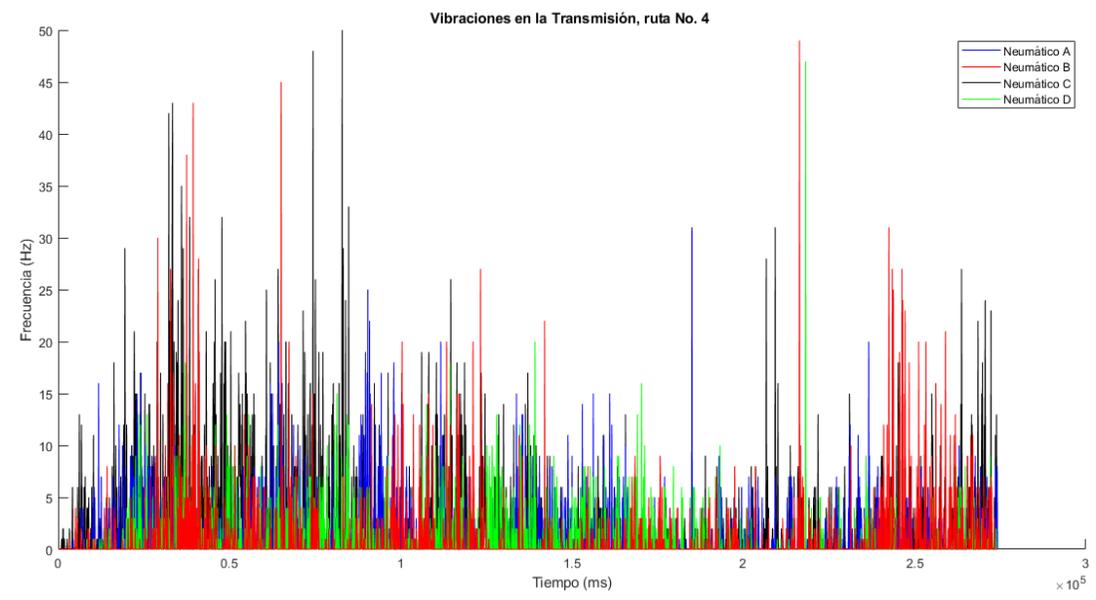
Vibraciones en el interior del habitáculo, ruta No. 4



Vibraciones en el motor, ruta No. 4

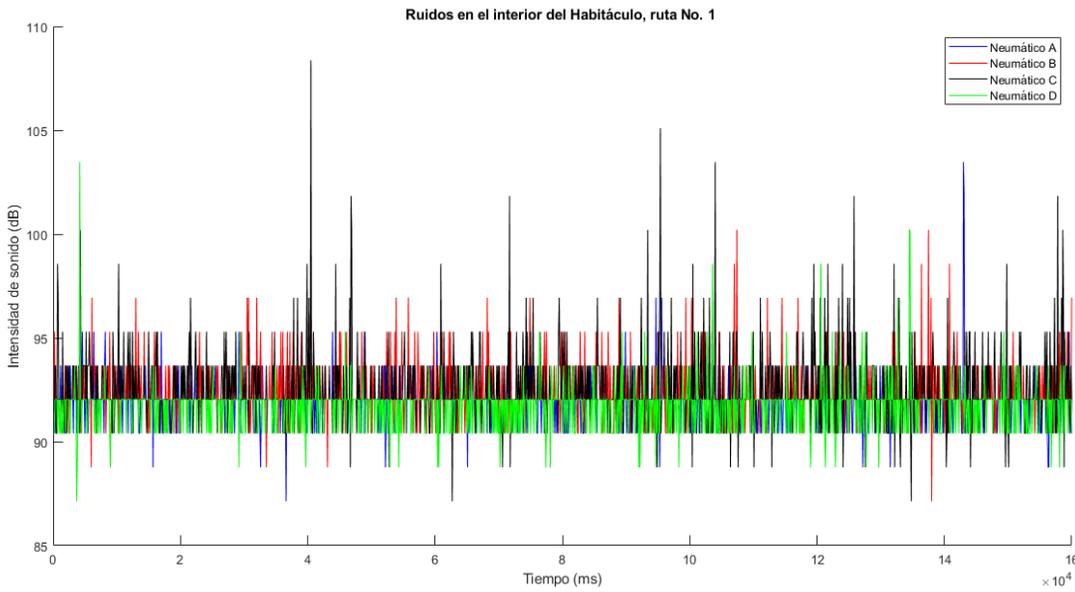


Vibraciones en la transmisión, ruta No. 4

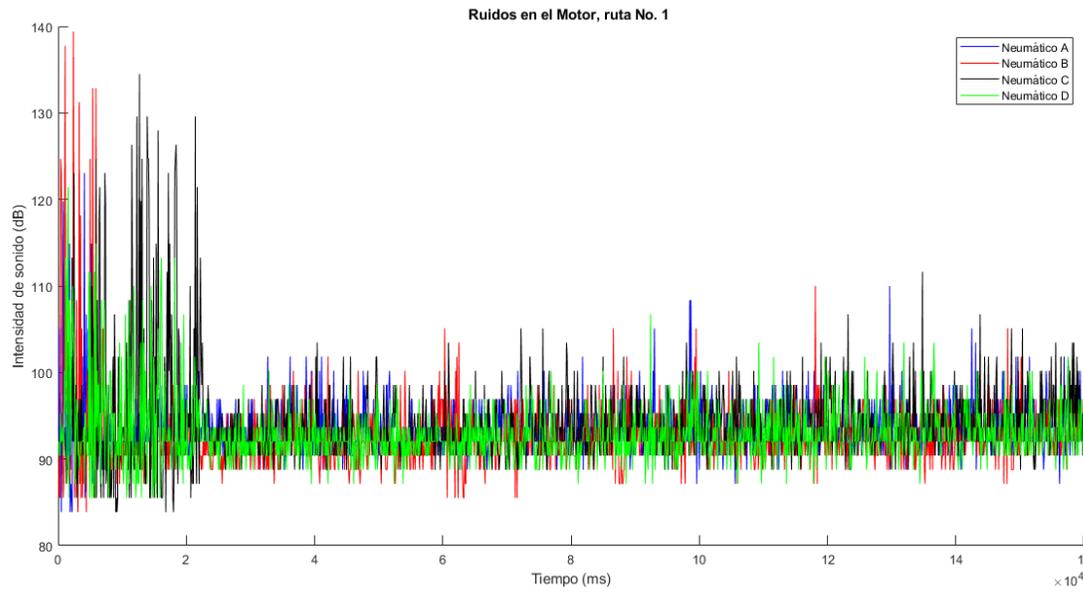


5.2. Análisis de Ruido

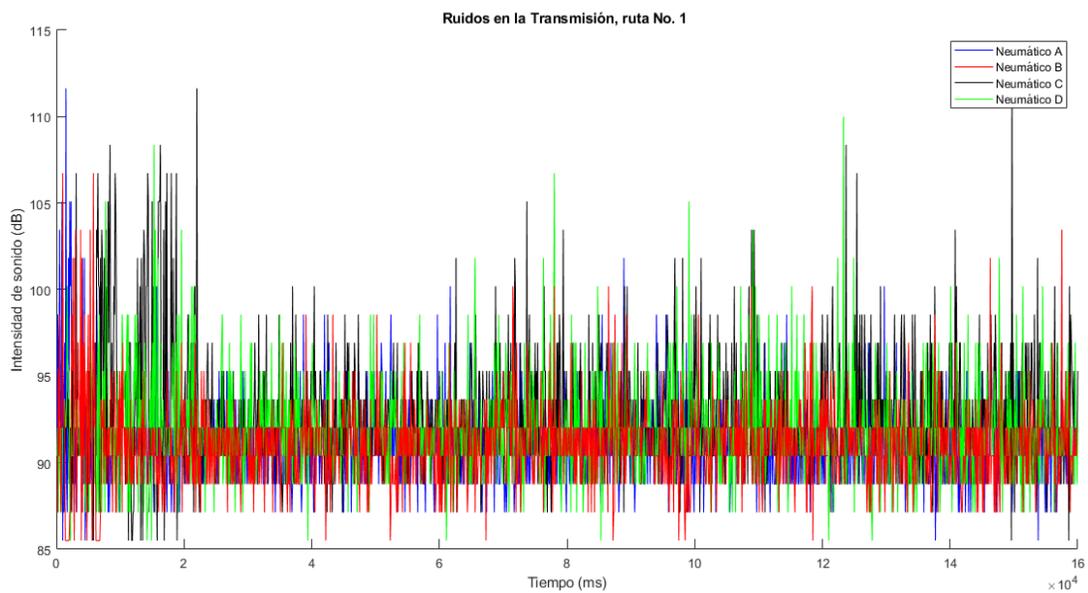
Ruidos en el interior del habitáculo, ruta No. 1



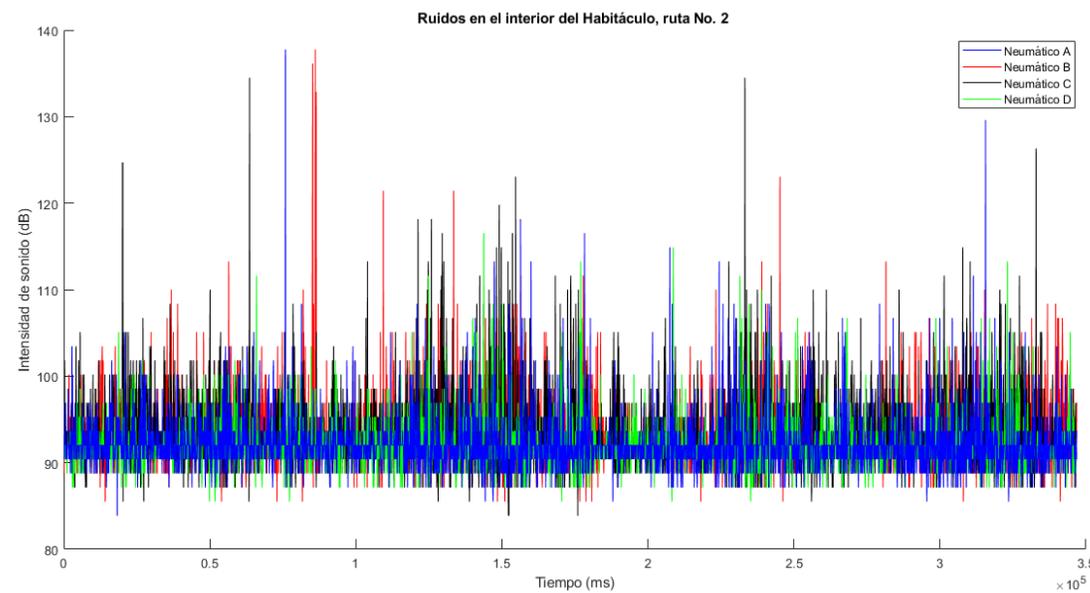
Ruidos en el motor, ruta No. 1



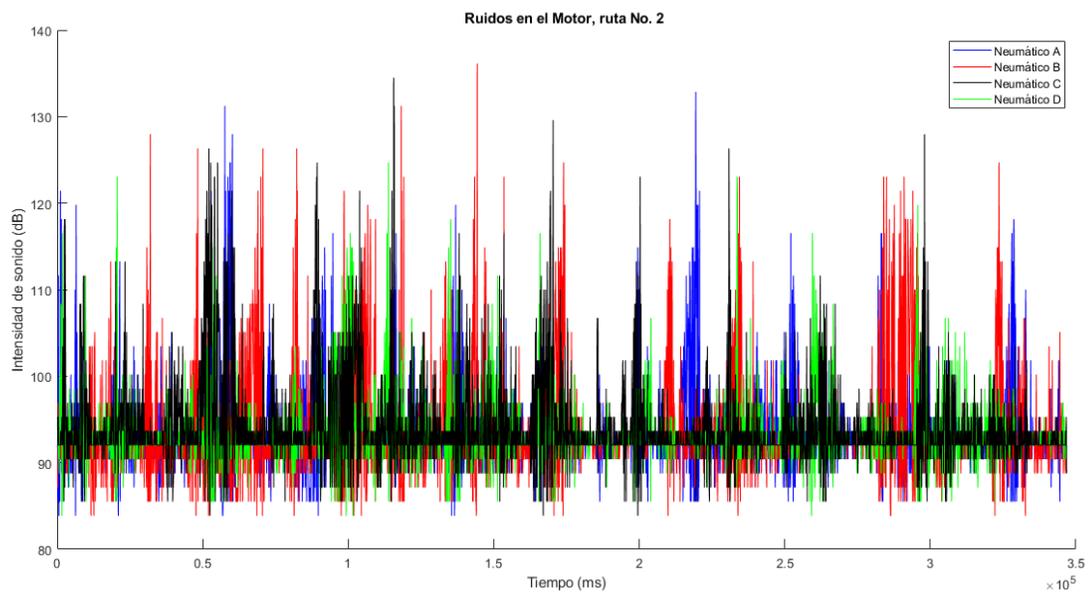
Ruidos en la transmisión, ruta No. 1



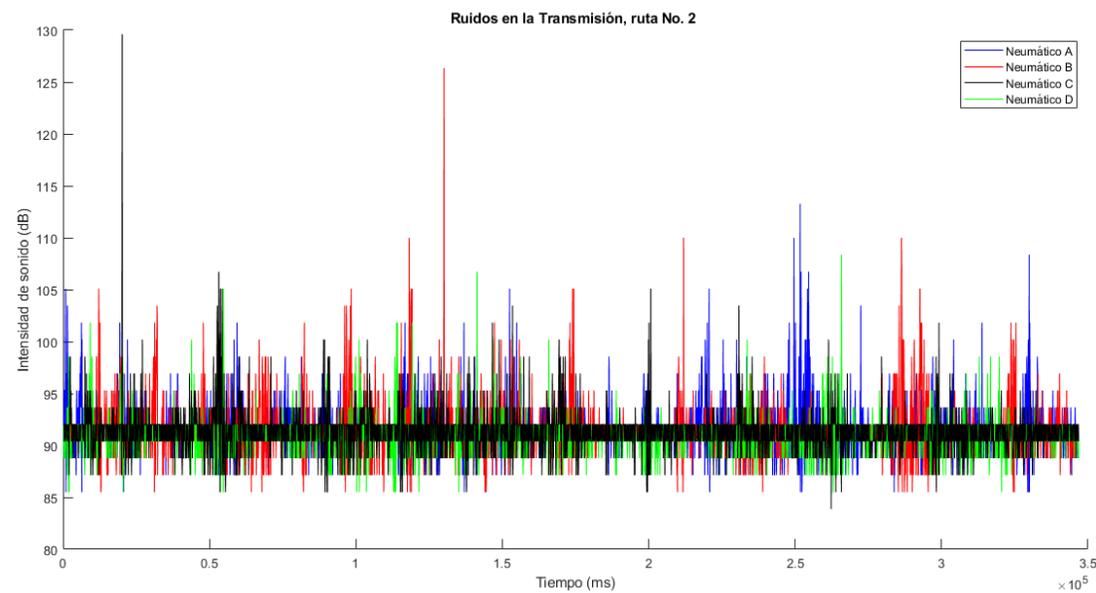
Ruidos en el interior del habitáculo, ruta No. 2



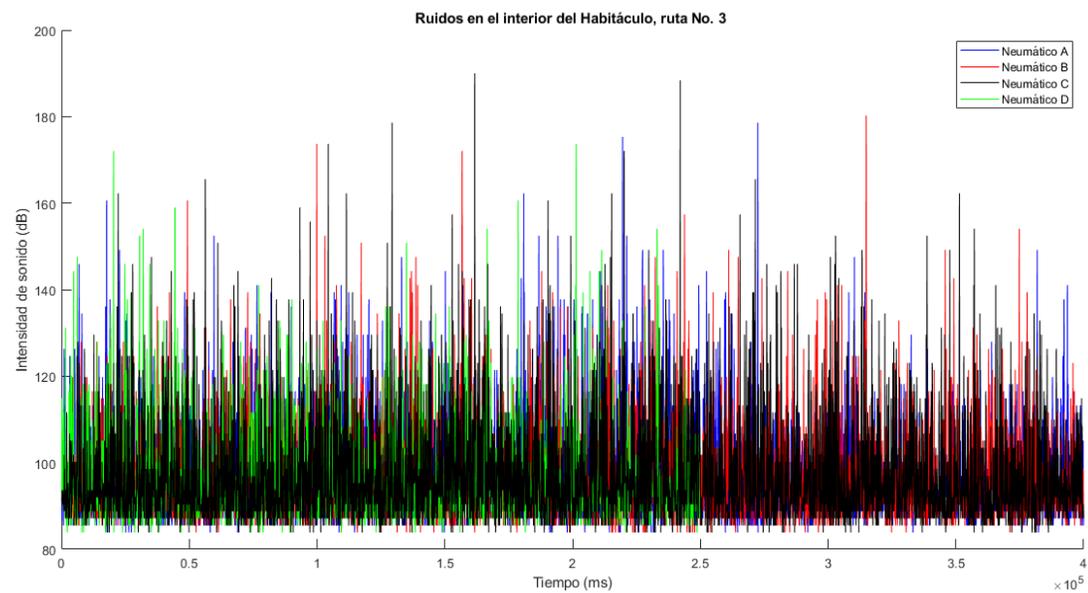
Ruidos en el motor, ruta No. 2



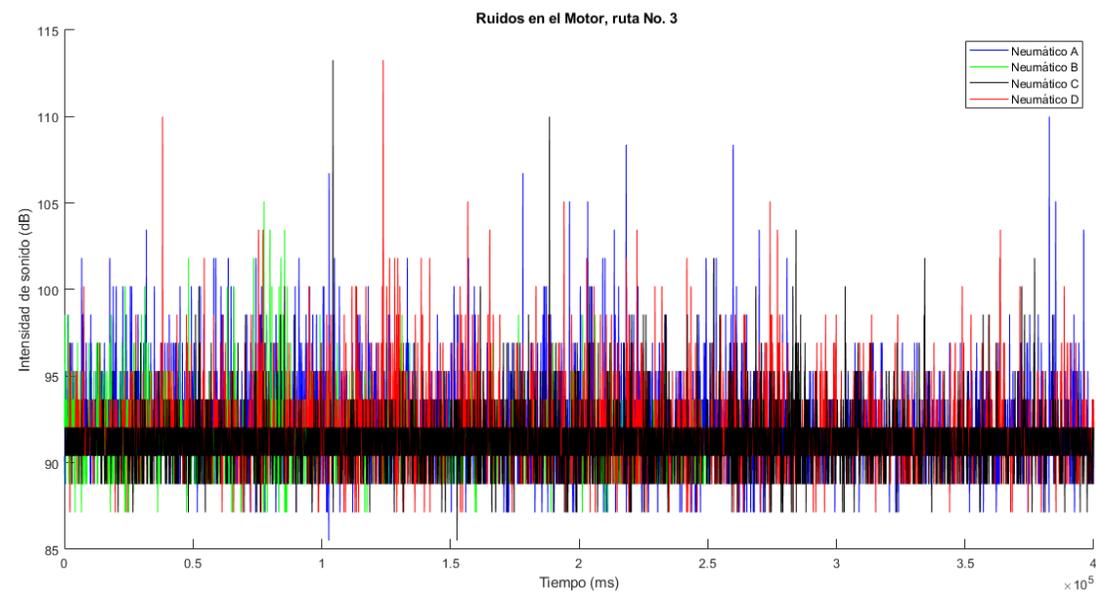
Ruidos en la transmisión, ruta No. 2



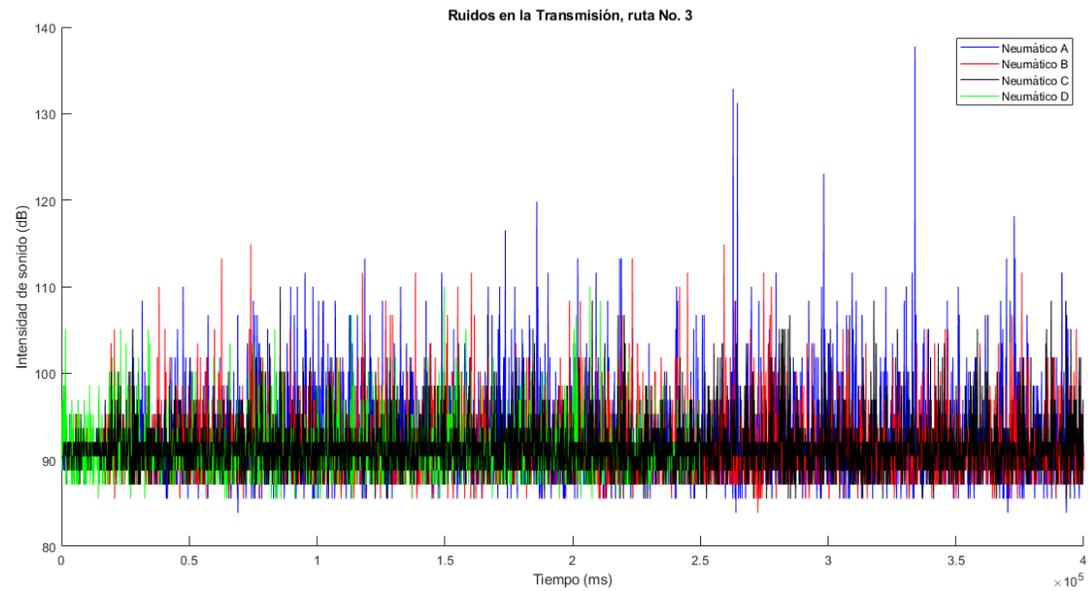
Ruidos en el interior del habitáculo, ruta No. 3



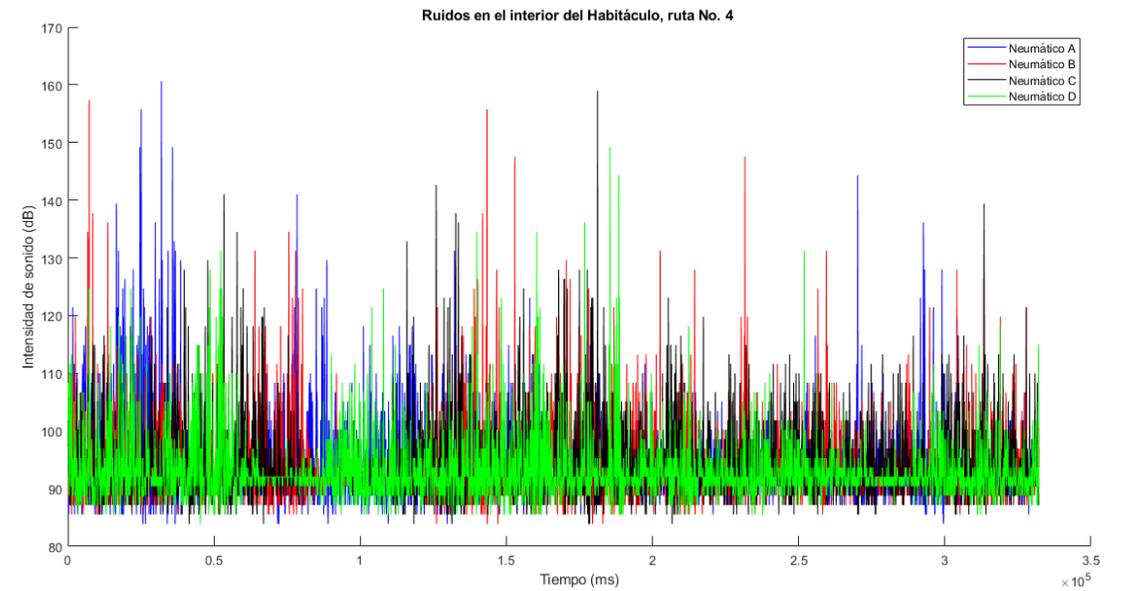
Ruidos en el motor, ruta No.3



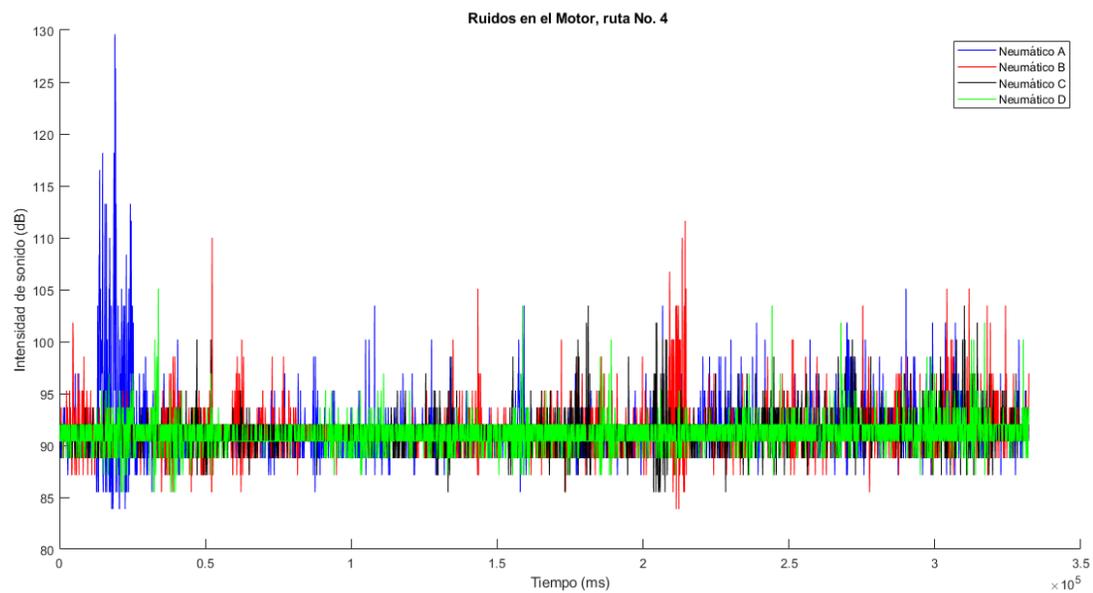
Ruidos en la transmisión, ruta No. 3



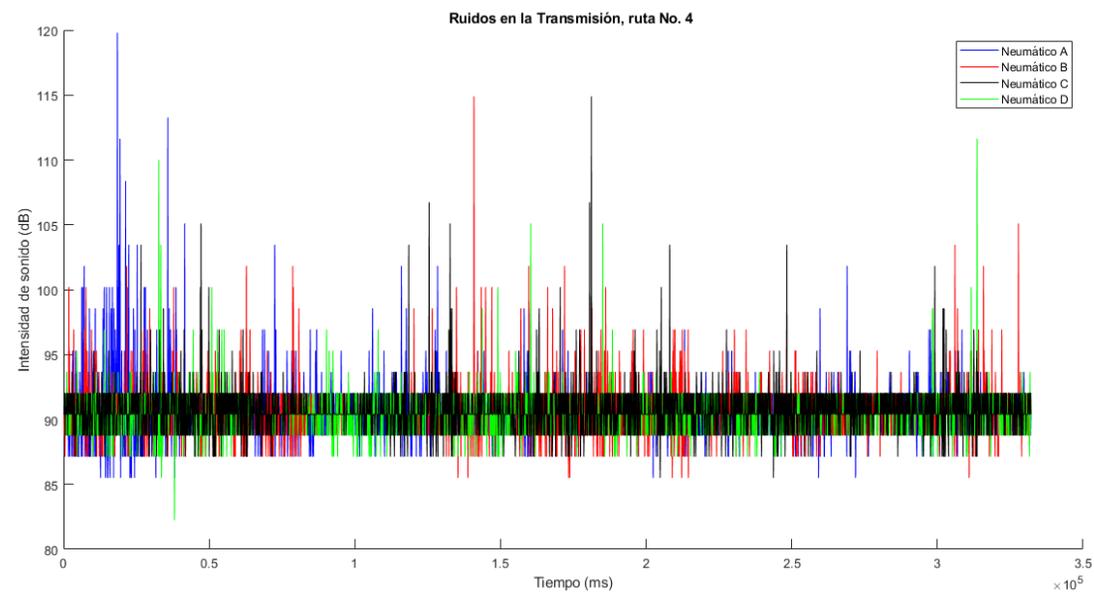
Ruidos en el interior del habitáculo, ruta No. 4



Ruidos en el motor, ruta No. 4



Ruidos en la transmisión, ruta No. 4



6. Conclusiones

- Los equipos de medición empleados como lo son el analizador de vibraciones y el sonómetro, permitieron caracterizar mediante valores de Frecuencia (Hz) e Intensidad de sonido (dB) respectivamente, los ruidos y vibraciones tanto en el interior del habitáculo como en la cadena cinemática (motor y transmisión)
- Mediante el análisis de los resultados realizado, se logró identificar las diferentes variables que afectan a la generación de ruido como lo son el aire, velocidad, factores aerodinámicos y mecánicos. En este caso dichas variables estuvieron presentes en las pruebas y mediciones realizadas, la mayoría de ellas se determinó que correspondían a ruidos parásitos de forma aerodinámica y mecánica para el interior del habitáculo y la cadena cinemática respectivamente.



- Mediante los datos obtenidos y con una correcta clasificación en base a los distintos factores que intervinieron en las pruebas tales como la velocidad del vehículo, tipo de neumático y las distintas rutas fueron claves para representar adecuadamente mediante graficas realizadas en Matlab (versión gratuita) los distintos espectros representativos de ruidos y vibraciones en la cadena cinemática y en el interior del habitáculo.
- Con los diferentes análisis realizados a las distintas graficas obtenidas, se logra evidenciar que el neumático “C” es el que mayor incidencia tiene en la generación de ruido y vibraciones en la cadena cinemática y al interior del habitáculo llegando a tener picos de 570 (Hz) y 190 (dB) para vibración y ruido respectivamente. Durante todas las pruebas en las distintas rutas en comparación con los demás neumáticos, en neumático “C” este neumático presentaba picos muy altos con mayor periodo de tiempo.



7. Recomendaciones

- Para obtener datos sin márgenes de error empleando el analizador de vibraciones y el sonómetro manufacturados en este proyecto, se recomienda mejorar la programación de dichos equipos de medición con el fin de evitar que los distintos sensores capten vibraciones y ruidos parásitos ajenos a los objetivos de este proyecto de investigación.
- Los puntos sobre los cuales estuvieron colocados los sensores de vibración y ruido fueron estratégicamente seleccionados para este proyecto de investigación, se recomienda buscar alternativas de puntos estratégicos sobre los cuales se pueda colocar dichos sensores con el fin de obtener mediciones más exactas.
- A futuras generaciones, se recomienda emplear mayor cantidad de tipos de neumáticos siendo empleados en distintas rutas de otras localidades del país.



- Dar a conocer a todas las personas interesadas en los temas tratados de este proyecto de investigación la incidencia de los tipos de neumático en la generación de ruido y vibraciones en sus vehículos.
- Se debe tomar muy en cuenta el año y modelo del vehículo empleado en la realización de este proyecto de investigación ya que el mismo no cuenta con la confortabilidad y tecnología de los vehículos actuales, por esta razón se recomienda realizar las distintas pruebas y mediciones empleando un vehículo que se encuentre considerado dentro de las normativas vigentes sobre las cuales se basaron este proyecto de investigación con el fin de obtener mejores resultados que tal vez lleguen a encontrarse dentro de los rangos permisibles.



Gracias

