



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**“ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS DE UN NEUMÁTICO
NUEVO DE COMERCIALIZACIÓN NACIONAL MEDIANTE
ENSAYOS ESTABLECIDOS EN LA NORMA NTE INEN
2097:2012”**

Trabajo de titulación

Tipo: Proyecto de investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

AUTORES:

DANIEL WLADIMIR QUISHPE TOAPANTA

BRYTON JHOAN CARLOSAMA FLORES

Riobamba - Ecuador

2021



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**“ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS DE UN NEUMÁTICO
NUEVO DE COMERCIALIZACIÓN NACIONAL MEDIANTE
ENSAYOS ESTABLECIDOS EN LA NORMA NTE INEN
2097:2012”**

Trabajo de titulación

Tipo: Proyecto de investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

AUTORES: DANIEL WLADIMIR QUISHPE TOAPANTA

BRYTON JHOAN CARLOSAMA FLORES

DIRECTOR: Ing. RODRIGO MORENO PALLARES

Riobamba – Ecuador

2021

©2021, Daniel Quishpe, Bryton Carlosama

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Nosotros, Daniel Wladimir Quishpe Toapanta y Bryton Jhoan Carlosama Flores, declaramos que el presente trabajo de titulación es de nuestra autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autores asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 13 de septiembre de 2021



Daniel Wladimir Quishpe Toapanta

050411356-4

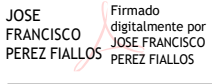

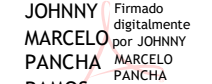


Bryton Jhoan Carlosama Flores

172541020-1

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

El Tribunal del trabajo de titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo: Proyecto de Investigación **ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS DE UN NEUMÁTICO NUEVO DE COMERCIALIZACIÓN NACIONAL MEDIANTE ENSAYOS ESTABLECIDOS EN LA NORMA NTE INEN 2097:2012**, realizado por los señores: **DANIEL WLADIMIR QUSHPE TOAPANTA y BRYTON JHOAN CARLOSAMA FLORES**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. José Francisco Pérez Fiallos PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	 JOSE FRANCISCO PEREZ FIALLOS	2021/09/13
Ing. Rodrigo Rigoberto Moreno Pallares Mgs. DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACION	 RODRIGO RIGOBERTO MORENO PALLARES	2021/09/13
Ing. Johnny Marcelo Pancha Ramos Mgs. MIEMBRO DE TRIBUNAL	 JOHNNY MARCELO PANCHA RAMOS	2021/09/13

DEDICATORIA

Dedico este trabajo con todo mi corazón a mis padres, porque este logro también es suyo, gracias a ustedes hoy estoy donde estoy, les dedico todo el esfuerzo que ha significado llegar hasta aquí, gracias a su paciencia, su amor infinito y su apoyo incondicional he llegado hasta aquí, y voy a estar agradecido toda mi vida con ustedes, con todo mi amor les digo “gracias papito y mamita”.

Bryton Carlosama

Más que una dedicatoria, le quiero dar gracias, porque a pesar de todas las cosas siempre han estado en el momento exacto para darme fuerzas para levantarme y seguir adelante, a mis padres ya que sin ellos no sería ni la mitad de lo que soy ahora, dedicarles este triunfo por que con su sabiduría me hicieron un hombre de bien, el título de mi carrera se los dedico a ellos, como no dedicar este triunfo a mi hermanos, a mis amigos, ya que siempre han sido ese apoyo para seguir adelante, palabras de ellos jamás me faltaron, ya que siempre estuvieron para mí, y dedicar a Dios, que con su iluminación me señaló el camino correcto para llegar a esta meta tan deseada.

Daniel Quishpe

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios, gracias a mis padres Patricio Carlosama y Patricia Flores por su apoyo incondicional durante toda mi vida, gracias a toda mi familia que estuvo a mi lado durante este trayecto, gracias a mis profesores que me han guiado para poder ser un buen profesional, y a mis buenos amigos que han estado siempre a mi lado.

Bryton Carlosama

Primero agradecer a Dios, ya que con su fuerza he logrado estar en este momento escribiendo estas palabras, agradecer a mis padres, Luis Quishpe, y Guadalupe Toapanta, ya que gracias ellos pude terminar con mi carrera exitosamente, siempre con su apoyo, tanto moral como económicamente, he logrado el mayor de mis deseos que es un profesional, le agradezco infinitamente, de la misma manera a mis hermanos, que con su fuerza y buenas palabras me ayudado a ser fuerte y luchar y luchar por mi título, y como no agradecer a mis amigos que durante estos 6 años han sido como una familia más, ya que siempre nos hemos ayudado mutuamente para superarnos cada día más.

Daniel Quishpe

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xv
INDICE DE ANEXOS.....	xvi
RESUMEN.....	xvii
SUMMARY	xviii
INTRODUCCIÒN.....	1

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAS	2
1.1. Justificación.....	2
1.2. Objetivos.....	3
<i>1.2.1. Objetivo general.....</i>	<i>3</i>
<i>1.2.2. Objetivos específicos</i>	<i>3</i>
1.3. Problemática	4
1.4. Hipótesis	4
1.5. Estado del arte	5
<i>1.5.1. NTE INEN 2097-2012 NEUMÁTICOS: Métodos de ensayo</i>	<i>5</i>
<i>1.5.2. Métodos de ensayo</i>	<i>5</i>
<i>1.5.2.1. Ensayo de determinaciones físicas</i>	<i>5</i>
<i>1.5.2.2. Método de ensayo de la resistencia.....</i>	<i>5</i>
<i>1.5.2.3. Método de ensayo de resistencia y penetración al neumático.....</i>	<i>6</i>
<i>1.5.2.4. Método de ensayo del rendimiento a alta velocidad</i>	<i>6</i>
<i>1.5.2.5. Método de ensayo de aguante o resistencia del neumático.....</i>	<i>6</i>
<i>1.5.3. Análisis investigativos sobre ensayos realizados dentro del laboratorio EPN.....</i>	<i>6</i>
<i>1.5.4. Aportes teóricos importantes relacionados de ensayos por velocidad.....</i>	<i>8</i>
<i>1.5.4.1. Aporte teórico sobre el ensayo por velocidad MUESTRA I</i>	<i>8</i>
<i>1.5.4.2. Resultados obtenidos con el aporte de ensayo por velocidad</i>	<i>8</i>
<i>1.5.4.3. Aporte teórico sobre el ensayo por velocidad MUESTRA II</i>	<i>10</i>
<i>1.5.4.4. Resultados obtenidos por el aporte del ensayo de velocidad</i>	<i>10</i>
<i>1.5.5. Aportes teóricos importantes relacionados de ensayos por resistencia.....</i>	<i>12</i>
<i>1.5.5.1. Aporte teórico sobre análisis del comportamiento dinámico</i>	<i>12</i>

1.5.5.2.	<i>Resultados del ensayo de resistencia</i>	12
1.5.6.	<i>Aportes similares del tema en la actualidad</i>	13
1.5.7.	<i>Análisis dinámico estructural del neumático en el asfalto/neumático</i>	13
1.5.7.1.	<i>Fenómeno de interacción de asfalto/neumático</i>	13
1.5.7.2.	<i>Modelo estructural del neumático</i>	15
1.5.7.3.	<i>Análisis modal experimental en neumáticos</i>	16
1.5.7.4.	<i>Resultados de análisis modal experimental</i>	17
1.5.8.	<i>Medición de la resistencia en función del combustible</i>	18
1.6.	MARCO TEÓRICO	18
1.6.1.	<i>Laboratorio de neumáticos</i>	18
1.6.2.	<i>Equipos para la realización de los ensayos del laboratorio</i>	19
1.6.2.1.	<i>Equipos que se utilizad en el ensayo de determinaciones físicas</i>	20
1.6.2.2.	<i>Equipos que se utilizad en el ensayo de resistencia</i>	20
1.6.2.3.	<i>Equipos que se utilizad en el ensayo de velocidad y aguante</i>	20
1.6.2.4.	<i>Equipos que se utilizad en el ensayo de penetración</i>	20
1.6.3.	<i>Origen y composición del neumático</i>	21
1.6.3.1.	<i>Capa de revestimiento interior:</i>	23
1.6.3.2.	<i>Cinturones:</i>	23
1.6.3.3.	<i>Flanco</i>	23
1.6.3.4.	<i>Banda de Rodadura</i>	23
1.6.4.	<i>Identificación de los detalles de los neumáticos</i>	24
1.6.5.	<i>Dimensiones de los neumáticos</i>	24
1.6.6.	<i>Nomenclatura</i>	25
1.6.7.	<i>Designación del tamaño del neumático</i>	26
1.6.8.	<i>Características mecánicas</i>	29
1.6.8.1.	<i>Flexión vertical</i>	29
1.6.8.2.	<i>Capacidad de carga</i>	29
1.6.8.3.	<i>Deformación elástica</i>	29
1.6.9.	<i>Características de los neumáticos</i>	30
1.6.10.	<i>Estructura del neumático</i>	30
1.6.10.1.	<i>Neumático Diagonal o Convencional</i>	30
1.6.10.2.	<i>Neumático Radial</i>	31
1.6.11.	<i>Resistencia por coeficiente en la rodadura</i>	31
1.6.12.	<i>Adherencia al suelo</i>	32
1.6.13.	<i>Aquaplaning</i>	33
1.6.14.	<i>Fuerzas en el neumático</i>	34
1.6.14.1.	<i>Fuerzas laterales</i>	35

1.6.14.2. <i>Fuerzas de reacción</i>	35
1.6.15. Consideraciones generales	35
1.6.15.1. <i>Presión de inflado</i>	36
1.6.15.2. <i>Profundidad del surco de la banda</i>	37
1.6.16. Alineación y Balanceo	37
1.6.16.1. <i>Camber</i>	38
1.6.16.2. <i>Caster</i> 39	
1.6.16.3. <i>Convergencia y Divergencia</i>	39

CAPITULO II

2. MARCO METODOLÓGICO	40
2.1. Enfoque de la investigación	40
2.2. Diseño de la investigación	41
2.2.1. Etapas y fases de la investigación	41
2.2.1.1. <i>Etapa Previa</i>	41
2.2.1.2. <i>Etapa Exploración</i>	42
2.2.1.3. <i>Etapa de proceso</i>	42
2.2.1.4. <i>Etapa Final</i>	43
2.3. Técnicas de recolección de datos	43
2.3.1. <i>Normativa vigente en Ecuador</i>	44
2.3.2. <i>Normas internacionales para neumáticos nuevos</i>	45
2.4. Instrumentos de recolección de datos	45
2.4.1. <i>Tambor dinamométrico (máquina de capacidad y velocidad)</i>	46
2.4.2. <i>Medidor de presión de neumáticos</i>	46
2.4.3. <i>Cámara termográfica</i>	47
2.4.2. <i>Sensores de seguridad</i>	48
2.4.3. <i>Sistema de control de calidad</i>	49
2.5. Procedimiento de la prueba	50
2.6. Diagrama de flujo para el inicio del ensayo	54
2.6.1. <i>Diagrama de prerequisites para comenzar el ensayo</i>	54
2.6.2. <i>Diagramas de ensayo de aguante o resistencia</i>	55
2.7. Análisis de los diagramas de flujo	56
2.7.1. <i>Diagrama muestreo</i>	56
2.7.2. <i>Diagrama inicio de ensayo</i>	56
2.8. Selección de la muestra (neumático)	57

2.9.	Variables para análisis del comportamiento dinámico	58
2.9.1.	<i>Presión de inflado</i>	58
2.9.2.	<i>Temperatura de los neumáticos</i>	58
2.9.3.	<i>Índice de Velocidad</i>	58
2.9.4.	<i>Índice de Carga</i>	58
2.10.	Presión de inflado del neumático para ejecución de pruebas	59
2.11.	Temperatura de prueba de los neumáticos	59
2.12.	Velocidad de prueba de los neumáticos	59
2.13.	Porcentajes de carga según la prueba del neumático	59
2.14.	Preparación de los neumáticos	60
2.15.	Registro de datos	61
2.16.	Análisis de variables	61
2.16.1.	<i>Porcentajes de velocidad</i>	62
2.16.2.	<i>Porcentaje de temperatura</i>	62
2.16.3.	<i>Porcentaje de presión de inflado</i>	63

CAPITULO III

3.	RESULTADOS OBTENIDOS	64
3.1.	Descripción a detalle del informe	64
3.1.1.	<i>Detalle de la identificación del neumático en el informe</i>	64
3.2.	Equipo utilizado	65
3.3.	Fundamento general del método de ensayo	66
3.3.1.	<i>Resumen de resultados</i>	67
3.4.	Resultados de los ensayos realizados periodo 2016-2020	67
3.4.1.	<i>Resultados de ensayos en neumáticos nuevos por año</i>	68
3.4.2.	<i>Análisis de cumplimiento de ensayos en año a año</i>	69
3.5.	Evaluación del estado del neumático	71
3.5.1.	<i>Temperatura del neumático durante el ensayo</i>	71
3.5.2.	<i>Presión del neumático</i>	73
3.5.3.	<i>Estado físico del neumático</i>	73
3.5.4.	<i>Tabla de datos finales</i>	73
3.6.	Tabla en magnitudes reales	73
3.7.	Análisis del resultado del ensayo	74
3.7.1.	<i>Análisis de resultados por variables</i>	75
3.7.1.1.	<i>Análisis en la inspección visual al finalizar</i>	75

3.7.1.2. <i>Análisis de la variable presión</i>	76
3.7.1.3. <i>Análisis de la temperatura durante el ensayo</i>	77
DISCUSIÓN	78
CONCLUSIONES	80
RECOMENDACIONES	82
GLOSARIO	
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Ensayos realizados en neumáticos nuevos periodo 2016-2020	7
Tabla 2-1:	Ensayos realizados en neumáticos reencauchados periodo 2016-2020	7
Tabla 3-1:	Resultados del ensayo neumáticos muestra I.....	9
Tabla 4-1:	Análisis de conformidad de ensayo de resistencia neumático	9
Tabla 5-1:	Resultados del ensayo MUESTRA II	11
Tabla 6-1:	Análisis de conformidad de ensayo de resistencia neumático	11
Tabla 7-1:	Resultados de prueba de resistencia registrados	13
Tabla 8-1:	Fenómenos de interacción Asfalto-neumático	14
Tabla 9-1:	Modelos Estructurales de neumáticos.....	16
Tabla 10-1:	Componentes de los neumáticos de pasajeros	22
Tabla 11-1:	Componentes de los neumáticos de buses	22
Tabla 12-1:	Identificación de los elementos del neumático	25
Tabla 13-1:	Nomenclatura de un neumático por numeración	26
Tabla 14-1:	Resistencia dependiendo a su coeficiente	31
Tabla 15-1:	Coefficientes de adherencia de neumáticos en carretera.....	33
Tabla 16-1:	Ejes y sus fuerzas en las coordenadas.....	34
Tabla 1-2:	Rangos de tiempo y carga para ensayo tipo III.....	43
Tabla 2-2:	Clasificación de los neumáticos	44
Tabla 3-2:	Normas relacionadas con las vigentes en Ecuador	45
Tabla 4-2:	Ficha técnica del medidor de presión.....	47
Tabla 5-2:	Ficha técnica de la cámara termográfica.....	48
Tabla 6-2:	Presión de inflado de neumáticos para pruebas	59
Tabla 7-2:	Temperatura de prueba	59
Tabla 8-2:	Velocidades de prueba.	59
Tabla 9-2:	Porcentajes de carga, tiempo y velocidad	60
Tabla 10-2:	Procedimiento para realizar la prueba de resistencia a la rodadura.	60
Tabla 11-2:	Datos extraídos del informe general	61
Tabla 12-2:	Porcentajes de carga, tiempos y velocidad del ensayo	61
Tabla 13-2:	Tipos y Niveles de variables	62
Tabla 14-2:	Valores de Tiempo, Carga y Velocidad.....	62
Tabla 15-2:	Tabla de Variables para el análisis.....	63
Tabla 1-3:	Características y condiciones del neumático	65
Tabla 2-3:	Parámetros de Ensayo.....	66

Tabla 3-3:	Resultados del ensayo de aguante	67
Tabla 4-3:	Ensayos realizados en neumáticos nuevos durante periodo 2016	67
Tabla 5-3:	Resultados de los ensayos realizados a neumáticos nuevos hasta la 2020	68
Tabla 6-3:	Cumplimiento de la norma INEN nuevos	69
Tabla 7-3:	Cumplimiento de la norma INEN reencauchados	70
Tabla 8-3:	Parámetros del neumático en el ensayo.....	73
Tabla 9-3:	Tabla transformada a porcentajes	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Evidencias visuales neumáticos muestra I	10
Figura 2-1: Evidencias visuales neumáticos	11
Figura 3-1: Mecanismos aerodinámicos de generación de ruido	14
Figura 4-1: Mecanismos amplificadores del ruido generado	15
Figura 5-1: Mecanismo de generación de ruido por el contacto banda-suelo	15
Figura 6-1: Componentes de un neumático tipo radial.	15
Figura 7-1: Disposición de elementos para el ensayo	16
Figura 8-1: Dinamómetro de elementos para el ensayo	18
Figura 9-1: Laboratorio de neumáticos de la politécnica nacional.....	19
Figura 10-1: Equipos para realizar cada uno de los ensayos.....	21
Figura 11-1: Composición del Neumático	22
Figura 12-1: Partes de un neumático.....	23
Figura 13-1: Dimensiones del neumático	24
Figura 14-1: Marcado general del neumático	25
Figura 15-1: Características mecánicas del neumático	30
Figura 16-1: Neumático Diagonal.....	31
Figura 17-1: Neumático Radial.....	31
Figura 18-1: Aquaplaning 1. Neumático; 2. Cuña de agua; 3. suelo	33
Figura 19-1: Fuerzas en el eje del neumático.....	34
Figura 20-1: Fuerza y ángulo de deriva	35
Figura 21-1: Disminución de la vida útil del neumático	36
Figura 22-1: Neumáticos con 6mm de profundidad.....	37
Figura 23-1: Neumáticos con 3mm de profundidad.....	37
Figura 24-1: Neumáticos con 1,6 mm de profundidad	37
Figura 25-1: Camber Positivo	38
Figura 26-1: Camber Negativo.....	38
Figura 27-1: Caster positivo y negativo	39
Figura 28-1: Convergencia.....	39
Figura 29-1: Divergencia	40
Figura 1-2: Tambor dinamométrico externo	46
Figura 2-2: Medidor de presión.....	46
Figura 3-2: Cámara termográfica	47

Figura 4-2: Sensores de seguridad	49
Figura 5-2: Software del sistema de ensayos	49
Figura 6-2: Muestreo de la nomenclatura	50
Figura 7-2: Enllantaje del aro en el neumático	50
Figura 8-2: Inflado a la presión de la norma.....	50
Figura 9-2: Acondicionamiento de la habitación de la prueba	51
Figura 10-2: Ubicación del neumático.....	51
Figura 11-2: Colocación del sensor de movimiento	52
Figura 12-2: Inicio del ensayo de aguante	52
Figura 13-2: Ingreso de datos al programa	52
Figura 14-2: Sistema de control de presión	53
Figura 15-2: Revisión visual del neumático	53
Figura 16-2: Diagrama de flujo inicio de la muestra	54
Figura 17-2: Diagrama ensayo aguante o resistencia	55
Figura 18-2: Neumáticos más vendido en el mercado ecuatoriano	57
Figura 1-3: Temperatura del neumático durante el ensayo.....	71
Figura 2-3: Temperatura del neumático vista lateral	71
Figura 3-3: Temperatura de rozamiento del neumático	72
Figura 4-3: Estado físico del neumático al final del ensayo	73
Figura 5-3: Inspección visual del neumático	75
Figura 6-3: Comprobación de la presión correcta.....	76
Figura 7-3: Análisis de la variable temperatura	77

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfica 1-1: Medición experimental realizada en el punto 0	17
Gráfica 2-1: Medición experimental realizada a 90°	17
Gráfica 3-1: Medición experimental realizada a 180°	17
Gráfica 4-1: Resistencia de la rodadura de neumáticos radiales y	32
Gráfica 5-1: Influencia de la presión de inflado en el consumo de combustible	36
Gráfica 1-3: Gráfica de comportamiento del neumático	66
Gráfica 2-3: Diagrama dispersión cumple-no cumple	70
Gráfica 3-3: Comportamiento del neumático durante el ensayo de Aguante	74

INDICE DE ANEXOS

ANEXO A: Inicio del ensayo de aguante

ANEXO B: Laboratorio de neumáticos, metalmecánica

ANEXO C: Acoplamiento del neumático al dinamómetro

ANEXO D: Cuerpo de válvulas del dinamómetro

ANEXO E: Máquina para el desarrollo del ensayo de resistencia

ANEXO F: Maquina para el desarrollo del ensayo de penetración

ANEXO G: Equipo para proceso de vulcanizado

ANEXO H: Neumático al finalizar ensayo

ANEXO I: Estudiantes ESPOCH

ANEXO J: Ficha técnica del neumático a utilizar

ANEXO K: Certificación de acreditación del laboratorio

ANEXO L: Proforma para inicio del ensayo POLITECNICA NACIONAL

ANEXO M: Informe al finalizar ensayo94

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación tiene como fin evaluar el comportamiento de un neumático nuevo disponible en el mercado ecuatoriano, el cual posea las siguientes características: económico y de marca poco conocida en el país. Se analizó su comportamiento y se verificó el cumplimiento de los parámetros establecidos en la norma SAE. La investigación se llevó a cabo a través de un análisis de verificación de condiciones a las cuales se sometió el neumático, este proceso se realizó en un laboratorio acreditado que se encuentra en la ciudad de Quito, el ensayo consistió en someter al neumático a una velocidad constante e ir variando las cargas aplicadas sobre este, en distintos periodos de tiempo, este proceso se realizó teniendo en cuenta los parámetros establecidos por la norma NTE INEN 2097-2012, ya que el neumático cumplió con la competencia técnica para la ejecución de los ensayos. Una vez realizados los ensayos en el laboratorio tomando en cuenta los parámetros establecidos por la norma, que son presión y el estado físico del neumático. El laboratorio entregó un informe final y así se pudo obtener resultados mediante un análisis descriptivo y cualitativo, a través de las especificaciones de la norma, se verificó si el neumático cumplió con las expectativas o fracasó durante el ensayo. Se concluye que un neumático de un valor económico y muy poco conocido es capaz de cumplir con cada uno de los ensayos establecidos en la norma, así se lo puede derivar a las entidades competentes para que hagan la respectiva certificación del neumático para su venta dentro del territorio ecuatoriano. Una parte muy importante para la realización del ensayo, fue tener en cuenta todos los parámetros que establece la norma, como también conocer la nomenclatura y saber las condiciones a las cuales el neumático trabajaría.

PALABRAS CLAVE: <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA>
<LABORATORIO DE NEUMÁTICOS> <COMPETENCIA TÉCNICA> <NORMA INEN>
<PRESIÓN>.



Firmado electrónicamente por:

**HOLGER
GERMAN RAMOS
UVIDIA**

2162-DBRA-UPT-2021

2021-11-25

SUMMARY

This research aims to evaluate the behavior of a new tire available in the Ecuadorian market, which has the following characteristics: inexpensive and little-known brand in the country. It was analyzed their development, and it was examined the compliance with the established parameters in the SAE standard. The investigation was carried out through a verification analysis of the conditions to which the tire was submitted. This process was carried out in an accredited laboratory located in Quito city. The test consisted of subjecting the tire to a constant speed and varying the loads applied on it in different periods. This process was carried out taking into account the established parameters by the NTE INEN 2097-2012 standard since the tire complies with the technical competence for the execution of the tests. Once the tests were developed in the laboratory taking into consideration the tire pressure and physical condition. The laboratory delivered a final report and thus it was possible to obtain results through descriptive and qualitative analysis. Through the specifications of the standard, it was verified whether the tire met expectations or failed during the test. It is concluded that a tire of an unwell known brand and cheap is capable of complying with each of the tests established in the standard. So it can be referred to the competent entities' certification of the tire for its sale within the Ecuadorian territory. A very important part of the test was to take into account all the parameters established by the standard, as well as to know the nomenclature, and the conditions at which the tire would work.

KEYWORDS: <ENGINEERING TECHNOLOGY AND SCIENCES> <LABORATORY OF TIRES> <TECHNICAL COMPETENCE> <INEN STANDARD> <PRESSURE>.



Firmado electrónicamente por:

**PATRICIA
PILAR MOYOTA
AMAGUAYA**

INTRODUCCIÓN

Este proyecto de investigación tiene como finalidad, determinar el desempeño correcto y el buen funcionamiento de lo que son los neumáticos nuevos, para dar un óptimo servicio al consumidor, así como fortalecer la seguridad que deben brindar y el confort, que se verá reflejado a través de los parámetros que encontramos en la norma NTE INEN 2097:2012.

Para obtener un óptimo servicio en los que son los neumático nuevos, así como en los reencauchados, se permite la guía del, INEN, nos indica que la mayoría de neumáticos y de todo tipo deben cumplir con las normativas mencionadas en la normas, lo cual permite que pasen los requerimientos de calidad, seguridad y sobre todo el confort para los automotores del país, ya que los ensayos realizados se realizan en condiciones en las cuales observamos en nuestro entorno, al ser neumáticos nuevos o reencauchados, tienden hacer sometidos a estas pruebas ya que de esta formas podrán ser aprobados para ser comercializados, estas normas corresponden a la NTE INEN 2097:2012 en donde se realizan pruebas de ensayo mediante equipos fabricados en el taller metalmecánica, estos equipos nos permiten utilizar en el laboratorio que es conjunto con la Politécnica Nacional, así verificar el desempeño correcto de los neumáticos.

La investigación por realizar tiene el fin del estudio que se pondrá en marcha para obtener un análisis que nos permitirá establecer el desempeño correcto y seguro de los neumáticos nuevos de las grandes empresas, para ser probados en las condiciones que rige nuestro país, de esa manera analizar su proceso de desempeño, y de esa formar asegurar que el uso de estos es seguro para los automotores, permitiendo guiar a las empresas sobre el desempeño de sus productos.

La compañía Erco Tires (ahora Continental Tire Andina), un de las más grandes compañías de Ecuador, la cual se dedica a la construcción de neumáticos, y siendo una llantera nacional. Las ventas de este producto sobrepasan la cantidad de 1 millos de unidades a sus distribuidores nacionales además provee de llantas a ensambladoras locales, por la cual de esta forma son sometidos a grandes pruebas a través de ensayos aplicando la norma ya mencionada, para asegurar un óptimo servicio y sobre todo calidad y seguridad.

Con el proceso de ejecución de los ensayos para determinar las propiedades de los neumáticos nos posibilita obtener un análisis, así observamos si los neumáticos cumplen con la normativa ya presentada, tanto los neumáticos nacionales como los importados tienen que consumir con las mismas prestaciones de calidad, seguridad y estabilidad, por la cual en las industriales automotrices es suma mente importante realizar este proceso, en dichas marchas de neumáticos se ha visto que no cumple esta normativa, la cual pretendemos demostrar el estudio correcto que un neumático debe tener para ser comercializado en el mercado automotriz ya que son partes esenciales de un vehículo.

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAS

1.1. Justificación

Los neumáticos son esos recursos delegados a transferir adherencia a la calzada al instante de hacer una fuerza de frenado y además transmiten el desplazamiento del automóvil. Dentro de la región nacional ecuatoriano podemos observar que existe una gama alta de neumáticos que son importados, sin embargo no hay una cantidad alta de neumáticos nacionales como son únicamente los de marca Continental y General tire (Avalos, 2016).

El país ecuatoriano tiene una de las compañías que se dedican a la construcción de neumáticos, La industria llantera nacional prevé incrementar un 30% de su producción y pasar de 2'250.000 a 2'500.000 unidades de neumáticos al año, la cual empezó la construcción de llantas hace 54 años en Cuenca a través de Erco Tires (ahora Continental Tire Andina), empresa que se mantiene como la más importante productora en el país de las marcas Continental, General Tires y Barum, es el sitio donde se fabrica el 40% de los neumáticos de los vehículos que se pueden encontrar en el territorio ecuatoriano. Las ventas de este producto sobrepasan la cantidad de 1 millos de unidades a sus distribuidores nacionales además provee de llantas a ensambladoras locales y exporta a países del área andina y a Chile (Telegrafo, 2015: 1A).

Los neumáticos, es el componente mecánico de la rueda de un vehículo, que otorga seguridad a las personas y a la carga, fabricado a base de caucho, productos químicos, hilos textiles y/o alambres y otras materias, que va montado sobre el aro, y que trabaja a presión de aire (u otros) para dar resistencia, capacidad de carga, confort y dirigibilidad, por la cual al momento de su fabricación deben tener la seguridad, para la fabricación de la misma, tiene que ser probadas, revisadas y aprobadas a través de ensayos de la normativas INEN, la cual para satisfacer su aprobación se verificara el cumplimiento de la norma INEN 2097-2012, tanto en neumáticos. Nuevos, como en rencauchados, permitiendo así, llegar a dar resultados si el producto realizado está en disposición para ser distribuido o su producto será rechazado.

Las normas lo que nos permite es obtener productos de calidad, ya que serán probadas de distintas maneras. El INEN está reconocido por la sociedad ecuatoriana como competente en la ejecución de los procesos establecidos en el Sistema Ecuatoriano de la Calidad, satisface la demanda nacional en los campos de la Normalización, Reglamentación, Metrología y Evaluación de la Conformidad, de esta manera podemos contribuir con mejorar la estabilidad, salud, y sobre todo

la seguridad del señor conductor, así como mejorar la estabilidad de nuestro alrededor y lo más importante promover de una cultura de la calidad para un mejor mundo (Ecuatoriano, 2020).

Por medio de la norma INEN 2097-2012, tenemos el objetivo de verificar que los neumáticos nuevos a utilizar cumplen con esta norma, llegando hacer diversos ensayos, para establecer su calidad, rendimiento a la penetración y resistencia a altas velocidades en el ámbito que esta nuestro estado de país, llevando a cabo la prueba como es la siguiente:

- Ensayo usado en la determinación del aguante o resistencia de neumáticos tipo III para vehículos de pasajeros y neumáticos con designación de aro 14.5 o menor.

La norma nos menciona que, para este ensayo, nuestro neumático va a ser sometido a un proceso de girar progresivamente, sobre un dinamómetro en la cual se encuentra un rueda plana y liza, que con intervalos de tiempo se aumenta la carga y tiempo, cabe mencionar que el neumático estará a una velocidad constante, es de esta manera como se puede ver las condiciones en las cuales se encuentra el neumático, evaluando también su desempeño y estabilidad. La norma nos indica los parámetros que se debe tomar, es así como la carga y la velocidad se van cambiando en diferentes intervalos, estos cambios dependerán del tipo de neumático. Al finalizar se realizará una evaluación del cumplimiento de lo establecido en la norma (INEN, 2012).

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Evaluar el desempeño de un neumático Nuevo y económico del mercado ecuatoriano sometiéndolo a ensayos de aguante y resistencia bajo los métodos establecidos por la norma NTE 2097:2012, para determinarse si este cumple con la norma además de ser realmente seguro y confiable.

1.2.2. Objetivos específicos

- Presentar todas las partes de un neumático y los materiales más utilizados mediante el uso de gráficas y referencias para su posterior análisis dentro de las pruebas a realizar.
- Analizar los ensayos requeridos para neumáticos nuevos en la Norma NTE 2097:2012, recopilando información obtenida de la página oficial del INEN (Servicio Ecuatoriano de Normalización), para determinarse la seguridad y el confort del consumidor.
- Aplicar el ensayo de resistencia y aguante para un neumático nuevo y económico disponible en el mercado ecuatoriano, basando en lo que nos menciona cada prueba en lo

que nos estable la normativa NTE 2097:2012, para así demostrar el cumplimiento o no cumplimiento de la norma.

- Analizar los resultados obtenidos de los ensayos, mediante el uso de tablas y comparativas con datos de neumáticos que están dentro de los límites aceptables establecidos por la norma NTE 2097:2012, para poder concluir si estos son realmente seguros y confiables al momento de utilizarlos en un vehículo a motor.

1.3. Problemática

Venta de neumáticos que no cumplen con los requerimientos mínimos de la norma NTE 2097-2012 para neumáticos nuevos. Los neumáticos que son distribuidos en Ecuador cuentan con normas de seguridad y certificaciones internacionales de calidad. El representante de Continental (Córdova), dice que para hacer llantas se realizan diseños diferentes y se los prueba en tests de rendimiento. “En estos ensayos se someten los neumáticos a ensayos en bandas de rodamiento. Además, se estudia el diseño y los diferentes compuestos que se van a utilizar. De esta manera permitir que los dueños de los automotores tengan un producto de calidad ya que están probadas por diferentes factores que pide la norma para su control positivo. La ciencia detrás de estos productos está enfocada en optimizar su rendimiento, la seguridad para evitar accidentes y fenómenos naturales como el aquaplaning. Pero, aunque tengamos referencia de algunas marcas comercializadas en Ecuador, existen en el mercado marcas nuevas y poco conocidas que venden sus neumáticos a precios muy económicos, de las que no se conoce aún si están dentro de los requerimientos de la norma NTE 2097:2012 vigente en Ecuador para Neumáticos nuevos.

1.4. Hipótesis

Los neumáticos de tipo III de marcas menos conocidas y sobre todos de un precio bajo, comercializadas en el mercado ecuatoriano, cumplen con lo especificado en la norma NTE 2097:2012 para neumáticos nuevos, en la que tiene relación con aguante y resistencia, si los neumáticos cumplen con la norma, tanto los neumáticos nacionales como los importados tienen que consumir con las mismas prestaciones de calidad y estabilidad, debido a que es el exclusivo productos que está en contacto directo con el área de la carretera.

1.5. Estado del arte

1.5.1. NTE INEN 2097-2012 NEUMÁTICOS: Métodos de ensayo

Para el territorio de Ecuador, tenemos a la disposición el instituto ecuatoriano el que es el encargado de la normalización INEN, se encarga de establecer los métodos, las cuales se llevará a cabo la norma vigente, esta norma tiene su fundamento en varias normativas internacionales establecidas durante todos estos años, en las cuales podemos encontrar: Equipos, métodos de ensayo y tablas con valores que indican a que presión, carga, y velocidad que debe llevar el neumático, estos datos se encuentra establecidos por la normativa INEN NTE 2097-2021.

El propósito de los ensayos es fundamentalmente para poder observar las condiciones y sobre todo características en la cuales se encuentran los neumático, en este caso tanto nuevos como neumáticos reencauchados, serán sometidos a un proceso, y de esta manera se obtendrá una evaluación de las condiciones en que tiene el producto, también fortalecer la seguridad del conductor con un producto de calidad y sobre todo de confort, estos neumáticos tienen que cumplir ensayos, de esa manera serán aceptados o rechazados, cabe recalcar que el laboratorio de neumático no entrega un certificado de aprobación, solo entrega un informe de las condiciones del neumático al final del ensayo, después de obtener dichos datos estos son enviados al cliente que en este caso son los distribuidores de los neumáticos dentro del país, para su posterior presentación a la entidad pertinente.

1.5.2. Métodos de ensayo

Los ensayos, para determinar las condiciones y características de los neumáticos son los siguientes, tomando en cuenta que se tiene que basar en la normativa INEN 2097:2012.

1.5.2.1. Ensayo de determinaciones físicas

Se basa en la medición del ancho y el diámetro totales, a partir de estas mediciones se obtiene el tamaño del neumático, todo bajo condiciones de ambiente controladas exteriormente, para comprobar el cumplimiento de lo establecido en la norma de acuerdo con el uso al que está destinado el neumático (INEN, 2012).

1.5.2.2. Método de ensayo de la resistencia

Se aplica a neumáticos tipo Tubeless, es decir sin tubo o cámara de aire, se mide la fuerza requerida para separar la pestaña del aro, bajo condiciones ambientales normales, con el objetivo

de comprobar la hermeticidad que existe entre el aro y el neumático, según lo establecido en la norma (INEN, 2012).

1.5.2.3. Método de ensayo de resistencia y penetración al neumático

En la norma INEN, nos menciona que, para la ejecución de este ensayo, conlleva un proceso en la cual, con ayuda de un accesorio en forma de cilindro de forma puntiaguda en su parte final, se aplicara la fuerza debida que se observa en la norma, que será dirigida a la banda del neumático, así de esta formar se puede analizar la resistencia como la energía que debe cumplir dicho neumático, así mismo como analizar que cumpla con los datos de la normativa (INEN, 2012).

1.5.2.4. Método de ensayo del rendimiento a alta velocidad

Al analizar la normativa, nos menciona que, para este ensayo, se lo realiza a través de un proceso, en la cual el neumático será sometido a giros sobre una rueda de un dinamómetro, este dinamómetro será sometido a diferentes velocidades, ya que la carga será constante para este ensayo, sus tiempos irán en intervalos cortos, y se medirá tiempos, cargas, y presión dependiendo a la norma y al tipo de neumático que se esté trabajando, se controlara la temperatura de la habitación donde se encuentra el neumático, a través de un interfaz en el exterior, al finalizar se evalúa que las condiciones en las que se muestran sean las misas que nos menciona la norma ver el cumplimiento de la misma (INEN, 2012).

1.5.2.5. Método de ensayo de aguante o resistencia del neumático

Al igual que el método anterior, la norma nos menciona que el ensayo de aguante se realiza de la misma manera que el ensayo de velocidad, la diferencia que es al neumático se le someterá a una velocidad contante, y sus valores de carga se irán cambiando a medida que la rueda del dinamómetro va variando su tiempo, es decir que en intervalo se variara la carga, de la misma manera su temperatura es controlada desde el exterior, de esta manera se puede evaluar sus características, confiabilidad, y seguridad de neumático, al terminar el ensayo, se debe verificar que cumpla con lo establecido en la norma vigente que se está utilizando (INEN, 2012).

1.5.3. Análisis investigativos sobre ensayos realizados dentro del laboratorio EPN

El laboratorio de neumáticos ubicados en San Bartolo perteneciente a Quito, la cual pertenece a la POLITECNICA NACIONAL, durante varios años se ha ido realizando diferentes ensayos para determinar las características, las cualidades, así como ver la calidad y la seguridad de nos brinda

el neumático. El laboratorio, conjuntos con la norma INEN 2097:2012, trabajan desde el año 2014, año en la cual fue obtenido la normalización, pero cabe recalcar que los procesos de ensayos iniciaron partir del año 2016. En la tabla 1-1 podemos observar la cantidad de ensayos realizados durante el periodo del año 2016 hasta el 2020, realizando ensayos encontrados en la norma, la cuales fueron analizados por ensayos, por ejemplo, de penetración, aguante o resistencia (Ing. Alex Nuñez Moscoso, 2020).

Tabla 1-1: Ensayos realizados en neumáticos nuevos periodo 2016-2020

ENSAYOS REALIZADOS PERIODO 2016-2020 EN NEUMÁTICOS NUEVOS						
Años	Número de ensayos	Penetración	Aguante o resistencia	Velocidad	Cumplimiento de la norma	
					Cumple	No cumple
2016	4	2	2		2	2
2017	10	5	4	1	10	0
2018	4	2	1	1	4	0
2019	Se termina la designación, cumple acreditación febrero 2020					
2020	16	8	8		14	2

Fuente: (Ing. Alex Nuñez Moscoso, 2020)

Realizado por: Carlosama B., Quishpe D. 2021

Dentro de la tabla 2-1 podemos apreciar los datos correspondientes a la cantidad de neumáticos reencauchados, a las cuales se realizó los ensayos en el periodo ya mencionado en la tabla anterior, de la misma manera se realizó ensayos de penetración, aguante o resistencia y velocidad, estos ensayos han dado como resultados, que existe neumáticos que no son aprobados por la norma, ya que no todos fueron ensayos aprobados, a diferencia de los neumáticos nuevos, existe una gran cantidad de los reencauchados que no cumplieron (Ing. Alex Nuñez Moscoso, 2020).

Tabla 2-1: Ensayos realizados en neumáticos reencauchados periodo 2016-2020

ENSAYOS REALIZADOS PERIODO 2016-2020 EN NEUMÁTICOS REENCAUCHADOS						
Años	Número de ensayos	Penetración	Aguanta resistencia	Velocidad	Cumplimiento de la norma	
					Cumple	No cumple
2016	34	10	13	11	21	13
2017	18	8	4	6	12	6
2018	42	22	20	1	31	11
2019	Se termina la designación, cumple acreditación febrero 2020					
2020	16	10	6		13	3

Fuente: (Ing. Alex Nuñez Moscoso, 2020)

Realizado por: Carlosama B., Quishpe D. 2021

En el año 2019 no se realizó ensayos, motivo de que en ese año se terminó la designación, en ese proceso se puede funcionar, pero no es apto como para dar una acreditación, es por la cual que, en el año del 2020 del mes de febrero, se asigna la acreditación, la cual se logra entregar datos más formales y de mayor precisión (Ing. Alex Nuñez Moscoso, 2020).

1.5.4. Aportes teóricos importantes relacionados de ensayos por velocidad

En los aportes importantes encontrados, se llevó a cabo un análisis de como fue el proceso de los ensayos que se ha venido realizando durante el tiempo, la cual nos permite tener claro la manera correcta de como evaluar y verificar que cumpla con la normativa ya mencionada, ya que son varios los análisis encontrados, hemos estudiado los más importantes para reflejar como ha sido el proceso para se ha llevado a cabo por los investigadores a concluir sus trabajos, en esto aportes los ensayos son los más importantes, ya que a través de ellos podemos dar resultados y conclusiones en función de cómo está un neumático nuevo, y lo más importante verificar si puede soportar las condiciones en las cuales encontramos en nuestro país.

1.5.4.1. Aporte teórico sobre el ensayo por velocidad MUESTRA I

En 2016 se realizó un estudio por parte de estudiantes de la UIDE (Universidad Internacional del Ecuador), donde evaluó el cumplimiento de lo que nos menciona la norma INEN 2097-2012 en neumáticos nacionales e importados tipo II, la cual será muestra I (Avalos, 2016 págs. 99,100).

- **Ensayo:** El ensayo de velocidad, como ya se mencionó en los puntos anteriores se trata del proceso de hacer girar el neumático, a través de una rueda de un dinamómetro que con ayuda de sus válvulas y motor eléctrico se puede variar tanta la cargas como la velocidad, se variara por intervalos de tiempo, tal y como nos menciona la norma, los cambios serán en varias combinaciones en este caso será con una carga contante y cambio de rapidez dependiendo al neumático, al finalizar se evalúa las condiciones de como salió al terminar y ver que cumpla con cada uno de los parámetros de la norma vigente (Avalos, 2016 págs. 99,100).

1.5.4.2. Resultados obtenidos con el aporte de ensayo por velocidad

- **Resultados obtenidos:** Para este ensayo, fue suspendido a los poco minutos de comenzar con las pruebas, según lo analizados, la aplicando la normar y el informe correspondiente, nos indica que el neumática muestra I, no cumple con los estándares que nos menciona la norma que se aplicó, para comenzar con el ensayo, se aplicó las condiciones de la

norma, a la cual solo duró un tiempo promedio a 30 minutos, llegando tan solo a una velocidad de 139.97 Km/h, de la misma manera la presión disminuyó a la establecida y la cual se midió y tuvo pérdidas de presión. Para un tiempo teórico, el neumático duro 30 minutos, después de este tiempo sufrió un cambio en su banda de rodadura, ya que hubo un desprendimiento por lo cual no se continuó con el ensayo.

Tabla 3-1: Resultados del ensayo neumáticos muestra I

Carga %	Carga aplicada (Kg)	Velocidad teórica (Km/h)	Velocidad real (km/h)	Tiempo Teórico (min)	Tiempo Real (min)
85	586.50	80	79.20	120	121'47"
85	586.50	140	139.907	30	37'10"
85	586.50	150		30	-
85	586.50	160		30	-
Tiempo de reposo mínimo (15 a 25 min)		25 min	Presión de ensayo final (no menor a 95%)		0 psi
No cumple sus etapas por inconsistencias. No se toma la medida de presión exacta.					

Fuente: (Avalos, 2016 pág. 100)

Realizado por: (Avalos, 2016)

Según el análisis realizado por los autores de la investigación se puede apreciar que los neumáticos evaluados no cumplen con el objetivo de la confiabilidad y de calidad que nos menciona la norma "NTE INEN 2097-2012", lo que nos indica que no son realmente aptas para circular en el territorio ecuatoriano (Avalos, 2016 pág. 101).

Tabla 3-1: Análisis de conformidad de ensayo de resistencia neumático

Rendimiento de alta velocidad	Aceptación	Rechazo	Observaciones
a.1) Para neumáticos radiales tipo II, la presión del neumático medida el intervalo que se encuentre entre 15 y 25 minutos, luego de realizarlo girar el tiempo mencionado, no debería ser menor al 95 % de la presión inicial (INEN, 2012)	Aceptado	Valor >51 Psi Valor medido 0 Psi	El neumático falló en los valores de presión que se puede observar en el literal a.1)
a.3) el neumático no debe presentar evidencias visuales de separaciones de la banda de rodamiento, cara lateral, pliegos, cuerdas, forro interno, debe estar similar a como entro a la habitación del ensayo (INEN, 2012).	Aceptado	Se encontró despliegues de la banda de rodadura	Al presentar despliegues el neumático queda rechazado según indica el literal a.3)

Fuente: (Avalos, 2016 pág. 101)

Realizado por: Carlosama B., Quishpe D. 2021

- **Resultados gráficos**

El Neumático sometido a los ensayos no pudo seguir completando todo el proceso establecido por la normativa "NTE INEN 2097-2012" ya que sufrió separación en su banda de rodadura.



Figura 1-1: Evidencias visuales neumáticos muestra I

Realizado por: (Avalos, 2016 pág. 103)

La norma nos menciona en función a la normativa NTE INEN 2099, la cuales es aprobación o rechazo, si el neumático no cumple con lo predeterminado en la norma se procederá al demuestre, o sea que se ofrece otra prueba de ensayo de una totalmente nueva muestra, así se procede a la revisión de los parámetros al finalizar las pruebas logradas con los informes hechos, no obstante, el fin del análisis es el de equipar las muestras nacionales con las importadas. En la cual falla su banda de rodadura, así como la disminución de presión al no llegar a mantener el valor inicial del 95%, por lo que se marca que ha fallado con respecto a la norma (Avalos, 2016 págs. 99,100).

1.5.4.3. *Aporte teórico sobre el ensayo por velocidad MUESTRA II*

- **Ensayo:** Al igual que el ensayo anterior, se trata del proceso de hacer girar el neumático, a través de una rueda de un dinamómetro, se variara por intervalos de tiempo los parámetros a utilizar, tal y como nos menciona la norma, los cambios serán en varias combinaciones en este caso será con una carga contante y cambio de rapidez dependiendo al neumático, al finalizar se evalúa las condiciones de como salió al terminar y ver que cumpla con cada uno de los parámetros de la norma vigente (Avalos, 2016 págs. 99,100).

1.5.4.4. *Resultados obtenidos por el aporte del ensayo de velocidad*

- **Resultados obtenidos:** Con relación del resultado logrado con el neumático de *MUESTRA I*, este neumático no tuvo ninguna complicación en los ensayos asignados en la normativa NTE INEN 2097-2012, su proceso aprobó con los intervalos de tiempo de velocidad predeterminados y se logró verificar la misma presión medida al inicio, no hubo cambios de la banda como en el neumático de muestra I, solo se apreció pequeñas manchas de contacto (Avalos, 2016 págs. 99,100).

Tabla 4-1: Resultados del ensayo MUESTRA II

Carga %	Carga aplicada (Kg)	Velocidad teórica (Km/h)	Velocidad real (km/h)	Tiempo Teórico (min)	Tiempo Real (min)
85	586.50	80	79.20	120	122'10"
85	586.50	140	139.822	30	34'
85	586.50	150	149.705	30	32'26"
85	586.50	160	160.063	30	32'33"
Tiempo de reposo mínimo (15 a 25 min)		25 min	Presión de ensayo final (no menor a 95%)		48 psi
El neumático presenta agrietamientos considerables en la banda de rodadura.					

Fuente: (Avalos, 2016 pág. 106) (Metalmecánica San Bartolo, 2016)

Realizado por: Carlosama B., Quishpe D. 2021

Para la determinación de su conformidad, procedemos a la revisión visual, en la cual se observa que el neumático sufrió pequeños agrietamientos en la banda, aun si, su calidad y en revisión a la norma no indica que paso el ensayo como se ve en la tabla 6-1 (Avalos, 2016 pág. 106).

Tabla 5-1: Análisis de conformidad de ensayo de resistencia neumático MUESTRA II

Rendimiento de alta velocidad	Aceptación	Rechazo	Observaciones
a.1) Para neumáticos radiales tipo II, la presión del neumático medida el intervalo que se encuentre entre 15 y 25 minutos, luego de realizarlo girar el tiempo mencionado, no debería ser menor al 95 % de la presión inicial (INEN, 2012)	Valor de presión inicial >41Psi Valor medido 48 Psi	NO	Ninguna
a.3) el neumático no debe presentar evidencias visuales de separaciones de la banda de rodamiento, cara lateral, pliegos, cuerdas, forro interno, debe estar similar a como entro a la habitación del ensayo (INEN, 2012).	No presenta ningún cambio en su banda	NO	Ninguna

Fuente: (Avalos, 2016 pág. 106).

Realizado por: Carlosama B., Quishpe D. 2021

- **Resultados gráficos**

El neumático cumple con todo lo que nos establece la norma NTE INEN 2097-2012 y 2099.

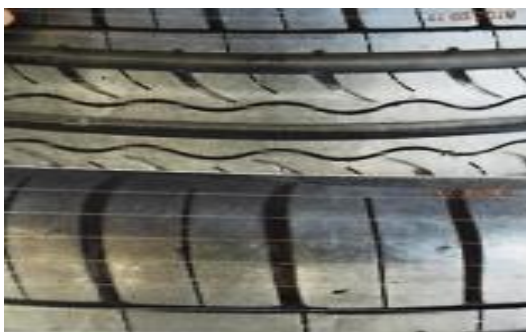


Figura 2-1: Evidencias visuales neumáticos

Realizado por: (Avalos, 2016 pág. 108)

1.5.5. Aportes teóricos importantes relacionados de ensayos por resistencia

En los aportes importantes relacionados a nuestro tema de investigación, se analizó los siguientes ensayo realizado por investigadores, la cual se logró fomentar la información para analizar y comparar con los resultados de nuestra investigación, logrando encontrar gran información que nos ayuda en gran profundidad para analizar mejor los resultados obtenido en nuestro proyecto ya mencionado y sobre todo a darnos cuenta de que existe una gran variedad de ensayos, como por ejemplo los encontrados de análisis dinámicos, entre otros.

1.5.5.1. Aporte teórico sobre análisis del comportamiento dinámico

En 2017 se realizó el análisis por parte de estudiantes de la Escuela Politécnica Nacional, donde se puede observar un análisis sobre las comparaciones de cómo se comporta los neumáticos dinámicamente para los neumáticos que son de R15 (Nuñez, 2017).

- **Ensayo:** Al igual que los anteriores ensayos, son realizados a través o basando en la norma ya menciona con anterioridad, la cual nos ayuda a ver las cualidades, características y como no la calidad del neumático, ya que serán sometidas a varias pruebas, serán aplicadas a diferentes parámetros que no estable la normativa (Nuñez, 2017).

En este ensayo, al igual que los anteriores, se procede a utilizar el dinamómetro que tiene una rueda que permite hacer giros, conforme la rueda se acerca al neumático, va girando y con ayuda de un motor eléctrico, se puede variar la carga, estos cambios serán en intervalos de tiempo, y dependerá a lo que nos menciona la norma, con una velocidad constante (INEN, 2012).

1.5.5.2. Resultados del ensayo de resistencia

- **Resultados obtenidos:** al culminar el proceso del ensayo de resistencia, se evalúa el cumplimiento de la norma, así como hacer una inspección visual de todo el neumático, la cual se observa el cumplimiento de todos los parámetros establecidos, ya que cumplió con las variables de carga, presión, un dato importante es que la cara no debe disminuir, lo que en este caso no ocurrió, de la misma manera en la banda del neumático no hubo cambio más que solo unas pequeñas manchas por su contacto, al analizar estos cambios se puede mencionar que el neumático si cumplió con la norma NTE INEN 2097-2012.

Tabla 6-1: Resultados de prueba de resistencia registrados

Carga %	Carga aplicada (Kg)	Velocidad teórica (Km/h)	Velocidad real (km/h)	Tiempo Teórico (min)	Tiempo Real (min)
66	2343	64	63.91	420	420'10"
84	2982	64	64.32	960	960'06"
101	3586	64	64.22	1440	1439'44"
Tiempo de reposo mínimo (15 a 25 min)		25 min	Presión final (no menor a 95%)		132 psi 910KPa
cumple sus etapas, por lo que es aprobado					

Fuente: (Nuñez, 2017)

Realizado por: Carlosama B., Quishpe D. 2021

1.5.6. Aportes similares del tema en la actualidad

Dentro del tema de los neumáticos, existen grandes innovaciones, las cuales día a día se van dando nuevas investigaciones sobre el cambio o fenómeno que ocurre en los neumáticos, así como también el contacto directo del área de este. y un tema muy importante es los procesos o cambios que tiene en su composición, desgaste y temperatura, a más de un investigador se han dado a investigar estos temas, recolectando información digna y apropiada para dar a entender mejor el tema en relación con investigaciones similares, las encontradas son las siguientes:

1.5.7. Análisis dinámico estructural del neumático en el asfalto/neumático

Los ruidos que se genera el contacto del neumático con la superficie del asfaltado son considerados como un contaminante acústico, ya que este tiene incidencias negativas en la salud de los humanos, en gran porcentaje esto sucede en las zonas altamente pobladas. Cuando el vehículo supera las velocidades de 50km/h, es cuando más se produce los ruidos por el roce entre neumático y asfalto, es por esto por lo que cada vez se fortalecen más las normas que permiten cierto nivel de emisión de ruido de los neumáticos ya que están en contacto directo con el suelo, y uno de los mecanismos que más genera ruidos es el vibracional (Elio Pederneraa, 2016).

1.5.7.1. Fenómeno de interacción de asfalto/neumático

Sandberg y Ejsmont realizaron un compilado de referencias sobre la generación de ruido en la interacción del neumático con el asfalto, dividiéndolo en los siguientes grupos:

Tabla 7-1: Fenómenos de interacción Asfalto-neumático

Fenómenos de interacción asfalto-neumático	
TIPO	CAUSA
Aerodinámico	<ul style="list-style-type: none"> - Compresión y bombeo de aire (el cual es similar al sonido creado por las -manos aplaudiendo) - Al igual que en los instrumentos musicales el contacto del neumático con el suelo genera resonancias, similares también a las producidas cuando se sopla a través de una botella abierta (Elio Pederneraa, 2016), (Sandberg, 2002).
Amplificación o Reducción	<ul style="list-style-type: none"> - Efecto corneto (“horn effect”) funciona como un amplificador de cualquier sonido cerca de la garganta de ésta. - Resonancia de carcasa de éste la cual incluye ondas vibracionales que se propagan por su banda de rodamiento como en las paredes laterales - Resonancia de cavidad, en determinadas frecuencias asociadas con la frecuencia natural del recinto toroidal dentro del neumático, el aire dentro de éste entrará en resonancia. - Efectos de impedancia mecánica, dependiendo la rigidez del suelo se producirá una amplificación o reducción del ruido (Elio Pederneraa, 2016), (Sandberg, 2002).
Vibracional	<ul style="list-style-type: none"> - Mecanismo de impacto banda de rodadura/suelo que generan la mayoría de las vibraciones radiales y se transmiten a toda la carcasa de éste, entre ellas poseemos el efecto de la banda, efecto del asfalto y deformación del neumático. - Mecanismo de integración de la banda de rodamiento al suelo, el cual genera la mayoría de las vibraciones tangenciales, entre ellos tenemos el efecto de oscilación por relajación (slip-stick) y onda por adhesión (stick-snap).

Fuente: (Elio Pederneraa, 2016), (Sandberg, 2002)

Realizado por: Carlosama B., Quishpe D. 2021

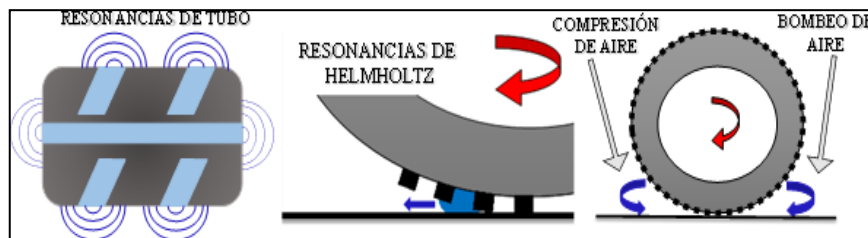


Figura 3-1: Mecanismos aerodinámicos de generación de ruido

Fuente: (Elio Pederneraa, 2016), (Sandberg, 2002)

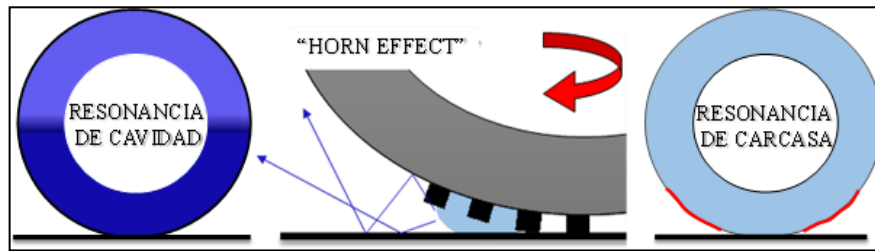


Figura 4-1: Mecanismos amplificadores del ruido generado

Realizado por: (Elio Pederneraa, 2016), (Sandberg, 2002)

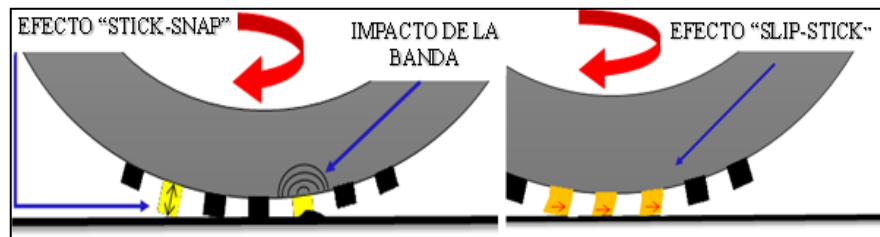


Figura 5-1: Mecanismo de generación de ruido por el contacto banda-suelo.

Realizado por: (Elio Pederneraa, 2016), (Sandberg, 2002)

1.5.7.2. Modelo estructural del neumático

Los ruidos producidos en si la gran mayoría son proceso de su mecanismo vibratorio, la cual es por su composición dinámica

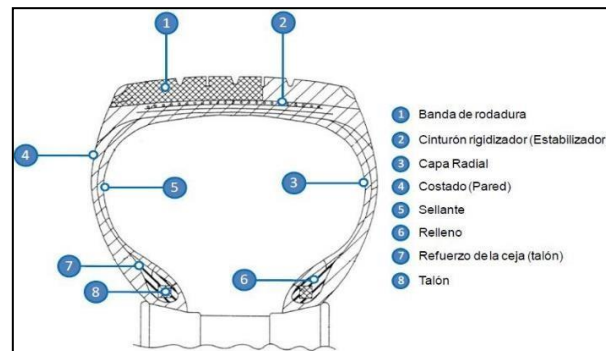


Figura 6-1: Componentes de un neumático tipo radial.

Realizado por: (Elio Pederneraa, 2016)

El modelo estructural del neumático se encuentra descrito de diferentes maneras. A continuación, se describen algunos de los desarrollos realizados hasta la actualidad.

Tabla 8-1: Modelos Estructurales de neumáticos

MODELOS ESTRUCTURALES DE NEUMÁTICOS	
MODELO	DESCRIPCIÓN
Anillo Giratorio	Es uno de los métodos más simples para modelar neumáticos donde se supone que el neumático está compuesto por 2 elementos esenciales, la banda de rodamiento o rodadura y las paredes, también conocidas como talón del neumático. En base a la presión de inflado del neumático, las paredes pueden dar 3 modos de vibrar de la banda: radial, tangencial, y lateral (Elio Pederneraa, 2016), (Soedel, 1997), (Wei Y.T., 2008).
Periódico	Está basado en los datos de diseño, dentro de los cuales se incluye la curvatura, la geometría de la parte transversal, presunción debida a la presión de inflado, las propiedades del material anisótropo y las características de la llanta como cuerpo rígido. El movimiento de la banda de rodamiento y las paredes o talón se describen como un elemento de cáscara, cuadrático y anisotrópico (Elio Pederneraa, 2016), (Houillon L., 2005).
Placa Ortotrópica	Simula el neumático como una placa tridimensional, la cual tiene diferentes propiedades tangenciales y laterales. Donde las paredes son simuladas como una placa delgada bajo tensión sobre una cama elástica, esto debido a su presión de inflado. Este modelo proporciona excelentes resultados en frecuencias de entre 100 Hz y 1500 Hz (Elio Pederneraa, 2016), (Kropp W., 2000).

Fuente: (Elio Pederneraa, 2016), (Soedel, 1997), (Wei Y.T., 2008), (Houillon L., 2005), (Kropp W., 2000).

Realizado por: Carlosama B., Quishpe D. 2021

1.5.7.3. Análisis modal experimental en neumáticos.

El análisis modal se llevó a cabo en un neumático 175/70 R14, en este ensayo se colocó al neumático al aire libre. Para excitar las frecuencias dentro de la estructura que provocan resonancia se golpeaba el neumático con un martillo modal y luego se midió y un punto del neumático la aceleración.

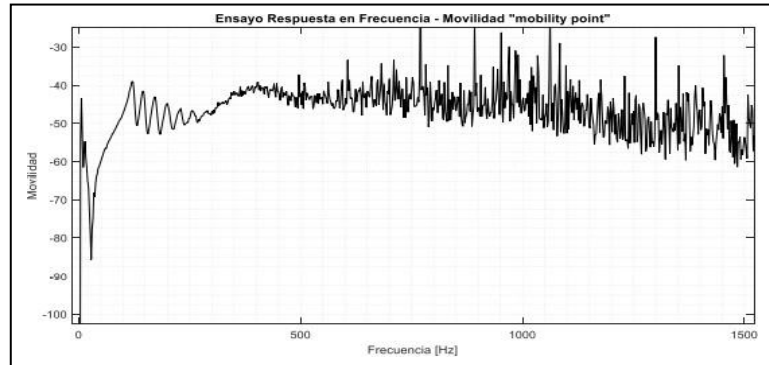


Figura 7-1: Disposición de elementos para el ensayo

Realizado por: (Elio Pederneraa, 2016)

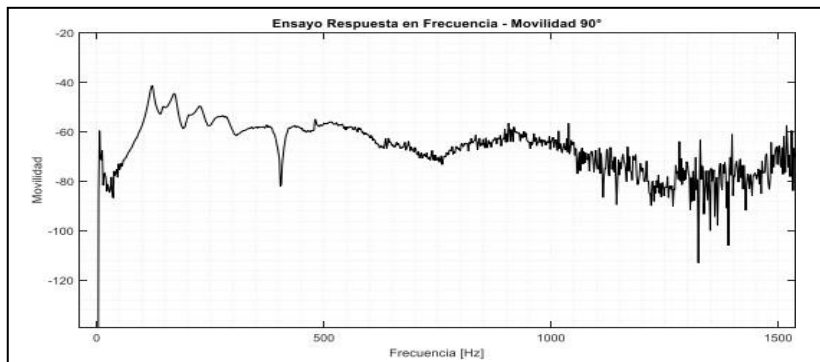
1.5.7.4. Resultados de análisis modal experimental.

Con el neumático inflado a una presión de 30Psi, se obtienen los siguientes resultados:



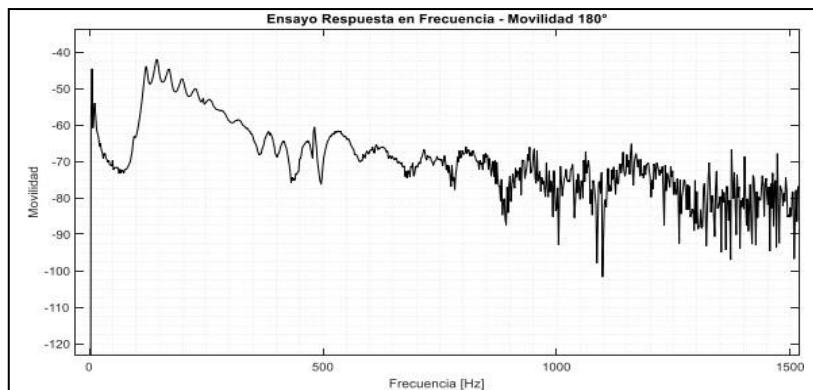
Gráfica 1-1: Medición experimental realizada en el punto 0

Realizado por: (Elio Pedemeraa, 2016)



Gráfica 2-1: Medición experimental realizada a 90°

Realizado por: (Elio Pedemeraa, 2016)



Gráfica 3-1: Medición experimental realizada a 180°

Realizado por: (Elio Pedemeraa, 2016)

La frecuencia empieza a generar mucho ruido por arriba de los 700 Hertz, esto debido a que el golpe del martillo modal no es capaz de excitar dichas frecuencias. Como resultado se obtiene que una combinación de carga, presión y desgaste de los neumáticos daría como resultado la emisión de más o menos ruido dependiendo del neumático.

1.5.8. Medición de la resistencia en función del combustible

Dicha resistencia se mide en el ensayo correspondiente que consiste en inflar el neumático a una cierta presión, apoyarlo en un tambor con una carga vertical determinada y hacerlo girar a una velocidad angular equivalente a una de traslación de 80 km/h. En esa condición, sin torque aplicado en su eje de giro, se dice que está en rodadura libre y luego de que su temperatura se estabilice, se efectúa la medición de la resistencia (Gabriel N. Curtosia, 2016).



Figura 8-1: Dinamómetro de elementos para el ensayo

Realizado por: (Gabriel N. Curtosia, 2016).

El ensayo correspondiente nos menciona que la resistencia se la define como un efecto de energía y la cual será consumida con relación a la distancia que los neumáticos recorran, en este caso los vehículos. Para los vehículos la energía de la cual hablamos es el combustible, y es suministrada directamente. Como se puede analizar, para nuestro territorio ecuatoriano, existe una gran cantidad de vehículos, por tal motivo existe gran demanda en neumáticos, ahora bien si logramos disminuir o reducir el desgaste que se encuentra en la banda, mejorar su resistencia, y como se explicó que es directamente proporcional, a la cual se puede reducir el uso del combustible a un 3 a 5%., siempre y cuando reduciendo la resistencia a la rodadura, y más de eso se reduce las emisiones de CO₂ (Gabriel N. Curtosia, 2016).

1.6. MARCO TEÓRICO

1.6.1. Laboratorio de neumáticos

En la ciudad de Quito se encuentra el laboratorio de llantas, el cual está ubicado en el sector de San Bartolo, fue puesto en funcionamiento a través del convenio por parte de la cooperación interinstitucional 11020 del 30 de marzo del 2011 entre el Ministerio de productividad e industrias (MIPRO) y la universidad Politécnica Nacional con el propósito de velar por la seguridad y la calidad de las llantas nuevas y reencauchadas que se comercializan en el territorio ecuatoriano, y

así fomentar la mejor disposición de neumáticos en el territorio ecuatoriano, ya que al igual existen otros laboratorios dentro del país. El principal objetivo del laboratorio de neumáticos es de evaluar a través de proceso que serán realizados por medio de ensayo, en las cuales se puede características, y calidad, dependiendo si es de resistencia, aguante o velocidad, y dependerá del tipo de neumático y tamaño, según límites de calidad de la regla NTE INEN ISO/IEC 17025, para así poder ayudar tanto a los estudiantes de la universidad como, a las grandes empresas de neumáticos, a más de brindar un producto de confort y sobre todo que brinde la seguridad que necesita un conductor y así poder conducir sin preocupaciones (Politécnica Nacional, 2021).



Figura 9-1: Laboratorio de neumáticos de la politécnica nacional
Realizado por: (Politécnica Nacional, 2021).

A través de documentos informativos entregados en el acto de inauguración la Metalmecánica San Bartolo, se puede observar que cuenta con conjuntos construidos en la misma metalmecánica que sirven para el estudio en ensayos, para establecer el aguante o la resistencia de neumáticos convencionales, para cualquier tipo de neumático, teniendo que verificar las especificaciones para entregar el ensayo correcto al tipo de neumático, de la misma formar los ensayos de rendimiento a alta velocidad para neumáticos, se labora con neumáticos de la misma forma de cualquier tipo, Además, cuenta con tecnología que posibilita establecer las magnitudes físicas del neumático para decidir la resistencia de penetración (Metalmecánica, 2021).

1.6.2. Equipos para la realización de los ensayos del laboratorio

Cada uno de los ensayos que se realiza o se va a realizar dentro del laboratorio, nuestro propósito es de mencionar la forma correcto y el uso apropiado de las maquinas, equipos y herramientas, así ver reflejado los resultados al finalizar los ensayos, cabe mencionar que para algunos ensayos

se debe utilizar los mismos equipos, ya dependerá mucho de las condiciones a las cuales van a hacer sometidos el neumático nuevo como reencauchado (Ing. Alex Nuñez Moscoso, 2020).

1.6.2.1. Equipos que se utilizad en el ensayo de determinaciones físicas

Consiste en realizar un proceso de medición a todo el neumático, la cual será realizado en condiciones ambientales, para este proceso se debe utilizar herramientas o equipos de mediciones como son: calibradores pie de rey, regletas, cintas métricas, para este ensayo también se ocupa el equipo de vulcanizado y el compresor con su respectivo medidor de aire, cave recalcar que casa equipo y herramienta debe estar calibrados para obtener resultados positivos verificar si cumple con lo que la norma nos especifica (Metalmecánica, 2021).

1.6.2.2. Equipos que se utilizad en el ensayo de resistencia

El ensayo de resistencia se trata de verificar la fuerza con la que está unida la ceja de la rodadura, al igual que el anterior se debe vulcanizar, por la cual un quipo importante es la maquina vulcanizadora, así como aros, y la parte más importantes bloques para aplicar la fuerza en su parte superior, también se ocupara herramientas como cintas métricas, o regletas (Metalmecánica, 2021).

1.6.2.3. Equipos que se utilizad en el ensayo de velocidad y aguante

Se trata de hacer girar un neumático sobre la rueda de un dinamómetro, variando carga si en caso nos referimos el ensayos de aguante, si es el de velocidad variamos los datos de la velocidad, para estos ensayos ocupamos el equipo dinamómetro, así como la vulcanizadora, el compresor y sus medidor de presión, en este ensayo entran el sistema de seguridad por la cual, utilizamos sensores de movimiento y de presión, contamos con un equipo de válvula neumáticas que controlan todos el sistemas, así como un software capas de entregar los resultados del proceso (Metalmecánica, 2021).

1.6.2.4. Equipos que se utilizad en el ensayo de penetración

Para la realización del ensayo de penetración, se trata del proceso de penetrar una barra punzante de acero, a una velocidad controlada y verificar que su banda de rodadura no tenga cambios, para este proceso se utiliza la máquina de penetración, de la misma forma igual que los anteriores ensayos, ocupamos un aro la cual será vulcanizado y conjuntamente inflado según la norma, para esto ocupamos el equipo de compresor como su medidor de presión, en este ensayo el punto más

importante es la vista, ya que de esa forma podemos observar si ubo cambios o está basado en lo que nos dice la normativa (Metalmecánica, 2021).

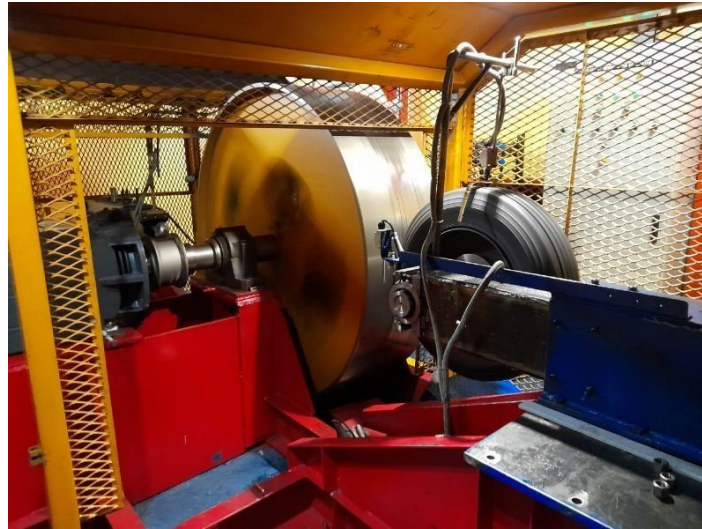


Figura 10-1: Equipos para realizar cada uno de los ensayos

Realizado por: (Metalmecánica, 2021).

1.6.3. Origen y composición del neumático

El origen, viene dado por vario factores, ya que existe muchos descubridores del proceso o de la invención de la llanta, su origen viene muchos años atrás, ya que se utiliza como un producto que nos permite movilizarnos con mayor facilidad, que ya cuenta con una forma circular, permitiendo así un mejor contacto con la superficie, está compuesto por un área superficial lisa, cubierta por caucho, en su interior podemos encontrar aire o en algunos caso tubos, a este se le llama proceso de vulcanizado, la cual uno de los descifradores fue Charles Goodyear, un norteamericano quien por accidente lo descubrió en el año de 1880, el proceso de vulcanización, con el que se da al caucho la resistencia y solidez esencial para fabricarlo, para tener una relación nos fijamos a las fechas del siglo pasado, quien fue John Boyd Dunlop, se dice que fue quien tuvo la idea de colocar unos tubos de caucho inflados sobre las ruedas y recubrir con lonas, así se creó los primeros neumáticos con cámara de aire (Castro, 2007 pág. 44).

El neumático está constituido por componentes muy importantes la cual está basado en 3 productos: caucho (natural y sintético), un encordado de acero y fibra textil Paralelamente, estos compuestos son esenciales en su desarrollo, ya que el caucho está formado por un conjunto de compuestos químicos que serán expuesto en la tabla 10-1 así como también otros materiales al caucho para mejorar sus características del neumático. (Castro, 2007 pág. 44).

Tabla 10-1: Componentes de los neumáticos de pasajeros

Material	Porcentaje contenido en la construcción
Caucho natural	14%
Goma elástica sintético	27%
Material de humo negro	28 %
Material de acero	14 – 15%
Fibra textil, suavizantes, óxidos, antioxidantes, etc.	16 – 17%
Peso promedio	8.60 Kg
Volumen	0.06 m ³

Fuente: (Castro, 2007 pág. 44)

Realizado por: (Castro, 2007 pág. 44).

Tabla 11-1: Componentes de los neumáticos de buses

Materiales	Porcentaje contenido en la construcción
Caucho natural	27%
Goma elástica sintético	14%
Carbón de color negro	28%
Material de cero	14-15%
Fibra, suavizante, óxidos, antioxidante, etc.	16-17%
Peso promedio	45.4 kg
Volumen	0.36m

Fuente: (Castro, 2007 pág. 44).

Realizado por: (Castro, 2007 pág. 44)

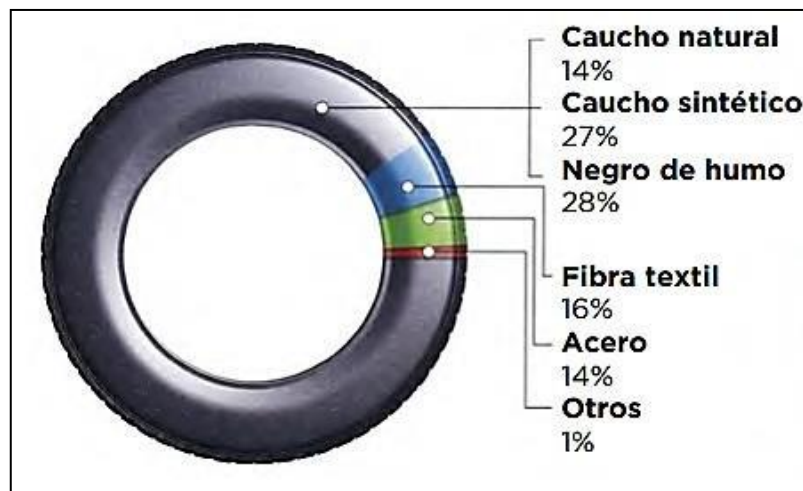


Figura 11-1: Composición del Neumático

Realizado por: (Andres, 2017)

La resistencia del neumático es directamente proporcional al número de carcasas que este posea, algunos vehículos comerciales tienen 2 carcasas, en comparación a un avión, en la cual se puede observar que el neumático puede llegar a tener más de 30 carcasas (Di Riado , y otros, 2013).



Figura 12-1: Partes de un neumático

Realizado por: Fuente: (Di Riado, y otros, 2013 pág. 2335)

1.6.3.1. *Capa de revestimiento interior:*

Está compuesta por una fina capa de caucho con alta impermeabilidad al aire la cual no permite que salga la presión mucho menos las pérdidas de esta ya siendo un neumático sin cámara.

1.6.3.2. *Cinturones:*

Son capas de acero, nylon, poliéster, kevlar, etc. Revestidas de caucho y extendidas entorno del neumático, se le puede visualizar por el extremo inferior de su banda. Este elemento es de mucha ayuda ya que es capaz de reforzar la carcasa y de esa manera en conjunto se procede a la formación de varias capas equilibradas e informales para su banda del neumático, esta banda es la que se encuentra en contacto directo con el asfalto. Los cinturones evitan la torsión y resisten el daño por impactos o penetraciones (Di Riado, y otros, 2013 pág. 2335).

1.6.3.3. *Flanco:*

Este elemento dota al neumático de estabilidad lateral y protege la carcasa, generando estanqueidad para que el aire se mantenga siempre dentro del neumático.

1.6.3.4. *Banda de Rodadura*

Es la parte del neumático que se encuentra en contacto directo con la superficie del piso, y está confeccionada de una mezcla de caucho sintético y natural, esta banda de rodadura tiene un patrón o dibujo acorde al propósito para el que fue fabricado el neumático. (Di Riado, y otros, 2013 pág. 2336).

1.6.4. Identificación de los detalles de los neumáticos

Los detalles se la pueden encontrar en la parte lateral de los mismos a modo de rotulado. Estos rotulados se realizan según las normativas vigentes en los países más importantes de Europa Comisión de las Naciones Unidas para Europa (E.C.E.), los neumáticos homologados según la ECE llevan cerca del reborde un código que fue otorgado por el organismo (Di Riado , y otros, 2013 pág. 2336).

1.6.5. Dimensiones de los neumáticos

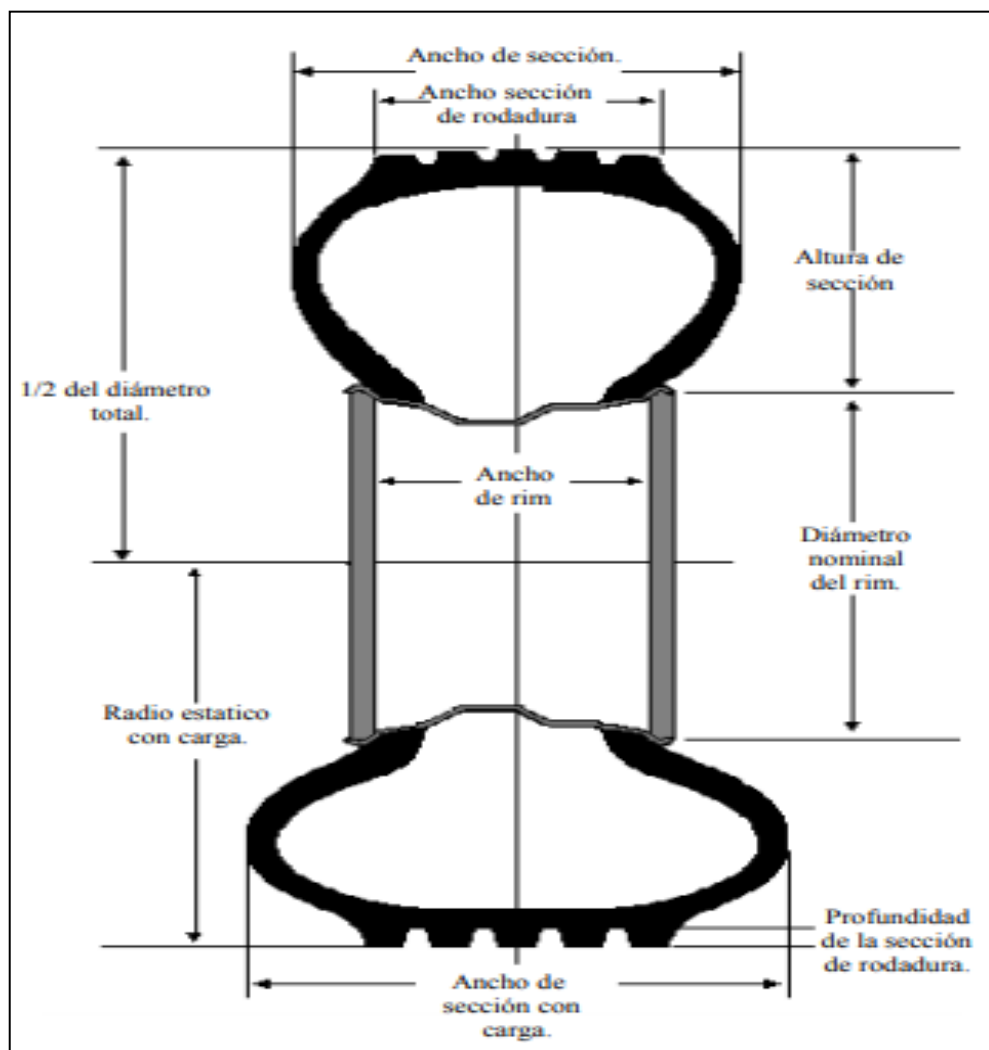


Figura 13-1: Dimensiones del neumático

Realizado por: Fuente: (BRIDGESTONE, 2016).

Tabla 12-1: Identificación de los elementos del neumático

IDENTIFICACIÓN DE CADA ELEMENTO DEL NEUMÁTICO CON SU CONCEPTO	
<ul style="list-style-type: none"> • Diámetro total 	<ul style="list-style-type: none"> • Profundidad de la banda de rodadura
Es la medición de extremo a extremo del neumático sin carga.	Es la medición de la profundidad de la ranura entre la banda de rodadura y su base.
<ul style="list-style-type: none"> • Ancho total 	<ul style="list-style-type: none"> • Altura de sección
Es la medida de la parte transversal del neumático sin carga.	Es la distancia existente entre el asiento de la ceja hasta el extremo contrario de este.
<ul style="list-style-type: none"> • Ancho de sección 	<ul style="list-style-type: none"> • Diámetro nominal del rin
Es la medición de la parte transversal añadiendo los bordes o flancos.	Es la medición de la distancia entre el asiento de la ceja hasta el lado contrario del mismo.
<ul style="list-style-type: none"> • Ancho de la sección de rodadura 	<ul style="list-style-type: none"> • Ancho de rin
Es la medición del espacio que se observa entre los extremos de la banda de rodadura.	Es la distancia que existe entre los costados del asiento de la ceja de la llanta.
<ul style="list-style-type: none"> • Radio estático con carga 	<ul style="list-style-type: none"> • Ancho de sección con carga
Se mide la distancia entre el centro del eje del vehículo y el área de la banda de rodadura, con el neumático sometido a su máxima capacidad de carga.	Se mide el ancho de la parte más grande del neumático al estar sometido a su máxima capacidad de carga.

Fuente: (BRIDGESTONE, 2016).

Realizado por: Carlosama B., Quishpe D. 2021

1.6.6. Nomenclatura

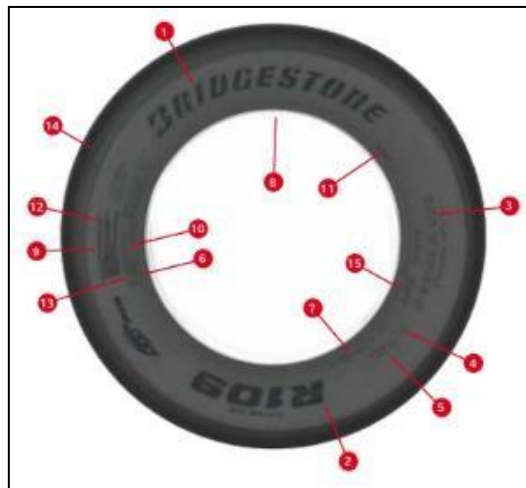


Figura 14-1: Marcado general del neumático

Realizado por: Fuente: (BRIDGESTONE, 2014)

Tabla 13-1: Nomenclatura de un neumático por numeración

<p>1. Nombre del fabricante o marca</p> <p>2. Dibujo</p> <p>3. Tamaño del neumático 385 = anchura del neumático en mm 55 = perfil (altura de la sección/anchura de la sección) = 55%</p>	<p>9. Ratio de carga y máxima presión de inflado en EE. UU.</p> <p>10. Regrabado Si está permitido</p>
<p>4. Condiciones de servicio 160 = índice de carga para montaje sencillo K = símbolo de velocidad</p>	<p>11. País de fabricación</p>
<p>5. E = marcado ECE (reglamento 54) 4 = país de homologación (4 = Holanda)</p>	<p>12. Marcado de Seguridad</p>
<p>6. Rango de carga de acuerdo con las regulaciones en EE. UU.</p>	<p>13. Sin cámara</p>
<p>7. DOT (department of transportation)</p> <p>8. N° de series</p>	<p>14. Indicador de desgaste</p> <p>15. Marcado FRT</p>

Fuente: (Castro, 2007 pág. 44).

Realizado por: (Castro, 2007 pág. 44)

1.6.7. Designación del tamaño del neumático

Depende de la codificación que se utilice, y a su vez la codificación depende del sistema empleado en la parte del mundo donde se comercialice el neumático. Para los diferentes sistemas encontraremos las siguientes siglas:

R: Neumático radial

B: Con cinturón textil

D: Neumático convencional o Diagonal

P: Para autos de pasajeros

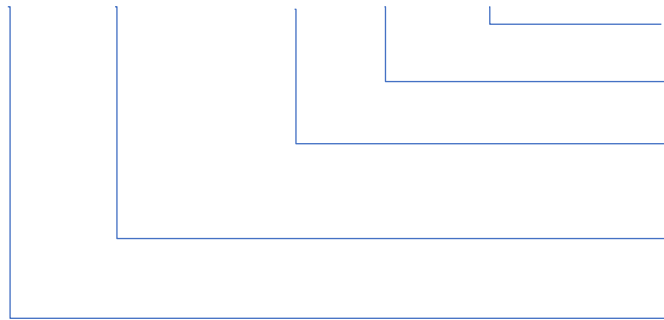
T: Para uso temporal (Neumático de repuesto)

LT: Para camionetas o para camiones ligeros.

Ejemplos de tipos de designaciones para neumáticos:

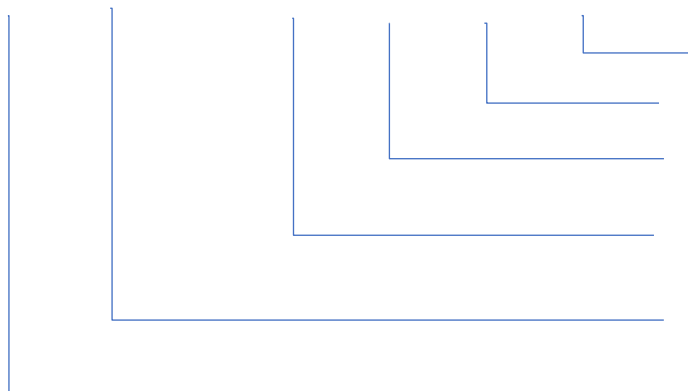
P-MÉTRICO

P 195 / 75 R 14



- Diámetro del rin en pulgadas
- Neumático Radial
- Relación entre la altura y el ancho de sección en %
- Ancho de sección en mm
- Diseño para vehículos de tipo automóvil de pasajeros.

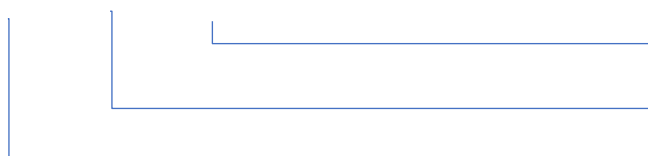
P 195 / 75 H R 14



- Diámetro del rin en pulgadas
- Neumático radial
- Código de Velocidad
- Relación entre la altura y el ancho de sección en %
- Ancho de sección en mm
- Diseño para vehículos de tipo automóvil de pasajeros

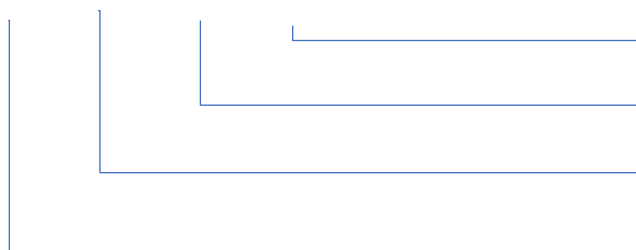
MÉTRICO EUROPEO

P R 15



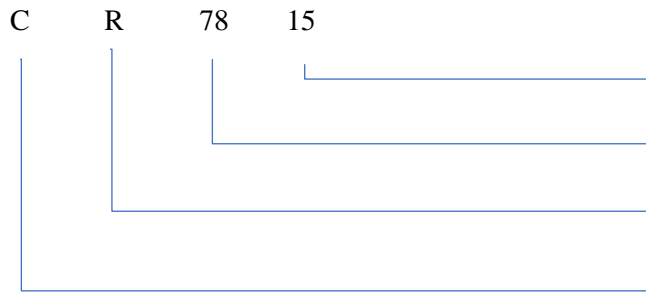
- Diámetro del rin en pulgadas
- Neumático radial
- Ancho de sección en mm

185 / 70 R 14



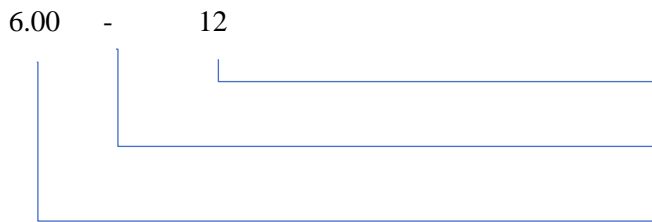
- Diámetro del rin en pulgadas
- Neumático radial
- Relación entre la altura y el ancho de sección en %
- Ancho de sección en mm

ALFA- MÉTRICO



- Diámetro del rin en pulgadas
- Relación entre la altura y el ancho de sección en %
- Neumático radial
- Código de capacidad de carga

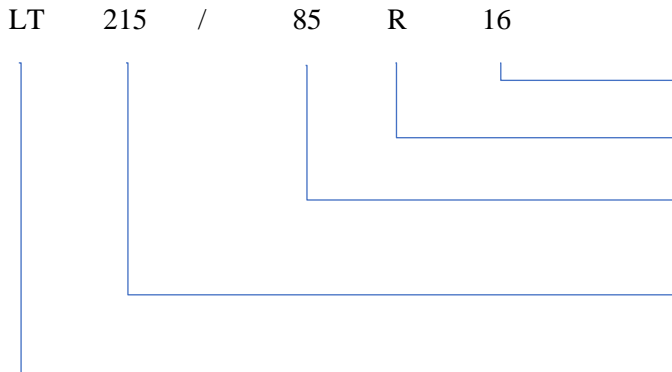
NUMÉRICO



- Diámetro del rin en pulgadas
- Diseño no radial
- Ancho de sección Nominal en pulgadas

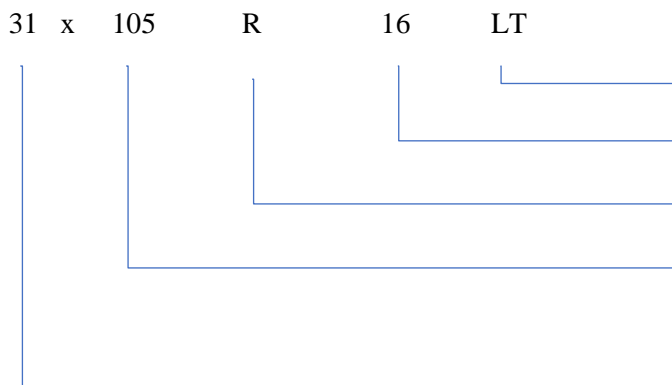
Para camiones ligeros se aumenta “LT” después del número que indica el rin en pulgadas

LT- MÉTRICO



- Diámetro del rin en pulgadas
- Neumático Radial
- Relación entre la altura y el ancho de sección en %
- Ancho de sección en mm
- Diseño para camiones ligeros o camionetas

FLOTACIÓN



- Diseño para camiones ligeros
- Diámetro del rin en pulgadas
- Neumático Radial
- Ancho nominal de sección (se divide entre 100 y está dado en pulgadas)
- Diámetro total en pulgadas

1.6.8. Características mecánicas

Tomando como base a los mencionados sobre el origen y composición de neumático, también entran las características mecánicas, ya que son muy importantes para entender su composición y su forma de trabajar, entonces como referencias a la mecánica, se menciona que un neumático es un cuerpo geométrico en este caso semicircular, que está formado por varias capas de materiales que se mencionan anteriormente, a esto se le suma una carcasa que al estar formada por varios cables llamados cord, viene a hacer flexible, esta carcasa, es de alta capacidad, así como tenacidad y esta conjunto con la unión de 2 aros metálicos, este grupo será el encargado de sujetar con fuerza la llanta, por este motivo es que al ingresar la presión al interior de neumático, existe deformaciones en la carcasa. La naturaleza de las fuerzas de actitud cambia substancialmente de acuerdo con la dirección y punto de aplicación de las fuerzas exteriores (Biing.us, 2020: pp 9-11).

1.6.8.1. Flexión vertical

Es una característica mecánica, y su fenómeno se produce por las alteraciones de la tensión que se ve reflejado en el conjunto de cables de la carcasa y donde se aplica la carga, y del número de ellos que quedan relacionados en el cambio. Al ser expuesto a cargas verticales, y en ventaja de la nueva forma de equilibrio que adopta la carcasa en la zona deformada, una fuerza contraria a la que causa el aplasto del mismo. (Biing.us, 2020: pp 9-11).

1.6.8.2. Capacidad de carga.

Para la capacidad de carga, al igual que los anteriores es una característica, a más de eso, no influye si es un neumático diagonal o radial, este deberá trabajar con las especificaciones exactas de su flexión, es decir que si la flexión varía, o este excede del valor nominal, no podrá trabajar de manera correcta, este valor de flexión se lo puede expresar en porcentaje, se encuentra en la parte lateral del neumático, estas cargas deben ser la especificada, ya que por condiciones de temperatura tiende a desgradar los componentes de goma de la carcasa (Biing.us, 2020: pp 9-11).

1.6.8.3. Deformación elástica

El coeficiente elástico radial se recibe midiendo la pendiente de la curva de carga en función de la flexión en el punto que corresponde a las condiciones de trabajo. Principalmente se establece el coeficiente de rigidez estático, por ser más simple, aun cuando resulta más grande que el dinámico. El cambio más grande pasa en las cubiertas diagonales, y más que nada a velocidades

bajas. La presión de inflado es la variable que más perjudica al coeficiente de rigidez radial, incrementando ésta con aquella, aun cuando además crece con un menor ángulo del cable “cord”, más ancho y radio del rodamiento, mayor coeficiente de elasticidad del tejido y preeminente número de capas. Las sollicitaciones transversales que más influyen en la contestación elástica son las que perturban la marcha direccional del coche y a las de transferencia de carga (Biing.us, 2020: pp 9-11).

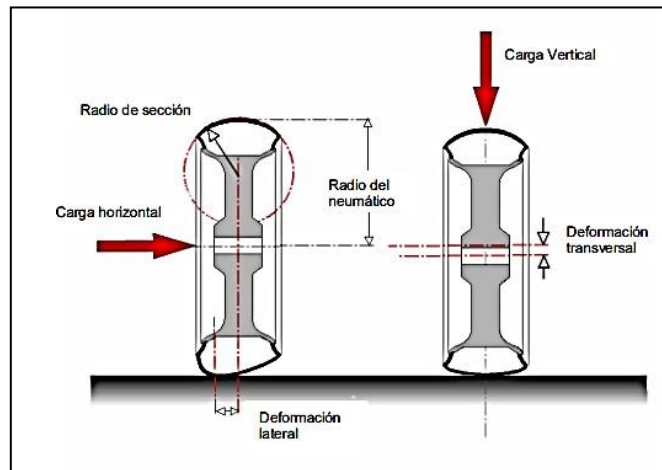


Figura 15-1: Características mecánicas del neumático

Realizado por: (Biing.us, 2020: pp 9-11).

1.6.9. Características de los neumáticos

Los materiales con los que se hace el neumático son mezclados con humo negro, aceites, azufres para hacer obtener superiores propiedades de adhesión y resistencia. En la propiedades de un neumático poseemos la cohesión para cualquier tipo de superficie, así sea mojado o seco, además se menciona la predominación que puede llegar a tener en el consumo de combustible, la durabilidad y con cuanta uniformidad se desgasta, además para eludir la contaminación auditiva y el bienestar de los pasajeros se toma presente la absorción de vibraciones y el bajo grado de ruido que este logre llegar a producir una vez que se pone en marcha el vehículo (Martin pág. 194).

1.6.10. Estructura del neumático

Por su estructura interna, propiedades de uso y de rodadura podemos encontrar dos tipos:

1.6.10.1. Neumático Diagonal o Convencional

Se componen internamente por capas de tejido alternas y cruzadas colocadas diagonalmente en la carcasa, Este tipo de neumáticos se utiliza en bicicletas, motocicletas, vehículos industriales, agrícolas y están siendo relevados por los neumáticos radiales en la actualidad (Bosch, 2005).

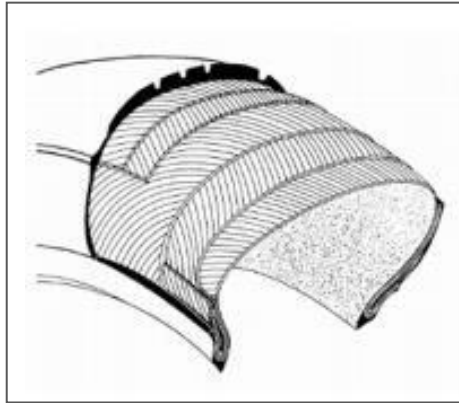


Figura 16-1: Neumático Diagonal
Realizado por: (Cordero, 2017)

1.6.10.2. Neumático Radial

Son neumáticos con una construcción más ligera que permite un funcionamiento más frío lo que a su vez permite que se puedan utilizar materiales mucho más blandos, los hilos que forman parte del tejido de armadura tienen una menor longitud ya que van directamente de talón a talón radialmente (Bosch, 2005).

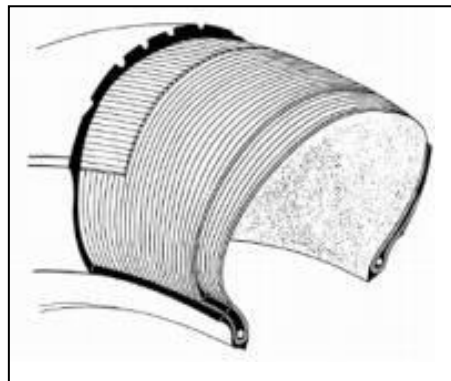


Figura 17-1: Neumático Radial
Realizado por: (Cordero, 2017)

1.6.11. Resistencia por coeficiente en la rodadura

La resistencia aparece del trabajo de deformación de la rueda y del estado firme.

$$F_{Ro} = f * G = f * m * g \quad \text{Formula 1-1}$$

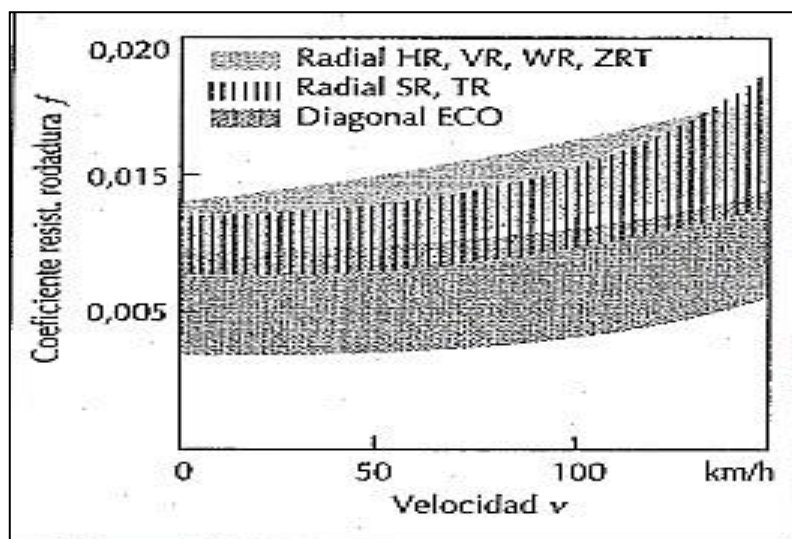
Para la ejecución del cálculo de la resistencia se ocupa el coeficiente a la rodadura (f), y este es preeminente en tanto el radio de la rueda sea inferior y mayor a la deformación que este sufre luego de situar una carga (BOSCH, 1996).

Tabla 14-1: Resistencia dependiendo a su coeficiente

Firme		Coefficiente de resistencia a la rodadura f
Turismos	Neumáticos sobre	
	Adoquinado grande	0,015
	Adoquinado pequeño	0,015
	Hormigón, asfalto	0,013
	Áridos apisonados	0,02
	Macadam. De alquitrán.	0,025
	Camino de tierra	0,05
Suelo arado	0,1 ... 0,35	
Vehículos Independientes	Neumáticos sobre Hormigón asfalto	0,006...0,01
Ruedas todo terreno	Suelo arado	0,14...0,24
Tractor oruga	Suelo arado	0,07...0,12
Rueda	Sobre carriles	0,001...0,002

Fuente: (BOSCH, 1996).

Realizado por: Bosch 1996



Gráfica 4-1: Resistencia de la rodadura de neumáticos radiales y diagonales para automóviles

Realizado por: (BOSCH, 1996).

1.6.12. Adherencia al suelo

El neumático es considerado un elemento de Seguridad activa, ya que es el encargado de hacer contacto con el suelo en todo momento y así asegura que el vehículo se mantenga estable, una de las consideraciones es la adherencia al suelo.

Tabla 15-1: Coeficientes de adherencia de neumáticos en carretera

Velocidad de marcha Km/h	Estado de los neumáticos	Estado de la carretera				
		Seca	Mojada alt. Agua aprox. 0,2 mm	Lluvia fuerte alt. Agua aprox. 1mm	Encharcada alt. Agua aprox. 2mm	Helada
Coeficiente de adherencia μ_t						
50	Nuevos	0,85	0,65	0,55	0,50	0,1 y menos
	Gastados	1	0,50	0,40	0,25	
90	Nuevos	0,80	0,60	0,30	0,05	
	Gastados	0,95	0,20	0,10	0,05	
130	Nuevos	0,75	0,55	0,20	0	
	Gastados	0,90	0,20	0,10	0	

Fuente: (BOSCH, 1996).

Realizado por: (BOSCH, 1996).

Los valores son válidos para firmes de hormigón y macadam de alquitrán en buen estado (BOSCH, 1996).

1.6.13. Aquaplaning

Es el fenómeno en el cual el neumático flota sobre una película de agua de una calzada mojada pues se introduce una cuña de agua abajo de todo el sector de sustentación y eleva al neumático del suelo, su proceso depende de la cantidad de agua que se queda en la superficie de la carretera, así como de la rapidez del vehículo, otro factor importante es el desgaste que se pueda encontrar en la banda del neumático y la presión o carga en la que se encuentra comprimido el vehículo (BOSCH, 1996).

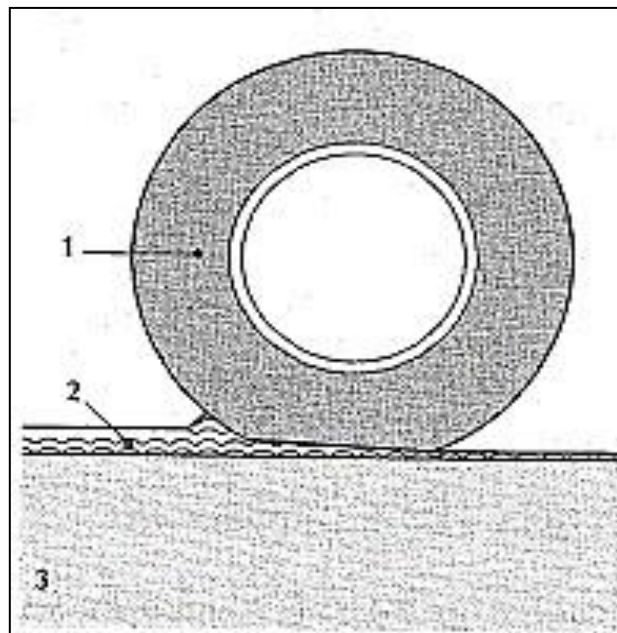


Figura 18-1: Aquaplaning 1. Neumático; 2. Cuña de agua; 3. Suelo.

Realizado por: Fuente (BOSCH, 1996).

1.6.14. Fuerzas en el neumático

El neumático por estar en contacto directo con el área de la carretera, se produce fuerzas que ejercen entre su momento de contacto con su banda (Cordero, 2017).



Figura 19-1: Fuerzas en el eje del neumático.

Realizado por: Fuente (Cordero, 2017).

Las fuerzas que se pueden encontrar en el momento de su contacto son distribuidas por un eje de coordenadas, cuyo origen es el plano de la rueda y la carretera, perpendicular al eje de rotación, y se describe en la tabla 16-1 siguiente:

Tabla 16-1: Ejes y sus fuerzas en las coordenadas

EJE DE COORDENADA	FUERZA ENCONTRADA
X	Intersección del plano central de la rueda con la ayuda, con sentido positivo de acuerdo con el eje de avance del vehículo.
Y	Contenido en el plano de relación, tiene un sentido positivo que se dirige hacia la derecha mirando en el sentido de la "X" positiva.
Z	Perpendicular al plano de contacto

Fuente: (BOSCH, 1996).

Realizado por: Carlosama B., Quishpe D. 2021

1.6.14.1. Fuerzas laterales

Podemos encontrar dos tipos de fuerzas laterales las cuales son:

- **Fuerzas de reacción por solicitantes externas**

Esta fuerza se forma por el fenómeno de las deformaciones que surge en el neumático por motivo a la carga que aguanta y por el motivo de que está en contacto directo con el suelo por medio de sus 2 ángulos relevantes: ángulo de deriva que es desarrollado por las fuerzas laterales producto del viraje y el ángulo de caída considerado en la alineación de los neumáticos (Cordero, 2017).

- **Fuerzas por la estructura propia**

Son Fuerzas de carácter parásito, y son el resultado de alguna deformidad en el neumático.

1.6.14.2. Fuerzas de reacción

- **Fuerza de deriva**

Es dependiente de varias combinaciones, la más relevante es el ángulo de movimiento o de deriva, que se forma entre la dirección del desarrollo real del neumático y la recta de intersección del área de contacto con el plano central de la rueda (Cordero, 2017).

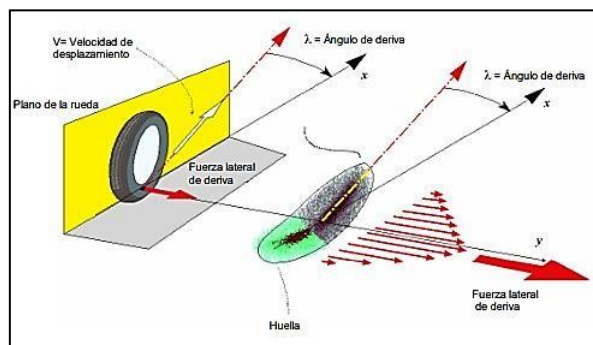


Figura 20-1: Fuerza y ángulo de deriva

Realizado por: Fuente (Cordero, 2017).

1.6.15. Consideraciones generales

Para que los neumáticos funcionen en condiciones eficientemente y proporcionen la suficiente seguridad y confort al usuario deben cumplir ciertos parámetros establecidos por el fabricante y estos son:

1.6.15.1. Presión de inflado

Una variable muy importante en el neumático es su presión de inflado ya que un uso correcto de la misma no brindara una seguridad más estable, aumentara el confort de la misma, así como también estamos dando mayor vida útil al neumático, ya que su presión influye mucho en todos los parámetros, como se mencionó con anterioridad, una buena presión disminuye el consumo del combustible que se encuentra en relación con el torque.

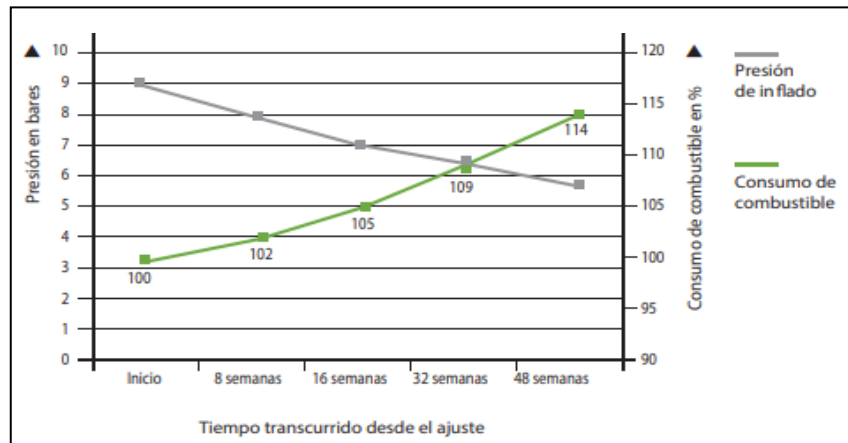


Figura 21-1: Disminución de la vida útil del neumático en presión

Realizado por: Fuente (Andres, 2017 pág. 29)

Como podemos observar en la gráfica 8-1, se analiza que a más baja sea la presión del neumático aumentará el desgaste y su vida útil será muy afectada,

El consumo del combustible es un problema de mucho tiempo, y más se verá un consumo excesivo por la mala presión que se le añade a nuestro neumático, por eso se debe guiar con los manuales o la normativa



Gráfica 5-1: Influencia de la presión de inflado en el consumo de combustible

Realizado por: Fuente (Andres, 2017 pág. 31).

A corto plazo pueda que no sea muy notorio el consumo excesivo de combustible, pero al pasar el tiempo se verá afectado de manera drástica el consumo ya que el punto de contacto no es óptimo y esto hace que el motor se esfuerce más de lo que debería.

1.6.15.2. Profundidad del surco de la banda

Es otro elemento muy importante para la seguridad del conductor, ya puede provocar cambios en las características, principalmente cuando la calzada se encuentra mojada, la profundidad mínima aconsejable es de 3mm, cuando es menor a esta cantidad es más propenso a sufrir el fenómeno de aquaplaning, y también se aumenta en gran cantidad el recorrido para frenar reduciendo así la seguridad de los ocupantes (Andres, 2017).

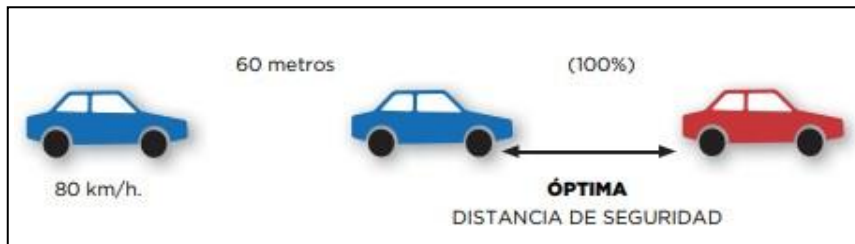


Figura 22-1: Neumáticos con 6mm de profundidad

Realizado por: Fuente (Andres, 2017 pág. 30).



Figura 23-1: Neumáticos con 3mm de profundidad

Realizado por: Fuente (Andres, 2017 pág. 30).



Figura 24-1: Neumáticos con 1,6 mm de profundidad

Realizado por: Fuente (Andres, 2017 pág. 30).

1.6.16. Alineación y Balanceo

La alineación es el proceso en el cual se ajustan las ruedas de un vehículo para que miren hacia el frente, y de esta forma los neumáticos queden paralelos entre sí y perpendiculares al suelo (BRIDGESTONE, 2014).

Razones de desalineación:

- Golpe en algún borde
- Accidentes de tránsito
- Desgaste de componentes de la suspensión

Para hacer la alineación de las ruedas se deben ajustar los ángulos de las ruedas, de tal manera que tengan la cantidad especificada por el fabricante. Los principales ajustes que se pueden hacer para la alineación son: Camber, Caster, Convergencia y Divergencia (MICHELIN, 2019).

1.6.16.1. *Camber*

Ángulo de inclinación de la rueda que se aleja hacia la izquierda o derecha cuando se ve desde frente al vehículo, cuando la rueda se aleja demasiado de la vertical existe un desgaste muy irregular de los neumáticos.

Camber Positivo: La parte superior de la rueda se inclina hacia afuera del vehículo.

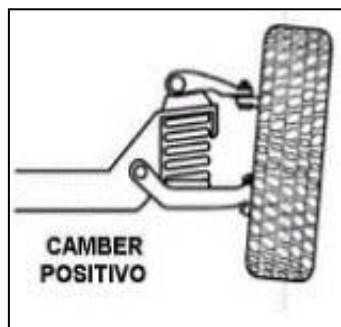


Figura 25-1: Camber Positivo

Realizado por: Fuente (Céspedes, 2016).

Camber Negativo: La parte superior de la rueda se inclina hacia adentro del vehículo.

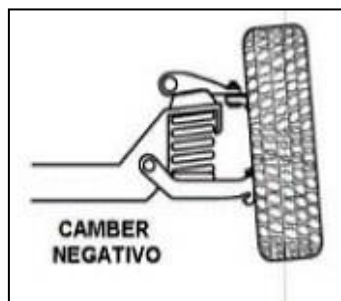


Figura 26-1: Camber Negativo

Realizado por: Fuente (Céspedes, 2016)

El ángulo Camber se ajusta de forma personalizada en cada vehículo con el fin de asegurar el funcionamiento del neumático en línea recta y cuanto se tome una curva (MICHELIN, 2019).

1.6.16.2. Caster

El ángulo Caster nos indica la inclinación hacia adelante o hacia atrás de una línea vertical trazada de arriba hacia abajo en el punto de pivote de la dirección al notar al vehículo por sus laterales. Este ángulo se mide en grados y es positivo una vez que la porción de arriba de la línea se inclina hacia la parte siguiente del vehículo, sin embargo, una vez esta se acerca hacia la parte delantera del vehículo se plantea que es un Caster Negativo (RACK, 2021).

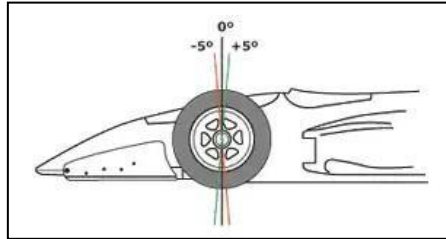


Figura 27-1: Caster positivo y negativo

Realizado por: Fuente (RACK, 2021).

1.6.16.3. Convergencia y Divergencia

Se le llama al ángulo que sugiere la dirección hacia la que apuntan los neumáticos relacionados con la línea central longitudinal del vehículo. Se recibe de la diferencia en la distancia entre la parte de adelante y la parte de atrás de los neumáticos de un mismo eje.

- **Convergencia.** Es cuando la distancia entre la parte delantera de los neumáticos de un mismo eje es menor que la distancia de su parte trasera.

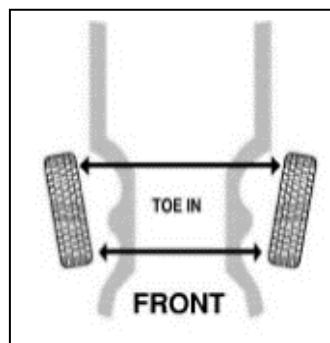


Figura 28-1: Convergencia

Realizado por: Fuente (Céspedes, 2016).

- **Divergencia.** Sucede cuando la distancia entre la parte trasera de los neumáticos de un mismo eje es menor a la distancia entre su parte delantera.

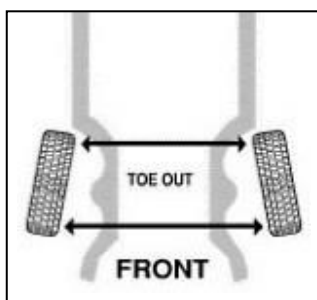


Figura 29-1: Divergencia

Realizado por: Fuente (Céspedes, 2016)

CAPITULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

Nuestro enfoque central en la investigación es realizar el estudio de las características de un neumático, realizando un ensayo para determinar la calidad, desempeño y cumplimiento que debe tener para un óptimo servicio en las carreteras del país.

La realización del ensayo nos permitirá observar, si dicho neumático cumple con lo establecido en la norma. El ensayo realizado es de aguante y resistencia, uno de los más realizados en el laboratorio de neumáticos, mediante este ensayo se busca comprobar que un neumático de bajo costo puede aprobar lo requerido dentro de la norma, y de esa forma ser apto para su comercialización.

Por el motivo de la investigación se seleccionó un neumático que esté disponible en el mercado ecuatoriano, específicamente en Quito, tomando en cuenta que este sea el más barato y de marca menos conocida que se pudo encontrar. Para el ensayo se requiere de un solo neumático de tipo III establecido por la norma NTE INEN 2096-3 (INEN, 2012).

2.1. Enfoque de la investigación

El presente trabajo de investigación será diseñado bajo el planteamiento del método Cualitativo, puesto que este es el más apto para el tipo de investigación y los ensayos a realizarse. Al elegir dicho método nos aseguramos en la observación de desempeño y de cualidades que tiene el neumático, así como su desempeño antes y después de la prueba, de esa forma podemos dar como un resultado del desempeño que tiene dicho producto.

2.2. Diseño de la investigación

Debido a la naturaleza de los ensayos que se establecen en la norma bajo la que realizamos nuestra investigación se recurrió a un diseño experimental, donde se va a establecer las variables a las que el neumático será sometido dentro del ensayo para cumplir con la normativa. Se utilizará un método inductivo- deductivo para mostrar los datos obtenidos tanto visuales como los obtenidos mediante el ensayo.

En la investigación al ser un proceso deductivo, tiene grandes ventajas, ya que, con la entrega del informe, se puede realizar un análisis más a profundidad para dar un veredicto si el neumático es capaz de soportar las condiciones en la cuales será probado.

Al basarnos en el procedimiento de recogida de datos lo enriquecemos puesto que todos estos comprueban la información o la complementan, después se someten al estudio para obtener de una manera más concreta las representaciones y así para lograr que, una vez finalizado el ensayo sea aprobado o rechazado.

Se pretende proseguir en esta línea de investigación y los estudios de caso, para que así realizar los análisis y las interpretaciones desde diferentes ópticas y en momentos posteriores para obtener la comprobación de que el neumático es aprobado por la norma, así como también poder llegar a obtener un producto capaz de brindar toda la seguridad para las personas.

2.2.1. Etapas y fases de la investigación

La investigación tiene un proceso, la cual está representado por etapas y fases, para llevar a cabo se realizó paso a paso cada uno del procedimiento para obtener el ensayo determinado, también se desarrolló distintas etapas de estudio, y al finalizar se obtuvo el objetivo propuesto, para obtener una mejor visualización a la metodología del proyecto, se ha presentado cronológicamente el proceso que se llevó a cabo la investigación, entregando un detalle de cada etapa realizada.

2.2.1.1. Etapa Previa

Se basa en analizar las ideas previas al estudio o investigación, mediante la documentación de las bases teóricas que servirán de guía en el proceso que se llevará a cabo. Cada etapa se lleva a cabo por fases, la cual fueron de inspección del campo y análisis de la norma vigente en Ecuador. Durante el proceso de la investigación, las fases permitieron tener un enfoque más apropiado para la realización del proyecto, dentro de la fase de inspección del campo, se puedo observar que, dentro de la ciudad de Quito, existe una gran cantidad de locales de venta de neumáticos nuevos,

en su gran mayoría son multimarca, una vez analizado el mercado se procede a seleccionar el neumático que cumple las especificaciones establecidas en la norma.

En la otra fase de análisis de la norma, se proyecta un enfoque mucho más avanzado, sobre el porqué de la norma, cuáles son los aspectos que debe seguir, y las condiciones a las cuales va a estar sometido dicho neumático, buscando determinar si realmente el neumático cumple con las especificaciones de la norma vigente.

2.2.1.2. Etapa Exploración

Se busca conocer el área donde se realizarán los ensayos en neumáticos nuevos y todos los procesos que estos implican, ya que son ensayos establecidos por la normativa y debido a esto se los debe realizar en un laboratorio acreditado, debido a las exigencias de la norma se buscará realizar los ensayos en el Laboratorio de Llantas de la Escuela Politécnica Nacional en Quito Ecuador.

En esta etapa hará un reconocimiento del laboratorio, también se obtendrá información mediante reuniones directamente con los encargados del laboratorio para conocer más acerca de los equipos y el establecimiento en general.

Esta etapa está dividida, a su vez, en la fase denominada Diagnóstica, es de carácter descriptivo y nos permite obtener información sobre el laboratorio y su funcionamiento, relativa a las siguientes variables: año de funcionamiento, categoría profesional, formación en técnica didáctica e informática, estrategias y actitud, motivación, satisfacción y rendimiento en conforme a la realización de los ensayos. De la misma manera tenemos la fase Ejecución, se describen, en forma resumida, cuáles son los pasos o proceso que se llevara a cabo para la realización del ensayo, ya que se debe seguir ciertas normas para poder comenzar con la ejecución, luego se escriben los respectivos datos para comenzar con el funcionamiento.

2.2.1.3. Etapa de proceso

Consiste en un proceso solo basado en el ensayo, en la fase de inicial se pudo observar que se eligió un neumático económico del mercado ecuatoriano, con dicho neumático se procede a su ensayo, dentro de esta etapa de ha designado 2 fases, la de muestreo y la de desarrollo. En la fase de muestreo, a través de la norma se van designando la nomenclatura principal que nos entrega el fabricante, que se encuentra marcada en el neumático, con estas señales, nos guiamos a la norma, para ver si cumple con lo especificado, para dejar a punto, y procedes con la fase de funcionalidad, en esta fase también se ve si en neumático es aprobado en relación con los datos requeridos, si no cumple, solo se notifica a en el informe y se procede a su funcionalidad.

En la fase de desarrollo, el neumático es sometido a una temperatura acorde a la norma, así como presión, carga y velocidad, ya listo los parámetros se procede a inicio, la cual se coloca en el dinamómetro, comenzando con su ensayo, ingresamos los datos para determinar el tiempo para completar su proceso.

2.2.1.4. Etapa Final

Se apoya en acomodar y sistematizar toda la información recogida a lo largo de la averiguación, no sólo los datos y sus respectivos estudios sino lo referido al marco teórico y a la generación de teoría desde los datos. En este periodo además nos disponemos a escribir las conclusiones y llevar a cabo el que corresponde informe. La fase se divide en 3 etapas que permiten ordenar las labores ya expuestas, estas son: Revisión, en la cual realizamos la tercera revisión bibliográfica que nos posibilita actualizar el marco teórico, metodológico y experimental, la segunda es Corrección y la tercera Redacción que nos permiten hacer labores tendentes a llevar a cabo un segundo informe que hemos discutido con el tutor para después proceder a consensuar los aspectos que nos guían al informe definitivo (Santana, 2007).

2.3. Técnicas de recolección de datos

Para obtener los datos necesarios para el análisis se llevará a cabo el ensayo de aguante y resistencia, que consiste en colocar el neumático contra una rueda giratoria de metal conectada a un motor para generar el movimiento necesario, en este proceso mientras el neumático está contra la rueda de metal, se irá variando la carga y velocidad en distintas combinaciones, cada una establecida dentro de la normativa vigente. de esta manera podemos analizar los cambios en periodos de tiempos cortos, las condiciones serán controladas como se indica en la tabla 1-2.

Tabla 1-2: Rangos de tiempo y carga para ensayo tipo III

Descripción	Rango de carga	Velocidad		Porcentaje de carga			Total, de revoluciones (miles)
		km/h	r/min	7	16	24	
Servicio con velocidad							
90 km/h	F, G, H, J, L, M, N	40.00	125	66	84	101	352.00
80 km/h	F, G, H, J, L,	32.00	100	66	84	101	282,50
56 km/h	Todos	24.00	75	66	84	101	211.00
Otros	F	64.00	200	66	84	101	564.00
	G	56.00	175	66	84	101	493,50
	H, J, L, N	48.00	150	66	84	101	423,50

Fuente: (Avalos, 2016 pág. 100)

Realizado por: (Avalos, 2016)

Dependiendo del tipo de neumático que se esté utilizando se aplica: carga, velocidad y presión de inflado, en períodos programados. Cuando el ensayo termina se desmonta el neumático y se hace el análisis descrito por la norma, para comprobar si este cumple o no con lo establecido en la normativa.

Cuando ha transcurrido una hora después de finalizado el ensayo, se hace un análisis visual del mismo comprobando que su composición física no se ha visto comprometida, además se toma mediciones de presión de inflado, se espera una hora después de haber finalizado el ensayo ya que debido a la fricción que genera el ensayo se puede ver alterada la presión de inflado.

2.3.1. Normativa vigente en Ecuador

Para las definiciones y clasificación de los neumáticos se utiliza la normativa NTE INEN 2096, esta es la que clasifica y designa los neumáticos por tipos. Para establecer los métodos de ensayo y cómo se lleva a cabo cada uno de ellos se utiliza la normativa NTE INEN 2097 (INEN, 2012).

- **Clasificación de los neumáticos según la norma NTE INEN 2096**

Tabla 2-2: Clasificación de los neumáticos

Tipo	Servicio	Descripción	Características
I	Bicicletas Motocicletas Motonetas Cuadrones	Neumáticos con aro de diámetro nominal mayor o igual a 178 mm (aro 7)	Convencionales y radiales
II	Vehículos de pasajeros Vehículos comerciales (vehículos excepto de pasajeros): Camioneta Utilitarios Camiones livianos (Light Truck LT)	Neumáticos para vehículos SUV (sport utility vehicle), station wagon, furgoneta (VAN), deportivos	Convencionales y radiales
III	Vehículos de actividades comerciales, de transporte y carga	Camiones, autobuses, remolques, volquetas, tráileres y otros vehículos para carga pesada	Convencionales y radiales
IV	Vehículos para fuera de carretera	Neumáticos para vehículos de: minería, maderas y movimiento de tierra, camineros, fuera de carretera (OTR) motoniveladora (máximo 40 km/h) grúas móviles (máximo 10 km/h) equipo liviano montacargas y elevadores tractores industriales agrícolas, forestales	Convencionales, radiales y sólidas

Fuente: (NTE INEN 2096)

Realizado por: (NTE INEN 2096)

2.3.2. Normas internacionales para neumáticos nuevos

Dentro de todas las normas que serán analizadas a continuación se establecen parámetros basados en una norma muy antigua establecida por Tyre and Rim Association, que a partir de la unión de varios fabricantes de neumáticos y rines en 1903 establecieron los primeros criterios de estandarización para los neumáticos, ya que se tenía el problema de que cada fabricante de neumáticos necesitaba un tipo de rin especial para poder montarlos.

A partir de entonces la normalización de los neumáticos que salen al mercado ha ido evolucionando, y gran parte de lo que ha establecido Tyre and Rim Association ha sido adoptada por las normas vigentes en países latinoamericanos.

Tabla 3-2: Normas relacionadas con las vigentes en Ecuador

NORMA	PAÍS
NORMA Oficial Mexicana NOM-086/1-SCFI-201	México
NTC 1275 Llantas neumáticas tipo 2 características y requisitos	Colombia
NTC 1303 Reglamento técnico para llantas neumáticas	Colombia
NTC 1304 Llantas neumáticas, definiciones, clasificación, designación y rotulado	Colombia
NTE INEN 2096 Neumáticos definiciones y clasificación	Ecuador
NTE INEN 2097-2012 Neumáticos: Neumáticos tipo I, II y III. Métodos de ensayo	Ecuador

Fuente: (NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-086/1-SCFI-201).

Realizado por: (NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-086/1-SCFI-201).

La normativa utilizada en Ecuador se diferencia de las que son utilizadas en Latinoamérica en lo que se refiere a clasificación y denominación de neumáticos por tipos.

2.4. Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos seleccionados son las maquinarias y herramientas que se utilizó dentro del LABORATORIO DE LLANTAS de la Escuela Politécnica Nacional para la realización de los ensayos. El laboratorio cuenta con herramientas y equipos que han sido evaluados con anterioridad para que sea un laboratorio acreditado.

Los equipos que se usan para los ensayos deben estar siempre calibrados, y en buen funcionamiento, para que el ensayo sea efectuado específicamente como establece la norma INEN (Nuñez Moscoso, y otros, 2017 pág. 47).

2.4.1. Tambor dinamométrico (máquina de capacidad y velocidad)

Equipo compuesto por un Tambor de dinamométrico conectado a un motor el cual al entrar en funcionamiento hace girar el tambor simulando las condiciones de funcionamiento de un neumático, la medida del tambor dinamométrico está establecida dentro de la normativa y tiene un diámetro de: 1.70 metros.

Para simular la velocidad a la que es sometido el neumático se utiliza un motor eléctrico que está conectado al tambor dinamométrico, el cual entrega un torque de 600 Nm y una velocidad punta de 200 Km/h (Nuñez Moscoso, y otros, 2017 pág. 47).



Figura 1-2: Tambor dinamométrico externo

Realizado por: Carlosama B., Quishpe D. 2021

2.4.2 Medidor de presión de neumáticos

Se utiliza un medidor de presión digital ya que este posee una mayor precisión para tomar las mediciones, su cuerpo está fabricado de manera que tenga alta resistencia, y permite utilizar cuatro unidades de medida. Posee una capacidad máxima de medida de 100 psi, y debido a su tamaño compacto resulta ideal para usarlo en este tipo de ensayos (Horn Group, 2011).



Figura 2-2: Medidor de presión

Realizado por: Carlosama B., Quishpe D. 2021

Una parte muy importante para poder trabajar con estos instrumentos de medición es saber cuáles son sus funciones y datos que nos va a entregar, es por tal motivo que la utilización de su ficha técnica es muy importante para entender qué tipo de maquina o equipo estamos ocupando, en la tabla 4-2 observamos la ficha técnica del instrumento a utilizar.

Tabla 4-2: Ficha técnica del medidor de presión

MEDIDOR DE PRESIÓN TyreCheck					
CARACTERÍSTICAS					
Reloj comprobador preciso y de fácil lectura			Carcasa exterior de goma para la amortiguación de golpes		
Accesorio giratorio integral en sujeción doble para facilitar el manejo			2 tamaños: esferas de 63 mm y 80 mm de diámetro		
Número de pieza	Escala	Resolución	Diámetro esfera (mm)	Conexión a válvula	
DPH1H03	0 - 170 lb_f/in^2 y 0 - 12 bar	Unidades de 2 lb y 0.1 bar	63.00	Sujeción doble	
DPG1H08	0 - 170 lb_f/in^2 y 0 - 12 bar	Unidades de 2 lb y 0.1 bar	63.00	Sujeción Euro	
DPF3H03	0 - 170 lb_f/in^2 y 0 - 12 bar	Unidades de 2 lb y 0.1 bar	80.00	Sujeción doble	
DPG3H08	0 - 170 lb_f/in^2 y 0 - 12 bar	Unidades de 2 lb y 0.1 bar	80.00	Sujeción Euro	

Realizado por: (Horn Group, 2011)

Fuente: (NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-086/1-SCFI-201).

2.4.3 Cámara termográfica

La cámara termográfica es un dispositivo para medir la temperatura sin necesidad de contacto. Detectan la energía infrarroja emitida, transmitida o reflejada por todos los materiales a temperaturas superiores al cero absoluto y convierten el factor de energía en una lectura de temperatura o termograma (Omega, 2021).



Figura 3-2: Cámara termográfica

Realizado por: Carlosama B., Quishpe D. 2021

Para hacer la medición de la temperatura final con la que sale del ensayo el neumático se usará una cámara termográfica FLUKE Ti27, en la tabla 4-2, se puede observar las características generas para uso correcto de la misma, ya que se debe tener claro cuál es las principales funciones para su utilización (FLUKE, 2016).

Tabla 5-2: Ficha técnica de la cámara termográfica

ESPECIFICACIONES	DATOS DE ESPECIFICACIONES
Rango de medida de la temperatura (sin calibrar por debajo de -10 °C)	-20 °C a +600 °C (-4 °F a +1112 °F)
Precisión de la medida de temperaturas	± 2 °C o 2 % (a 25 °C nominales, la mayor de ambas)
Corrección de emisividad en pantalla	Sí
Compensación de la temperatura reflejada de fondo en pantalla	Sí
Corrección de transmitancia en pantalla	Sí
Frecuencia de captura de imágenes	Velocidad de actualización de 9 Hz o de 60 Hz según la
Tipo de detector	Matriz de plano focal, microbolómetro no refrigerado, 240 x 180 píxeles
Píxeles totales	43200
Sensibilidad térmica (NETD)	≤ 0,05 °C a 30 °C (50 mK)
Banda espectral infrarroja	De 7,5 μm a 14 μm (onda larga)
Cámara de luz visible	Rendimiento industrial de 2 megapíxeles
Distancia focal mínima	46 cm (aprox. 18 pulg.)

Fuente: (FLUKE, 2016)

Realizado por: Carlosama B., Quishpe D. 2021

2.4.2. *Sensores de seguridad*

Unos de los equipos más importantes para el proceso de los ensayos, es los sensores de seguridad, la cual esta basados en equipos diseñados y realizados de forma manual y sin componentes sumamente complejos, ya que se trata de un sujetador que al moverse el neumático en grandes escales, tendrá tocar el sujetador, dando aviso que la prueba del ensayo es finalizada por desprenderse algún tipo de material del neumático.

Por otro lado, tenemos el sensor de presión, que va sujeto al neumático y al varezar la presión tiende de la misma forma a dar aviso que sufrió cambio, por tal motivo el ensayo queda suspendido y no cumple la norma.

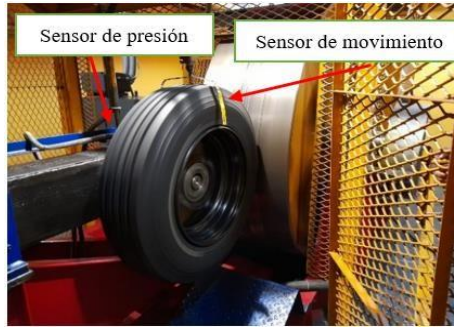


Figura 4-2: Sensores de seguridad

Realizado por: Carlosama B., Quishpe D. 2021

2.4.3. Sistema de control de calidad

Los equipos para llevar a cabo el ensayo, así como los dispositivos electrónicos de seguridad y climatización se controlan mediante un software, el cual controla todo el proceso del ensayo. Para llevar a cabo todo el proceso primero se deben ingresar datos de carga, velocidad y tiempo que se llevará a cabo el ensayo, también se ingresarán datos de las características del neumático establecidas por el fabricante. El equipo cuenta con sistema de seguridad que en caso de fallar el neumático para automáticamente todos los equipos. sistema para realizar los ensayos es de la escuela politécnica nacional, es así como tenemos el laboratorio de neumáticos, dentro de los equipos tenemos el sistema de control de seguridad, la cual nos permite ingresar todos los datos para dar inicio al giro del dinamómetro, es decir es un software, capaz de controlar todo el proceso que vamos a hacer durante el ensayo, de esta forma se podrá ingresa, datos como: carga, velocidad, tiempo. Este sistema de igual forma tiene un control de seguridad, ya que, si algo de los datos cambia, el software lo detecta, e inmediatamente cancela el proceso del ensayo y se termina, dando como finalizados el ensayo.

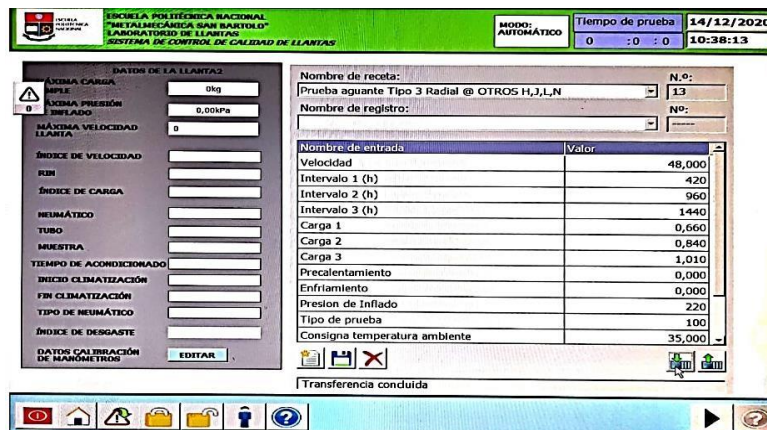


Figura 5-2: Software del sistema de ensayos

Realizado por: Carlosama B., Quishpe D. 2021

2.5. Procedimiento de la prueba

1. Preparar la muestra, y según la especificación seleccionar el aro para en ensayo.
2. Realizar un registro visual de las especificaciones del neumático presentes en su banda lateral.



Figura 6-2: Muestreo de la nomenclatura

Realizado por: Carlosama B., Quishpe D. 2021

3. Enlantar el neumático con el aro seleccionado.



Figura 7-2: Enlantaje del aro en el neumático

Realizado por: Carlosama B., Quishpe D. 2021

4. Inflar el neumático a la presión especificada dentro de la normativa.



Figura 8-2: Inflado a la presión de la norma

Realizado por: Carlosama B., Quishpe D. 2021

5. Acondicionar el neumático, se lo hace mínimo durante 3 horas, y para este caso en particular con una temperatura ambiente de 35 °C con un margen de error de 1 °C.



Figura 9-2: Acondicionamiento de la habitación de la prueba

Realizado por: Carlosama B., Quishpe D. 2021

6. Ubicar el neumático previamente enllantado y acondicionado en el equipo donde se va a realizar el ensayo.



Figura 10-2: Ubicación del neumático

Realizado por: Carlosama B., Quishpe D. 2021

7. Ubicar y ajustar las tuercas que sujetan el neumático enllantado con una fuerza de torsión de 305 Nm
8. Señalar el sentido en la cual va a girar el neumático, y la posición aro-llanta para verificar deslizamientos posteriores al ensayo.
9. Colocar los sensores de movimiento, ya que en caso de que el neumático falle el sistema de seguridad detendrá todos los equipos y dará como finalizado el ensayo independientemente de la etapa en la que este se encuentre.



Figura 11-2: Colocación del sensor de movimiento

Realizado por: Carlosama B., Quishpe D. 2021

10. Ajustar con la distancia asignada de 1 cm el sensor de presión, para el control de seguridad que nos permitirá verificar el cambio de presión del neumático
11. Asegurar las puertas de seguridad.



Figura 12-2: Inicio del ensayo de aguante

Realizado por: Carlosama B., Quishpe D. 2021

12. Calibrar la máquina para verificar que el proceso sea el adecuado, se realiza una prueba de 2 minutos para verificar que el sistema funcione correctamente antes del ensayo.
13. Ingresar los datos para llevar a cabo todo el ensayo
14. Ingresar los datos correspondientes a la norma para neumáticos tipo III en el sistema SCADA, el cual es manejado dentro del LABORATORIO DE LLANTAS



Figura 13-2: Ingreso de datos al programa

Realizado por: Carlosama B., Quishpe D. 2021

15. Poner en marcha la máquina con una velocidad de 47km/h, la cual permanecerá constante durante todo el ensayo.
16. Presionar el neumático montado contra el tambor dinamométrico de acero de la cámara de simulación, con una carga asignada en el base de datos del control, esa carga ira cambiando de forma ascendente conforme vaya avanzando el ensayo.
17. Variar la carga a las 7 horas, 16 horas y 24 horas respectivamente, este paso lo hace automáticamente el sistema del laboratorio.



Figura 14-2: Sistema de control de presión

Realizado por: Carlosama B., Quishpe D. 2021

18. Una vez terminado el ensayo se deja enfriar el neumático a temperatura ambiente durante por lo menos 1 hora.
19. Medir la presión de inflado, y verificar si la presión al finalizar el ensayo ha variado con respecto a la presión que tenía el neumático al inicio del ensayo.
20. Realizar la inspección visual del neumático para detectar si existen alteraciones en su estructura externa

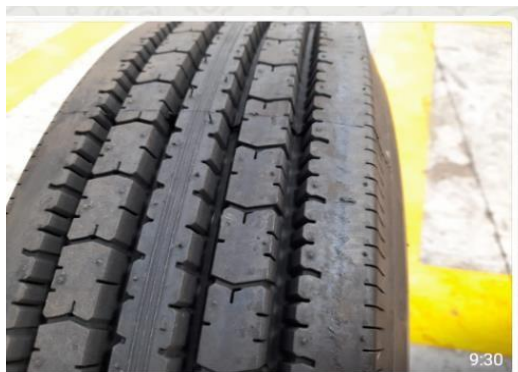


Figura 15-2: Revisión visual del neumático

Realizado por: Autores

2.6. Diagrama de flujo para el inicio del ensayo

2.6.1. Diagrama de prerequisites para comenzar el ensayo

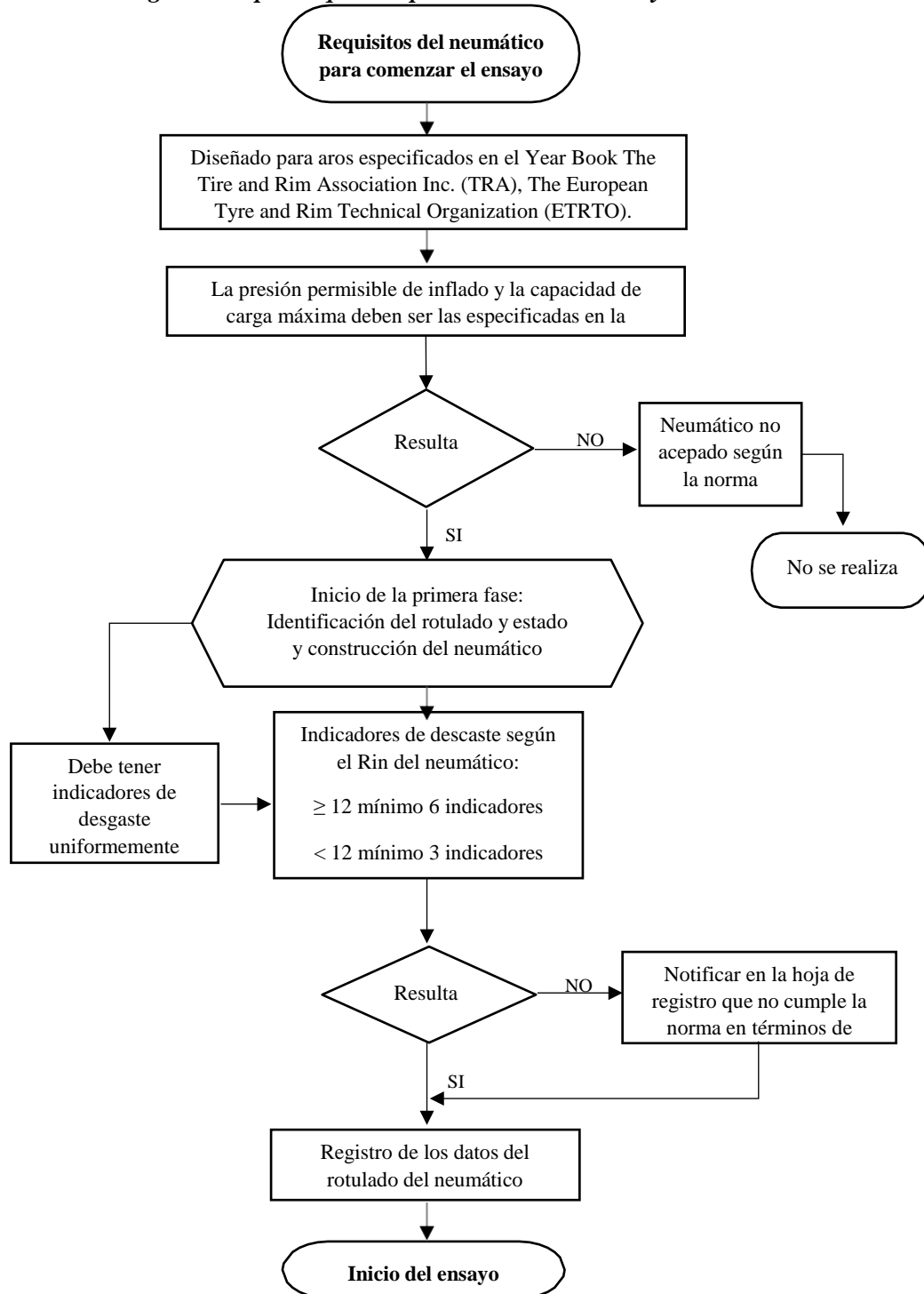


Figura 16-2: Diagrama de flujo inicio de la muestra

Realizado por: Carlosama B., Quishpe D. 2021

2.6.2. Diagramas de ensayo de aguante o resistencia

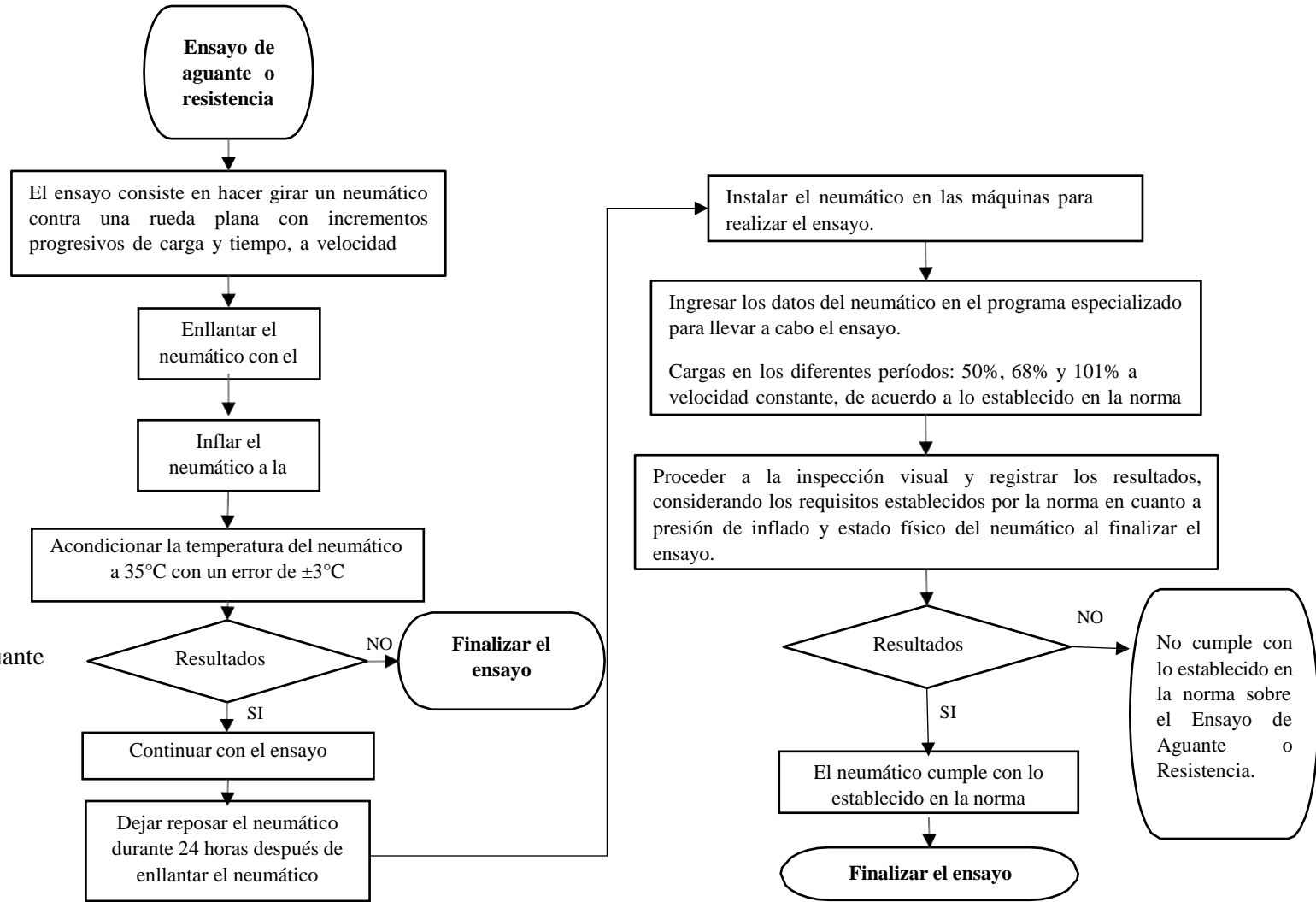


Figura 17-2: Diagrama ensayo aguante o resistencia

Realizado por: Carlosama B., Quishpe D. 2021

2.7. Análisis de los diagramas de flujo

Las pruebas de ensayo corresponden a pruebas que se hacen a neumáticos dentro de la región ecuatoriana para medir la calidad y saber si son aptos para la utilización sobre un transporte o automotor, ya que, en esta ocasión, se ha elegido un neumático del mercado ecuatoriano, pero tomando en cuenta una de las marcas menos conocida, así como también de un bajo costo, para ver si pasara las pruebas de la norma INEN.

En los siguientes diagramas de flujo se encuentra la prueba de ensayo que será realizada para el estudio como es el ensayo de aguante o resistencia, así como el inicio de la misma, ya que, para comenzar se debe primero realizar un muestreo de toda la nomenclatura del neumático para ver que esté acorde con la norma.

2.7.1. Diagrama muestreo

Se ha mencionada que antes de realizar el ensayo, en este caso el de aguante y resistencia, se ha realizado un muestreo de toda la nomenclatura del neumático, de esta forma relacionamos con los datos de la norma, y verificar que este apto para comenzar el ensayo. El neumático debe ser apto para los aros dispuestos en el Year Book The Tire and Rim Association, manual que se encuentra dentro del laboratorio de neumático, de la misma manera se debe verificar que la presión y la carga máxima permisible sea la adecuada, caso contrario no se podrá seguir con el ensayo, dando como finalizados, otra parte uno de los detalles para el muestreo es los indicadores que nos muestran cuales son los desgastes, ya que por lo mínimo deben tener 3 en rines menores a 12, y mayores a 12, mínimo deben tener 6, caso contrario solo se notificara en la hoja del informa y se procede al inicio del ensayo, además de eso se debe anotar en la hoja de registro todos los datos que encontramos en el neumático de esta manera tenemos más clara la idea, de que neumático estamos ocupando.

2.7.2. Diagrama inicio de ensayo

Está basado en colocar un neumático en un dinamómetro, que con la ayuda de un motor hará girar el neumático contra la rueda del dinamómetro, en este proceso se realizará cambios de carga y tiempo, para la cual este proceso tendrá una velocidad constante, de esta manera podemos analizar los cambios en periodos de tiempos cortos. Para su inicio, ya controlado el proceso de muestreo procedemos a su vulcanización en el aro ya asignado con anterioridad, para de esta formar, llevar a la habitación de acondicionamiento, pero antes se debe verificar que la presión sea la marcada por a norma, y la norma nos dice que en neumático tipo III, la presión debe ser la

que se encuentra en el producto, es decir la que nos marca el neumático, llevar acondicionamiento de 24 horas a una temperatura de 35°C con un error de 3°C, ya aplicado estos detalles se continúa con el ensayo, caso contrario se finaliza, al continuar, colocamos los sensores de seguridad ya una vez acoplada al dinamómetro, y se procede en el software de inicio a ingresar los datos correspondientes de la norma, y dejamos durante el tiempo de 47 horas con cambios de carga a velocidad constante, finalizado las 47 horas se procede a la revisión visual, si existe cambio en la rodadura, o grietas en el neumático, o una disminución de presión, el ensayo es rechazado, es decir no paso la prueba de la norma, caso contrario al no notar nada de cambio y ver que la presión se mantuvo o subió, el ensayo es aprobado.

2.8. Selección de la muestra (neumático)

La selección del neumático para la ejecución de pruebas de ensayo en los neumáticos se debe conocer los vehículos más vendidos y los que transitan más en el distrito metropolitano de Quito para más adelante hacer las respectivas pruebas en los neumáticos menos vendidos.

Para los fines del estudio, se selecciona una marca de neumáticos nuevos que se comercializan en el Ecuador la cual no es muy conocida por su calidad y procedencia.

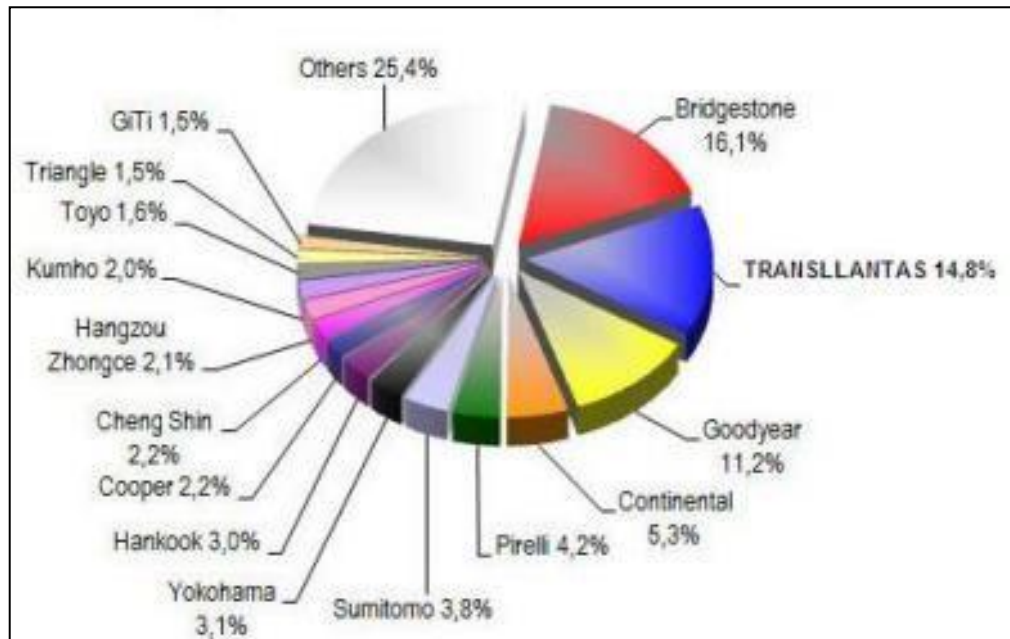


Figura 18-2: Neumáticos más vendidos en el mercado ecuatoriano

Realizado por: (AEADE, 2014)

2.9. Variables para análisis del comportamiento dinámico

Las variables principales que interactúan en el desempeño, funcionamiento de un neumático dependerá según el ensayo que se vaya a realizar, ya que, en alguna varia velocidad, presión temperatura y la carga, para nuestro ensayo, las variables para analizar son los siguientes:

2.9.1. Presión de inflado

Los neumáticos que se usan actualmente necesitan llenarse de aire para funcionar, este aire tendrá una presión, la cual estará definida por el fabricante, ya que de esta dependerá en gran parte cuan eficiente es el neumático además de que la presión de inflado del neumático está ligada al consumo de combustible, ya que, al no contar con el área total de contacto de la banda de rodadura con el suelo, el vehículo hará más esfuerzo para desplazarse. La presión de inflado dependerá del tipo de neumático que se vaya a utilizar (INEN, Norma Técnica Ecuatoriana 2582, 2012).

2.9.2. Temperatura de los neumáticos

El neumático, al estar sometido a fricción constante con el suelo se calienta, y debe ser eficiente al momento de disipar todo este calor producido por el funcionamiento normal, para clasificar cuan eficiente es se utiliza letras mayúsculas del abecedario, siendo la denominación A la más eficiente, las letras que siguen desde la B en adelante indicarán que el neumático es cada vez menos eficiente para disipar el calor. Todo esto bajo la norma federal sobre seguridad vial (Federal Motor Safety Standard) núm. 109. (INEN, Norma Técnica Ecuatoriana 2582, 2012).

2.9.3. Índice de Velocidad

Se utilizan letras mayúsculas del abecedario para clasificar los neumáticos de acuerdo a la velocidad máxima en Kilómetros por hora, a la que pueden funcionar. Estos valores están considerandos en condiciones ideales. El índice de velocidad se indica en el flanco del neumático (INEN, Norma Técnica Ecuatoriana 2582, 2012).

2.9.4. Índice de Carga

Se indica la capacidad de soportar cierta cantidad de kilogramos de carga que tiene el neumático mediante el uso de números ubicados en el flanco o cara lateral del neumático.

2.10. Presión de inflado del neumático para ejecución de pruebas

La presión a la que se infla el neumático al realizar el ensayo la dicta la norma según el tipo de neumático que se vaya a utilizar, para simular una situación de funcionamiento normal del neumático.

Tabla 6-2: Presión de inflado de neumáticos para pruebas.

Presión de inflado	Porcentaje	Presión
Máxima	100%	682.00 psi

Fuente: (INEN, Métodos de ensayo, 2012)

2.11. Temperatura de prueba de los neumáticos

La temperatura a la que debe estar el neumático está establecida dentro de la norma NTE INEN 2097-2012, y esta no depende del tipo de neumático que se vaya a utilizar.

Tabla 7-2: Temperatura de prueba

Temperatura de prueba	35°C ±3°C
-----------------------	-----------

Fuente: (INEN, Métodos de ensayo, 2012)

2.12. Velocidad de prueba de los neumáticos

La velocidad que se establece dentro de la norma para el neumático utilizado, es una velocidad constante como se muestra en la tabla 8-2.

Tabla 8-2: Velocidades de prueba.

Pruebas	Velocidad (km/h)
Prueba 1	60.00

Fuente: (INEN, Métodos de ensayo, 2012)

2.13. Porcentajes de carga según la prueba del neumático

La carga máxima que se aplica en el ensayo depende de la establecida en la ficha técnica del neumático usado, se considerará como 100% a la carga máxima que soporta el neumático.

Tabla 9-2: Porcentajes de carga, tiempo y velocidad.

Tiempo (min)	Carga (%)	Velocidad (km/h)
7	25.00	60.00
17	67.00	
24	101.00	

Fuente: (INEN, Métodos de ensayo, 2012)

2.14. Preparación de los neumáticos

- a) Montaje del neumático en el aro específico para la prueba, según lo que establece el fabricante, o el YEAR BOOK
- b) Inflado del neumático a la presión establecida para el ensayo.
- c) Acondicionamiento del neumático, manteniéndolo a temperatura ambiente durante 24 horas
- d) Reajuste de presión según lo establecido por la normativa para el neumático que se va a utilizar en el ensayo.

Tabla 10-2: Procedimiento para realizar la prueba de resistencia a la rodadura.

PROCESO DE PRUEBA	EXPLICACIÓN DEL PROCESO
Ubicación del vehículo en el dinamómetro.	El neumático debe ir colocado en el dinamómetro, la cual será ajustado de manera que no pueda salirse, de la misma forma se colocará, 2 sensores de seguridad para impedir que ocurra accidentes dentro de la máquina.
Velocidad de prueba del vehículo (r).	48 km/h \pm 1.6 km/h
Pista de prueba.	La pista de prueba en nuestro ensayo. Estaría formado por la rueda del dinamómetro, ya que de esa manera se permitirá el giro del neumático
Seguridad de la prueba	Se añade 2 sensores de seguridad, uno de movimiento y el otro de presión, si cualquier de los dos fallan se notificará y se termina el ensayo
Número de pruebas.	1 pruebas.
Intervalo de proceso.	Se realiza en 3 intervalos de tiempo, modificando la carga, sus tiempos son de 7 después 16 y para finalizar de 24 horas.
Finalización de la prueba.	Terminado el tiempo correspondiente a la prueba realizada, su proceso siguiente y retirar y verificar que no exista cambio tanto en la presión como en la llanta, es decir en la rodadura, así se podrá dar un resultado positivo o negativo según la visualización.

Fuente: (Reyes, 2015)

2.15. Registro de datos

Para la recolección de los datos, al finalizar los ensayos realizados, se nos entregara un informe previo a todos los cambios realizados durante la fase del proceso, ya que a través del software se ingresa los datos determinados, entregando un análisis en profundidad sobre todo lo realizado.

Durante cada intervalo de porcentaje de carga se van ingresando valores diferentes de carga como se observa en la tabla 10-2, para los intervalos se tomar reverencia los minutos, el primer intervalo es de 420 minutos el segundo 960 y para finalizar de 1440 minutos, como ya se había dicho con anterioridad a una velocidad constante. El dato más importante que debemos visualizar es su presión, ya que de esa manera comprobamos según la norma si fue aprobado o rechazado.

Tabla 11-2: Datos extraídos del informe general

Parámetro de los datos del ensayo							
Etapa	Carga %	Carga Aplicada (Kg)	Tiempo Teórico (min)	Tiempo Real (min)	Velocidad Teórica (km/h)	Velocidad Real (km/h)	Temperatura Ensayo °C
1	66.00	1439.00	420.00	420	48	47,96	35
2	84.00	1831.00	960.00	960	48	47,96	
3	101.00	2202.00	1440.00	1400	48	47,96	

Fuente: (INEN, Métodos de ensayo, 2012)

2.16. Análisis de variables

En el ensayo de aguante y resistencia realizado en el laboratorio, se consideran los parámetros de presión de inflado del neumático, su temperatura, y el estado físico, antes del ensayo y cuando este termina. De este modo se puede comprobar si el neumático cumple o no cumple con lo establecido por la norma NTE 2097 2012 para neumáticos TIPO 3.

En el ensayo de aguante y resistencia se aplica según la tabla mostrada a continuación.

Tabla 12-2: Porcentajes de carga, tiempos y velocidad del ensayo.

Tiempo (horas)	Carga (%)	Velocidad (km/h)
7	66.00	48
17	84.00	
24	101.00	

Fuente: (INEN, Métodos de ensayo, 2012)

El análisis final estará en función de las variables que se pueda obtener durante el ensayo, en este caso observamos datos de carga e intervalos de tiempo, de la misma manera obtenemos

datos de tiempo y cargas en porcentajes, la finalidad es dar un análisis global de todos estos datos ya mencionados

Tabla 13-2: Tipos y Niveles de variables

TIPO	NIVELES	Designación
Neumático tipo III	Tiempo de aplicación de carga	t
	Carga	%C
	Temperatura	T
	Estado físico	F
	Presión de inflado	P

Fuente: Carlosama B., Quishpe D. 2021

Tabla 14-2: Valores de Tiempo, Carga y Velocidad

TIEMPO (horas)	CARGA (%)	VELOCIDAD (km/h)
7	66	48
16	84	48
24	101	48

Fuente: (INEN, Métodos de ensayo, 2012)

Estos son los valores que establece la norma NTE INEN 2097 2012, pero para poder clasificarlos e introducirlos en una gráfica que nos pueda aportar información acerca del estado físico y la temperatura a la que está el neumático debemos trabajar con las mismas unidades, por lo que se decidió trabajar con porcentajes.

2.16.1. Porcentajes de velocidad

Para encontrar el porcentaje de velocidad se hace cálculos en relación con la velocidad máxima encontrada de la ficha técnica del neumático que es de 130 Km/h.

Tenemos los datos:

V_e = Velocidad Ensayo

V_{max} = Velocidad máxima según el índice de Velocidad

$$\frac{V_e\left(\frac{km}{h}\right)}{V_{max}\left(\frac{km}{h}\right)} * 100 = V\% \quad \text{Fórmula 1-2}$$

Siendo V_e la velocidad del ensayo establecida por la norma y V_{Max} la velocidad máxima permisible con el índice M que consta en la ficha técnica y en el rotulado del neumático.

Se obtiene un resultado de 36.92 % que será ingresado en la tabla y gráficas posteriores.

2.16.2. Porcentaje de temperatura

Para establecer el porcentaje de temperatura del neumático se hará referencia a la temperatura con la que empieza el ensayo que fue de 35°C, la que tenía a la mitad del ensayo y la que presentó al final del ensayo.

2.16.3. Porcentaje de presión de inflado

El porcentaje de presión de inflado se establecerá mediante la comparativa de la presión inicial del neumático y la final, debido a que el ensayo especifica que las presiones deben ser medidas al comienzo del ensayo y al final, durante el ensayo el neumático sigue girando de manera ininterrumpida, sin tomar valores de presión.

Porcentaje del estado físico: Se tomará como 100% si el neumático no se deforma o pierde sus propiedades físicas visibles, y como 0% si el neumático se ve afectado físicamente.

Tabla 15-2: Tabla de Variables para el análisis

TIEMPO (t)	CARGA (C)	VELOCIDAD (V)	ESTADO FISICO (F)	PRESION DE INFLADO (P)
t1	C1	V	F1	P1
T2	C2	V	F2	P2
T3	C3	V	F3	P3

Fuente: Carlosama B., Quishpe D. 2021

Los valores 1 se toman como valores iniciales para el estado físico, la presión de inflado y la temperatura, la velocidad al permanecer constante es considerada como la misma variable en todos los intervalos.

- **Variables dependientes:** Se toman en cuenta como variables dependientes a la temperatura, la presión y el estado físico ya que estos se ven afectados por el desempeño propio del neumático a las cargas que dicta el ensayo.
- **Variables independientes:** Se toman en cuenta como variables independientes a la carga, la velocidad y el tiempo de ensayo, ya que estos son establecidos previamente por el programa con el que cuenta el LABORATORIO DE LLANTAS.

CAPITULO III

3. RESULTADOS OBTENIDOS

Mediante la aplicación de los ensayos establecidos, aplicados todos los parámetros de la normativa INEN 2097-2012 la cual se encuentra vigente en Ecuador para neumáticos Tipo III, se obtuvo los resultados que serán mostrados, estos fueron entregados mediante un informe emitido por el LABORATORIO DE LLANTAS, donde fue llevado a cabo el ensayo de Resistencia o aguante en un neumático tipo III.

El ensayo de aguante y resistencia se llevó a cabo en un solo neumático adquirido en el mercado ecuatoriano el cual es de muy bajo costo y proviene de una marca muy poco conocida en nuestro país.

Al finalizar el ensayo, el laboratorio no hace la entrega de un informe de los resultados de las condiciones en las que fue retirado el neumático, este informe nos permite analizar si el neumático a utilizar paso la prueba de la norma ya mencionada.

3.1. Descripción a detalle del informe

El ensayo cuenta con un informe al finalizar, en este parámetro podemos apreciar detalladamente la información que el documento no entrega, se pudo observar que no permite la revisión desde la nomenclatura del neumático, detallando su parámetro, hasta los equipos utilizados durante el proceso del ensayo, cabe recalcar que su instrumentación y equipos ya fueron detallados en el capítulo II del presente proyecto.

3.1.1. *Detalle de la identificación del neumático en el informe*

En el inicio del ensayo, como se menciona es el de aguante y resistencia, se debe comenzar con una descripción a detalle del neumático en el cual vamos a trabajar, ya que existen más neumáticos para el mismo proceso, de esa manera se procesó después al ensayo los datos de descripción e identificación del neumático utilizado en este caso son:

- **Código:** 5144-033-20

- Neumático/tipo: 215/75 R 17.5, tipo II radial
- Presión Max: 860KPa
- **Capacidad de carga o índice de carga máxima:** 135 / 133 (2180 kg/ 2060 kg)
- **Límite de velocidad:** "M" 130 km/h
- **Número de Pliegos:** 16PR (Load range: H)
- **Material:** Tread: 1 steel ply, Sidewall: 4 steel plies

Una vez hecho el registro de los datos se procede a realizar una tabla donde se indican las características del neumático, fecha de la prueba, temperatura y el acondicionamiento indicado al cual debe ser sometido el neumático según la norma.

Tabla 1-3: Características y condiciones del neumático

DATOS GENERALES			
FECHA	2020-12-11	Muestra	5144-033-20
Neumático	215/75 R 17.5	Presión de ensayo	860.00KPa
Capacidad de carga o índice de carga simple	2180.00 kg 135 LR:H	Índice de velocidad	"M" 130 Km/h
Tipo de neumático	Tipo III Radial	Tube type o tubeless	Tubeless
Acondicionamiento y ensayo			
Temperatura de ensayo y acondicionamiento	35±3°C	Tiempo de acondicionamiento	3 horas
Fecha/hora y presión inicial de acondicionamiento	2020-12-11 14:00 860.00 KPa	Fecha/hora y presión de acondicionamiento	2020-12-14 14:51 867.00 KPa
Fecha/hora y presión inicial de ensayo	2020-12-14 15:06 860.00 KPa	Fecha/hora y presión final de ensayo	2020-12-16 14:06 915.00 KPa

Fuente: (Metalmecánica San Bartolo, 2016).

3.2. Equipo utilizado

a. Aro de ensayo: **6.00x17.5***

b. Compresor: **ECPR**

c. Enllantadora: **EENLL**

d. Máquina de aguante y resistencia EA&R

Manómetro de aceite **PM-05**; EPN-LAB-MA-550-20

e. Cuarto de climatización **EA&R-01**; EPN-UIO-MEI-164-19

e. Manómetro de presión **PM-07**; EPN-LAB-MA-549-20

f. Termohigrómetro: **TTH-03**; EPN-LAB-TE-434-20

Aro según norma: 6.00x17.5

Las siglas utilizadas que se encuentran en negrillas son las que utiliza el LABORATORIO DE LLANTAS para identificar sus equipos ya que cada uno debe estar correctamente calibrado y registrado dentro del laboratorio.

3.3. Fundamento general del método de ensayo

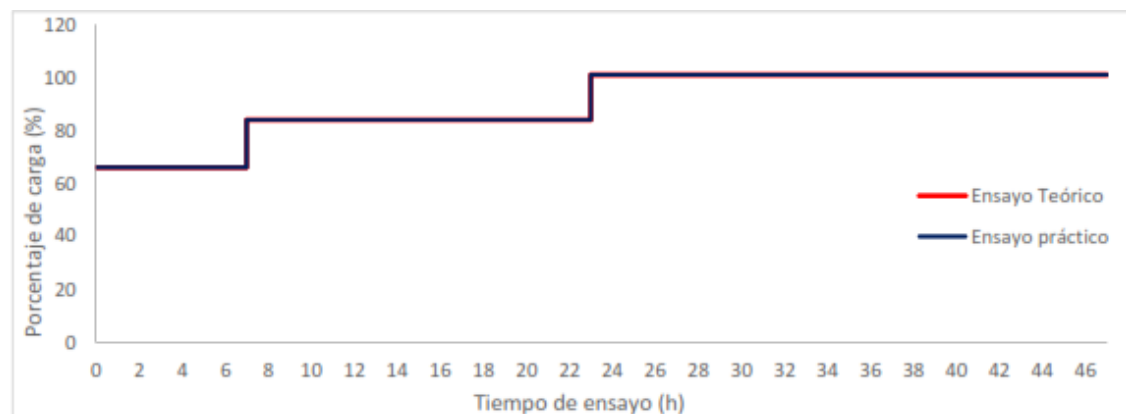
El proceso de la prueba del ensayo, como se pudo mencionar en los capítulos anteriores, será un proceso que nos guiaremos a los parámetros que no indica la norma a la cual nos estamos rigiendo, en la table 2-3 se puede observar los tiempos a las cuales se varia la carga, tenemos que recordar que nuestro ensayo es de aguante y resistencia, por tal motivo será puesto en un dinamómetro con una rueda y a través de intervalos progresivos de tiempo se variara la carga, para de esa manera poder observar la calidad del neumático, llevando a una inspección visual al finalizar, o caso contrario durante los intervalos de tiempo tienda a separarse la banda, dando como finalizado el ensayo, todos estos parámetros se analiza, gracias a la normativa, en si en la tabla 2-3, nos da a detalle los puntos clave para al finalizar dar un resultado de aprobación o que no cumplió con lo establecido en la norma (INEN, 2012).

El ensayo se desarrolla en base al instructivo de laboratorio IT-03 Instructivo para realizar ensayo de aguante o resistencia nuevas.

Tabla 2-3: Parámetros de Ensayo

PARÁMETROS DE ENSAYO Y RESULTADOS							
ETAPA	CARGA %	CARGA APLICADA (Kg)	TIEMPO TEÓRICO (min)	TIEMPO REAL (min)	VELOCIDAD TEÓRICO (Km/h)	VELOCIDAD REAL (Km/h)	TEMPERATURA ENSAYO °C
1	66.00	1439.00	420	420	48.00	47,96	35
2	84.00	1831.00	960	960	48.00	47,96	
3	101.00	2202.00	1440	1440	48.00	47,96	
Presión Final de ensayo							915.00 KPa

Fuente: (Metalmecánica San Bartolo)



Gráfica 1-3: Gráfica de comportamiento del neumático

Realizado por: (metalmecánica san bartolo,2021)

En la gráfica se puede ver que el comportamiento del neumático fue muy parecido al comportamiento ideal considerado teóricamente.

3.3.1. Resumen de resultados

Tabla 3-3: Resultados del ensayo de aguante

Aguante o resistencia	Valor teórico	Valor medido
b) Para neumáticos con y sin cámara, tipo II convencionales y tipo III, la presión del neumático, medida una vez que terminó el ensayo, no debe ser menor a la presión inicial (INEN 2099, 2017)	860.00 kPa	915.00 kPa
c) No presentará evidencias visuales de separaciones de la banda de rodamiento, cara lateral, pliegos, cuerdas, forro interno y/o pestaña; ni tampoco deberá presentar cortes, cuerdas rotas y/o expuestas, grietas, empalmes abiertos y otros (INEN 2099, 2017)	Evidencias visuales	
	No presenta evidencias visuales	

Fuente: (Metalmecánica San Bartolo, 2016).

3.4. Resultados de los ensayos realizados periodo 2016-2020

Realizado el respectivo ensayo de aguante y resistencia, observamos que neumático cumplió con la norma establecida, pero existen varios neumáticos que no han cumplido con los parámetros indicados dentro de la normativa INEN, por tal motivo se realizó el análisis durante el periodo que el laboratorio está en actividad, logrando obtener los datos y llegando a un resultado positivo dentro de los neumáticos nuevos, en la tabla 4-3 se observa los ensayos realizados durante el tiempo que está activo el Laboratorio tanto designado como Acreditado según las exigencias de la norma.

Tabla 4-3: Ensayos realizados en neumáticos nuevos durante el periodo 2016-2020

Ensayos realizados periodo 2016-2020 en neumáticos nuevos					
Años	Número de ensayos	Penetración	Aguante o resistencia	Velocidad	Dimensiones
2016	4	2	2		
2017	10	5	5	1	
2018	4	2	1	1	
2019	se termina la designación, cumple acreditación febrero 2020				
2020	16	8	8		

Realizado por: Carlosama B., Quishpe D. 2021

3.4.1. Resultados de ensayos en neumáticos nuevos por año

El LABORATORIO DE LLANTAS de la ciudad de Quito comenzó con la designación para la ejecución de los ensayos en el año 2014, pero no es hasta 2016 que empieza a llevar a cabo las pruebas en los neumáticos mediante de la norma INEN, en estos años se ha evidenciado un resultado positivo en cuanto a neumáticos nuevos, ya que solo en el año 2020 se tuvo 2 neumáticos que no cumplieron la norma, a continuación se muestra un detalle año a año del número de ensayos a los cuales fueron realizados los más habituales que son: Aguante o Resistencia y Penetración.

Tabla 5-3: Resultados de los ensayos realizados a neumáticos nuevos hasta la 2020

Cumplimiento de la norma en los ensayos aplicados a neumáticos Nuevos				
Año	Tipo de ensayo	Cantidad	Cumple la Norma	No cumple la norma
2016	Aguante	2	2	0
	Penetración	2	2	0
	Velocidad	0		
	Dimensiones	0		
2017	Aguante	4	4	0
	Penetración	5	5	0
	Velocidad	1	1	0
	Dimensiones	0		
2018	Aguante	1	1	0
	Penetración	2	2	0
	Velocidad	1	1	0
	Dimensiones	0		
2020	Aguante	8	6	2
	Penetración	8	6	2
	Velocidad	0		
	Dimensiones	0		

Realizado por: Carlosama B., Quishpe D. 2021

Hasta el año 2020 tenemos resultados favorables en cuanto al cumplimiento de los neumáticos sometidos a los diferentes ensayos, ya que solo 2 neumáticos no fueron aprobados por la norma ya que no cumplieron con los parámetros establecidos, dicho eso sumamos a este análisis nuestro ensayo que fue de aguante y resistencia, dando como conclusión que la mayoría de neumáticos nuevos cumplen la norma, con esto se puede mencionar que los ensayos deben sobrepasar lo establecido en la norma para el neumático cumpla con lo mencionado en los capítulos anteriores. En el mercado ecuatoriano existe una gran cantidad de neumáticos de diferentes marcas, para la presente investigación se adquirió un neumático de la marca más económica con el propósito de demostrar si un neumático económico puede cumplir con lo establecido en la norma, los resultados encontrados fueron favorables ya que dicho neumático cumplió con todo lo establecido y no mostro fisuras en su banda de rodadura, ni mucho menos un cambio en su composición, por lo que se nuestro neumático fue aprobado el ensayo realizado.

El hecho de que el año 2019 no aparezca dentro de las tablas mostradas, es porque durante ese año el LABORATORIO termina con su período de designación y en febrero del año 2020 empieza con su período de acreditación, siendo el año 2019 el tiempo exclusivamente para que el INEN pueda acreditar al LABORATORIO, mediante la aceptación de toda su maquinaria e instalaciones para llevar a cabo los ensayos.

3.4.2. *Análisis de cumplimiento de ensayos en año a año*

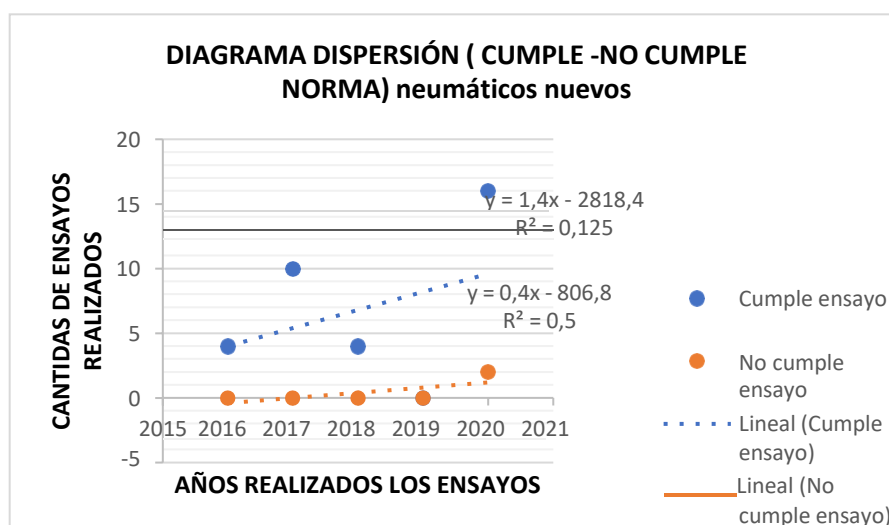
Para profundizar aún más sobre el cumplimiento de la norma hasta la actualidad, se realizó una tabla con los años activos, y a través de un diagrama de dispersión podemos observar cuáles son las condiciones en las que se encuentran los neumáticos dentro del país, como mencionar que estos neumáticos se encuentran disponibles en el mercado ecuatoriano, de esa manera se verá reflejado si el conductor ecuatoriano tiene la garantía tanto de seguridad como de confort al usar neumáticos adquiridos en el territorio ecuatoriano.

Tabla 6-3: Cumplimiento de la norma INEN nuevos

Cumplimiento de la norma en ensayos de neumáticos nuevos por años					
AÑOS	2016	2017	2018	2019	2020
Cumple ensayo	4	10	4	0	16
No cumple ensayo	0	0	0	0	2

Realizado por: Carlosama B., Quishpe D. 2021

Para la comparativa de los ensayos que cumplen y no cumplen, mediante una metodología cualitativa, se llevó a cabo un análisis del número de neumáticos que cumplen y no cumplen el ensayo durante los cuales está activo el laboratorio, tanto como laboratorio designado como acreditado, tenemos como resultado en la gráfica 2-3 un diagrama de dispersión de los neumáticos nuevos, ya que son el aporte principal de la investigación, entregando que a través de una media de todos los datos, el proceso de cumplimiento es acorde su producción, por tal razón se puede observar que todo los neumáticos cumplen con la normativa, ahora bien si nos enfocamos en los que no cumplieron, observamos que están por debajo de valor de 2. Es decir no tienen mayor relevancia dentro del análisis de la gráfica, dando como resultado que mediante la aprobación de la norma en el LABORATORIO DE LLANTAS, los neumáticos vendidos en Ecuador brindan seguridad y fiabilidad, no se puede dar un resultado de marcas específicas ya que el LABORATORIO DE LLANTAS tiene un código de confidencialidad con las marcas que solicitan sus servicios, ya que este laboratorio es solo un medio para emitir datos acerca del cumplimiento de la norma, este no puede establecer si el neumático es o no apto, la encargada de esto dentro de nuestro país es la INTERTEC.



Gráfica 2-3: Diagrama dispersión cumple-no cumple

Realizado por: Carlosama B., Quishpe D. 2021

En un enfoque sobre los neumáticos reencauchados, se realizó el mismo análisis, encontrando que una gran cantidad de neumáticos reencauchados que no aprueban la norma, como se puede observar en la tabla 10-3, vemos que, de todo el grupo, la mitad del total de neumáticos no cumplieron la norma en los años de registro, por tal razón se puede llegar a un resultado que no todos los neumáticos reencauchados son seguros para el conductor.

Tabla 7-3: Cumplimiento de la norma INEN reencauchados

Cumplimiento de la norma en ensayos de neumáticos nuevos por años					
AÑOS	2016	2017	2018	2019	2020
Cumple ensayo	21	12	31	0	13
No cumple ensayo	13	6	11	0	3

Realizado por: Carlosama B., Quishpe D. 2021

3.5. Evaluación del estado del neumático

3.5.1. Temperatura del neumático durante el ensayo

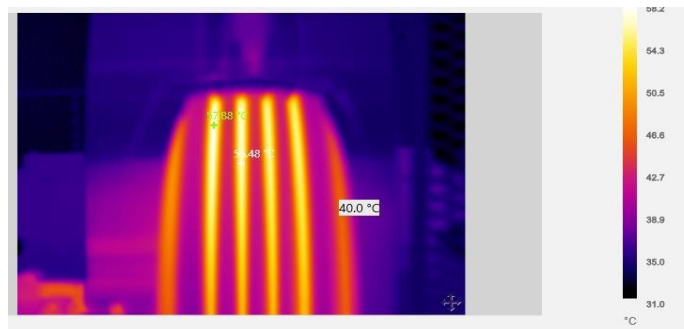


Figura 1-3: Temperatura del neumático durante el ensayo

Realizado por: Carlosama B., Quishpe D. 2021

La recolección de los datos de temperatura se realizó a mitad del proceso del ensayo, en la cual se observó que la temperatura de la banda, así como en todo el neumático ha aumentado considerablemente ya que la inicial fue de $35^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ la cual es indicada en la norma.

Efecto: Al incrementar considerablemente la temperatura hasta 57.88°C en su punto más alto, se ve afectado todo el neumático ya que esto incide en que la presión dentro del mismo aumente considerablemente y reduzca la superficie de contacto, esto se podrá apreciar en el estado físico del neumático al final del ensayo.

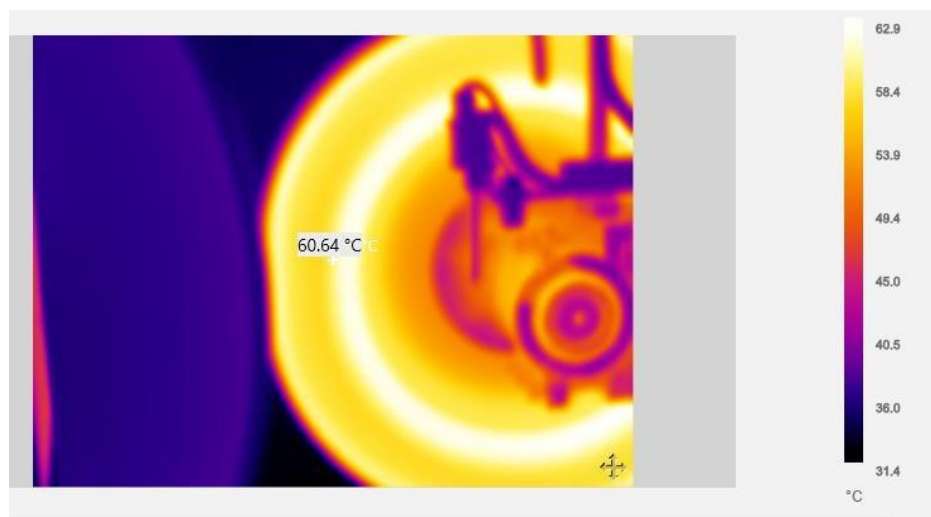


Figura 2-3: Temperatura del neumático vista lateral

Realizado por: Carlosama B., Quishpe D. 2021

Como se puede observar en le Figura 2-3, la temperatura captada desde un lateral del neumático es mayor que la captada viendo hacia la banda, en este caso podemos ver que es de $60,64^{\circ}\text{C}$ casi el doble de la temperatura inicial, esto se debe a que los flancos del neumático no tienen tantas

capas como la banda de rodadura y por este motivo la emisividad del calor es más perceptible ante la cámara termográfica utilizada.

Efecto: Al incrementar la temperatura dentro del neumático se incrementa de manera considerable la presión, y esto lleva a la deformación del mismo, haciendo más pequeña la superficie que tiene contacto con el suelo, y disminuyendo la eficiencia del neumático. Si la temperatura aumenta demasiado dentro del neumático y la construcción de este no es lo suficientemente fuerte, puede verse comprometido su estado físico, ya que el aire presiona a las partes más débiles del neumático que tenderían a romperse.

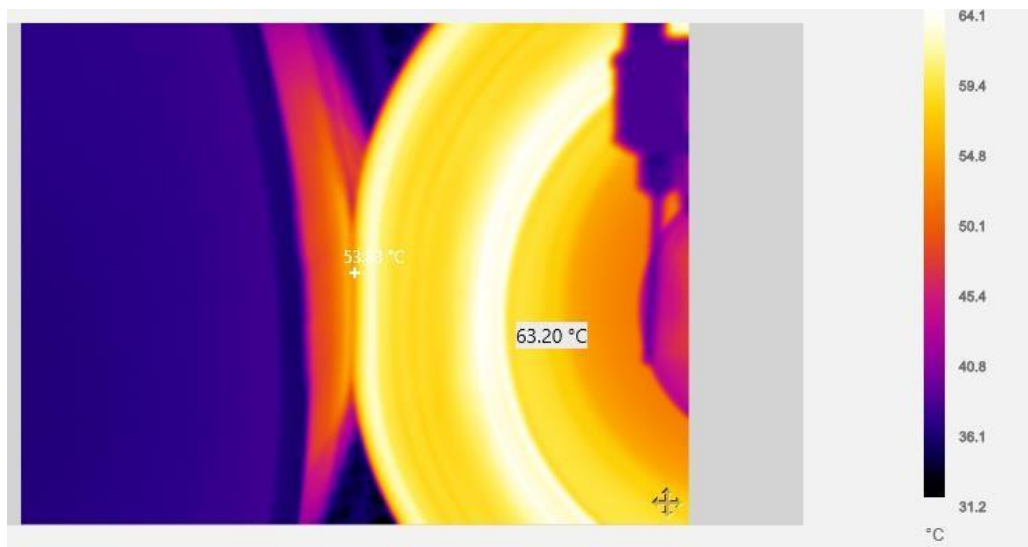


Figura 3-3: Temperatura de rozamiento del neumático

Realizado por: Carlosama B., Quishpe D. 2021

En la figura 3-3, se puede observar que la temperatura en la parte de los Talones del neumático es mucho mayor a la medida en sus flancos, esto se debe a que estos soportan la presión que ejerce la rueda plana contra el neumático más la presión misma del neumático.

Efecto: El sobrecalentamiento de los talones puede llevar a que se deteriore mucho más el material que cubre a los aros de metal en el interior, provocando que el aire pueda fugarse ya que estamos hablando de un neumático Tubeless, también puede verse más comprometido el neumático al momento de tomar una curva ya que debido al ángulo de deriva este puede despegarse del aro y provocar algún accidente haciendo desviar al vehículo de su trayectoria en curva.

3.5.2. Presión del neumático

Debido al movimiento constante del neumático durante el ensayo, no fue posible medir la presión hasta ya terminado el ensayo, así que solo se tendrán referencias de la presión inicial y final del neumático

3.5.3. Estado físico del neumático



Figura 4-3 Estado físico del neumático al final del ensayo

Realizado por: Carlosama B., Quishpe D. 2021

Al inicio del ensayo el neumático al ser nuevo estaba íntegro, sin ninguna anomalía en su estado físico, pero como se puede observar en la figura 4-3, el neumático presenta cierto tono azulado en su banda de rodadura, esto debido a la elevación de temperatura, ocasionando así que el material con el que está construido el neumático sufra ciertas alteraciones, afectando así a su funcionamiento, si esté fuera utilizado en un futuro montado en un vehículo.

3.5.4. Tabla de datos finales

Usando la siguiente tabla se hará el análisis del comportamiento del neumático durante todo el ensayo

3.6. Tabla en magnitudes reales

Tabla 8-3: Parámetros del neumático en el ensayo

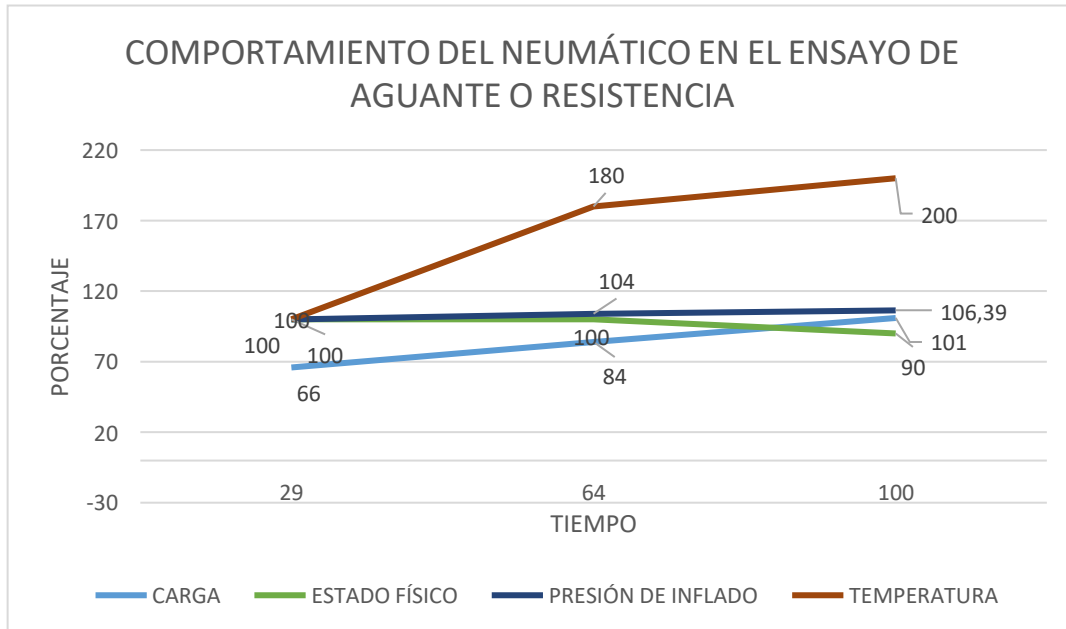
TIEMPO (min)	CARGA (Kg)	VELOCIDAD (Km/h)	ESTADO FISICO (%)	PRESION DE INFLADO (KPa)	Temperatura (°C)
420	1439.00	48	100	860.00KPa	35°C
920	1831.00	48	100	887.50	63.20°C
1440	2202.00	48	90	915.00KPa	70°C

Realizado por: Carlosama B., Quishpe D. 2021

Tabla 9-3: Tabla transformada a porcentajes

TIEMPO (%)	CARGA (%)	VELOCIDAD (%)	ESTADO FISICO (%)	PRESION DE INFLADO (%)	Temperatura (%)
29	66.00	37	100	100.00	100
64	84.00	37	100	104.00	180
100	101.00	37	90	106.39	200

Realizado por: Carlosama B., Quishpe D. 2021



Gráfica 3-3: Comportamiento del neumático durante el ensayo de Aguante o Resistencia.

Realizado por: Carlosama B., Quishpe D. 2021

Como se puede observar en la gráfica, la temperatura es el parámetro que alcanza valores más altos dentro del ensayo, ya que al estar sometido el neumático a este nivel de carga con una velocidad constante equivale a que este hubiera sido puesto utilizado durante 1256Km continuos si parar, lo que incide directamente en el incremento de la temperatura y da como resultado un incremento de la presión de inflado ya que el aire en su interior se calienta, según la Ley de Charles de la termodinámica el aumento de temperatura es directamente proporcional al aumento de volumen lo que hace que el aire se expanda. Es por esta razón que al final del ensayo tendremos una temperatura y presión elevada.

3.7. Análisis del resultado del ensayo

Finalizado el ensayo, y una vez obtenido el informe final, se deber realizar una revisión en todo el neumático, ya que en la normativa nos indica que el neumático a elegir y ya terminado no se debe encontrar ningún cambio al terminar su proceso, en los cambios establecidos por la norma son, rupturas de su banda, deformaciones, alguna ruptura en las partes laterales, así como también cortes o en lo más común despliegues de la banda, todos estos aspectos se debe revisar, en la

figura 5-3, se ve nuestro neumático ya finalizado el ensayo, y se observa un neumático en buenas condiciones ya que no presentando nada de los aspectos que nos menciona la norma, lo cual se da como resultado que fue aprobado por lo establecido en la norma, al igual existe otros parámetro y se ira detallando a continuación.



Figura 5-3 Inspección visual del neumático

Realizado por: Carlosama B., Quishpe D. 2021

3.7.1. *Análisis de resultados por variables*

El ensayo realizado en el laboratorio de neumáticos, nos permitió cumplir con el objetivo propuesto, que es observar el estudio de las características del mismo, a través de ensayos, ya que por consiguiente, y sobre todo recalcar, que por medio del proceso analizamos variables como presión, temperatura e inspección visual de deformidades, que nos entrega el informe final al finalizar el ensayo, de esta manera también respondemos a nuestra hipótesis , la cual es saber si un neumático económica es capaz de cumplir con la normativa y sobre todo brindar una seguridad y confort a quienes usan este producto, ya que el neumático a ocupar, es uno de los menos vendido por su marca no reconocida, y sobre todo un precio económica.

3.7.1.1. *Análisis en la inspección visual al finalizar*

Como ya se mencionó anteriormente, una variable muy importante es la observación una vez finalizado el ensayo, es por eso que de esa manera se puede ver si hubo cambios y dar como rechazado el ensayo realizado, en la figura 5-3, podemos ver que después de su proceso, ha tenido un cambio mínimo, debido a la temperatura, a la vez, al inspeccionar banda de rodadura, se observa que todo está perfecto, dando como resultado que en inspección visual el neumático

económico, si cumplió con lo establecido en la norma, y es un producto que puede ser utilizado con seguridad, sin temor a accidentes o a rupturas en el momento de estar en carretera.

3.7.1.2. *Análisis de la variable presión*

Del mismo modo, la presión es un cambio muy notable dentro del proceso del ensayo, al igual que la inspección visual, se debe tener a la mano la normativa y verificar que el cambio ocurrido sea el adecuado o el que nos indica la norma, para el inicio del ensayo como ya se mencionó, debe ir con una cantidad de aire registrada en la normativa, y al finalizar, la presión no debe ser inferior, por la causa de la temperatura, la presión debe ser igual o en casos ser mayor por el factor de temperatura, al verificar esta variable se puede dar como aprobado o rechazado el ensayo. Durante el ensayo se encuentra un sensor de presión que nos entregara un cambio notable y se procede a la suspensión del ensayo.

La presión es un factor super importante para el neumático, ya que de esa manera se puede dar un mayor tiempo de vida útil, caso contrario el producto se deteriorará rápidamente por el mal uso de la presión.

En consecuencia a la normativa, nuestro neumático cumplió con la norma, ya que al ser retirado del equipo dinamómetro, y dejado a temperatura ambiente por unas horas, el siguiente paso es la medición de la cantidad de presión que tiene el neumático, en la cual se pudo observar que la presión aumento en relación a la presión inicial, por dicho motivo la variable de presión fue la adecuada, y su estudio satisfactorio, en la figura 6-3, se puede visualizar el proceso de como comprobar que la presión fue la correcta al finalizar el ensayo.



Figura 6-3 Comprobación de la presión correcta

Realizado por: Carlosama B., Quishpe D. 2021

3.7.1.3. Análisis de la temperatura durante el ensayo

De la misma forma, la variable de temperatura es un cambio muy notorio al inicio y finalización del ensayo, con la ayuda de una cámara tomográfica, se puede analizar el comportamiento de la temperatura y ver los puntos exactos en la cual se puede encontrar mayor índice de cambios, se puede ver los puntos exactos en la cual existe mayor contacto y por ende un factor de seguridad más adecuado, para este proceso del ensayo se aprovechó a tomar fotos y verificar el cambio de su temperatura, cabe mencionar que el neumático debe pasar por una temperatura todo el día para comenzar el ensayo, pero su captura de la realiza al inicio de comenzar a girar en el dinamómetro, de esta manera ver los cambios que ocurre, mencionado el proceso, y al terminar el ensayo se dio a notar que hubo un cambio de temperatura al finalizar, ya que por la fricción todo tiende a calentarse, es por eso que el neumático cumplió con lo establecido, ya que su cambio fue el aceptable, es por eso de igual cumplió con lo establecido.

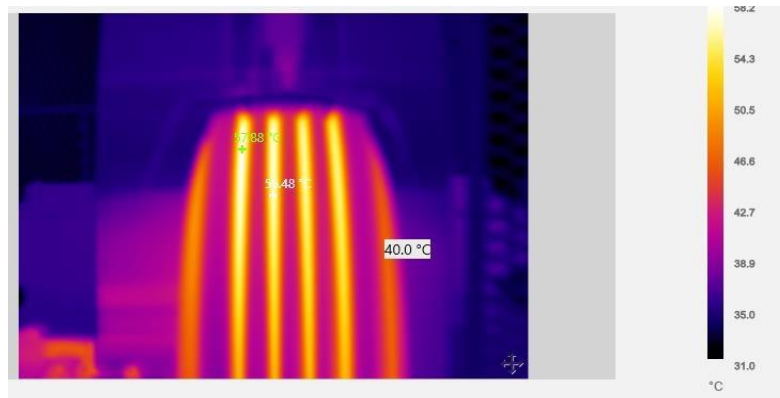


Figura 7-3 Análisis de la variable temperatura

Realizado por: Carlosama B., Quishpe D. 2021

En finalización a las variables expuestas, se da como un ensayo aprobado, cumpliendo con todo lo que nos menciona la normativa INEN 2097:2012, permitiendo así que el neumático de una marca no conocida, y de valor muy económico, cumplió con la norma, es por eso que nos permitimos dar como resultado que en función a lo analizado y observado, los neumáticos económicos son capaces de cumplir con la norma y ser aprobados para su venta o reproducción, cabe mencionar que durante el tiempo de funcionamiento de laboratorio tan solo 2 neumáticos no aprobaron la prueba, lo que quiere decir que los neumáticos que se comercializan dentro del territorio ecuatoriano son seguros y de calidad.

DISCUSIÓN

Finalizado el desarrollo de todo el proyecto, se puede mencionar tomando como referencia los resultados que se obtuvo, cumpliendo con todos los parámetros e instrucciones que nos menciona la norma NTE INEN 2097-2012, se acepta la hipótesis planteada, acerca de verificar que los neumáticos económicos cumplan con los ensayos, en este caso el de aguante y resistencia.

Los resultados obtenidos en la aplicación del ensayo de aguante o resistencia guardan relación con lo que sostiene (Nuñez, 2017) acerca del cumplimiento de la Norma NTE INEN 2097-2012 de los neumáticos utilizados dentro de su investigación, también asegura que la composición misma de los neumáticos nuevos aumenta la seguridad pasiva del vehículo en lo que respecta a la tracción y distancia de frenado.

También se puede observar que los datos obtenidos concuerdan con los datos que fueron otorgados por (Metalmecánica, 2021), acerca del cumplimiento de la norma para neumáticos nuevos vigente en Ecuador, ya que este laboratorio al ser Acreditado por el Instituto Ecuatoriano de Normalización, ha llevado a cabo ensayos en neumáticos desde el año 2014, corroborando así que cumple con lo establecido en los neumáticos nuevos tiene un porcentaje muy alto siendo este muy independiente de su marca o precio dentro del mercado ecuatoriano

Al ser un proyecto investigativo, se realizaron discusiones con artículos, ensayos, informes o tesis similares a nuestro tema la cual se obtuvo lo siguiente:

- Para una discusión en relación a otros ensayos realizados en el laboratorio de neumáticos, se puede evidenciar que cada proceso es similar para todos los ensayos, a la vez se ocupan los mismos protocolos de seguridad, como son sensores, y el software capaz de suspender el ensayo si por algún motivo sale un error, dependerá netamente del tipo de ensayo que se va a realizar, y en relación a los ensayos realizados como se puede observar en el estado del arte, se ve claramente reflejado que cumplen con la normativa, pero en un punto muy importante se puede ver que son neumáticos de marcas reconocidas, y sobre todo de un valor elevado, a diferencia del ensayo que se realizó, la cual es de un producto económica, pero dando como resultados un neumático aprobado, entonces se puede mencionar que un neumático de valor elevado versus un neumático de valor económico es capaz de cumplir con lo establecido en la norma
- Dentro de nuestra investigación tenemos un artículo en la cual nos menciona que la mala presión de un neumático causa contaminación auditiva, ya que a través de un software se puede observar los cambios de gráficas en relación a sonidos que provocan una mala presión, en este proceso se puede mejorar y disminuir, por tal razón en nuestro ensayo

podemos ver que una variable muy importante es la presión, y bien sabemos que si no tenemos una presión adecuada, podemos provocar deterioro elevado del neumático, así como accidentes, por tal razón la presión es reflejada dentro de la normativa, y cabe mencionar que nuestro neumática cumplió con lo establecido en la prueba en el factor de la presión.

- Para finalizar, se puede observar de la misma forma en el estado del arte del capítulo I la medición de la resistencia en función de consumo del combustible, la cual su proceso es similar al de los ensayos, hacer girar en un dinamómetro sin utilizar carga, para luego ser medida la resistencia, de esta forma se puede hacer lo mismo y ver el consumo del combustible, en consecuencia se mide la resistencia a la rodadura, cabe mencionar que la resistencia es un factor importante para el combustible, ya que trabajar conjuntamente, para nuestro ensayo es similar, de la misma forma se le prueba en un dinamómetro, la diferencia es que se ocupa diferentes cargas, la cual es algo común en un vehículo, razón de que en algún momento se llevara gente o carga en nuestro automóvil, de la misma forma se puede observar el cambio de la rodadura, para ser más precisos, se puede realizar otro ensayo para determinar la resistencia de la rodadura, y de esa manera observar si existe deformación o es capaz de soportar a otro ensayo después de realizar el de aguante, en consecuencia a lo mencionado, nuestro neumático cumple con lo dicho en el artículo similar, ya que fue capaz de soportar y no hubo evidencias de cambios en su banda de rodadura, por lo que es aprobado.

CONCLUSIONES

- Los neumáticos que se fabrican en la actualidad buscan cumplir el mínimo requerimiento de la norma, es decir que, si estos fueran sometidos a condiciones que sobrepasen las indicadas en la norma, es muy probable que estos lleguen al punto de fallar, ya que el diseño de estos están permitidos para un límite aceptable de presión de aire, y de cargas que este puede soportar en condiciones normales y extremas, si las condiciones por algún motivo sobrepasaran las establecidas dentro de los parámetros que marca el neumático en su ficha técnica podría llegar al punto de fallar tanto mecánicamente como en su estructura física, ya que se verían seriamente afectadas sus propiedades tanto de tracción, como de estanqueidad, teniendo así una fuga del fluido operante dentro del neumático, terminando en una falla total del mismo.
- La aprobación del neumático dependen de la norma y el territorio donde se aplique dicha norma, ya que solo en Latinoamérica hay más de tres normas y cada una de ellas denomina a los neumáticos de diferente manera, en el ensayo realizado se realiza primero la inspección del rotulado del neumático, y de acuerdo con la que tenemos en nuestro territorio debe constar exactamente todos la ficha técnica del neumático, esto como primer punto para empezar los ensayos establecidos por la norma, además todos estos datos deben constar y ser totalmente legibles en los flancos del neumático, ya que son estos mismos datos los que determinan los parámetros con los que se llevarán a cabo los ensayos según la norma establecida.
- El neumático que se sometió al ensayo en este estudio cumplió con las exigencias de la norma, llevando a cabo un seguimiento del comportamiento del neumático durante el ensayo se logró observar que pese al incremento de temperatura debido al constante rozamiento al que fue sometido el neumático, este no perdió propiedades físicas, permitiendo así conservar todo en aire en su interior, aunque se podría decir que el neumático se encuentra en perfecto estado, existe un fenómeno en su banda de rodadura y es que se torna azul en ciertas partes, esto da a notar que la composición de los materiales se ha visto alterada debido a las altas temperaturas que alcanzó durante el ensayo, debido a esto se considera un ensayo destructivo y después de haber sometido a un neumático a este tipo de ensayos no se debe usar en un vehículo.

- Los neumáticos nuevos cumplen totalmente los ensayos a los que son sometidos según datos del LABORATORIO DE LLANTAS, sin embargo con pruebas fuera de lo establecido por la norma se ha podido notar que los neumáticos solo están contruidos para aprobar la normativa con el mínimo exigido, es por eso que dependiendo de la región donde se vayan a comercializar los neumáticos, las normas deben adaptarse y analizar tanto cuestiones climatológicas de la región como el estado del mayor porcentaje de caminos por donde vayan a ser usados estos neumáticos, esto para brindar una mayor seguridad a los usuarios que decidan comprar sus neumáticos dentro de cada región.

RECOMENDACIONES

- Para realizar un ensayo de este tipo primero hay que buscar un laboratorio Acreditado, y para certificar que sea acreditado dentro de Ecuador debe tener un certificado otorgado por el SAE (Servicio de Acreditación Ecuatoriano), esto luego de haber pasado por un proceso de designación, para posteriormente certificarlo como Laboratorio Acreditado, en este caso la Acreditación SAE LEN 20-005. Bajo estos parámetros el Laboratorio puede aplicar la norma establecida dentro del territorio ecuatoriano para realizar ensayos a neumáticos nuevos, cumpliendo así las exigencias en cuanto a equipos e instalaciones.
- Para hacer la compra de un neumático nuevo dentro del territorio ecuatoriano es recomendable optar por marcas conocidas, pese a que estas no sean muy accesibles, ya que este tipo de marcas someten a sus neumáticos a los ensayos requeridos por la norma vigente en Ecuador para poder comercializarlos.
- Al momento de la realización del ensayo, ya sea cualquiera que nos especifica la norma, el neumático a utilizar debe ser acorde con lo que estable la normativa, con las mismas especificaciones, características, y la debida numeración, se debe regir al libro del laboratorio, para elegir el aro-neumático correcto para su enllantaje y vulcanizado, ya que de esa forma se podrá ingresar al dinamómetro, así podemos tener la certeza que no ocurrirá ningún problema durante el ensayo, ya que en ocasiones tiende a ocurrir accidentes por mala decisión del aro-neumático.
- Los equipos y las herramientas que se ocupan para cada uno de los ensayos, y al ser diseñados en el mismo laboratorio, deben estar correctamente calibrados, y sobre todo en buen estado, ya que por esos motivos nos pueden entregar datos erróneos al finalizar el ensayo, o algo más fuerte, como provocar accidentes por mal estado de los equipos, de la misma forma para su uso se debe dejar a la persona capacitado para la manipulación correcto de los mismos.

GLOSARIO

Acreditación: Autorización otorgada por la SAE para llevar a cabo actividades específicas de evaluación de la conformidad, tras es cumplimiento de todos los requisitos por parte de la OEC (INEN, 2012).

Aquaplaning: Fenómeno en el cual el neumático flota sobre una película de agua de una calzada mojada (BOSCH, 1996).

Designación: Autorización por parte del MIPRO, para llevar a cabo actividades específicas de evaluación de la conformidad. Aplica siempre y cuando no haya organismos acreditados dentro del país (INEN, 2012).

Índice de carga: El índice de carga de la llanta es un número asignado que corresponde al peso máximo que ésta puede soportar cuando se infla correctamente. Mientras más alto sea el índice de carga de la llanta, mayor será su capacidad para transportar cargas (BRIDGESTONE, 2016).

Índice de velocidad: Los índices de velocidad son designaciones certificadas de velocidades máximas sostenidas que se asignan a los neumáticos (BRIDGESTONE, 2014).

INEN: Servicio Ecuatoriano de Normalización.

MIPRO: Ministerio de Producción Comercio Exterior Inversiones y Pesca.

Negro de humo: Denominado en inglés carbon-black, es un producto muy usado en la industria de los neumáticos y en casi todos los artículos de caucho empleados en los automóviles (BRIDGESTONE, 2014).

Reencauche: El reencauche consiste en retirar la banda de rodamiento de las llantas gastadas para colocarles una nueva que les permita seguir siendo útiles (AEADE, 2014).

OEC: Organismo Evaluador de la Conformidad.

Resistencia a la rodadura: La resistencia a la rodadura se presenta cuando un cuerpo rueda sobre una superficie, deformándose uno de ellos o ambos (AEADE, 2014).

Tubeless: Neumáticos o cubiertas que carecen de una cámara interna (AEADE, 2014).

BIBLIOGRAFÍA

AEADE. *Anuario 2014.* Ecuador : s.n., 2014.

AVALOS, ANDRÉ FRANCISCO CORRAL. *Estudio para la valorización de los neumáticos nacionales e importados mediante norma.* 2016.

BIING.us. *Maquina para ensayos de nuematicos de motocicletas.* 2020: pp 9-11.

BOSCH. *Manual de la técnica del automóvil.* Bogotá : REVERTÉ S.A., 1996.

BOSCH, Roberth. *Manual de técnica del Automóvil 4ta Ed.* Alemania : Reverté , 2005.

BRIDGESTONE. 2016 TIRE DATA BOOK Medium & Light Truck. 2016. Vol. 16.1.

BRIDGESTONE. *DATABOOK DE NEUMÁTICOS Y REGRABADO CAMIÓN Y AUTOBÚS 2014.* [En línea] 2014. [Citado el: 05 de 11 de 2020.]. Disponible en: https://www.bridgestone.es/camion-y-autobus/~media/files/commercial/central/downloads/tbr_brochure%20downloads/bs_tbr_databook_2014.ashx.

CÉSPEDES, Jaime. *Camber y Caster.* [En línea] 05 de agosto de 2016. [Citado el: 12 de 11 de 2020.]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/jaimecespedes315/camber-y-caster>.

CASTRO, Guillermo. *Departamento de ingeniería mecánica.* [En línea] Diciembre de 2007. [Citado el: 28 de febrero de 2021.]. Disponible en: https://campus.fi.uba.ar/file.php/295/Material_Complementario/Reutilizacion_Reciclado_y_Disposicion_final_de_Neumatico.pdf.

Cordero José María. *El Neumático.* [En línea] 2017. Disponible en: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/3968/fichero/Memoria%252F2+-+El+neum%C3%A1tico.pdf>.

DI RIADO , Gustavo., PRESTA GARCÍA, Daniel., & DEVINCENZI , Gustavo. *ANALISIS DE LAS FUERZAS QUE ACTÚAN EN LA INTERFACE.* *cimec.org.ar.* [En línea] Noviembre de 2013. [Citado el: 01 de 12 de 2020.] Disponible en: <https://cimec.org.ar/ojs/index.php/mc/article/viewFile/4490/4420>.

ECUATORIANO, GOB. *Ministerio de telecomunicaciones y de la sociedad de la información .* [En línea] MAYO de 2020. [Citado el: 30 de 11 de 2020.] Disponible en: <https://www.gob.ec/inen#:~:text=El%20INEN%20est%C3%A1%20reconocido%20por,contribuyendo%20al%20mejoramiento%20de%20la>.

EUSTAQUIO, Andrés. *MANUAL DEL PROFESIONAL DEL NEUMÁTICO 2017*. 2017 [En línea]. 2017. [Citado el: 28 de febrero de 2021]. Disponible en: online.grupoandres.com.

FLUKE. CAMARAS TERMOGRAFICAS INDUSTRIALES. [En línea] 2016. [Citado el: 24 de enero de 2021.]. Disponible en: https://dam-assets.fluke.com/s3fs-public/4034508_6251_SPA_A_W.PDF.

Gabriel N. Curtosia; & Pablo N. Zitellia. *CÁLCULO DE LA RESISTENCIA A LA RODADURA DE NEUMÁTICOS MEDIANTE EL MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS*. ARGENTINA : Sebastián Giusti, Martín Pucheta y Mario Storti , 2016.

Horn Group. Catalogo de productos de líneas de aire y equipos de inflado. [En línea] 2011. [Citado el: 24 de enero de 2021.] Disponible en: <https://www.pclairtechnology.com/media/assets/product/documents/PCL-Catalogo-de-productos.pdf>.

Houillon L., Ichchouh M.N., and Jezequel L. *Wave motion in thin-walled structures*. s.l. : J. Sound Vibr. 2005. 281, 483-507.

Kropp W., Becot F.X., Barrelet S. *On the sound radiation from tyres, Acta Acustica united with acustica*. 2000.

MARTIN , J C. *Mecánica del automovil actualizada*. Mexico : Universidad de Zaragoza, Servicio de publicaciones, Centro politécnico Superior, 1997.

METALMECÁNICA San Bartolo. EPN. [En línea]. Ecuador, 2021. [Citado el: 28 de febrero de 2021.]. EPN. Disponible en: <https://www.epn.edu.ec/metalmecanica-san-bartolo-estuvo-de-fiesta/>.

MICHELIN. Cuando debo revisar la alineacion de mis llantas. [En línea] 2019. [Citado el: 12 de 18 de 2020.]. Disponible en: <https://www.michelin.com.pe/auto/consejos-y-recomendaciones/consejos-auto/consejos-sobre-manejo-seguro/cuando-debo-revisar-la-alineacion-de-mis-llantas>.

NEN. *NORMA TECNICA ECUATORIANA INEN 2097-2012. NEUMÁTICOS. NEUMÁTICOS TIPO II y TIPO III. MÉTODOS DE ENSAYOS*. 2012.

NUÑEZ, Alex Stalin & SANCHEZ, Santiago. *Analisis comparativo del comportamiento dinamico de nuematicos nuevos radiales R15 , con respecto a nuematicos reecauchados en frio y en caliente del mismo rin* [En línea]. ESCUELA POLITECNICA NACIONAL, 2017 [Citado el: 7 de enero de 2021.] <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/17030>.

OMEGA. Camara Termografica. [En línea] 2021. [Citado el: 24 de enero de 2021.] Disponible en: <https://es.omega.com/prodinfo/camara-termografica.html>.

PEDERNERAA, Elio., BRIEN, Ronald., FONTANA, Juan., & MOLISANI Eduardo. *MODELADO Y VALIDACION EXPERIMENTAL DE LA DINÁMICA ESTRUCTURAL DEL NEUMATICO EN LA INTERACCION ASFALTO/NEUMATICO.* [En línea] Noviembre de 2016. [Citado el: 5 de enero de 2021.] https://www.researchgate.net/publication/311196495_MODELADO_Y_VALIDACION_EXPERIMENTAL_DE_LA_DINAMICA_ESTRUCTURAL_DEL_NEUMATICO_EN_LA_INTERACCION_ASFALTO/NEUMATICO.

Politécnica Nacional, Escuela. EPN. [En línea]. Ecuador. EPN, 2021. [Citado el: 28 de FEBRERO de 2021.]. Disponible en: <https://www.epn.edu.ec/laboratorio-de-llantas/>.

RACK TIRE. Alineacion. [En línea] 2021. Disponible en: <https://m.tirerack.com/tires/tiretech/techpage.jsp?techid=4&ln=sp#:~:text=El%20C3%A1ngulo%20caster%2C%20identifica%20la,ver%20el%20veh%20de%20costado..>

SANDBERG, U., & JERZY, A. E. *Tyre/Road Noise Reference Book Kisa: Informex.* 2002.

Santana; & Mariela Sarmiento. *LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS Y LAS NTIC. UNA ESTRATEGIA DE FORMACIÓN PERMANENTE.* s.l. : ISBN: 978-84-690-8294-2, 2007.

Soedel, Huang S.C. and. *Response of rotating rings to harmonic and periodic loading and comparison with the inverted problem.* ., s.l. : J. sound vibr118(2), 1997. 253-270.

TELEGRAFO. EL TELEGRAFO. *La industria nacional produce más de 2 millones de llantas al año.* 20 de Marzo de 2015: 1A, pág. 1A. :1A.

Wei Y.T., Nasdala L ;& Rothert H. *Analysis of forced transient response for rotating tires using REF models.* . s.l. : J. Sound Vibr, 2008. 145-162.

ANEXOS



ANEXO A: Inicio del ensayo de aguante



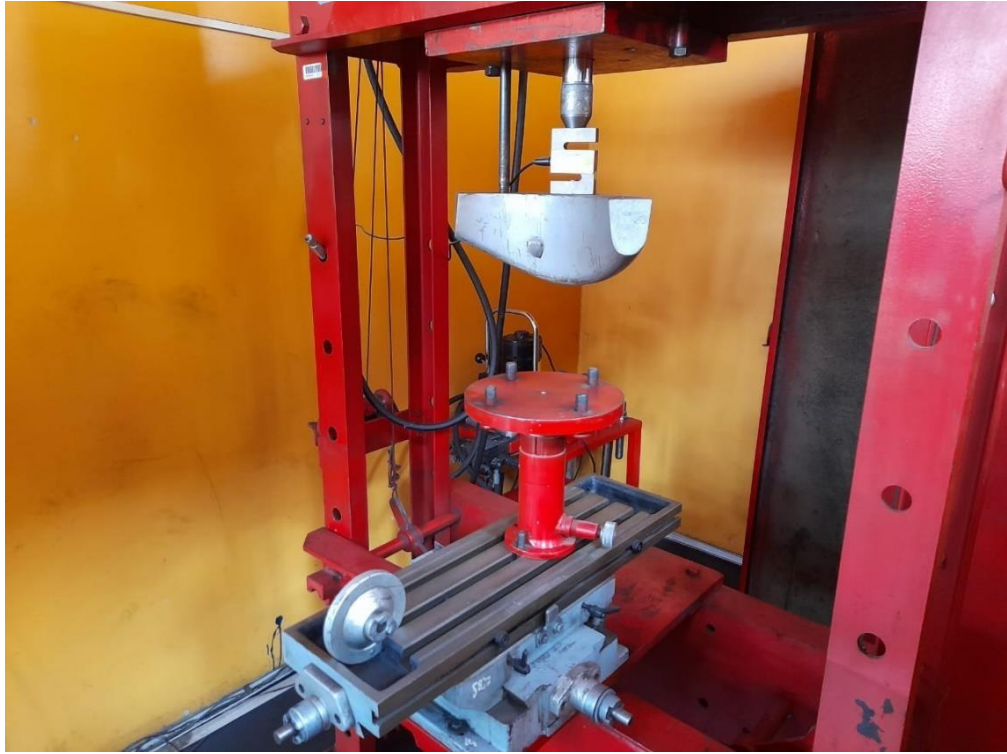
ANEXO B: Laboratorio de neumáticos, metalmecánica



ANEXO C: Acoplamiento del neumático al dinamómetro



ANEXO D: Cuerpo de válvulas del dinamómetro



ANEXO E: Máquina para el desarrollo del ensayo de resistencia



ANEXO F: Máquina para el desarrollo del ensayo de penetración



ANEXO G: Equipo para proceso de vulcanizado



ANEXO H: Neumático al finalizar ensayo



ANEXO I: Estudiantes ESPOCH

KORYO

Inicio > PRODUCTO > TBR > KORYO



216

DIRECCIÓN / REMOLQUE PREMIUM
EN SERVICIO DE CARRETERA

TALLA	PATRÓN	PROFUNDIDAD	CAPA	CARGAR ÍNDICE	TASA DE VELOCIDAD	BORDE	CARGA / PRESIÓN MÁXIMA ÚNICA	CARGA / PRESIÓN MÁXIMA DOBLE
215 / 75R17.5	K216	13	H	135/133	METRO	6,00	4805 (LB) / 125 (PSI)	4540 (LB) / 125 (PSI)

ANEXO J: Ficha técnica del neumático a utilizar

ANEXO K: Certificación de acreditación del laboratorio



CERTIFICADO DE ACREDITACIÓN

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL - LABORATORIO DE LLANTAS



Acreditación N° SAE LEN 20-005
LABORATORIO DE ENSAYOS

QUITO - ECUADOR

Se encuentra acreditado por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano en cumplimiento con los requisitos establecidos en la:

Norma NTE INEN - ISO/IEC 17025:2018 "Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración", equivalente a la Norma ISO/IEC 17025:2017.

Esta acreditación demuestra la competencia técnica para la ejecución de los ensayos detallados en el Alcance de Acreditación *, que se realizan en las localizaciones identificadas en el mismo.



**CARLOS MARTIN
ECHEVERRIA
CUEVA**



Mgs. Carlos Echeverría Cueva
DIRECTOR EJECUTIVO
SERVICIO DE ACREDITACIÓN ECUATORIANO

ACREDITACIÓN INICIAL: 2020/04/06 (Resolución N° SAE-ACR-0145-2020)

EXPIRA: 2025/04/05

ANEXO L: Proforma para inicio del ensayo POLITECNICA NACIONAL



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
Metalmeccánica San Bartolo
Laboratorio de llantas



PROFORMA DE SERVICIO MSB LAB - 20-20

Quito, 4 de diciembre de 2020

Empresa:
Atención: Bryton Carlosama
Ciudad: Riobamba
Teléfono: 0987613440
e-mail: bryton.carlosama@espoch.edu.ec

RUC: 1721410201

Pongo a su consideración el costo de los ensayos de llantas reencauchadas, solicitado por ustedes.

CANTIDAD	DESCRIPCION	V.UNITARIO	V. TOTAL
	Neumáticos 215/75R17.5		
1	Ensayo de aguante de carga y velocidad para neumático reencauchado tipo III. INEN 2616:2018	\$ 485,00	\$ 485,00
1	Informe de resultados y rotulado del neumático	\$ 15,00	\$ 15,00
		SUB-TOTAL	\$ 500,00
		12% IVA	\$ 60,00
		TOTAL	\$ 560,00

Validez de la oferta: 15 días

Fecha Ingreso Neumáticos : Por definir

IMPORTANTE : Los ensayos marcados con (*) están fuera del alcance de acreditación del Laboratorio.

Nota 1: Para iniciar el servicio de ensayos se deberá cancelar los valores proformados. Forma de pago, depósito o transferencia al Banco del Pichincha, en la cuenta No.: **2100201192**, sublínea **130108** Sector público.

Nota 2: Los Valores de la proforma pueden variar en el transcurso de los ensayos, por falla de los neumáticos.

Nota 3: El Laboratorio de Llantas no realiza declaraciones de conformidad en los informes de resultados de ensayo.

Responsable de Calidad de
Laboratorio de Llantas

Cliente

Reclamos y sugerencias al 267 0823 o al e-mail: monica.salas@epn.edu.ec

Quito-Ecuador, Sector San Bartolo, Av. Maldonado 11730 y Balzar.
Telf (593) 2207 0823. Email: laboratoriollantas.sb@epn.edu.ec

ANEXO M: Informe al finalizar ensayo

 ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL METALMECÁNICA SAN BARTOLO		 LABORATORIO DE LLANTAS	
RE-00	HOJA DE ROTULADO	Revisión	Fecha de emisión
		01	2018-10-17
Producto:	Neumático	Tamaño:	215/75R17.5
Marca Comercial:	KORYO	Servicio:	CVT
Tipo:	Tipo II	Fecha de Inspección:	2020-12-09
Nuevas:	5144-033-20	Rencauchadas:	
ROTULADO DE NEUMÁTICOS. NTE INEN 2089-2017 6. Rotulado			
Requisitos Exigidos	Observaciones		
Los neumáticos deben tener en la banda de rodamiento y espaciados uniformemente, por lo menos, el número de indicadores de desgaste y de la altura mínima para arcos con designación ≥ 12 un número mínimo de 6 indicadores	8 indicadores espaciados uniformemente		
En el hombro del neumático debe existir un símbolo que indique la posición de los indicadores de desgaste.	Twi		
Rotulado sobre el neumático entre el ancho máximo de sección y la pestaña, al menos sobre una de las caras laterales, a menos que el ancho máximo de sección del neumático esté localizado en un área la cual no sea mayor que un cuarto de la distancia desde la pestaña al hombro. Si el ancho máximo de sección cae en esa área el marcado debe aparecer entre la pestaña y el punto medio de la distancia desde la pestaña y el hombro sobre al menos una cara lateral	Si evidencia		
Marcado en letras y números no menores a 2 mm de altura, en alto o bajo relieve, no menor a 0.4 mm	Si evidencia		
Información en español y/o inglés, independiente de que pueda estar en otros idiomas adicionales	inglés		
Designación del tamaño	215/75R17.5		
Nombre del fabricante o razón social o marca registrada	KORYO		
Leyenda que identifique el país de origen	China		
Capacidad de carga en kg o índice de carga máxima	S: 2180 kg 135 LR:H D: 2060 kg 133 18PR		
Presión máxima de inflado para carga simple y para carga dual, según aplique	S: 860 kPa D: 860 kPa		
Límite de velocidad	"M" 130 km/h		
Identificación del tipo de estructura de la carcasa: - Palabra "radial", o su símbolo "R" inserto en la designación Palabra diagonal (bias) o diagonal cinturado (bias belted), o su símbolo "-" inserto en la designación del tamaño	Radial		
Nombre genérico de cada material utilizado en las cuerdas del área lateral, y del área de rodamiento	Tread: steel Sidewall: steel		
Número real de pliegos en la cara lateral y el número real de cinturones en el área de rodamiento, si son diferentes	Tread: 4 Sidewall: 1		
Palabras: "con tubo" y/o "Tube Type", "sin tubo" y/o "Tubeless", o equivalentes, según aplique	Tubeless		
Norma NTE INEN de referencia o una marcación o símbolo indicando que el neumático cumple con los reglamentos de los siguientes organismos internacionales reconocidos: "DOT" (Department of Transport of the United States of America) y/o la marca de aprobación de la Comisión Europea	DOT 1R LM1G 1620		
Las siglas M+S (o M&S) cuando se trate de neumáticos para todo o nieve	-		
Palabra "REMARCABLE" y/o "REGROOVABLE", según aplique	Regroovable		



INFORME DE ENSAYO MSB 33 - 20



Gráfico 1. Gráfica de comportamiento del ensayo

1.6 Resumen de resultados

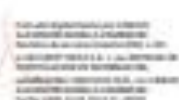
4.3.4 Aguante o resistencia	Valor teórico	Valor medido
b) Para neumáticos con y sin cámara, tipo II convencionales y tipo III, la presión del neumático, medida una vez que terminó el ensayo, no debe ser menor a la presión inicial (INEN 2099, 2017)	860 kPa	915 kPa
c) No presentará evidencias visuales de separaciones de la banda de rodamiento, cara lateral, pliegos, cuerdas, forro interno y/o pestaña; ni tampoco deberá presentar cortes, cuerdas rotas y/o expuestas, grietas, empalmes abiertos y otros (INEN 2099, 2017)	Evidencia visuales	
	No presenta evidencias visuales	

2. ANEXOS

Anexo A RG-00 (5144-033-20)

Atentamente;

CARLOS
ALEJANDRO
BONILLA
ZAMBRANO



Ing. Carlos Bonilla Zambrano
Director de Laboratorio



ALEX NUÑEZ
MOSCOSO

Ing. Alex Nuñez Moscoso
Responsable técnico

Este informe corresponde a los ensayos realizados a las muestras entregadas por el cliente, de acuerdo con la información proporcionada en la solicitud de ensayo correspondiente.

El informe no debe ser utilizado por el cliente para reclamar en forma alguna una aprobación del producto por el organismo de acreditación o por cualquier otro organismo.



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
METALMECÁNICA SAN BARTOLO
LABORATORIO DE LLANTAS



RE-00	HOJA DE ROTULADO	Revisión 01	Fecha de emisión 2018-10-17
-------	------------------	----------------	--------------------------------

Palabra "REFORZADO" y/o "REINFORCE", cuando el neumático posee una estructura reforzada	-
---	---

Identificación de la fecha de fabricación, mediante un grupo de 4 números (semana-año)	1820
--	------

EN CASO DE REENCAUCHADAS TOMAR EN CUENTA NTE 2582-2011

Número de reencauche	-
----------------------	---

Identificación de la planta de reencauche	-
---	---

Fecha de producción año mes y día	-
-----------------------------------	---

Identificación si existe reparaciones con refuerzos	-
---	---

Identificación si se ha eliminado el cinturón de protección	-
---	---

Incluye toda la información original	-
--------------------------------------	---

Mantiene las marcas de identificación de reencauches anteriores	-
---	---

La designación de servicio del neumático reencauchado no debe indicar un código de velocidad o un índice de carga superior a los neumáticos originales.	-
---	---

¹ Este valor se refiere a la estructura interna tanto en la cara lateral como en el rodamiento y no debe confundirse con el valor de pliegos (Ply Rating), P.R. que es un índice de la resistencia real de los pliegos del neumático.

OBSERVACIONES:

Inspeccionado por:


Firma Identificador
Nombre: Ingrid Molina


2020-12-09