

Universidad Internacional del Ecuador



Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz

Tesis de grado para la obtención del Título de Ingeniería en Mecánica Automotriz

**Estudio para la valorización de los neumáticos nacionales e importados mediante norma
INEN NTE 2097 e INEN NTE 2099**

André Francisco Corral Avalos

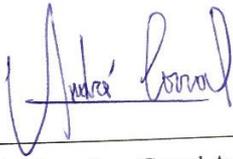
Director: Ing. Gorky G. Reyes C. MSc.

Quito, Mayo 2016

CERTIFICACIÓN

Yo ANDRÉ FRANCISCO CORRAL AVALOS, declaro que soy el autor exclusivo de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal. Todos los efectos académicos y legales que se desprendan de la siguiente investigación serán de mi exclusiva responsabilidad.

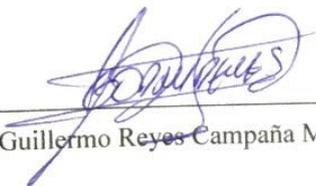
Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la ley de la Propiedad Intelectual, reglamentos y leyes.



André Francisco Corral Avalos

CI. 1721402475

Yo, Gorky Guillermo Reyes Campaña, declaro que, en lo que yo personalmente conozco, el señor André Francisco Corral Avalos es el autor exclusivo de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal.



Ing. Gorky Guillermo Reyes Campaña Msc.

Director del proyecto

DEDICATORIA

Esta tesis de grado dedico a mis hermanos Doménica y Mathías para que continúen con sus estudios y puedan graduarse; a mi hermana Doménica para que se gradué de la facultad de medicina y se convierta en una excelente doctora y a mi hermano Mathías que acabe el colegio y que continúe con sus estudios en la Universidad y sea un excelente profesional.

André Francisco Corral Avalos

AGRADECIMIENTO

Agradezco esta tesis de grado a Dios porque ha sido el que me ha ayudado en todo lo que hago, principalmente en los estudios; a mi madre Mireya quien me ha dado la vida, me ha apoyado para que acabe con el colegio y la universidad, ha sido a lo largo de mi existencia mi apoyo incondicional como madre y padre; a mi padrastro Ivanov; a mi abuelito Eduardo, que desde el cielo ha sido mi protector en lo que hago; a mis hermanos Doménica y Mathías; y mi tío Omar que me han dado su aliento y me han llevado hasta donde estoy ahora.

A mi mami Godita que, por su ayuda económica a lo largo de mi vida, pude realizar mis pruebas de ensayo de la tesis de grado; de manera especial a mi tutor de tesis Msc. Gorky Reyes quien ha sido un gran pilar para el desarrollo y el término de la tesis en todo momento; a mi amigo Luis Tamayo quien con su compañía pude realizar las respectivas pruebas de grado.

A los directivos, dirigentes, personal administrativo y docente de la Universidad Internacional Del Ecuador, con quienes he compartido una gran experiencia educativa y fueron una parte fundamental de mi vida.

André Francisco Corral Avalos

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO	V
ÍNDICE DE CONTENIDO	VI
ÍNDICE DE TABLAS	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XV
ESTUDIO PARA LA VALORIZACIÓN DE LOS NEUMÁTICOS NACIONALES E IMPORTADOS MEDIANTE NORMA INEN NTE 2097 E INEN NTE 2099.....	XVIII
STUDY FOR THE VALUATION OF NATIONAL AND IMPORTED TIRES BY INEN STANDARD NTE 2097 AND NTE 2099.....	XIX
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	4
1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	4
1.1. ELEMENTOS DE SEGURIDAD.....	4
1.2. SEGURIDAD ACTIVA.....	4
1.2.1. SEGURIDAD ACTIVA EN EL MOTOR.....	5
1.2.2. SEGURIDAD ACTIVA EN LOS FRENOS.	5
1.2.3. SEGURIDAD ACTIVA DIRECCIÓN.....	6
1.2.4. SEGURIDAD ACTIVA TRANSMISIÓN.....	6
1.2.5. FRENOS ABS.	7
1.2.6. CONTROL DE ESTABILIDAD (ESP).	8
1.3. SEGURIDAD PASIVA	9

1.3.1. CINTURÓN DE SEGURIDAD.	10
1.3.1.1. Funcionamiento.....	10
1.3.2. AIRBAG.	11
1.3.3. AIRBAG FRONTAL.....	12
1.3.3.1. Funcionamiento.....	13
1.3.4. AIRBAG LATERAL.	13
1.4. CARACTERÍSTICAS DE LA SUSPENSIÓN.....	14
1.4.1. ALINEACIÓN.....	16
1.4.1.1. Camber.....	16
1.4.1.2. Caster.	17
1.4.1.3. Convergencia y divergencia.....	17
1.4.2. BALANCEO.....	18
1.5. RUEDAS.....	18
1.5.1. LA LLANTA.	19
1.5.2. TIPOS DE LLANTAS.....	19
1.5.3. FIJACIÓN DE LA RUEDA.	21
1.5.4. RUEDAS PARA TURISMO.....	21
1.5.5. CAPACIDADES DE CARGA.	23
1.5.6. RUEDAS PARA VEHÍCULOS INDUSTRIALES.....	23
1.5.6.1. Llanta de espaldón inclinado.	23
1.5.6.2. Centraje de la rueda.	24
1.5.6.3. Plenitud de la superficie de contacto.	24
1.5.6.4. Solicitación de las ruedas de vehículos industriales.	24
1.6. NEUMÁTICOS	25
1.6.1. ESTRUCTURA DEL NEUMÁTICO.....	29

1.6.1.1. Neumático radial.....	29
1.6.1.2. Neumático diagonal.....	29
1.6.2. TIPOS DE NEUMÁTICOS.....	29
1.6.3. NEUMÁTICOS CON CÁMARA.....	30
1.6.4. NEUMÁTICOS SIN CÁMARA.....	31
1.6.5. DIÁMETRO DE LA LLANTA.....	31
1.6.6. NORMAS DE NEUMÁTICOS.....	32
1.6.7. IDENTIFICACIÓN DE LOS NEUMÁTICOS.....	32
1.6.8. UTILIZACIÓN DE LOS NEUMÁTICOS.....	33
1.6.9. PROPIEDADES DE TRANSMISIÓN DE FUERZA.....	34
1.6.10. RUEDA CON GIRO LIBRE EN CASO DE MARCHA OBLICUA.....	35
1.6.11. MARCHA OBLICUA Y PATINAMIENTO.....	37
1.6.12. DESLIZAMIENTO DE LOS NEUMÁTICOS.....	37
1.6.13. NEUMÁTICOS EN CALZADA MOJADA.....	40
1.6.14. FUERZA DE FRICCIÓN DE LOS NEUMÁTICOS.....	43
1.6.15. FUERZAS TRANSVERSALES Y LATERALES.....	47
1.6.16. FUERZA CENTRÍFUGA.....	50
1.7. DINÁMICA LONGITUDINAL DEL VEHÍCULO.....	51
1.8. RESISTENCIA A LA RODADURA.....	51
1.8.1. RESISTENCIA A LA RODADURA EN RECTAS.....	53
1.8.2. RESISTENCIA A LA RODADURA EN CURVAS.....	54
1.9. RESISTENCIA AL AIRE.....	54
1.10. RESISTENCIA DE INCLINACIÓN.....	56
1.11. RESISTENCIA TOTAL DE MARCHA.....	56
CAPÍTULO II.....	58

2.	ESTUDIO DE MERCADO	58
2.1.	SELECCIÓN DEL VEHÍCULO PARA EL NEUMÁTICO DE PRUEBAS.	58
2.1.1.	NEUMÁTICO IMPORTADO.....	62
2.1.2.	INTERIOR.....	63
2.1.3.	SEGURIDAD.	63
2.1.4.	RENDIMIENTO.....	65
2.1.5.	PRECIO.	65
2.2.	HYUNDAI ACCENT, NEUMÁTICOS Y LLANTAS.....	69
2.2.1.	PRESIÓN DE INFLADO.....	69
2.2.2.	INDICADOR DE DESGASTE.	71
2.2.3.	DESIGNACIONES DE LOS NEUMÁTICOS.	71
	CAPITULO III.....	75
3.	NORMAS Y PARÁMETROS.....	75
3.1.	NORMATIVAS DE PRUEBAS.....	75
3.2.	NORMA INEN NTE 2097	75
3.2.1.	MÉTODO PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS DIMENSIONES FÍSICAS PARA LOS NEUMÁTICOS.	75
3.2.1.1.	Preparación neumático.....	75
3.2.1.2.	Procedimiento neumático.....	76
3.2.1.3.	Cálculos neumáticos.	76
3.2.1.4.	Resultados.....	76
3.2.2.	ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL NEUMÁTICO SIN TUBO A UN DESASENTAMIENTO DE PESTAÑA.	76
3.2.2.1.	Procedimiento.....	77

3.2.2.2.	Resultados.....	77
3.2.3.	ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN A LA RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN.....	77
3.2.3.1.	Preparación del neumático.....	77
3.2.3.2.	Procedimiento.....	77
3.2.3.3.	Cálculo.....	78
3.2.3.4.	Resultados.....	78
3.2.4.	ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL AGUANTE O RESISTENCIA DEL NEUMÁTICO.....	78
3.2.4.1.	Preparación del neumático.....	78
3.2.4.2.	Procedimiento.....	79
3.2.4.3.	Resultado.....	79
3.2.5.	ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO A ALTA VELOCIDAD.....	79
3.2.5.1.	Preparación neumático.....	80
3.2.5.2.	Procedimiento.....	80
3.2.5.3.	Resultado.....	80
3.2.6.	ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RETENCIÓN DEL AIRE.....	81
3.2.6.1.	Procedimiento.....	81
3.2.6.2.	Resultado.....	81
3.3.	NORMA INEN NTE 2099.....	81
3.3.1.	REQUISITOS.....	81
3.3.2.	RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN.....	82
3.3.3.	AGUANTE O RESISTENCIA DEL NEUMÁTICO.....	82
3.3.4.	RENDIMIENTO DE ALTA VELOCIDAD.....	82

3.3.5.	DIMENSIONES.	83
3.3.6.	ETIQUETADO.	83
3.4.	NORMA NTE INEN 2616	84
3.4.1.	PROCEDIMIENTO PARA EL ENSAYO DE AGUANTE DE CARGA Y VELOCIDAD.	84
3.4.2.	PREPARACIÓN NEUMÁTICO.	84
3.4.3.	PROCEDIMIENTO.	85
3.5.	NORMA U.T.Q.G (UNIFORM TIRE QUALITY GRADE).	86
3.5.1.	DESGASTE.	86
3.5.2.	TRACCIÓN.	87
3.5.6.	TEMPERATURA (RESISTENCIA).	87
3.6.	NORMA 49 CFR PARTE 571 ESTÁNDAR N° 109 NUEVOS NEUMÁTICOS Y CIERTOS NEUMÁTICOS DE ESPECIALIDAD.	88
3.7.	NORMA 49 CFR PARTE 571 ESTÁNDAR N° 138 PRESIÓN DE LLANTAS Y SISTEMAS DE MONITOREO.	90
3.8.	NORMA 49 CFR PARTE 571 ESTÁNDAR N° 139 NUEVOS NEUMÁTICOS RADIALES PARA VEHÍCULOS LIGEROS.	90
3.9.	SELECCIÓN NORMAS	91
3.10.	TIPO DE NEUMÁTICO	92
3.11.	DIAGRAMA DE FLUJO DE ENSAYOS	96
	CAPITULO IV.	98
4.	REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS DE ENSAYO DE LOS NEUMÁTICOS	98
4.1.	RESULTADO DE PRUEBAS	98
4.1.1.	DESCRIPCIÓN E IDENTIFICACIÓN NEUMÁTICO CONTINENTAL.	98
4.1.2.	MÉTODO DE ENSAYO.	99

4.1.2.1.	Ensayo.....	99
4.1.3.	RESULTADOS NEUMÁTICO CONTINENTAL.....	100
4.1.4.	ROTULADO DE NEUMÁTICOS NTE INEN 2099.....	101
4.1.5.	ANÁLISIS DE RESULTADOS NEUMÁTICO CONTINENTAL.....	103
4.1.6.	REPORTE DE FALLAS EN NEUMÁTICOS.....	104
4.2.	DESCRIPCIÓN E IDENTIFICACIÓN NEUMÁTICO KUMHO.....	105
4.2.1.	RESULTADOS NEUMÁTICO KUMHO.....	105
4.2.2.	ANÁLISIS DE RESULTADOS NEUMÁTICO KUMHO.....	108
4.3.	DESCRIPCIÓN E IDENTIFICACIÓN NEUMÁTICO GENERAL TIRE.....	108
4.3.1.	RESULTADOS NEUMÁTICO GENERAL TIRE.....	109
4.3.2.	ANÁLISIS DE RESULTADOS NEUMÁTICO GENERAL TIRE.....	112
4.4.	EQUIPO UTILIZADO EN LAS PRUEBAS DE ENSAYO.....	112
4.5.	COMPARATIVA DE RESULTADOS.....	113
4.5.1.	VELOCIDAD REAL DEL NEUMÁTICO.....	113
4.5.2.	CARGAS APLICADAS.....	117
4.5.3.	PRESIONES FINALES DE ENSAYO.....	118
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	121
	CONCLUSIONES.....	121
	RECOMENDACIONES.....	124
	REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFIA.....	126
	ANEXOS.....	128

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. 1 SUPLEMENTO DE CAPACIDAD DE CARGA.....	23
TABLA 1. 2 GRUPOS DE NEUMÁTICOS Y NORMAS ASOCIADAS	28
TABLA 1. 3 MAGNITUDES Y UNIDADES	35
TABLA 1. 4 COEFICIENTES DE RODADURA.....	53
TABLA 1. 5 EJEMPLOS PARA EL COEFICIENTE DE RESISTENCIA AERODINÁMICA CW EN TURISMOS	55
TABLA 1. 6 EJEMPLOS PARA EL COEFICIENTE DE AERODINÁMICA CW EN CAMIONES	55
TABLA 2. 1 VENTAS DE VEHÍCULOS POR SEGMENTO	59
TABLA 2. 2 MODELOS DE VEHÍCULOS MÁS VENDIDOS EN EL ECUADOR	61
TABLA 2. 3 PRECIO DEL VEHÍCULO CHEVROLET SAIL	66
TABLA 2. 4 PRECIO KIA RIO R	67
TABLA 2. 5 PRECIO HYUNDAI ACCENT	68
TABLA 2. 6 COMPARACIÓN DE LOS VEHÍCULOS MÁS VENDIDOS	68
TABLA 2. 7 PRESIÓN DE INFLADO	69
TABLA 2. 8 PESO VS VOLUMEN	70
TABLA 2. 9 VELOCIDAD NEUMÁTICO	72
TABLA 2. 10 ÍNDICE DE CARGA	73
TABLA 2. 11 COMPARACIÓN ENTRE NEUMÁTICOS IMPORTADOS Y NACIONALES	73
TABLA 3. 1 PRESIÓN DE INFLADO PARA LA PRUEBA DE ENSAYOS.....	75
TABLA 3. 2 CARGA Y TIEMPO PARA LA PRUEBA DE ENSAYO AGUANTE.....	79
TABLA 3. 3 PRESIÓN MÁXIMA DE INFLADO	82
TABLA 3. 4 PRESIONES EN KPA DE CARGA Y VELOCIDAD	84
TABLA 3. 5 COEFICIENTES DE TRACCIÓN	87
TABLA 3. 6 CALIFICACIÓN DE TEMPERATURA	88

TABLA 3. 7 NEUMÁTICO KUMHO TYRE VS NEUMÁTICO CONTINENTAL.....	93
TABLA 4. 1 CARACTERÍSTICAS Y CONDICIÓN NEUMÁTICO CONTINENTAL.....	99
TABLA 4. 2 PARÁMETROS DE ENSAYOS Y RESULTADOS NEUMÁTICO CONTINENTAL	100
TABLA 4. 3 ANÁLISIS DE CONFORMIDAD DE ENSAYO DE RESISTENCIA NEUMÁTICO CONTINENTAL.....	101
TABLA 4. 4 HOJA DE ROTULADO NEUMÁTICO CONTINENTAL.....	102
TABLA 4. 5 CARACTERÍSTICAS Y CONDICION NEUMATICO KUMHO.....	105
TABLA 4. 6 PARÁMETROS DE ENSAYO Y RESULTADOS NEUMÁTICO KUMHO	106
TABLA 4. 7 ANÁLISIS DE CONFORMIDAD DE ENSAYO RESISTENCIA NEUMÁTICO KUMHO.....	106
TABLA 4. 8 ROTULADO DE NEUMÁTICO KUMHO	107
TABLA 4. 9 CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES NEUMÁTICO GENERAL TIRE	109
TABLA 4. 10 PARÁMETROS DE ENSAYO Y RESULTADOS NEUMÁTICO GENERAL TIRE.....	110
TABLA 4. 11 ANÁLISIS DE CONFORMIDAD DE ENSAYO DE RESISTENCIA NEUMÁTICO GENERAL TIRE.....	110
TABLA 4. 12 ROTULADO DE NEUMÁTICO GENERAL TIRE	111

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. 1 UNIÓN ENTRE UN MÓDULO HIDRÁULICO ABS CON OTRO ASR.....	5
FIGURA 1. 2 CAJA DE DIRECCIÓN SERVOASISTIDA. C: CÁMARA DE PRESIÓN DEL SERVO HIDRÁULICO.....	6
FIGURA 1. 3 DIFERENCIAL CONTROLADO MEDIANTE EMBRAGUE DE LÁMINAS. P: ENTRADA DE PRESIÓN	7
FIGURA 1. 4 DIAGRAMA ABS	8
FIGURA 1. 5 CONTROL DE ESTABILIDAD ESP, SUBVIRAJE Y SOBREVIRAJE	9
FIGURA 1. 6 DIFERENTES TIPOS DE AIRBAG.....	11
FIGURA 1. 7 COMPONENTES DEL AIRBAG	12
FIGURA 1. 8 FASES DE ACTIVACIÓN DEL AIRBAG LATERAL	14
FIGURA 1. 9 ELEMENTOS DE LA SUSPENSIÓN.....	15
FIGURA 1. 10 ÁNGULO CAMBER	16
FIGURA 1. 11 ÁNGULO CASTER	17
FIGURA 1. 12 CONVERGENCIA Y DIVERGENCIA.....	18
FIGURA 1. 13 LLANTA DE CHAPA DE ACERO.....	21
FIGURA 1. 14 LLANTA DE CHAPA DE ACERO.....	22
FIGURA 1. 15 ESFUERZOS SOPORTADOS SOBRE UN NEUMÁTICO	25
FIGURA 1. 16 FUERZAS Y MOMENTOS SOBRE EL VEHÍCULO.....	26
FIGURA 1. 17 FUERZAS DADAS SOBRE UN VEHÍCULO	27
FIGURA 1. 18 EJEMPLOS DE TIPO CONSTRUCTIVO RADIAL (SIN CÁMARA).....	30
FIGURA 1. 19 NEUMÁTICO CON CÁMARA	30
FIGURA 1. 20 NEUMÁTICOS SIN CÁMARA	31
FIGURA 1. 21 IDENTIFICACIÓN DEL NEUMÁTICO	33
FIGURA 1. 22 CAMPO CARACTERÍSTICO DE UN NEUMÁTICO SEGÚN GOUGH.....	35

FIGURA 1. 23 FUERZA LATERAL EN FUNCIÓN DEL ÁNGULO DE MARCHA OBLICUA, PARÁMETROS. CARGA DE LA RUEDA Y ÁNGULO DE LA CAÍDA	36
FIGURA 1. 24 CAMPO CARACTERÍSTICO DE NEUMÁTICO MEDIDO CON UNA CARGA DE 30 KN...	37
FIGURA 1. 25 MOVIMIENTO DE RODADURA DE LA RUEDA	39
FIGURA 1. 26 COEFICIENTE DE ADHERENCIA Y COEFICIENTE DE FUERZA LATERAL EN FUNCIÓN DEL RESBALAMIENTO POR FRENADO	40
FIGURA 1. 27 SUPERFICIE DE CONTACTO DEL NEUMÁTICO EN FUNCIÓN DEL ESTADO DE LA CALZADA	41
FIGURA 1. 28 INFLUENCIA DE ALTURA DEL AGUA EN LA FUERZA DE FRENADO RESPECTO A LA FUERZA LATERAL	43
FIGURA 1. 29 VELOCIDAD DE RUEDA V_X EN SENTIDO LONGITUDINAL CON FUERZA DE FRENADO F_B Y MOMENTO DE FRENADO M_A	45
FIGURA 1. 30 FUERZA LATERAL VS ÁNGULO DE CAÍDA	48
FIGURA 1. 31 REPRESENTACIÓN DEL ÁNGULO DE MARCHA OBLICUA Y LA ACCIÓN DE LA FUERZA LATERAL F_s (VISTA DESDE ARRIBA).....	48
FIGURA 1. 32 SUPERFICIE DE CONTACTO DEL NEUMÁTICO DESPLAZADO RESPECTO AL PLANO DE LA LLANTA, EN UNA CURVA A LA DERECHA (VISTA DELANTE)	49
FIGURA 1. 33 FUERZA CENTRÍFUGA SOBRE UN NEUMÁTICO	50
FIGURA 1. 34 RESISTENCIA TOTAL DE MARCHA	57
FIGURA 2. 1 VENTAS POR SEGMENTO PICHINCHA	60
FIGURA 2. 2 SEGMENTO 2014	60
FIGURA 2. 3 VEHÍCULOS MÁS VENDIDOS EN EL ECUADOR	62
FIGURA 2. 4 SEGURIDAD ABS HYUNDAI ACCENT	64
FIGURA 2. 5 SEGURIDAD KIA RIO R.....	64
FIGURA 2. 6 PRECIO DEL VEHÍCULO CHEVROLET SAIL	66

FIGURA 2. 7 PRECIO PROMEDIO CHEVROLET SAIL	67
FIGURA 2. 8 INDICADOR DE DESGASTE	71
FIGURA 3. 1 ESPECIFICACIONES KUMHO TYRES	94
FIGURA 3. 2 KUMHO TYRES 175/70 R14.....	95
FIGURA 3. 3 ENSAYO DE ALTA VELOCIDAD	97
FIGURA 4. 1 EVIDENCIAS VISUALES NEUMÁTICO CONTINENTAL.....	103
FIGURA 4. 2 EVIDENCIAS VISUALES NEUMÁTICO KUMHO	108
FIGURA 4. 3 EVIDENCIAS VISUALES NEUMÁTICO GENERAL TIRE	112
FIGURA 4. 4 VELOCIDAD REAL 80 KM/H.....	113
FIGURA 4. 5 TIEMPO REAL 120 MIN.....	114
FIGURA 4. 6 VELOCIDAD REAL 140 KM/H.....	114
FIGURA 4. 7 TIEMPO REAL 30 MIN.....	115
FIGURA 4. 8 VELOCIDAD REAL 150 KM/H.....	115
FIGURA 4. 9 TIEMPO REAL 30 MIN.....	116
FIGURA 4. 10 VELOCIDAD REAL 160 KM/H.....	116
FIGURA 4. 11 TIEMPO REAL 30 MIN.....	117
FIGURA 4. 12 CARGAS APLICADAS CON EL 85%	118
FIGURA 4. 13 PRESIONES FINALES DE ENSAYO	118
FIGURA 4. 14 PARÁMETROS DE ENSAYOS Y RESULTADOS	120

ESTUDIO PARA LA VALORIZACIÓN DE LOS NEUMÁTICOS NACIONALES E IMPORTADOS MEDIANTE NORMA INEN NTE 2097 E INEN NTE 2099

Los neumáticos son aquellos elementos encargados de transferir adherencia a la calzada al momento de realizar una fuerza de frenado y también transmiten el movimiento del automóvil. Dentro del territorio nacional Ecuatoriano existe una gama alta de neumáticos que son importados, sin embargo no existe una cantidad alta de neumáticos nacionales como son únicamente los de marca Continental y General tire. Estas autopartes de vehículos pasan ciertas pruebas de calidad para valorizarlos y observar que sean óptimos para el funcionamiento. El instituto nacional Ecuatoriano de normalización (INEN) indica que ciertos tipos de neumáticos cumplirán con las normativas para que pasen los requerimientos de calidad ya sean para neumáticos nuevos o reencauchados y tengan valorización de ser comercializados, estas normas corresponden a la NTE INEN 2097 y NTE INEN 2099 en donde se realizan pruebas de ensayo mediante equipos de vanguardia que son utilizados en una laboratorio de llantas perteneciente a la escuela politécnica nacional ubicado en el distrito metropolitano de Quito en el barrio de San Bartolo, donde se mide la calidad de los neumáticos. Para la valorización hay que hacer un estudio de mercado de los modelos de vehículos más vendidos en el Ecuador, donde se estudia la mayor cantidad de neumáticos nacionales e importados que circulen dentro del territorio Ecuatoriano específicamente del distrito metropolitano de Quito.

PALABRAS CLAVE: Neumáticos, valorización, pruebas de ensayo, normas INEN.

STUDY FOR THE VALUATION OF NATIONAL AND IMPORTED TIRES BY INEN STANDARD NTE 2097 AND NTE 2099

The tires are those elements responsible for transferring adhesion when the vehicle is making a braking force and transmit the motion of the car. Inside the Ecuadorian territory there is a high range of imported tires, however there isn't a high amount of national tires as they are only Continental and General Tire. These auto parts vehicles pass certain quality tests to value them and see that are optimal for the function. The Ecuadorian National Standards Institute (INEN) indicates that certain types of tires must meet the standards for passing the quality requirements for new tires or repaired tires and have a valuation to be marketed, these rules correspond to NTE INEN 2097 and NTE INEN 2099 where tests are conducted using test equipment that are used in a tire laboratory belongs to Escuela Politecnica National located in the metropolitan district of Quito in San Bartolo which measures the quality of the tires. For the valuation to do a market study models bestselling vehicles in Ecuador, where the most national and imported tires are studied that circulating inside of the Ecuadorian territory specifically the metropolitan district of Quito.

KEY WORDS: Tires, valuation, test, INEN standars.

INTRODUCCIÓN

La industria automotriz es de vital importancia, la valorización de neumáticos tanto nacionales e importados conllevan a realizar un estudio para observar si los neumáticos nacionales cumplen con las mismas prestaciones que los importados. Son autopartes que por su uso diario son reconocidos por su influencia en el desarrollo del país, generando una importante contribución a la economía del Estado en impuestos y aranceles.

Para el estudio es necesario conocer la cantidad de vehículos que circulan en el distrito metropolitano de Quito para observar los vehículos más vendidos y por ende los neumáticos que circulan más. Según datos emitidos por la Revisión Técnica y Matriculación Vehicular (CORPAIRE) correspondientes al año 2014, en el Distrito Metropolitano de Quito existe un parque automotor de aproximadamente 445 mil automotores, y se prevé que durante el transcurso del año 2015 la cifra aumentara a 465 mil vehículos.

Lo que demuestra que existe un crecimiento notable en el parque automotor de la ciudad de Quito, motivo por el cual el proyecto de grado va dirigido hacia ese segmento, siendo la mayor prioridad los neumáticos utilizados en dos de los modelos de vehículos más vendidos.

Según un estudio de marketing realizado en la ciudad de Quito se constató que el parque automotor consta en un 89% por autos livianos y por un 11% por pesados. La ciudad de Quito consta con el 28% de todos los vehículos existentes a nivel nacional, por otro lado Guayaquil posee el 23% y Cuenca el 6% respectivamente.

La producción de las ensambladoras nacionales AYMESA, MARESA y OMNIBUS BB ascendió a 62.689 unidades. La producción nacional abasteció al 52% (61.855 unidades) del consumo local, mientras que en 2013 atendieron al 49%. El 45,7% de la producción nacional se concentra en el segmento automóviles, el 31% en el segmento camionetas, el 23% el ensamblaje de SUV's y el segmento de VAN's equivale al 0,3%.

Respecto a marcas, Chevrolet predomina dentro del sector automotor con un 40%, con 540.000 unidades a nivel nacional de un total aproximado 1,5 millones de vehículos existentes en el país. Entre sus competidores potenciales constan: Kia, Hyundai y Mazda. El vehículo Chevrolet Sail es actualmente el modelo más vendido con una cantidad de 11.414 unidades, seguido está el vehículo Kia R con 2469 unidades y luego se encuentra el Hyundai Accent con 2444 unidades.

Demostrando el alto nivel de participación de Chevrolet en el mercado automotor del país, en cuanto a automóviles el Chevrolet Sail es el modelo más vendido en la actualidad, luego está el modelo Kia Rio R y el Hyundai Accent lo cual demanda una gran cantidad de neumáticos de estos vehículos, existiendo una alta demanda en la variedad de neumáticos nacionales e importados tanto de baja como de alta rotación.

La finalidad de esta investigación está basada en determinar de una manera cualitativa la valorización, eficiencia, rendimiento y prestaciones que poseen los neumáticos nacionales respecto a los neumáticos importados. Por lo cual nace la necesidad de preguntar:

¿Cuáles son las características técnicas de neumáticos del Chevrolet Sail y Hyundai Accent?

¿Cuáles son las pruebas que se realizan para determinar que los neumáticos nacionales cumplen con las mismas prestaciones que los importados para los vehículos Chevrolet Sail y Hyundai Accent?

¿Conocer el nivel de la demanda existente dentro del país?

El objetivo general de esta tesis es realizar el estudio técnico para el análisis de prueba de valorización de neumáticos nacionales e importados según las normas INEN NTE 2097 y 2099 enfocado a los neumáticos del vehículo Hyundai Accent correspondiente a la marca Kumho y a los neumáticos extranjeros y nacionales de la marca Continental y General Tire respectivamente mediante pruebas de ensayo verificando cuantitativamente la eficiencia, con la finalidad de:

- a) Determinar las características técnicas de neumáticos en base al análisis de ventas y producción del modelo Hyundai Accent.
- b) Elaborar el estudio técnico del proyecto para determinar las pérdidas de presión de los neumáticos nacionales e importados mediante pruebas de ensayo.
- c) Determinar la cantidad de demanda actual de neumáticos nacionales e importados en base al análisis de ventas y producción.
- d) Establecer los parámetros necesarios para la comprobación de la calidad de los neumáticos nacionales e importados.

CAPITULO I

1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1. ELEMENTOS DE SEGURIDAD

Los elementos de seguridad de los vehículos son aquellos elementos que brindan una protección hacia el usuario o el operador mientras está conduciendo un vehículo, estos sistemas de seguridad protegen para prevenir el accidente o cuando ya es inevitable el accidente y proteger a los ocupantes del vehículo.

Existen pruebas de seguridad que conllevan a realizar cálculos y diseños para estos elementos de seguridad, uno de ellos es el crash test, el cual es una prueba de seguridad Europea que es encargado hacia la seguridad de los vehículos, estas pruebas son realizadas desde el año 2009 y abarca las protecciones de los ocupantes adultos e infantiles hasta la protección de los peatones por causa de un atropellamiento. Los elementos de seguridad se dividen en seguridad activa y pasiva. (Domínguez, 2013, p315).

1.2. SEGURIDAD ACTIVA

“Los elementos de seguridad activa son aquellos elementos de seguridad que se refiere a los sistemas, dispositivos, o mecanismos puestos al automóvil para incrementar la seguridad en los accidentes y desplazamientos”. (Parera, 2000, p16). También son aquellos sistemas que actúan siempre de acuerdo al funcionamiento normal que posee un vehículo.

La seguridad activa en un vehículo son aquellos elementos que intentar evitar un accidente como, por ejemplo:

- El sistema antibloqueo de frenos (ABS).
- El control de estabilidad (ESP).
- La tracción integral (4x4).

- Suspensión activa.

1.2.1. SEGURIDAD ACTIVA EN EL MOTOR.

En la seguridad activa del motor son aquellos sistemas que son encargados de controlar el par del motor conocido como ASR. “Este sistema se lo realiza por el pedal del acelerador que lleva un potenciómetro produciendo una señal eléctrica, con esto se sabe la cantidad de combustible que debe inyectarse al motor, con mayor fuerza mayor combustible, menor fuerza menor combustible.” (Parera, 2000, p17).

Parera (2000) afirma: “Los sistemas ASR poseen los mismos sensores de los frenos ABS, cuando se produzca un deslizamiento por la calzada el vehículo no va a acelerar más, de esta forma se reduce el deslizamiento sin control del vehículo.” (p.17). Tal como se observa en la figura 1.1.

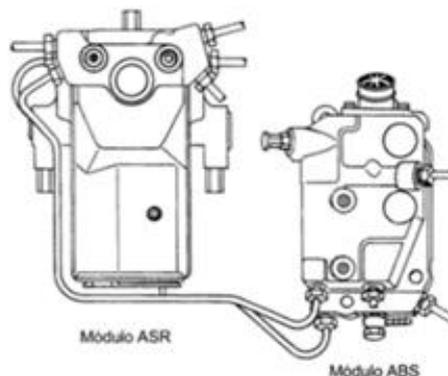


Figura 1. 1 Unión entre un módulo hidráulico ABS con otro ASR
Fuente: Albert Martí Parera

1.2.2. SEGURIDAD ACTIVA EN LOS FRENOS.

La seguridad activa en los frenos son aquel sistema antibloqueo a las ruedas conocidos como frenos ABS, su funcionamiento es impedir que se bloquen las ruedas por el usuario para que de esta forma el vehículo no pierda el control sobre una curva. (Parera, 2000). Los frenos ABS poseen sensores a las 4 ruedas del automóvil los cuales informan a la ECU una señal eléctrica para que se activen generando una presión paulatinamente a las ruedas.

Bosch (2005) afirma: “Los ABS se encargan de regular la presión del sistema por cada cilindro de freno, haciendo que esta se mantenga constante, aumente o disminuya dependiendo las condiciones del vehículo”. (p.858).

1.2.3. SEGURIDAD ACTIVA DIRECCIÓN.

La seguridad activa en la dirección es aquella que posee el mecánico de la servodirección, mecanismo el cual dispone de una desmultiplicación según sea la velocidad del vehículo, de manera que mientras existe una alta velocidad la servodirección se acomoda a las necesidades de la conducción, manteniendo el grado de dureza que permita al conductor maniobrar sin ningún inconveniente a la hora de la conducción. (Parera, 2000, p21). Tal como se observa en la figura 1.2.

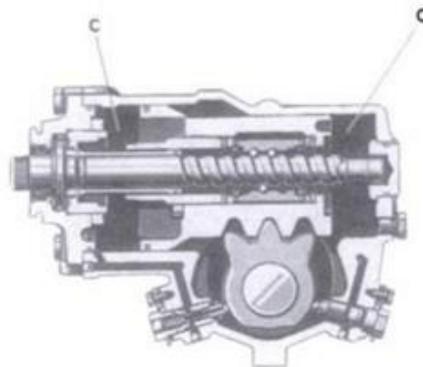


Figura 1. 2 Caja de dirección servoasistida. C: cámara de presión del servo hidráulico
Fuente: Albert Marti Parera

1.2.4. SEGURIDAD ACTIVA TRANSMISIÓN.

La seguridad activa en la transmisión de un vehículo se lo realiza por el mecanismo del diferencial que recibe el par motor hacia las ruedas, este mecanismo permite tomar las curvas sin arrastrar estas, cuando un vehículo posee una rueda en un firme sólido y otra rueda en un firme inestable, toda la fuerza motriz va direccionada hacia la rueda que esta inestable y esta comienza a resbalar, mientras que la otra rueda se queda completamente quieta sin recibir par motor. (Parera, 2000, p17). Tal como se observa en la figura 1.3.

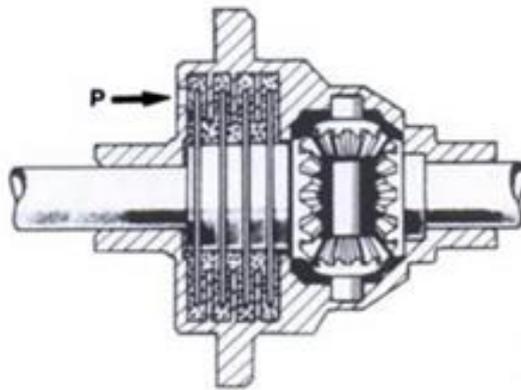


Figura 1. 3 Diferencial controlado mediante embrague de láminas. P: entrada de presión
Fuente : Albert Marti Parera

1.2.5. FRENOS ABS.

Los frenos ABS son aquellos sensores ubicados en las ruedas de un vehículo donde informan a la ECU los posibles patinazos o la pérdida de adherencia sobre la calzada.

El funcionamiento de estos sensores es mandar una presión paulatinamente a cada rueda, realizando un efecto de frenado y no frenado, de tal forma no se pierde el control del vehículo sobre un piso resbaladizo como puede ser nieve.

Casado (2012) afirma: “El sistema de frenos ABS es aquel sistema que evita el bloqueo de las ruedas cuando se están desplazando, manteniendo la adherencia de cualquier tipo de neumáticos sobre la carretera”. (p.528). Los frenos ABS tienen como objetivo:

- Optimizar el funcionamiento de frenos al conseguir menores distancias de frenado.
- Tener un mayor control de la dirección.
- Mejorar la estabilidad del vehículo durante la frenada, es decir el conductor posee el control sobre el vehículo y lo dirige en todo momento.
- Sustentar los neumáticos en buenas condiciones al evitar su bloqueo durante el desplazamiento del vehículo. En la figura 1.4 se observa el esquema de un sistema ABS sobre cada rueda del vehículo.

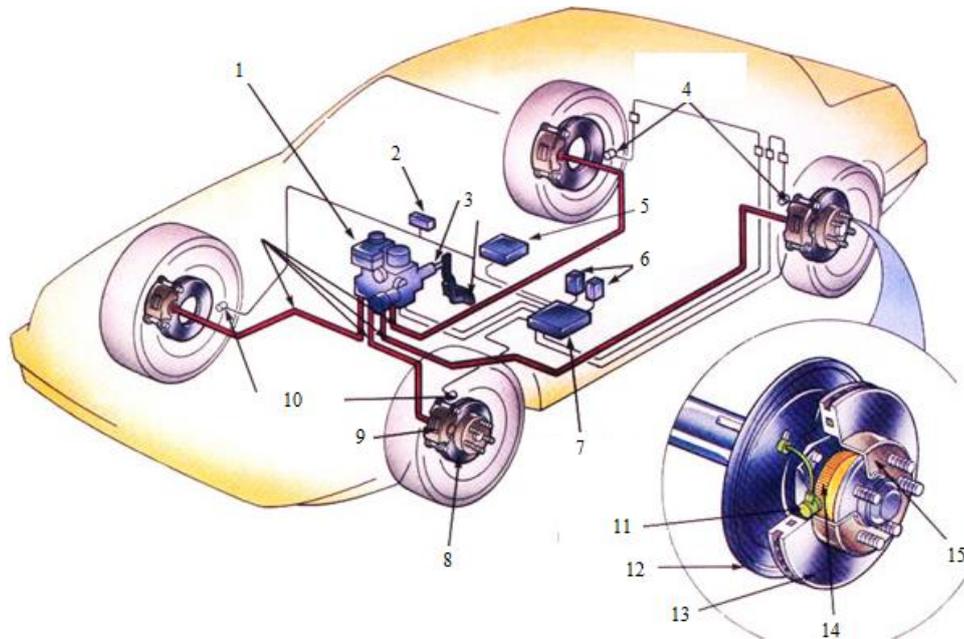


Figura 1. 4 Diagrama ABS

Fuente: Corral A.

1 Unidad hidráulica, 2 Luz de advertencia ABS, 3 Vástago de empuje, 4 Sensores de velocidad, 5 Conector de diagnóstico, 6 Relevadores, 7 Computadora ABS, 8 Rotor o disco de freno, 9 Caliper, 10 Sensores de velocidad, 11 Sensor de velocidad, 12 plato posterior, 13 Disco o rotor de freno, 14 Aro dentado, 15 Eje.

1.2.6. CONTROL DE ESTABILIDAD (ESP).

El control de estabilidad de un vehículo es aquel sistema de seguridad activa que junto a los frenos ABS brinda un mayor control de estabilidad del vehículo al momento de una curva. (Pérez, 2008). Se controla la trayectoria frenando una de las llantas o darles un incremento de par sobre ellas para que de esta forma no se pierda la trayectoria del vehículo sobre una curva.

Cuando se supera la velocidad límite y el vehículo pierde control sobre una curva, se produce un subviraje o sobreviraje que es cuando el vehículo tiende a realizar un movimiento por fuera de la curva y dentro de la misma respectivamente. Para poder controlar esta trayectoria el sistema ESP frena a una de las ruedas, en el caso que se produzca un subviraje en el punto 1 se tiende a frenar la rueda delantera izquierda en el punto 2 y cuando se origina

un sobreviraje en el punto 3 se frena la rueda delantera derecha en el punto 4. (Pérez, 2008, p346). Tal como se observa en la figura 1.5.

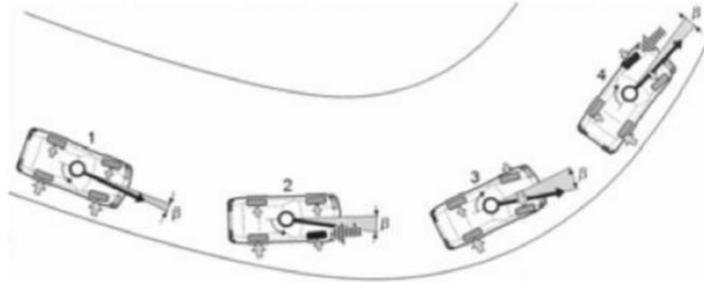


Figura 1. 5 Control de estabilidad ESP, subviraje y sobreviraje
Fuente: José Manuel Alonso Pérez

1.3. SEGURIDAD PASIVA

Mientras que un automóvil adquiere mayor velocidad aumenta su energía cinética y cuando ocurre un accidente esta energía cinética se transforma en energía de deformación para que las partes metálicas y plásticas puedan deformarse sin lastimar a los ocupantes dentro del vehículo, sin embargo esta energía cinética se encuentra también en los ocupantes dentro del vehículo y cuando el accidente es inevitable muchas de las veces la cabeza y el tórax salen contra el volante de dirección y el parabrisas , mientras que las rodillas se quedan bloqueadas en la parte del tablero del vehículo. (Parera, 2000). Para que ninguno de estos accidentes pase es necesario tener una seguridad pasiva del vehículo, que es aquella seguridad que protegen a los conductores y los ocupantes del vehículo cuando se origina una colisión o choque.

Los componentes de la seguridad pasiva son aquellos que son fabricados al mismo tiempo que se fabrican los vehículos y su finalidad es reducir al máximo los daños producidos por un accidente de tránsito hacia el conductor, los ocupantes y el peatón. Los elementos de la seguridad pasiva son: (Domínguez, 2013, p314).

- Carrocería con deformación y habitáculo con resistencia al impacto.
- Airbags.

- Cinturones de seguridad.

Cuando un vehículo posee los elementos de seguridad activa y pasiva está en condiciones para circular con mayor seguridad. (Domínguez,). Los sistemas de ABS, ESP y airbags poseen indicadores testigos sobre el tablero de instrumentos.

1.3.1. CINTURÓN DE SEGURIDAD.

Los cinturones de seguridad tienen como función retener a los ocupantes del vehículo cuando se produce una colisión o impacto. Los tensores mejoran las propiedades de retención de los cinturones de 3 puntos y aumentan la protección contra lesiones. En caso de que se origine una colisión frontal los tensores hacen que los cinturones estén apoyados al cuerpo de los pasajeros y mantienen el tronco apoyado contra el asiento, de esta forma no se genera mayores desplazamientos hacia adelante por la inercia que se produce. (Bosch, 2005, p1034).

1.3.1.1. Funcionamiento.

En caso de que haya una colisión frontal a una velocidad de 50 km/h contra un obstáculo sólido, los cinturones deben absorber una energía que se compara con la energía cinética del automóvil que es como decir que una persona realice una caída de un cuarto piso. Debido a la holgura que posee un cinturón de seguridad cuando está flojo y a su capacidad de enrollamiento, este dispositivo se encuentra limitado cuando se supera una velocidad de 40 km/h contra un obstáculo sólido, ya que no se puede impedir con seguridad que la cabeza y el cuerpo del conductor choque contra el volante o el tablero de instrumentos. (Bosch, 2005).

En una colisión, el tensor del hombro elimina la holgura y el efecto de enrollamiento del cinturón. Este sistema se produce en su efecto máximo a un tiempo de 20 ms después de la colisión a una velocidad de 50 km/h, de esta forma el airbag complementa a un tiempo aproximado de 40 ms, cuando sucede esto el conductor se desplaza hacia adelante presionando el nitrógeno del airbag hacia afuera de tal manera que se consigue una absorción suave de su

energía de movimiento. De esta forma se protege al conductor de lesiones graves puesto a que no sufre ningún tipo de impacto contra estructuras rígidas del vehículo. (Bosch, 2005).

1.3.2. AIRBAG.

El airbag es aquel dispositivo de la seguridad pasiva que se encarga de proteger de posibles lesiones y golpes al conductor y a los acompañantes del vehículo cuando se genera un impacto o una colisión ya sea frontal, lateral o de vuelcos, de esta forma existen diferentes tipos de airbags para estos impactos ya sean para el conductor, para los acompañantes, airbags laterales, airbags en el techo y en las rodillas. Los airbags están situados entre la parte del acompañante y la estructura del vehículo, este se infla cuando hay un golpe. El accionamiento de los airbags se realiza por diversos factores tales como: (Navarro, 2009, p84).

- Fuerza de la colisión o impacto.
- Posición del asiento del conductor.
- Ocupación del asiento del copiloto.
- Localización del cinturón de seguridad.

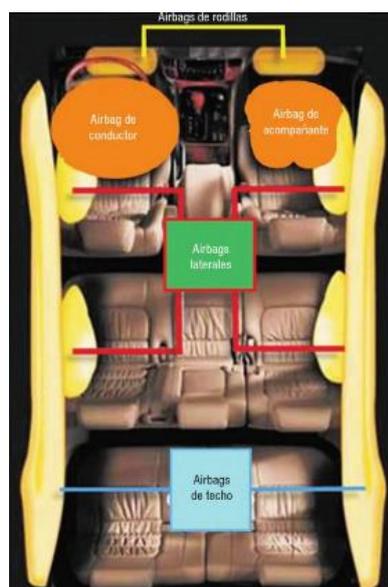


Figura 1. 6 Diferentes tipos de airbag
Fuente: José Martín Navarro

El conjunto de estos factores va a determinar la magnitud de la colisión o impacto del vehículo, estos transmiten una información hacia los sensores los cuales informaran a la ECU el estado de los airbags situados en el vehículo. (Navarro, 2009). Tal como se observa en la figura 1.7.

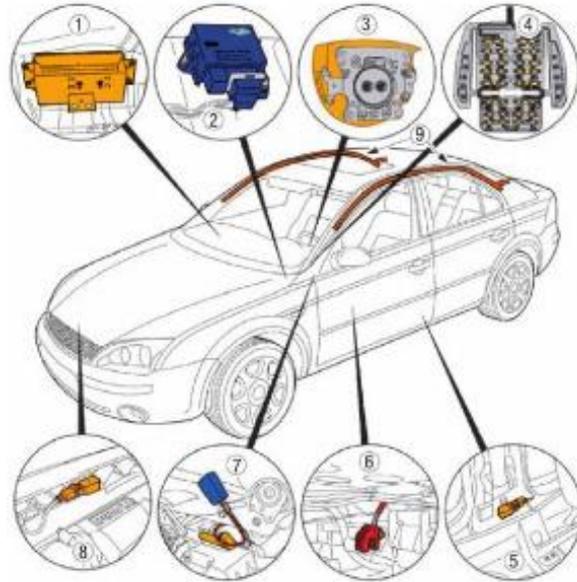


Figura 1. 7 Componentes del airbag
Fuente: José Martin Navarro

1 Airbag del acompañante, 2 Módulo de control del airbag, 3 Airbag del conductor, 4 Sensor de carga del asiento, 5 Sensor de desaceleración, 6 Sensor de posición asiento del conductor, 7 Interruptor del cierre del cinturón, 8 Sensor de colisión, 9 Airbag para la cabeza.

1.3.3. AIRBAG FRONTAL.

Los airbags frontales tienen como principio de función brindar una protección al conductor y copiloto del vehículo de lesiones en la cabeza y la parte del tórax cuando el vehículo se impacta contra un obstáculo a una velocidad de hasta 60 km/h. En una colisión frontal entre dos vehículos los airbags protegen hasta una velocidad de hasta 100 km/h, si la colisión sufre un daño mayor no se puede brindar una protección del airbag hacia la cabeza

del conductor contra el volante si se cuenta con un solo tensor en el cinturón de seguridad. (Bosch, 2005, p1036).

1.3.3.1. Funcionamiento.

Para proteger al conductor y al copiloto, unos sensores detectan la colisión del vehículo, un gasógeno pirotécnico infla los airbags del conductor y acompañante, cuando el tórax del usuario toca el airbag, este se desinfla para una mayor absorción de la energía de colisión de la persona que protege, de esta manera se protegen las lesiones y golpes en la cabeza y pecho. (Bosch, 2005).

El movimiento de desplazamiento máximo hacia delante permitido hasta que el airbag de los usuarios está totalmente lleno es de “12,5 m con un tiempo aproximado de 10 ms más 30 ms lo que corresponde a 40 ms después del impacto de la colisión a una velocidad de 50 km/h.” (Bosch, 2005, p1037). La activación electrónica del airbag es de 10 ms y el tiempo de inflado de 30 ms.

El airbag se infla totalmente después de 40 ms en una colisión o impacto de 50 km/h y se vacía el aire después de 80 a 100 ms. Todo el proceso del airbag dura un poco más de una décima de segundo, es decir la duración que tiene un parpadeo. (Bosch, 2005, p1037).

1.3.4. AIRBAG LATERAL.

La característica principal de los airbags laterales son el tiempo de despliegue que poseen, en general los airbags la distancia entre el usuario y el obstáculo es de 30 cm. (Navarro, 2009). Por lo cual el tiempo de activación es de 30 ms lo que corresponde al accionamiento del airbag en su inicio y su fin y gracias a la complementación entre las estructuras de absorción de impacto que se sitúan en las puertas el riesgo de una lesión o golpe se reduce hasta un 15 % y 17 %. (Navarro, 2009, p86).

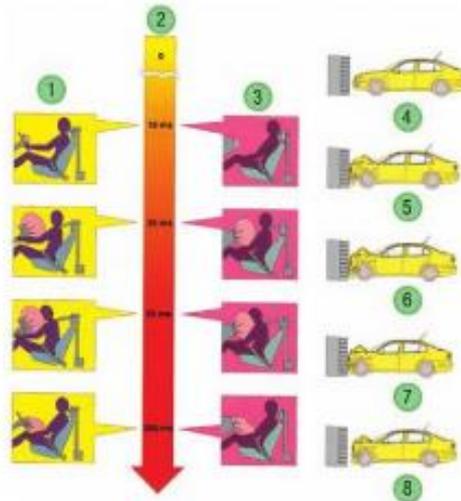


Figura 1. 8 Fases de activación del airbag

Fuente: José martin Navarro

1 Conductor, 2 Tiempo en milisegundos, 3 Acompañante, 4 Inicio accidente, 5 Disparo del airbag, 6 Despliegue de la bolsa, 7 Fase de contacto, 8 Fin accidente.

1.4. CARACTERÍSTICAS DE LA SUSPENSIÓN

La suspensión de un automóvil tiene como objetivo mantener la adherencia y la tracción de las ruedas sobre la calzada en todo momento, obtener el mayor tiempo y la mejor posición del vehículo absorbiendo los cambios de dirección y las transferencias de carga que se generan tanto lateral como longitudinal. (Passaniti, 2007, p190).

Dominguez (2008) afirma: “La suspensión trata de mantener en todo momento la condición de marcha, de curva, de huecos o baches para lograr una mayor adherencia al suelo y poder tener un mayor confort y estabilidad del vehículo. La suspensión tiene como objetivos: “(p.77)

- Recluir la carrocería de las oscilaciones producidas por el suelo.
- Brindar un mayor confort y protección a los pasajeros del vehículo.
- Mantener en todo momento la adherencia de las ruedas sobre la calzada para lograr una mejor dirección, frenado y tracción.

- Absorber las fuerzas transversales, longitudinales y verticales.

La característica de la suspensión dependerá de la clasificación que posee, esto va a depender del diseño y la construcción, las suspensiones se clasifican en: suspensiones independientes, suspensiones semi independientes y suspensiones rígidas. (Passaniti, 2007). El diseño dependerá del tipo o modelo del vehículo, el peso que soporta cada eje y los diferentes componentes que mejor se adapten ya sean muelles, ballestas, barras de torsión, etc. Tal como se observa en la figura 1.9.

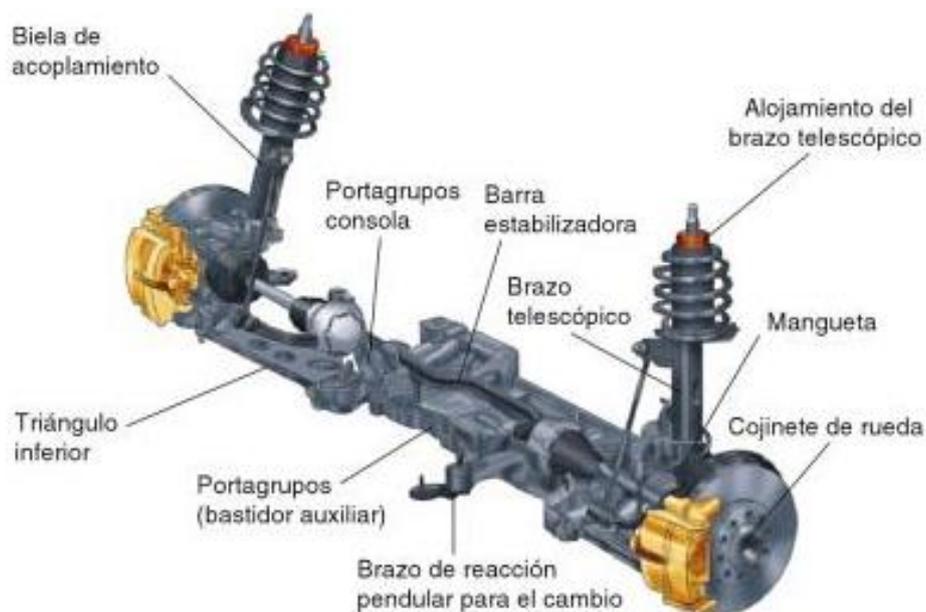


Figura 1. 9 Elementos de la suspensión
Fuente: Esteban José Domínguez

Bosch (2005) afirma : “Mediante una geometría adecuada de la guía de la rueda y la suspensión se reducen el balanceo y cascabeleo.” (p.764).

La convergencia es aquel ángulo entre el eje longitudinal del vehículo y el plano medio del neumático, es decir es la mitad de la diferencia de distancia entre el borde de la llanta en la parte de adelante y detrás de la rueda. (Bosch, 2005, p764). “Influye en la estabilidad y dirección del vehículo, la convergencia es de aproximado 5 a 20 grados y en la parte posterior en caso de tracción delantera es de hasta 20 grados.” (Bosch, 2005, p764).

1.4.1. ALINEACIÓN.

La alineación es aquel procedimiento que se realiza a un vehículo para ajustar los ángulos de la dirección y las ruedas con el fin de balancear las fuerzas de fricción, gravedad y centrífugas. Los neumáticos deben estar perpendiculares al suelo y paralelos entre sí. Todos los componentes de la dirección y suspensión deben ser prescritas por el fabricante. Una vez que el vehículo este alineado se lograra tener una mejor dirección en todo momento ya sea en línea recta o en una curva, una mayor adherencia y control, y una mayor duración a los neumáticos. (Michelin, 2012). La alineación del vehículo se efectúa cuando se produce:

- Un movimiento que tienda al vehículo en dirección a uno de sus lados.
- Un golpe o el vehículo se haya caída en algún hueco.
- Un desgaste de alguna de las 4 llantas.

1.4.1.1. *Camber.*

El Camber es aquel ángulo que el neumático forma con respecto al eje vertical con una vista frontal o posterior. La medición es expresada en grados, donde el ángulo será negativo cuando la parte superior de la rueda posee una inclinación hacia dentro, mientras que el ángulo será positivo cuando la rueda tiende a inclinarse hacia fuera, como se indica en la figura 1.10. (tiretech, 2015)

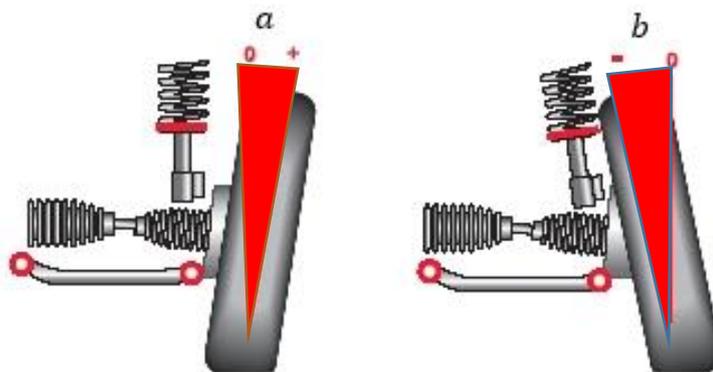
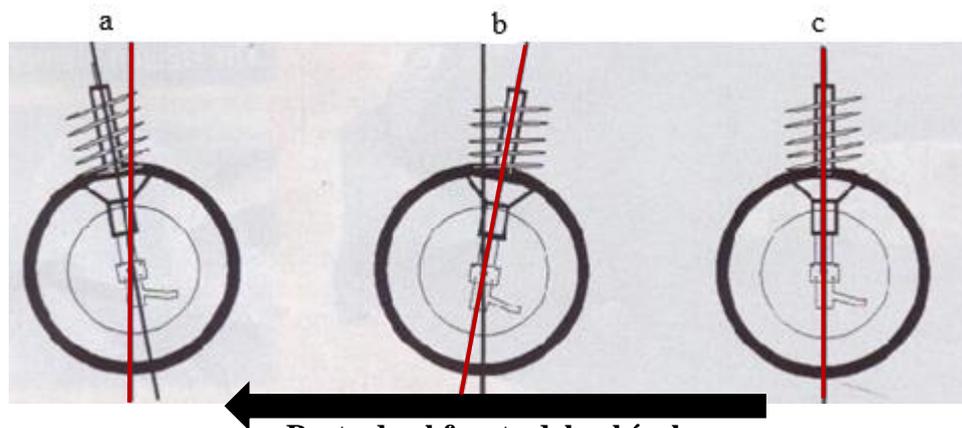


Figura 1. 10 Ángulo Camber
Fuente: Corral A.

$a > 0$ Camber positivo, $b < 0$ Camber negativo.

1.4.1.2. Caster.

El ángulo Caster identifica la inclinación del neumático hacia delante o atrás de una línea vertical que pasa por la parte superior hacia abajo del pivote de dirección con una vista del vehículo lateral. Al igual que el Camber este ángulo se expresa en grados y se mide con una línea que pasa por la parte de arriba y debajo del extremo cilíndrico de la dirección en cualquier tipo de suspensión con una línea perpendicular a la calzada. El ángulo Caster es positivo cuando la parte arriba de la línea se inclina hacia la parte posterior del vehículo y es negativo cuando esta línea se inclina hacia al frente. (tiretech, 2015)



Parte de al frente del vehículo

Figura 1. 11 Ángulo Caster

Fuente: Corral A.

a Caster negativo, b Caster positivo, c neutral.

1.4.1.3. Convergencia y divergencia.

El ángulo convergente o divergente es aquel que identifica con exactitud la dirección hacia la cual las ruedas apuntan haciendo una comparación con una línea sobre el eje vertical del vehículo con una vista superior. Este ángulo es expresado en grados o en fracciones de pulgadas, si las ruedas apuntan hacia dentro existe una convergencia o también llamado “Toe in” y si las ruedas apuntan hacia fuera se denomina divergencia o “Toe out”. Los ajustes de los ángulos ayudan para compensar los bujes de la suspensión, disminuir el desgaste de los neumáticos y mejorar la dirección y maniobrabilidad. (tiretech, 2015)

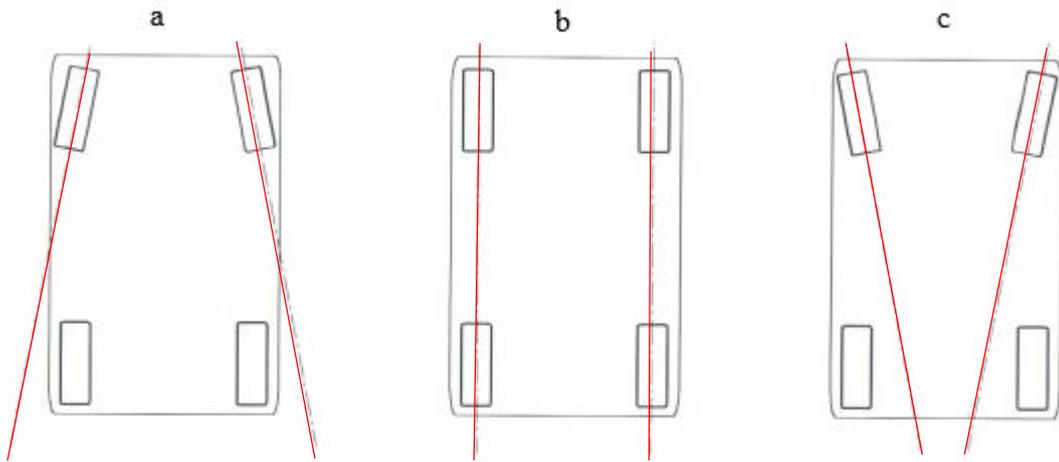


Figura 1. 12 Convergencia y divergencia
Fuente: Corral A.

a Convergencia, b=0 Convergencia nula, c Divergencia.

1.4.2. BALANCEO.

El balanceo de un vehículo es aquel proceso que se efectúa cuando existe vibraciones y movimientos en el volante a una velocidad de 90 km/ h, el proceso se realiza aplicando pesos normalmente de plomo en el rin y en el neumático en unas máquinas de balanceo, logrando obtener mayor durabilidad de los neumáticos. (Michelin, 2012). El balanceo es importante ya que se obtiene mayor vida útil y comodidad al conducir, es por eso que es necesario realizar este proceso cuando haya:

- Una fuerte vibración o movimiento del volante.
- Fatiga al conductor.
- Desgaste de los neumáticos.
- Desgaste en la suspensión.

1.5. RUEDAS

Las ruedas para determinar su tamaño es necesario conocer las necesidades de los sistemas de frenos, los componentes del eje y el tamaño de los neumáticos utilizados. Los términos más importantes son: (Bosch, 2005, p768).

- Diámetro de la llanta.
- Anchura entre las pestañas de la llanta.
- Diámetro del orificio central.
- Profundidad del bombeo de la rueda.
- Diámetro del círculo de fijación de la rueda.
- Cantidad de orificios de fijación.
- Realización del apoyo de la cabeza de los elementos de fijación, calota, cono.

1.5.1. LA LLANTA.

La llanta es aquella parte metálica de la rueda en donde mediante un perfil adecuado va a soportar al neumático y la solidaridad del buje del vehículo a través de las piezas de acoplamiento. La característica principal de la llanta es su perfil, es decir su sección transversal y se diferencian como: (González, 2013, p300).

- Pestaña: Es la parte de la llanta donde se apoya lateralmente el talón de la cubierta.
- Asiento de talón: Es aquella zona de la llanta donde se apoyan los talones de la cubierta.
- Base: Es la zona de la llanta donde está comprendida entre ambos asientos de talón.
- Orificio: Es aquella salida de la válvula donde la llanta presenta una abertura que permite el montaje y salida de la válvula.

1.5.2. TIPOS DE LLANTAS.

Según el tipo de neumáticos y la utilización que se vaya a realizar, se utilizan diferentes secciones para las llantas: (Bosch, 2005, p768).

- Llantas de garganta profunda (ruedas turismo).
- Llantas de fondo plano (llantas realizadas en varias piezas).
- Llantas de espaldón oblicuo (camiones).

- Llantas de espaldón inclinado (neumáticos sin cámara para camiones).

Los diferentes tipos de llantas dependerán del vehículo al que se esté utilizando, de esta forma se identifican a las llantas, en donde los términos más relativos de las llantas son:

- La pestaña de la llanta (forma de la pestaña).
- Espaldón de la llanta.
- Garganta de la llanta.
- Garganta profunda de la llanta.
- Hump de la llanta.

Todas las ruedas y llantas están marcadas en forma legible donde se permite identificar el tipo de llantas y las dimensiones que tiene. (Luque, 2008, p19). Las ruedas de disco y llantas desmontables vienen marcadas con la siguiente información de la UNE 69-018-090:

- Designación de la dimensión de la llanta.
- Identificación del fabricante de la rueda o llanta (nombre, símbolo).
- Fecha de fabricación, mes y año.
- Código del fabricante.

“La dimensión de la llanta se enmarca con el orden indicado de la UNE 26-291-80” (Luque, 2008, p19):

- Diámetro nominal correspondiente a los asientos del talón.
- Tipo de llanta, se utiliza el símbolo X cuando es una sola pieza.
- Anchura, es la cota del perfil entre los vértices del talón y la pestaña de la llanta.
- Perfil de llanta, en donde con letras se indica la anchura nominal de la llanta.

A continuación, se detalla las partes que posee una llanta tal como se muestra en la figura 1.13.

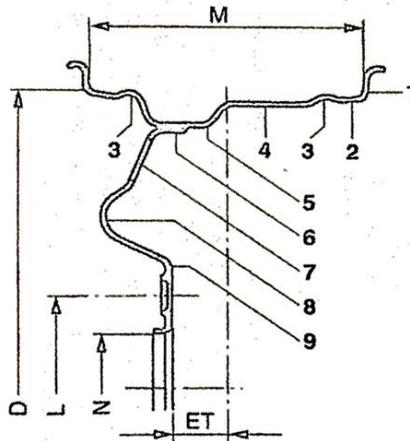


Figura 1. 13 Llanta de chapa de acero
Fuente: Robot Bosch

1 Pestaña, 2 Espaldón, 3 Hump, 4 Llanta, 5 Garganta, 6 Base, 7 Orificio de ventilación, 8 Reborde, 9 Disco de la rueda, D Diámetro de la llanta, L Diámetro del orificio de la llanta, M Anchura entre pestañas, N Orificio central, ET Profundidad de bombeo.

1.5.3. FIJACIÓN DE LA RUEDA.

La fijación de la rueda cumple con requerimientos necesarios para que el diseño y tipo de la rueda cumpla tareas de seguridad del vehículo bajo cualquier situación que se le presente. Las fuerzas de las ruedas producidas por el eje motriz, los frenos, la carga de las ruedas, las fuerzas de las guías de las ruedas deben ser absorbidas por el conjunto de fijación de la rueda sin influir sobre el funcionamiento y los comportamientos del eje. (Bosch, 2005, p768).

1.5.4. RUEDAS PARA TURISMO.

El material básico para la fabricación de las ruedas es la chapa metálica, chapa de aluminio y aleaciones de magnesio. La chapa de aluminio por motivos de costos de fabricación no se ha establecido dentro del mercado. Algunos materiales y procesos de fabricación ayudan con el ahorro del peso, “la rueda hendida fabricada de una pieza de aluminio ofrece un alto potencial, aunque según su utilización y tamaño alcanza relativamente sus límites técnicos y de rentabilidad.” (Bosch, 2005, p769).

El proceso de fabricación de la chapa metálica y de aluminio es casi la misma, la clásica rueda forjada y hendida tienen en común el proceso de laminado. Existen otros potenciales de peso que vienen ofrecidos por el proceso de “flow forming, en el cual el aprovechamiento de las mejores características del material y la colada para ahorro de material, se lamina una pieza de fundición en la zona de la llanta.” (Bosch, 2005, p769). Las ruedas estructurales se utilizan como ruedas de repuesto o en otros casos como ruedas revestidas embellecedoras de plástico en donde el objetivo es aumentar la seguridad y funcionamiento y reducir los costos de fabricación. Las partes de la llanta para turismos son aquellas tal como se muestra en la figura 1.14.

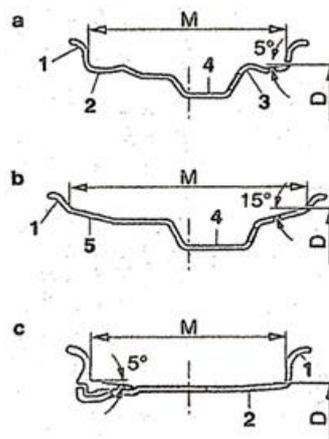


Figura 1. 14 Llanta de chapa de acero
Fuente: Robert Bosch

a) Llanta de garganta profunda para turismos, b) Llantas de espaldón inclinado para camiones (sin cámara, c) Llantas de espaldón oblicuo para camiones, 1 Pestaña, 2 Espaldón oblicuo, 3 Hump, 4 Garganta, 5 Espaldón inclinado, M Anchura entre pestañas, D Diámetro.

Bosch (2005) afirma: “La fijación de la rueda hacia el vehículo es mediante de 3 a 5 tuercas o tornillos en el cual el apoyo de cabeza varía en función del diseño del fabricante.” (p.770).

Los tapacubos tienen como función brindar una buena óptica a la rueda, con esto se consiguen efectos adicionales como valores de reducción del coeficiente de resistencia de aire o una mejor ventilación hacia la rueda para lograr reducir la temperatura de los cojinetes y el

líquido de frenos. El material de fabricación de los tapacubos es de plástico, sin embargo, existen igual de chapa de acero inoxidable y aluminio. (Bosch, 2005, p770).

1.5.5. CAPACIDADES DE CARGA.

En los vehículos de turismo se rigen bajo capacidades de carga, estas capacidades tienen que ver con la velocidad nominal=velocidad máxima. “Si la velocidad máxima es de 60 km/h o inferior se pueden aprovechar mejores capacidades de carga” (Bosch, 2005, p775). Tal como se muestra en la tabla 1.1.

Tabla 1. 1 Suplemento de capacidad de carga

Km/h	Suplemento de capacidad de carga en %	Aumento de presión de inflado en bar
60	10	0,1
50	15	0,2
40	25	0,3
30	35	0,4
25	42	0,5

Fuente: (Bosch, 2005)

1.5.6. RUEDAS PARA VEHÍCULOS INDUSTRIALES.

Las ruedas para vehículos industriales cumplen con las diferentes exigencias:

- Una alta resistencia a la fatiga.
- Un peso reducido para que no influya en las vibraciones del vehículo.
- Una alta capacidad de carga con una forma conveniente y utilización de materiales.
- Una reducción de irregularidades producidas por el disco.
- Una reducción de los alabeos de altura y de laterales.
- Un montaje sencillo para el fabricante del vehículo y en la práctica.

1.5.6.1. Llanta de espaldón inclinado.

La llanta de espaldón inclinado es un modelo con tecnología moderna, con 15 grados de inclinación para vehículos industriales. Este tipo de llantas poseen ventajas tales como:

- Reducir el peso hasta un 10 % con una mejor centricidad y planitud.
- Aumento del diámetro de la llanta.
- Una válvula unificada con espacio libre para el tambor y las pinzas de freno.
- Contrapesos de forma unificada.

La excentricidad de la rueda es una de las principales causas para que se produzca vibraciones en el vehículo, la divergencia de reducción de las llantas con espaldón inclinado a 1,25 presenta una mejora considerable respecto a las llantas de fondo plano. (Bosch, 2005, p770).

1.5.6.2. Centraje de la rueda.

Bosch (2005) afirma: “El Centraje del perno mediante anillos de retención o tornillos ha sido sustituido por el Centraje de la rueda, el cual permite juegos mínimos y máximos para ruedas de 22,5 pulgadas lo cual exige unas tolerancias lo más estrechas posibles.” (p.770).

1.5.6.3. Plenitud de la superficie de contacto.

Las irregularidades del terreno producen ondulaciones, inclinaciones y bombeos, los cuales se transmiten al apretar las tuercas del tambor de frenos lo cual a su vez genera vibraciones en el sistema de dirección. “Los valores límite producidos para la ondulación máxima son de 0,15 mm y de inclinación máxima de 0,2 mm.” (Bosch, 2005, p770).

1.5.6.4. Solicitación de las ruedas de vehículos industriales.

Las solicitaciones de las ruedas para vehículos industriales son:

- Tensión previa: Es aquella tensión creada por el soplamiento de las tensiones surgidas durante el montaje con las tensiones al inflar los neumáticos.
- Tensión nominal estática: Es aquella tensión que, si la rueda gira despacio con una carga nominal estática, la tensión varía periódicamente con el giro de la rueda.

- Tensiones adicionales dinámicas: Son tensiones que se crean por fuerzas de ruedas dinámicas y se originan al circular en línea recta y sobre irregularidades de la calzada. Se dan en maniobras del vehículo al circular por curvas, girar el volante con el vehículo parado, frenado y aceleraciones. Estas tensiones se toman para realizar comprobaciones y dimensiones de las ruedas. (Bosch, 2005, p771).

1.6. NEUMÁTICOS

Los neumáticos son parte fundamental del vehículo para su estabilidad, sus principales funciones son transmitir la potencia y la fuerza del freno hacia la calzada, brindar una trayectoria de dirección al vehículo, formar parte de la suspensión y soportar las cargas. Las fuerzas que soportaran los neumáticos son aquellos esfuerzos debidos a las aceleraciones y desaceleraciones que tiene el vehículo, en la figura 1.15 se observa los diferentes esfuerzos que se van produciendo. (Martín, 1997, p193).

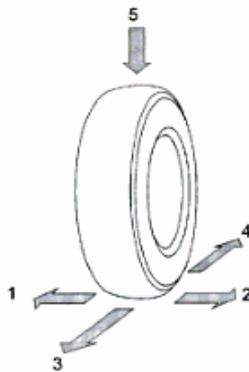


Figura 1. 15 Esfuerzos soportados sobre un neumático

Fuente: Jesús Calvo Martín

Esfuerzos longitudinales sobre la estabilidad lateral (1) y dirección (2), esfuerzos transversales de aceleración (3) y frenado (4), y esfuerzos verticales de amortiguación y carga (5).

Las fuerzas dadas por el vehículo para que se produzcan estos esfuerzos sobre el neumático son en virtud a los elementos o dispositivos elásticos que posee un vehículo, es así que por estos esfuerzos el vehículo se ha convertido en un cuerpo susceptible de entrar en oscilación con un número de oscilaciones propias determinadas por el peso del vehículo y por

los elementos elásticos. Aparte del estado de marcha en el que se encuentra el vehículo actúan sobre éste distintas fuerzas además del peso del mismo y afectan su valor las modificaciones dinámicas que intervienen en el mismo tales como aceleración, retención, cambios de dirección, entre otras mostradas en la Figura 1.16 y 1.17 (Reverte, 2005).

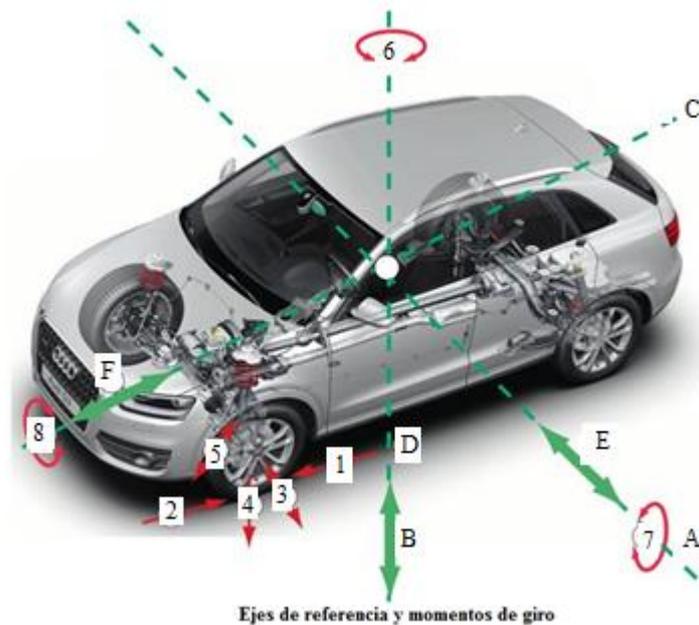


Figura 1. 16 Fuerzas y momentos sobre el vehículo
Fuente: Calvo y Miravete

A Eje transversal, B Eje vertical, C Eje longitudinal, D Desplazamiento vertical , E Desplazamiento transversal, F Desplazamiento longitudinal; 1 Fuerza de impulsión, 2 Fuerza de frenado, 3 Estabilidad lateral, 4 Presión vertical, 5 Momento de inercia, 6 Momento guiñada, 7 Ángulo cabeceo, 8 Ángulo de balanceo.

Además de los choques o golpes que se originan por la calzada intervienen otras fuerzas las cuales corresponden a fuerzas en sentido transversal que son aquellas que tienen un flujo lateral como la fuerza de dirección, fuerza centrífuga en curvas y demás, las cuales generan movimientos y oscilaciones en las tres direcciones de los ejes, las cuales originan los esfuerzos sometidos sobre un neumático (Gerschler, 2001, p428-p429); y las fuerzas en sentido longitudinal las cuales tienen una dirección hacia donde se dirige el vehículo o su contrario siendo la fuerza motriz, resistencia al aire las más importantes. Tanto las fuerzas longitudinales como las transversales son transmitidas hacia la calzada por los neumáticos,

llegando a este último sea gracias al chasis, sistema de dirección, motor y sistema de cambio o del sistema de frenos. (Reverte, 2005)

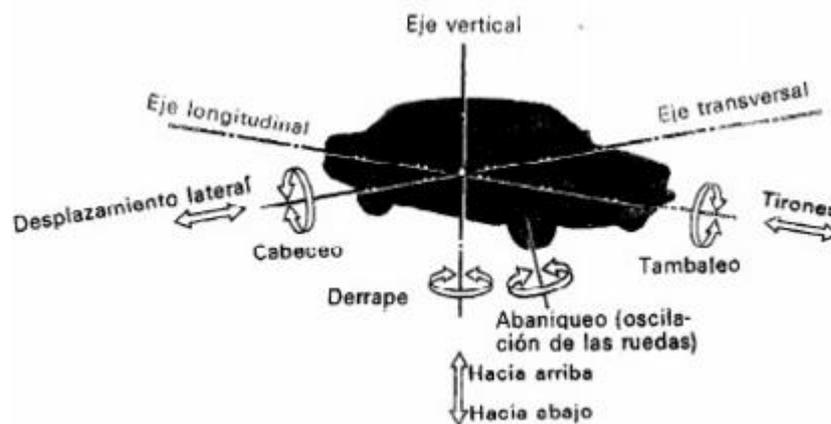


Figura 1. 17 Fuerzas dadas sobre un vehículo
Fuente: Hellmut Gerschler

Los materiales de fabricación de un neumático son el caucho sintético y natural, los neumáticos naturales poseen mejores prestaciones que los sintéticos sin embargo a velocidades más elevadas los sintéticos soportan mejor las cargas vibratorias. Estos materiales para su elaboración son mezclados con humo negro, aceites, azufres para lograr obtener las características de resistencia y adherencia.

Las características de un neumático son adherencia para cualquier tipo de suelo ya sea mojado o seco, buen comportamiento en rectas y curvas, resistencia baja a la rodadura para menor consumo de combustible, durabilidad y uniformidad al desgaste, absorción de vibraciones y un bajo sonido. (Martín, 1997, p194). Las características para poder valorar un neumático son:

- Estabilidad direccional.
- Estabilidad en curvas.
- Adherencias en las superficies de la calzada.
- Adherencias en las diferentes condiciones atmosféricas.
- Divisibilidad.

- Confort (suspensión, amortiguación, suavidad de marcha).
- Durabilidad.
- Economía.

Los neumáticos cumplen con exigencias para diferentes tipos, tamaños de vehículos y las diferentes condiciones de utilización, cada vez se desarrolla una mayor cantidad de neumáticos con una tecnología de vanguardia, capaces de soportar más capacidades de carga, fuerzas, soportar más desgaste en diferentes tipos de suelos, entre otros.

Los datos principales para las dimensiones, carga, presiones de aire necesarias y velocidades permitidas de los neumáticos están normalizadas como se muestra en la tabla 1.2.

Tabla 1. 2 Grupos de neumáticos y normas asociadas

Nº	Aplicación de neumático	Normas alemanas	
		DIN	Wdk ²
1	Motocicletas Motocicletas, escúter, motocicleta pequeña, ciclomotor	7801, 7802, 7810	119
2	Turismos Incluye vehículos familiares y ruedas de Repuesto especiales	7803	128, 203
3	Vehículos industriales ligeros Incluye furgonetas transporter	7804	132, 133
4	Vehículos industriales Inclusive vehículos multiuso	7805, 7793	134, 135, 142, 143, 144, 153
5	Maquinaria de obras publicas Vehículos de transporte, de carga, motoniveladora	7798,7799	145, 146
6	Caretillas Inclusive neumáticos masivos	7811, 7845	171
7	Maquinaria agrícola Tractores, máquinas de trabajo, aperos, remolques	7807, 7808, 7813	156, 161

Fuente: (Bosch, 2005)

Bosch (2005) afirma: “Además de los neumáticos con aire están permitidos los neumáticos macizos hasta 25 km/h y los neumáticos con ruedas tractoras sin suspensión hasta 16 km/ h, los neumáticos se diferencian en los grupos de neumáticos del 1 al 4 según su aplicación y la calzada.” (p.772).

- Neumáticos para carretera (verano).

- Neumáticos de tracción especial en terrenos no asfaltados.
- Neumáticos de invierno.

1.6.1. ESTRUCTURA DEL NEUMÁTICO.

Según la técnica y desarrollo del neumático se diferencian varios tipos de neumáticos, que vienen a ser determinados por diferentes propiedades de uso y de rodura.

1.6.1.1. Neumático radial.

Son neumáticos estándar para vehículos de turismo, los hilos de la capa de tejido de armadura van por la vía más corta de talón a talón. (Bosch, 2003, p6).

1.6.1.2. Neumático diagonal.

Estos tipos de neumáticos se llaman así porque los hilos de las capas de tejidos de la carcasa discurren diagonalmente con respecto a la superficie de rodura y se entrecruzan. Son neumáticos que se utilizan en motocicletas, bicicletas, vehículos industriales, agrícolas y cada vez más sustituyen a los neumáticos radiales. (Bosch, 2003, p6).

1.6.2. TIPOS DE NEUMÁTICOS.

Los tipos de neumáticos va a depender del uso, Los neumáticos radiales son los únicos que garantizan un óptimo desempeño individual para las distintas características de utilización especialmente para neumáticos de turismo e industriales. “Los neumáticos CT poseen propiedades de circulación para casos de emergencias, cuando se quedan sin aire estos neumáticos se apoyan en la garganta alta de la llanta lo que permite recorrer sin presión trayectos largos.” (Bosch, 2005, p773).

Bosch (2005) afirma: “Los neumáticos sin cámara se implementan cada vez más en vehículos industriales que sean de una pieza, en lugar de una cámara, los neumáticos sin cámara poseen una capa interior vulcanizada estanca al aire.” (p.773). “También se utilizan

retenes especiales de reborde de elastómero, esto conlleva a ventajas de peso y montaje” (Bosch, 2005 p773). Tal como se muestra en la figura 1.18.

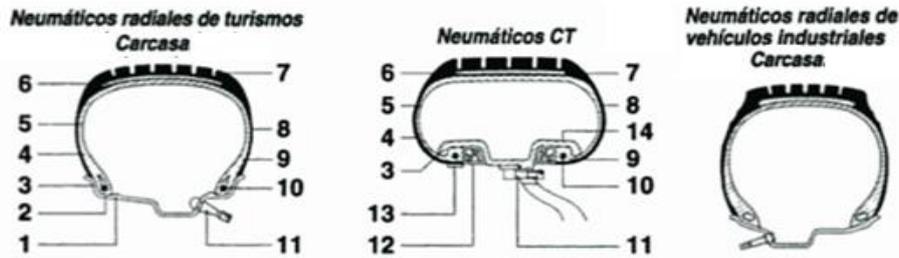


Figura 1. 18 Ejemplos de tipo constructivo radial (sin cámara)
Fuente: Robert Bosch

1 Hump, 2 Espaldon de llanta, 3 Pestaña de la llanta, 4 Carcasa, 5 Capa de goma (estanca aire), 6 Cinturón, 7 Superficie de rodadura, 8 Goma lateral, 9 Reborde, 10 Nucleo del reborde, 11 Valvula, 12 Anillo protector, 13 Contrapeso, 14 Garganta de la llanta.

1.6.3. NEUMÁTICOS CON CÁMARA.

En este tipo de neumáticos la cubierta y la llanta forman un conjunto resistente, mientras que la cámara y la válvula forman y aseguran la estanqueidad del aire comprimido. En los neumáticos de turismo los talones de la cubierta se adaptan a la forma de la llanta haciendo que no se produzcan basculaciones y que no exista la necesidad de implementar sistemas de protección. En neumáticos para vehículos pesados la cubierta se introduce por la parte lateral de la llanta, el cual lleva una pestaña desmontable lo que genera que el ajuste no sea bueno y por lo tanto implementar protectores. (González, 2013, p304). Tal como se muestra en la figura 1.18.

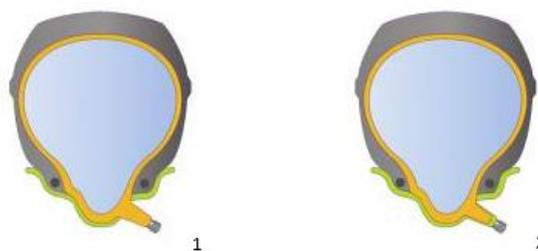


Figura 1. 19 Neumático con cámara
Fuente: Tomás González

1 Corte de un neumático con cámara para turismo, 2 Corte de un neumático con válvula de seguridad.

1.6.4. NEUMÁTICOS SIN CÁMARA.

Este tipo de neumáticos se diferencian porque su cubierta lleva en su interior un forro protector de caucho elástico e impermeable al aire, de esta forma trabaja como un obturador de pinchazos. Estos neumáticos están compuestos por la llanta, la cubierta y una válvula, esta válvula va introducida directamente sobre el taladro de la llanta formando una estanqueidad impidiendo la salida del aire a presión. (González, 2013, p304). Tal como se muestra en la figura 1.20.

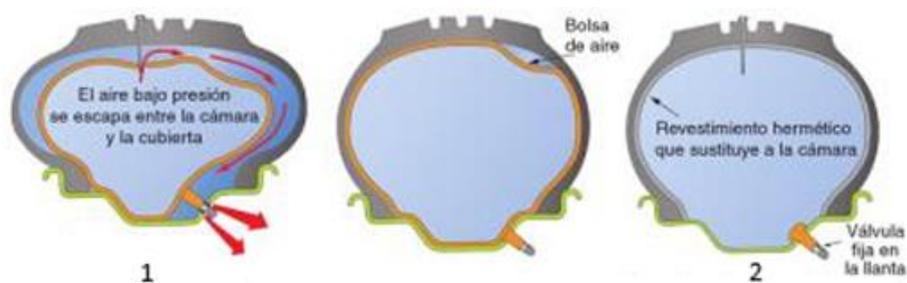


Figura 1. 20 Neumáticos sin cámara
Fuente: Tomás González

1 Cubierta con cámara, 2 Cubierta sin cámara.

La ventaja de estos tipos de neumáticos son:

- Una pérdida del aire lenta en caso de que el neumático sufra un pinchazo, por lo tanto teniendo un mayor control.
- Una mejor disipación del calor del aire al estar en contacto con la llanta.
- Un menor peso.
- Un mejor montaje y desmontaje.

1.6.5. DIÁMETRO DE LA LLANTA.

Actualmente para diseñar una llanta y sacar el diámetro es necesario conocer la relación de la sección de llanta en donde es la altura respecto a la anchura de la sección del neumático. “En los neumáticos de turismo la altura de la sección relativa es entre 80 y 50, en neumáticos deportivos hasta 25 y en neumáticos industriales entre 100 y 45.” (Bosch, 2005, p774).

En los neumáticos de turismos que poseen un valor H/B bajo tienen una mayor estabilidad en las curvas, con el mismo diámetro vehículos que poseen un valor H/B más bajos tienen una superficie de apoyo mayor y son más llamativos. En los neumáticos industriales sin cámara que poseen un valor H/B más bajo era una condición para poder introducir llantas de garganta profunda con espaldón empinado de una pieza. (Bosch, 2005, p774).

- Relación $H/B = (H/B) \cdot 100$
- H altura de la sección del neumático.
- B anchura de la sección del neumático.

1.6.6. NORMAS DE NEUMÁTICOS.

Bosch (2003) afirma: “Los neumáticos se rigen bajo las directrices Europeas o en Estados Unidos según el FMVSS (federal motor vehicle safety standard), los vehículos motorizados y remolques deben estar en toda su anchura de la banda de rodadura perfiladas de 1.6 mm de profundidad como mínimo.” (p.7).

Los vehículos de turismo o industriales que tengan un peso total admisible de “2,8 toneladas y una velocidad máxima de más de 40 km/ h deben estar equipados con neumáticos diagonales o solo radiales.” (Bosch, 2003, p7).

1.6.7. IDENTIFICACIÓN DE LOS NEUMÁTICOS.

La identificación de los neumáticos esta situada en la parte lateral del neumático, se lo realiza mediante las normas vigentes en Europa. “Para vehículos de turismo la norma es ECE 30, para vehículos industriales es ECE 54 con una velocidad de 80 km/H, para vehículos de dos ruedas motorizados es ECE 75 con una velocidad de 40 km/H.” (Bosch, 2005, p774). Todos los neumáticos vienen compuestos de una serie de inscripciones grabadas en el propio material constructivo del mismo, obligatorias o voluntarias para el fabricante, que definen

gran parte de sus características, tales como la marca del fabricante, el modelo, la anchura del neumático, el tipo de neumático, el diámetro de la llanta, el fabricante, y el país de fabricación, en general los neumáticos vienen provistos de varias inscripciones en su pared, tal como se muestra en la figura 1.21.

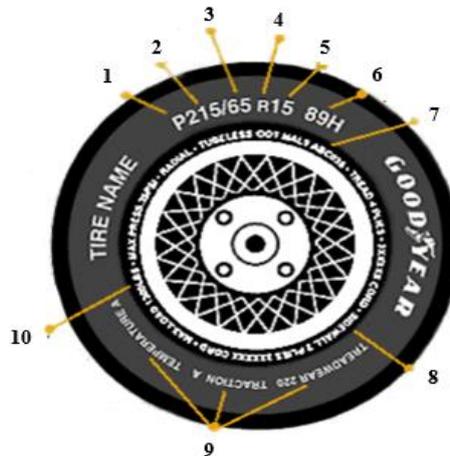


Figura 1. 21 Identificación del neumático

Fuente: Seguridad en la conducción del vehículos, conocimiento de los neumáticos

1 Pasajero, 2 Ancho de la llanta, 3 Serie/ relación de sección, 4 Radial, 5 Diámetro del radio, 6 Índice de carga y rango de velocidad, 7 Código de seguridad, 8 Construcción, 9 Sistema para calificar la calidad uniforme, 10 Carga máxima de inflado en frío.

1.6.8. UTILIZACIÓN DE LOS NEUMÁTICOS.

Para utilizar los neumáticos de una manera eficiente hay que realizar una buena elección del neumático correcto según las especificaciones del fabricante. El almacenamiento es de suma importancia ya que se envejecen rápido y se agrietan, para ello es necesario que se almacenen en un ambiente fresco, seco y oscuro, además se evita el contacto de grasas y aceite sobre el neumático. Para el montaje de los neumáticos es necesario realizar con suma precaución, se utilizan llantas con las mismas dimensiones, que no presenten daños, no contengan óxido, ni que estén muy desgastadas. También de igual forma hay que tener precaución en la reparación de los neumáticos ya que las cámaras crecen cuando estas entran

en funcionamiento y forman arrugas al momento de montarlas. (Bosch, 2005, p777). En el uso, cuando los neumáticos estén mondatos se observa:

- Que los neumáticos estén bien equilibrados garantizando una concentricidad óptima.
- Que en todas las ruedas se usen el mismo tipo de neumático.
- Que no sobrepase la velocidad máxima permitida de los neumáticos.
- Que presenten suficiente profundidad de perfil.

Cuando la profundidad de un vehículo es excasa se dispone menos material de protección del cinturón y de la carcasa en vehículos de turismo e industriales. (GmbH, 2003, p7).

1.6.9. PROPIEDADES DE TRANSMISIÓN DE FUERZA.

Para tener un buen diseño, rendimiento y optimización del comportamiento y confort de la marcha, vibraciones y del grupo propulsor se tendrá la condición que los campos característicos de los neumáticos tengan la mayor precisión posible, es decir que se observará todas las fuerzas y ángulos que actúen sobre los neumáticos. Estas propiedades corresponden a la frecuencia, la fuerza de frenado, la carga de la rueda, la fuerza lateral, el par antagonista, el avance del neumático, la presión interior del neumático, la velocidad de comprobación, el ángulo de marcha oblicua, el ángulo de caída y el patinamiento en donde tendrán relación directa con la fuerza de neumáticos. Estas propiedades están presentadas en la tabla 1.3.

Tabla 1. 3 Magnitudes y unidades

Magnitud		Unidad
f	Frecuencia	Hz
F_F	Fuerza de frenado	kN
F_R	Carga de la rueda	kN
F_L	Fuerza lateral	kN
M_{PA}	Par antagonista	N. m
n_S	Avance del neumático	Mm
P_i	Presión interior del neumático	Bar
U_o	velocidad de comprobación	Km/h
α	ángulo de marcha oblicua	°
γ	ángulo de caída	°
λ	Patinamiento	-

Fuente: (Bosch, 2005)

1.6.10. RUEDA CON GIRO LIBRE EN CASO DE MARCHA OBLICUA.

En caso que un vehículo gire bajo un ángulo de marcha oblicua se crea una fuerza lateral sobre el neumático, esta fuerza se produce al mismo tiempo en un momento antagonista, la fuerza lateral actuará directamente sobre el par antagonista, a mayor fuerza lateral se tendrá mayor par antagonista como por ejemplo teniendo un valor de fuerza lateral F_L de 50 KN el par antagonista será de 500 Nm con un ángulo de marcha oblicua de 12 grados y un avance del neumático de 20 mm como se muestra en la figura 1.22 de color rojo. (Bosch, 2005, p778-779).

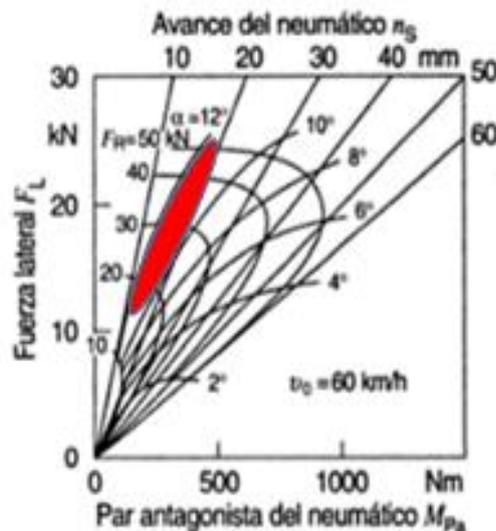


Figura 1. 22 Campo característico de un neumático según Gough

Fuente: Robert Bosch

La fuerza lateral en función del ángulo de marcha oblicua va a aumentar en sentido degresivo a la carga de la rueda, es decir la fuerza lateral sera mayor cuando la carga de la rueda sea menor y el ángulo de marcha oblicua sea mayor , por ejemplo hay una carga de la rueda de 10 kN con un ángulo de marcha de 4 grados la fuerza lateral sera de 5 KN como se muestra en la figura 1.23 en la zona de color rojo.

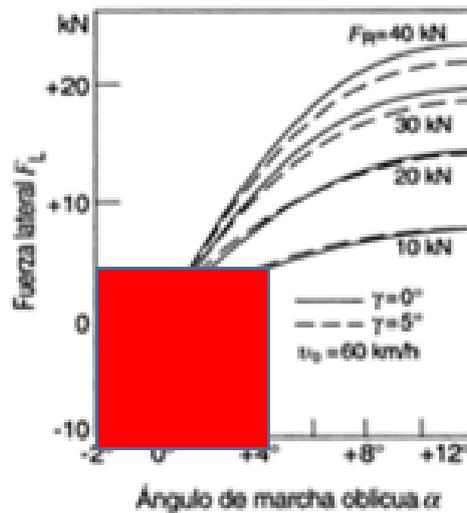


Figura 1. 23 Fuerza lateral en función del ángulo de marcha oblicua, parámetros. Carga de la rueda y ángulo de la caída
Fuente: Robert Bosch

Las fuertes laterales máximas se reducen al momento que el vehículo comienza a aumentar la velocidad, esta velocidad aumenta con el incremento de la carga que se produce sobre la rueda, es decir que una vez que la velocidad sea superior se comienza a reducir la fuerza lateral y esta velocidad aumentará proporcionalmente a la carga de la rueda.

Si un neumático que rueda con marcha oblicua se superpone un ángulo de caída, en neumáticos de turismos y en industriales parecidos las curvas características de fuerza lateral de marcha oblicua realizan un desplazamiento en paralelo debido a estas fuerzas laterales. (Bosch, 2005, p778-779).

1.6.11. MARCHA OBLICUA Y PATINAMIENTO.

Cuando un neumático rueda bajo una fuerza de patinamiento se le superpone un ángulo de marcha oblicua, las fuerzas tangenciales que se producen se reducirán cada vez más que aumente el ángulo de marcha oblicua en todos los ángulos de patinamiento. “El campo característico medido del neumático muestra la fuerza lateral respecto a la fuerza de frenado en un ángulo de marcha oblicua de 0 a 10 grados con una carga de 30 KN”. (Bosch, 2005, p781). Tal como se muestra en la siguiente figura 1.24.

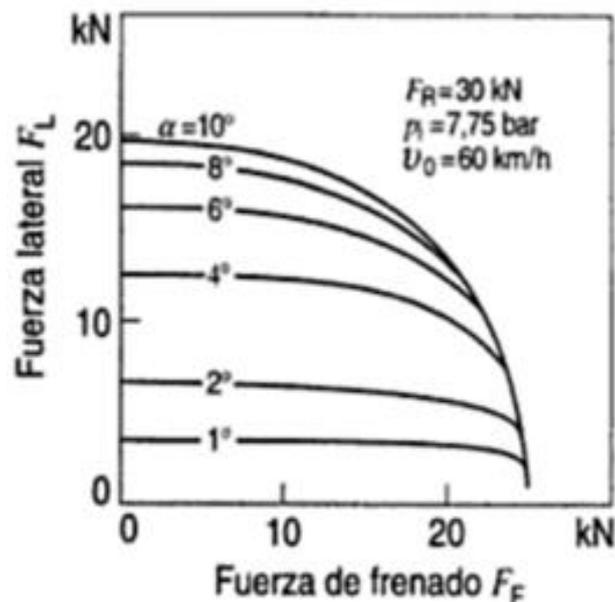


Figura 1. 24 Campo característico de neumático medido con una carga de 30 KN
Fuente: Robert Bosch

1.6.12. DESLIZAMIENTO DE LOS NEUMÁTICOS.

El deslizamiento de los neumáticos se produce por la diferencia entre la distancia teórica y la realmente recorrida por un vehículo. “El perímetro de un neumático de un turismo es de 1,5 metros, al girar la rueda diez veces más, el vehículo recorrerá una distancia de 15 metros, por lo tanto, el deslizamiento del neumático sin embargo ocasiona una distancia realmente recorrida sea más corta.” (Bosch, 2003, p8).

La causa para que se produzca el deslizamiento es porque al momento de girar la rueda por fuerzas propulsoras o de frenado se originan procesos físicos en la superficie de contacto en donde la goma tiende a torcerse, la elasticidad del neumático ocasiona que se deforme y dependiendo de las condiciones de la calzada o la presión atmosférica se produzca trabajo de flexión en mayor o en menor grado. El neumático al ser de goma solo se recupera una parte de la energía de la deformación, este se calienta a su vez produciéndose pérdidas de energía. (Bosch, 2003, p8).

El deslizamiento de los neumáticos es una causa por pérdida de tracción con la calzada, es por esta razón que hay vehiculos integrados con sistemas que contraresten esta pérdida de adherencia, uno de esos sistemas son el control de estabilidad ESP que es el encargado de controlar la estabilidad del vehículo en curvas, es así que con estos sistemas el deslizamiento de los neumáticos sera cada vez menor gracias a que se sigue inovando la tecnología automotriz y se posee un mayor control sobre estas diferencias de distancias entre el vehículo y el suelo.

la representación del deslizamiento se representa con la ecuación:

$$\lambda = (UF - Uu)/UF \quad \text{Ec. [1.1]}$$

En donde : “La magnitud UF es la velocidad de marcha, Uu es la velocidad periférica de la rueda, la fórmula expresa que se produce el deslizamiento por frenado cuando la rueda gira más despacio de la velocidad de marcha. “ (Bosch, 2003, p8). Tal como se observa en la figura 1.25.

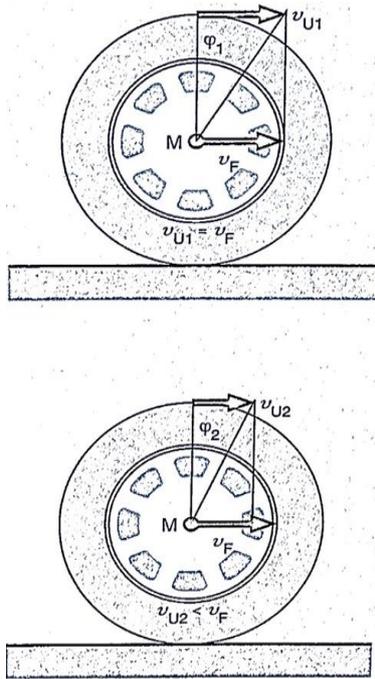


Figura 1. 25 Movimiento de rodadura de la rueda
Fuente: Robert Bosch

Un deslizamiento de los neumáticos también se produce porque existe un rozamiento, es decir un rozamiento en reposo y un rozamiento de deslizamiento. Al poner un vehículo en movimiento o acelerar como también frenar y desacelerar la transmisión de la fuerza depende del resbalamiento entre el neumático y la calzada, es decir que en su principio la fricción de un neumático se comporta en función de su resbalamiento de una manera igual al frenar o al acelerar el vehículo. (Bosch, 2003, p13).

“El coeficiente de adherencia se origina partiendo de un resbalamiento por frenado desde un punto 0 entre el coeficiente de adherencia μ_{HF} y el coeficiente de fuerza lateral μ_S alcanzando un máximo de 10 % y un 40 % de resbalamiento por frenado dependiendo del estado de la calzada y la calidad del neumático, siendo un 20 % de resbalamiento por frenado se obtendrá un coeficiente de adherencia de 1 y este coeficiente desciende nuevamente.” (Bosch, 2003, p13). Tal como se muestra en la figura 1.26 en la zona roja.

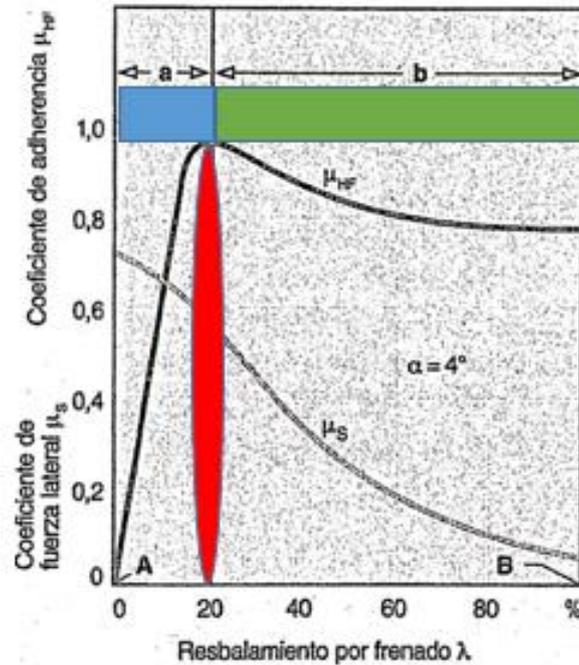


Figura 1. 26 Coeficiente de adherencia y coeficiente de fuerza lateral en función del resbalamiento por frenado
Fuente: Corral A.

^a Zona estable, b Zona inestable, α ángulo de marcha oblicua, A Rueda que gira libremente, B Rueda bloqueada.

La gran cantidad de procesos de frenado y aceleración se producen por valores pequeños de resbalamiento en la zona estable a entre los coeficientes de adherencia y de fuerza lateral en la zona de color azul como se muestra en la figura 1.26, de tal forma que cuando exista un aumento del resbalamiento produce igual un incremento de la adherencia que se está utilizando. En la zona inestable b que es aquella zona de color verde como se muestra en la figura 1.26, indica un incremento de resbalamiento que produce una reducción de la adherencia. Uno de los sistemas de seguridad activa como son el ABS y el ASR impide que el vehículo entre en esta zona inestable al frenar. (Bosch, 2003, p14).

1.6.13. NEUMÁTICOS EN CALZADA MOJADA.

Cuando un neumático que circula sobre una calzada mojada, en su superficie de contacto se forma 3 zonas de desplazamiento, una zona de desplazamiento A en el lado de la entrada, la cual es aquella zona que está marcada por una cuña de agua la que indica la separación del

neumático con la calzada, una zona de transición B, que es aquella zona que separa la cuña de agua y la zona del neumático y una zona de contacto C, que es aquella zona de la parte trasera de la superficie del neumático.

Cuando la zona A se agranda a toda la superficie de contacto con la calzada se alcanza un estado de hidropneumático que es aquel fenómeno cuando el vehículo pierde estabilidad y patina ocasionado una pérdida de adherencia sobre la calzada y un posible impacto.

Lo que significa que al describir al gráfico se observa las 3 zonas de desplazamiento que posee un neumático. (Bosch, 2005, p781). Es decir que la zona A es aquella donde se genera el fenómeno de hidropneumático o el “aquaplaning”.

Tal como se observa en la figura 1.27.

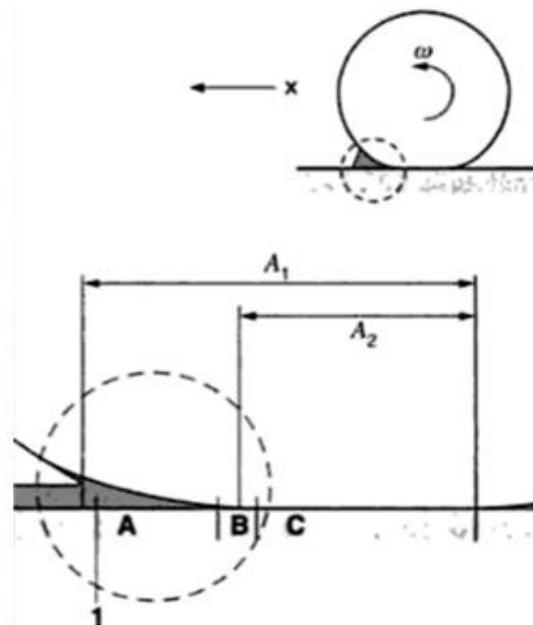


Figura 1. 27 Superficie de contacto del neumático en función del estado de la calzada
Fuente: Robert Bosch

A Zona de desplazamiento, B Zona de transición, C Zona de contacto. A^1 Superficie de contacto con calzada seca, A^2 Superficie de contacto con calzada mojada. x Sentido de marcha, w Frecuencia de giro de la rueda, 1 Cuña de agua.

Las cubiertas de los neumáticos poseen un labrado, el cual es el encargado de drenar el agua y conseguir un contacto con el caucho y la calzada. Cuando se produce una lluvia, las ruedas bombean el agua para evitar la interrupción del contacto neumático/ suelo y a una mayor velocidad, mayor será el caudal que se bombea, “si se sobrepasa la cantidad del neumático para drenar el suelo (con una lluvia circulando a una velocidad de 100 km/h, una rueda evacua 5 a 6 litros de agua por segundo) se forma una cuña de agua debajo del neumático y se pierde el control del vehículo generando de aquaplaning o hidroplaneo” (Parea, 1992, p45). Existen dos tipos de hidroplaneo, el hidroplaneo dinámico y viscoso, el dinámico se produce por el empuje hidrodinámico que genera la cuña de agua situada en la parte delantera del neumático, el neumático al pasar sobre un piso mojado, empuja el agua hacia los canales de drenaje que forman el labrado de la cubierta, sin embargo las superficies de esta que mantienen el contacto con la calzada retienen un cierto volumen de agua que con el aumento de la velocidad del vehículo, este líquido forma una cuña que interrumpe el contacto del neumático/ calzada y de esta forma el vehículo patina. Cuando existe una lluvia ligera, si llega a formarse una delgada película sobre la superficie, el coeficiente de adherencia desciende hasta formarse el hidroplaneo viscoso, este se produce cuando existe humedad o a llovido poco. (Parea, 1992, p46).

El hidroplaneo o aquaplaning depende de:

- Velocidad de marcha.
- Altura del agua.
- Carga sobre la rueda.
- Anchura del neumático.
- Distribución de la presión del suelo sobre la zona de contacto del neumático.
- Mezcla de goma.
- Superficie de la calzada.

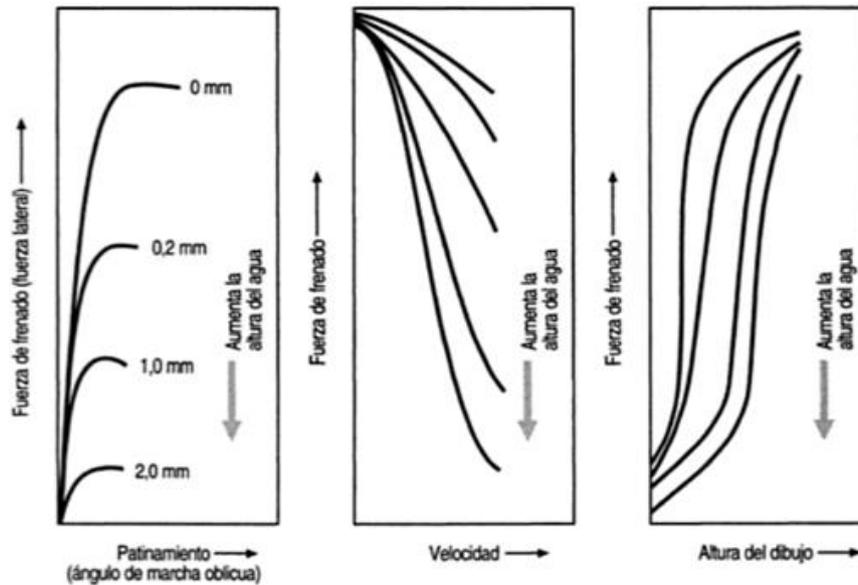


Figura 1. 28 Influencia de altura del agua en la fuerza de frenado respecto a la fuerza lateral
Fuente: Robert Bosch

1.6.14. FUERZA DE FRICCIÓN DE LOS NEUMÁTICOS.

Al momento que se produce un frenado entre el neumático y la superficie de contacto se origina una fuerza de frenado F_b , el cual es proporcional al momento de frenado. La distancia de frenado dependerá de la velocidad en sentido longitudinal tal como se muestra en la tabla 1.1 (GPO, 2011).

Tabla 1.1 Distancias de frenado

Velocidad de pruebas	Distancia de frenado
48,3 km/h	19,81 m
56,3 km/h	25,30 m
64,4 km/h	32,9 m
72,4 km/h	41,8 m
80,5 km/h	51,5 m
88,5 km/h	62,3 m
96,6 km/h	73,8 m
128,7 km/h	139,9 m

Fuente: Norma 49 CFR. Parte 571 Estándar N° 105.

El valor de la fuerza de frenado se transmite a la calzada originando la fuerza de fricción F_r y esta es proporcional a la fuerza de contacto con el neumático F_n . (Bosch, 2003, p12). En donde:

$$F_r = \mu_{HF} * F_n$$

Ec. [1.2]

Donde:

FN = normal (componente vertical del peso)

μ_{HF} = coeficiente de rozamiento (dependerá el tipo de piso que el neumático este en contacto)

- Asfalto rugoso seco: 0,8
- Asfalto rugoso húmedo: 0,5
- Asfalto gastado húmedo: 0,4
- Adoquines húmedos: 0,3
- Hielo: 0,1

“El factor μ_{HF} se llama coeficiente de adherencia o coeficiente de fricción, el cual caracteriza la propiedad de los diferentes emparejamientos entre el neumático y la calzada.” (Bosch, 2003, p12). Tal como se observa en la figura 1.29. Por lo tanto, este coeficiente constituye una medida de la fuerza de frenado que se transmite y dependerá de:

- Estado de la calzada.
- Estado de los neumáticos.
- Velocidad de marcha.
- Condiciones atmosféricas.

Para calcular el coeficiente de fricción de un neumático es necesario tener la carga del vehículo que corresponderá a la normal, para ello en este caso se tomó los valores de carga de un vehículo correspondiente a la marca Hyundai Accent, siendo la carga, es decir la masa de 1560 kg:

$$Fr = \mu_{HF} * FN \quad FN \longrightarrow P$$

$$P = m * g$$

$$P = 1560 \text{ kg} * 9,8\text{m/s}^2$$

$$P = 15288 \text{ N}$$

$$Fr = \mu HF * FN$$

$$Fr = 0,80 * 15288 \text{ N}$$

$$Fr = 1230 \text{ N}$$

La fuerza de fricción de un neumático correspondiente al vehículo Hyundai Accent con una capacidad de carga de 1560 kg es de 1230 N como se muestra en el anexo VI.

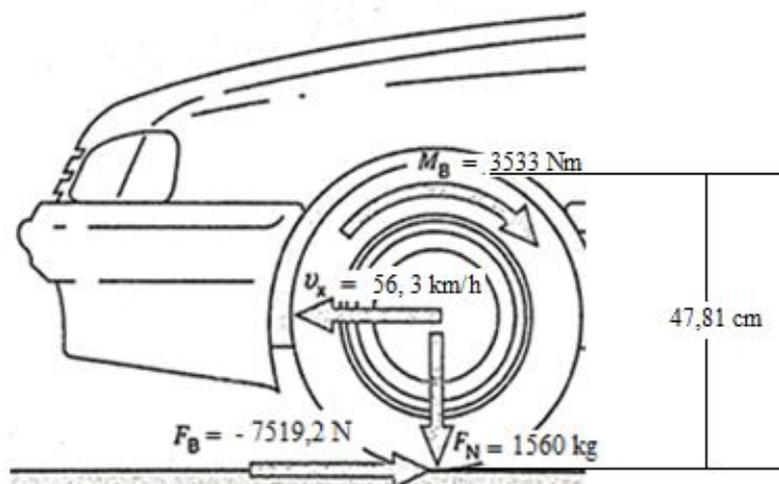


Figura 1. 29 Velocidad de rueda v_x en sentido longitudinal con fuerza de frenado F_b y momento de frenado M_a
Fuente: Robert Bosch

Para los valores de la velocidad de rueda en sentido longitudinal v_x corresponde a 56, 3 km/h con una distancia de frenado de 25,30 m como indica la tabla 1.1, para la fuerza de frenado y el momento de frenado es necesario calcular la fuerza de frenado para posteriormente el momento de frenado mediante las siguientes ecuaciones:

$$FB = m * a \tag{Ec. [1.3]}$$

Donde:

m = masa en kg.

a = aceleración.

$$vf^2 = vi^2 + 2ad \quad \text{Ec. [1.4]}$$

Donde:

vf^2 = velocidad final

vi^2 = velocidad inicial

d = distancia

vi = 56,3 kmh, vf = 0, d = 25,30 m

$$vf^2 = vi^2 + 2ad$$

$$0 = (56,3 \text{ km/h})^2 + a \cdot 50,6 \text{ m}$$

$$0 = (15,63 \text{ m/s})^2 + a \cdot 50,6 \text{ m}$$

$$a = \frac{-244,29 \text{ m}^2/\text{s}^2}{50,6 \text{ m}}$$

$$a = -4,82 \text{ m/s}^2$$

$$FB = 1560 \text{ kg} * -4,82 \text{ m/s}^2$$

$$FB = -7519,2 \text{ N}$$

Para el cálculo del momento es necesario multiplicar la fuerza de frenado por la distancia de la rueda, con las medidas del neumático Hyundai Accent 175/70 R14 donde:

$$175 \text{ ——— } 100 \% \quad 14 \text{ pulgadas} = 35,56 \text{ cm}$$

$$x \text{ ——— } 70 \%$$

$$x = 12,25 \text{ cm} + 35,56 \text{ cm}$$

$$x = 47,81 \text{ cm} (0,47 \text{ m})$$

$$M = FB * d$$

$$M = -(-7519,2 N) * 0,47 m$$

$$M = 3533 Nm$$

El coeficiente de adherencia dependerá en la medida al momento de frenar, en vehículos motorizados el coeficiente alcanza sus valores máximos sobre la calzada seca y limpia, los más bajos son sobre hielo, al igual que en la calzada mojada o sucia reducen el coeficiente. El coeficiente de adherencia sobre calzadas mojadas dependerá de la velocidad de marcha que se está realizando. (Bosch, 2003, p12).

La fricción de un neumático se produce principalmente del resbalamiento longitudinal, de esta forma la fuerza de contacto desempeña un papel secundario. La fricción depende del ángulo de marcha oblicua (resbalamiento transversal), de esta forma la fuerza de frenado y la de impulsión disminuyen al aumentar el ángulo de marcha oblicua. (Bosch, 2003, p15).

1.6.15. FUERZAS TRANSVERSALES Y LATERALES.

Los neumáticos soportan diferentes fuerzas y esfuerzos tales como fuerzas transversales y laterales sobre el eje x y, es así que cuando una fuerza lateral actúa sobre una rueda que está girando libremente, el centro de la rueda gira en sentido oblicuo, es decir la relación entre la velocidad dirigida oblicuamente y la velocidad longitudinal se denomina marcha oblicua. “El ángulo que existe entre la velocidad resultante v_a y la velocidad longitudinal v_x se denomina ángulo de marcha oblicua.” (Bosch, 2003, p14). También al soplar vientos laterales muy fuertes, el vehículo tiende a desviarse de la vía originando que sus dimensiones sean desfavorables, esto también a su vez producirá un cambio en el ángulo de la marcha oblicua tal como se observa en la figura 1.30 y 1.31.

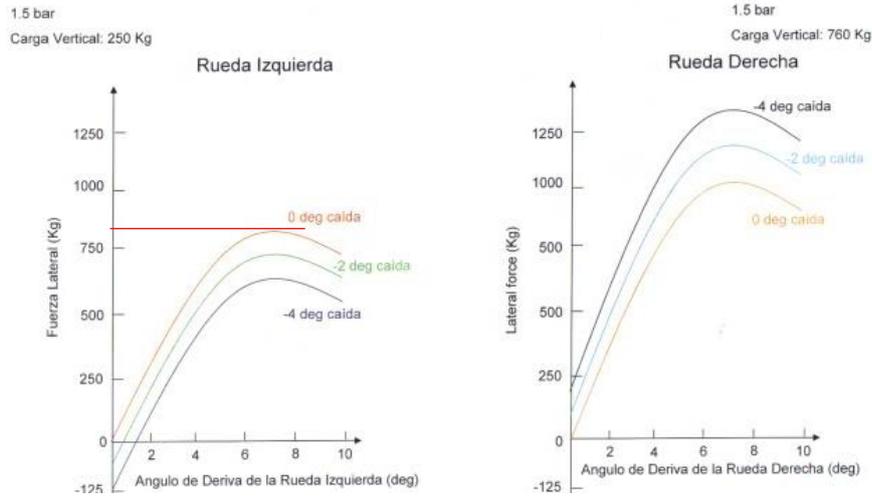


Figura 1. 30 Fuerza lateral vs ángulo de caída

Fuente: <http://foros.acb.com/viewtopic/fuerza+lateral-vs-angulo-de-caida>

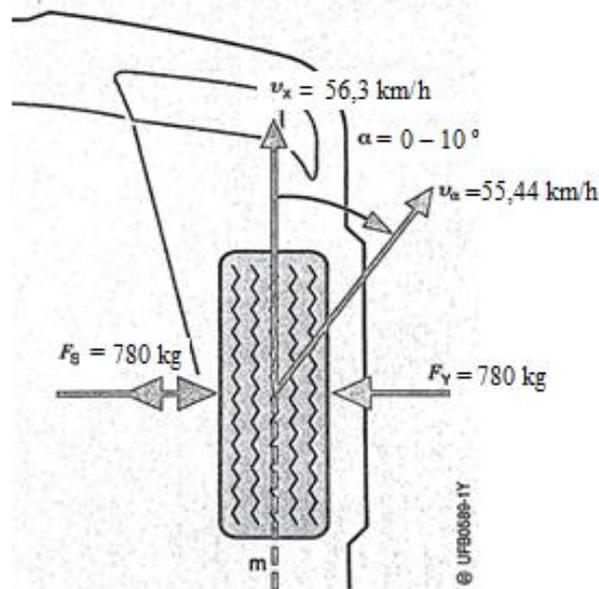


Figura 1. 31 Representación del ángulo de marcha oblicua y la acción de la fuerza lateral F_s (vista desde arriba)

Fuente: Robert Bosch

V_a velocidad en sentido de marcha oblicua, V_x velocidad en sentido longitudinal, F_s y F_y fuerza lateral, α ángulo de marcha oblicua.

Para sacar los valores de las fuerzas laterales y el ángulo de marcha oblicua se toman los datos de la figura 1.30, se tomaron los datos de la rueda izquierda, la fuerza lateral corresponde a 780 kg y para el cálculo de la velocidad en sentido de la marcha oblicua se utilizó teorema de Pitágoras donde v_x es la hipotenusa, v_a es el cateto adyacente y el ángulo es de 10° , Es así que:

$$va = \cos 10^\circ * vx$$

$$vx = \cos 10^\circ * 53,3 \text{ km/h}$$

$$va = 55,44 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Bosch (2003) afirma: “Cuando no tiene aceleración la rueda, una fuerza lateral F_s operante en la rueda a través del eje o que está en equilibrio con la fuerza lateral operante a través del eje y la fuerza de contacto de la rueda F_N se denomina coeficiente de fuerza lateral μ_s .” (p.14). Tal como se indica en la figura 1.32.

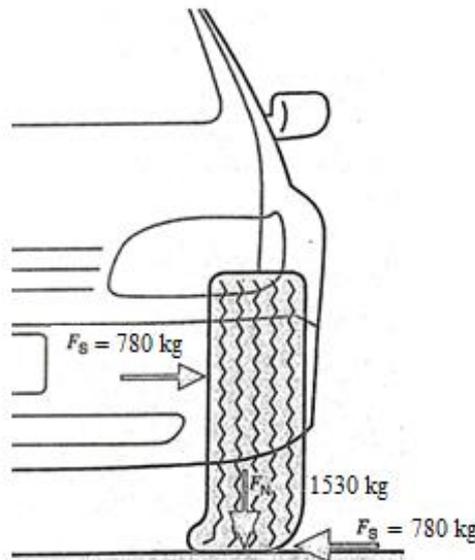


Figura 1. 32 Superficie de contacto del neumático desplazado respecto al plano de la llanta, en una curva a la derecha (vista delante)

Fuente: Robert Bosch

Entre el ángulo de marcha oblicua y el coeficiente de fuerza lateral se produce una relación no lineal que se representa con una curva de marcha oblicua. El coeficiente de fuerza lateral depende considerablemente de la fuerza de contacto que tenga la rueda, este factor es de gran interés para los fabricantes de automóviles al momento de diseñar el tren de rodaje. (Bosch, 2003, p15).

1.6.16. FUERZA CENTRÍFUGA.

Cuando un vehículo con una masa m toma una curva con un radio r a una velocidad determinada v , este es impulsado hacia afuera por una fuerza centrífuga f_c , sacando al vehículo de su trayectoria, perdiendo adherencia en los neumáticos donde:

$$f_c = m * v^2 / r \quad \text{Ec. [1.5]}$$

Un ejemplo claro tenemos que la masa del vehículo Hyundai Accent es de 1560 kg, la velocidad es de 56,3 km/h (15,63 m/s) y el radio de la curva es de 100 m, entonces:

$$f_c = m * v^2 / r$$

$$f_c = 1560 \text{ kg} * (15,63 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2 / 100 \text{ m}$$

$$f_c = 3813,199 \text{ N}$$

Un vehículo perderá su trayectoria cuanto mayor sea el peso, cuanto menor sea el radio de la curva, es decir cuanto más cerrada es y cuando la velocidad del vehículo sea alta tal como se observa en la figura 1.33.

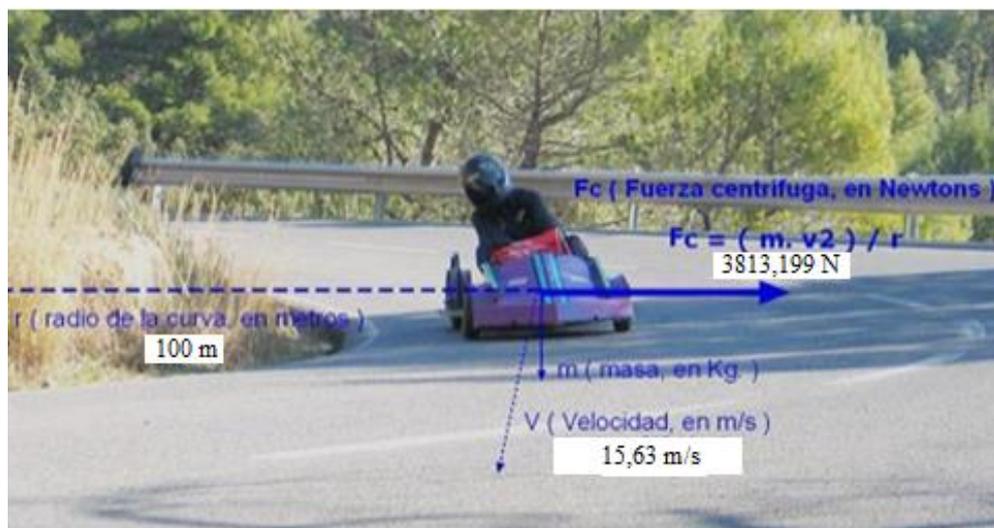


Figura 1. 33 Fuerza centrífuga sobre un neumático
Fuente: Corral A.

1.7. DINÁMICA LONGITUDINAL DEL VEHÍCULO

Cuando actúa una fuerza lateral sobre la llanta de una rueda como en un momento de frenado, la calzada ejerce una reacción tanto una fuerza lateral como una fuerza de frenado sobre el neumático, de esta forma todas las fuerzas que actúan sobre la rueda que gira las recibe hasta un determinado límite físico la calzada y luego las compensa con otro tipo de fuerzas contrarias, es por esta razón que el vehículo se vuelve inestable. (Bosch, 2003, p16).

1.8. RESISTENCIA A LA RODADURA

Cuando un neumático rueda sobre una superficie se disipa una energía, esto se debe por la deformación de la propia superficie como por la deformación del neumático. La disipación de la energía por la deformación de la superficie depende de la dureza de la misma, es decir en superficies de dureza alta, la disipación se debe al neumático. Esta energía disipada del neumático obedece a la deformación (rozamiento) de la zona de contacto y a las propiedades de amortiguación de la estructura de la cubierta, debido al rozamiento de los elementos que la constituyen. Esta disipación de energía mecánica se genera en forma de calor produciendo que el neumático se recaliente. (Luque, 2005, p48).

La resistencia a la rodadura se produce por el desplazamiento que tiene un vehículo, este se opone a la fuerza de empuje y su valor dependerá de la masa que tenga el vehículo, de la geometría de la dirección, de la presión de inflado de los neumáticos, del estado y la superficie de la calzada y de la velocidad de marcha. Para hacer el cálculo de la rodadura es necesario que se multiplique el peso que va a tener cada rueda del neumático y por el coeficiente de rodadura que es un valor que depende del material de la calzada, factores ambientales que se explicaran a continuación. (Luque, 2005, p48).

Un porcentaje importante de las pérdidas ocasionadas por el neumático se generan en la banda de rodadura, estas disminuyen cuando sea menor la amortiguación, la resistencia a la

rodadura se expresa como una fuerza horizontal resultante, denominada fuerza de resistencia a la rodadura (Fr). La relación entre esta fuerza y la carga normal a la superficie de la rodadura (P) aplicada a la rueda se denomina coeficiente de resistencia a la rodadura (Luque, 2005, p49):

$$fr = Fr / P \quad \text{Ec. [1.6]}$$

Donde:

fr = Coeficiente de resistencia a la rodadura

Fr = Fuerza de resistencia a la rodadura

P = Carga

La resistencia a la rodadura se ve afectada por diversos factores y se clasifican en:

- Factores intrínsecos.
- Factores extrínsecos.

Los factores intrínsecos corresponden a los que se encuentran en la estructura y dimensiones del neumático y la presión de inflado, cabe recalcar que en los neumáticos radiales ofrecen una menor resistencia de rodadura que los diagonales.

Los factores extrínsecos corresponden a las condiciones de funcionamiento como carga, velocidad, temperatura, esfuerzos, ángulos y características de la superficie de la rodadura como rugosidad, dureza y contaminantes. Las condiciones de funcionamiento contribuyen a aumentar la resistencia de la rodadura, mientras que las que el incremento de la temperatura y la presión de inflado disminuyen dichas pérdidas. (Luque, 2008, p51).

Para el cálculo de la resistencia a la rodadura se calcula mediante coeficientes de rodadura, el coeficiente de rodadura será mayor dependiendo el radio del neumático y la deformación que este tenga. En la tabla 1.5 se observa los diferentes coeficientes de rodadura dependiendo el piso al que este el neumático.

Tabla 1. 4 Coeficientes de rodadura

Firme	Coefficente de resistencia a la rodadura (fr)
Neumáticos de turismo sobre	
Adoquines grandes	0,013
Adoquines pequeños	0,013
Hormigon asfalto	0,013
Gravilla	0,02
Camino de tierra	0,05
Suelo arado	0,1 a 0,35
Neumáticos de vehiculos industriales sobre	
Hormigon, asfalto,	0,006 a 0,01
Neumáticos todo terreno sobre	
Suelo arado	0,14 a 0,24

Fuente: (Bosh, 2003)

Para el cálculo de la resistencia a la rodadura se conoce el coeficiente de la rodadura que es de 0,013 para asfaltos como se muestra en la tabla 1.4 y la carga corresponde al peso del vehículo Hyundai Accent de 1560 kg como se indica en el anexo VI.

$$fr = Fr / P$$

$$Fr = fr * P$$

$$Fr = 0,013 * 1530 \text{ kg}$$

$$Fr = 19,89 \text{ N}$$

1.8.1. RESISTENCIA A LA RODADURA EN RECTAS.

Esta resistencia a la rodadura en rectas se produce por trabajo de deformación de la rueda y la calzada, es decir que es el resultado de multiplicar el peso por el coeficiente de rodadura, este coeficiente será mayor cuando el radio del neumático sea menor y por la deformación del neumático. “También hay que tener en cuenta que varía según a calidad de la calzada y la ascensión, solo el 25 % del coeficiente de resistencia a la rodadura corresponde a caminos de tierra.” (Bosch, 2003, p16).

1.8.2. RESISTENCIA A LA RODADURA EN CURVAS.

La resistencia de rodadura en curvas aumenta debido a la curva, en donde el coeficiente dependerá de la velocidad de marcha, del radio de la curva, de las propiedades de movimiento del eje, de los neumáticos, de la presión de inflado y de la marcha oblicua. (Bosch, 2003, p17).

1.9. RESISTENCIA AL AIRE

El aire se opone a que el vehículo pase a través de su forma exterior, este fenómeno sucede cuando se alcanza una velocidad de 100 km/h, la resistencia del aire depende de la forma y el tamaño que el vehículo tenga, también de la velocidad de marcha, la dirección, la fuerza que tenga el viento y del coeficiente de resistencia del aire tal como se observa en las tablas 15. (Bosch, 2003, p17). Para calcular el coeficiente de resistencia al aire se determina por las pruebas de ensayo realizadas en los túneles de viento, tal como se observa en la ecuación:

$$F_L = \frac{1}{2} * C_x * A * \rho * v^2 \quad \text{Ec. [1.7]}$$

Siendo:

- C_x : coeficiente de resistencia aerodinámica.
- A: superficie frontal del vehículo.
- ρ : densidad del aire.
- V: velocidad del vehículo.

En la tabla 1.5 se observa los coeficientes de aire dependiendo del vehículo que se esté manejando, en este caso se utiliza un coeficiente de 0,30 que es el vehículo familiar.

Tabla 1. 5 Ejemplos para el coeficiente de resistencia aerodinámica C_x en turismos

Forma constructiva en el vehículo	C_x
Descapotable descubierto	0,5-0,7
Familiar	0,30-0,34
Furgoneta	0,5-0,6
Forma portón	0,4-0,55
Forma de cuña	0,3-0,4
Forma revestida	0,2-0,25
Forma de gota	0,15-0,2

Fuente: (Bosch, 2003)

En la tabla 1.6 se observa los coeficientes de resistencia del aire para factores tales como la forma constructiva del vehículo, es decir si son descapotables, furgonetas, la forma de cuña del neumático para camiones.

Tabla 1. 6 Ejemplos para el coeficiente de resistencia aerodinámica C_x en camiones

Forma constructiva del vehículo	C_x
Tractocamiones estándar	
Abiertos	>0,64
Semiabiertos	0,54-0,63
Cerrados	<0,53

Fuente: (Bosch, 2003)

Para el cálculo de la resistencia del aire tenemos los siguientes datos, $C_x = 0,30$; la superficie frontal del vehículo Hyundai Accent es de $A = 1700 \text{ cm}^2$ (17 m²); la densidad del aire dependerá de la temperatura y la altura, aproximadamente en la ciudad de Quito es de $\rho = 0,892 \text{ kg/m}^3$; $v = 15,63 \text{ m/s}$.

$$F_L = \frac{1}{2} * C_x * A * \rho * v^2$$

$$F_L = \frac{1}{2} * 0,3 * 17 \text{ m}^2 * 0,892 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * (15,63 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2$$

$$F_L = 555,57 \text{ N}$$

1.10. RESISTENCIA DE INCLINACIÓN

La resistencia de inclinación representa un signo positivo o negativo dependiendo de la subida o si está descendiendo y se calcula por el peso del vehículo y del ángulo de inclinación ascendente o descendente. (Bosch, 2003, p17). Para el cálculo de la resistencia a la ascensión se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$F_{st} = m * g * \sin \alpha \quad \text{Ec. [1.8]}$$

$$F_{st} = 1560 \text{ kg} * 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * \sin 30^\circ$$

$$F_{st} = 7643 \text{ N}$$

1.11. RESISTENCIA TOTAL DE MARCHA

La resistencia total de marcha es aquella suma de la resistencia de rodadura, del aire y de la ascensión, para vencer esta resistencia total de marcha es necesario aplicar una fuerza motriz a las ruedas de propulsión. La fuerza motriz que se encuentra en estas ruedas será mayor cuanto más elevado sea el par del motor, la desmultiplicación total entre el motor y las ruedas propulsadas y será menor cuando sean las pérdidas de transmisión. (Bosch, 2003, p16). Tal como se observa en la figura 1.34.

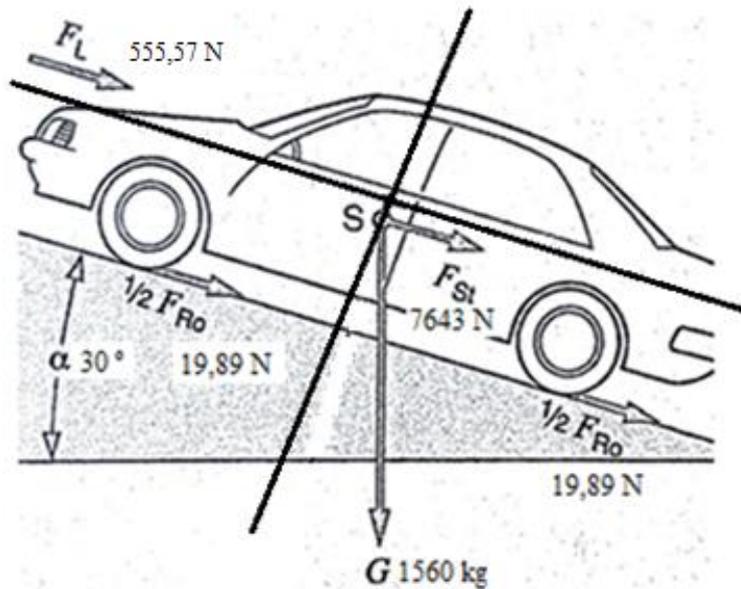


Figura 1. 34 Resistencia total de marcha
Fuente: Robert Bosch

F_L resistencia del aire, F_{Ro} Resistencia a la rodadura, F_{St} Resistencia de la ascensión, FG Resistencia total de marcha, G peso, α ángulo de inclinación ascendiente/ descendiente, S centro de gravedad.

$$FG = FL + Fst + FRo \quad \text{Ec. [1.9]}$$

Para el cálculo de la resistencia total de la marcha es necesario conocer los valores de la resistencia del aire, resistencia de la ascensión y la resistencia a la rodadura. La resistencia del aire es de 555,57 N, la resistencia a la rodadura es de 19,89 N y resistencia a la ascensión es de 7643 N.

$$FG = FL + Fst + FRo$$

$$FG = 555,57 N + 7643 N + 19,89 N$$

$$FG = 8218,46 N$$

CAPÍTULO II

2. ESTUDIO DE MERCADO

2.1. SELECCIÓN DEL VEHÍCULO PARA EL NEUMÁTICO DE PRUEBAS.

La selección del vehículo para la realización de pruebas de ensayo en los neumáticos hay que conocer los vehículos más vendidos y los que circulan más en el distrito metropolitano de Quito para posteriormente realizar las respectivas pruebas en aquellos neumáticos. Las ventas realizadas en el año 2014 correspondieron a 120.060 (ciento veinte mil sesenta) vehículos nuevos comercializados, los cuales se dividieron en las diferentes provincias del Ecuador siendo Pichincha y Guayas las provincias con mayores ventas con el 41 % y el 27 % respectivamente, las demás ventas correspondieron a las provincias de Tungurahua, Azuay, Manabí, Imbabura con el 7%, 6%, 3%, 3% respectivamente y el 13 % para el resto de las provincias. Como se observó en el capítulo 1, el segmento de vehículos tuvo las mayores ventas con el 40 % de la demanda, seguido de las camionetas SUV's con el 26 %. (AEADE , 2014, p21).

El estudio es enfocado al Distrito Metropolitano de Quito, es necesario observar las ventas de vehículos que se generaron en la Provincia de Pichincha tomando como referencia el año 2007 hasta el año 2014 para posteriormente ver la venta de los vehículos más vendidos en dicha provincia. Partiendo desde el año 2007 hasta el año 2014 se han registrado la venta de vehículos de modelos, tendiendo en primer lugar a los automóviles, camionetas, SUV's, van's, camiones y buses respectivamente en ese orden con un total de 49702 ventas correspondientes al año 2014. En la tabla 2.1 se observa el crecimiento del parque automotor de lo que va del año 2007 hasta el 2014 siempre teniendo como número uno a los automóviles. (AEADE , 2014, p35).

Tabla 2. 1 Ventas de vehículos por segmento

Pichincha	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Automóviles	16.342	18.326	14.530	22.938	24.169	19.991	17.654	18.893
Camionetas	8.303	11.415	8.958	9.863	9.894	9.496	8.772	9.074
Suv's	10.004	10.726	11.373	15.160	14.149	12.843	12.843	14.782
Van's	926	1.160	879	1.489	2.163	1.852	2.262	1.831
Camiones	3.130	4.775	3.219	3.536	3.911	4.301	4.511	4.620
Buses	605	545	444	408	619	437	436	502
Total	39.310	46.947	39.403	53.394	54.905	48.920	46.478	49.702

Fuente: (Corral A.)

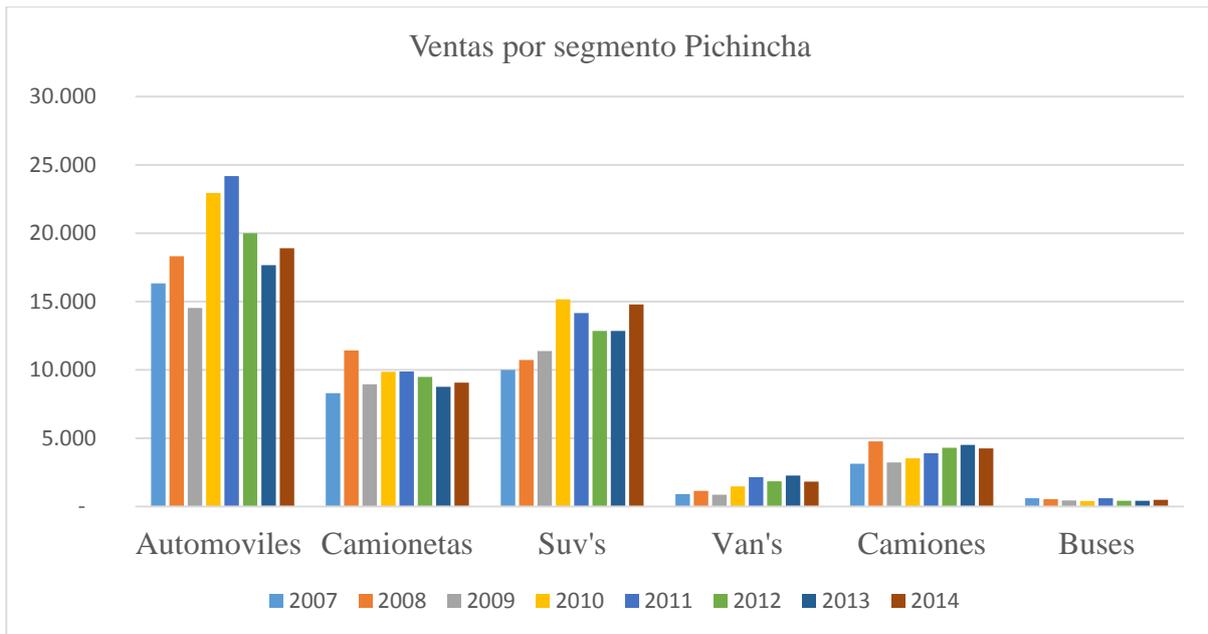


Figura 2. 1 Ventas Por segmento Pichincha
Fuente: Corral A

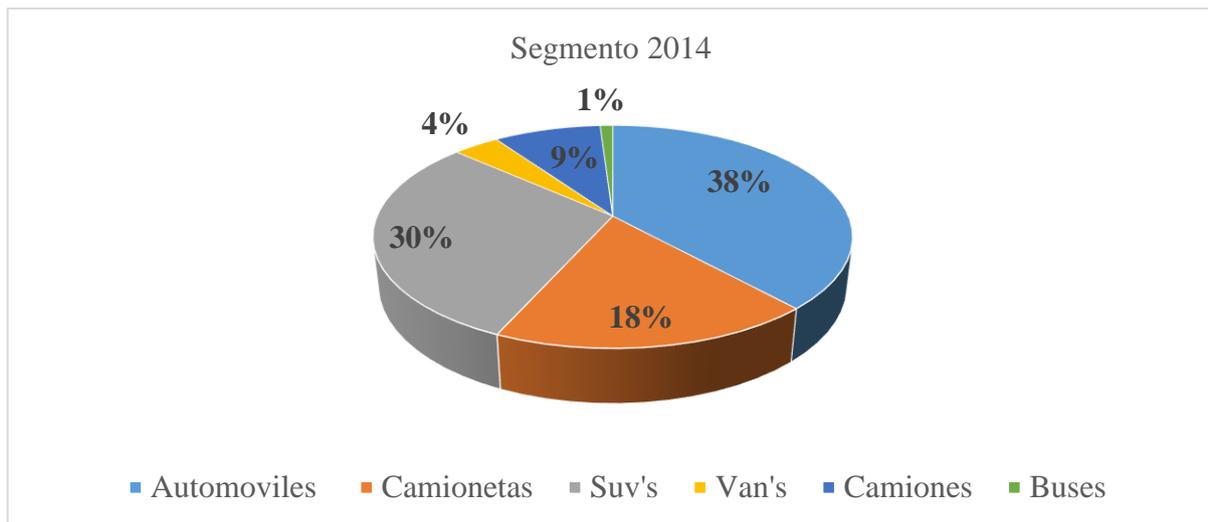


Figura 2. 2 Segmento 2014
Fuente: Corral A.

En el grafico 2.2 se observa el porcentaje de vehículos que fueron vendidos presentes en la provincia de pichincha del año 2014, teniendo un claro porcentaje alto de automóviles con 38 %, seguido de la suv's con el 30 % lo que indica claramente que la prueba se realizara en un automóvil con 18893 en ventas. (AEADE , 2014, p35). Luego los demas porcentajes corresponden a camiones con el 1%, a Van's con el 4% y por último solo con el 1% a buses.

Respecto al segmento de automóviles más vendidos son los modelos de la marca Chevrolet que corresponden al Chevrolet Sail, Chevrolet Aveo Family y Chevrolet Aveo Emotion con un promedio de ventas por unidades de 11.514, 9836 y 3643 respectivamente. Tras estos modelos viene por detrás el modelo Kia Rio R con unidades de ventas de 2469 y finalmente en el último lugar está el Hyundai Accent con 2444 unidades tal como se observa en la tabla 2.1. se observa el modelo del vehículo más vendido en el Ecuador, seguido de los competidores mencionados anteriormente, teniendo participación en el mercado automotriz nacional, con su respectiva capacidad de carga, los vehículos Chevrolet Sail, Aveo Family, Kia Rio R y Hyundai Accent serán los modelos que se usarán para las diferentes pruebas de campo. (AEADE , 2014, p39).

Tabla 2. 2 Modelos de vehículos más vendidos en el Ecuador

Marca	Modelo	Versiones	Capacidad de carga
Chevrolet	Sail Sedan 1.4 L	STD/AC 4P	375 kg.
	Sail Sedan 1.4 L	STD/AC 5P	384 kg.
	Aveo Family 1.5 L	STD/AC	325 kg.
	Aveo Emotion 1.4 L	Advance/GLS	415 kg.
	Aveo Emotion 1.6 L	Advance/GLS	410 Kg.
Kia	Kia Rio R 1.4 L	MT 4P/5P	450 kg.
Hyundai	Hyundai Accent 1.4 L	STD/AC	525 kg.
	Hyundai Accent 1.6 L	STD/AC	525 kg.

Fuente: (AEADE 2014, recopilación de anuario de ventas)

En la tabla se observa el modelo del vehículo más vendido en el Ecuador, seguido de los competidores mencionados anteriormente, teniendo participación en el mercado automotriz nacional, con su respectiva capacidad de carga. Los vehículos Chevrolet Sail, Aveo Family, Kia Rio R y Hyundai Accent serán los modelos que se estudiarán para llegar a la conclusión de escoger el más óptimo para las diferentes pruebas de ensayo de los neumáticos.

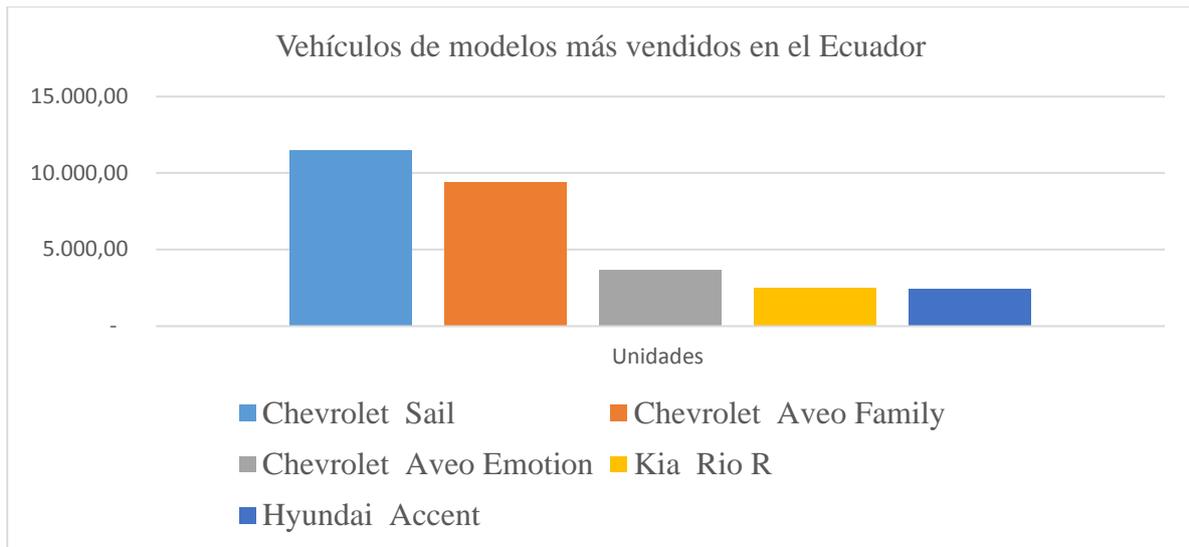


Figura 2. 3 Vehículos más vendidos en el Ecuador
Fuente: Corral A.

Ahora si se ha hecho un estudio de mercado de los 3 automóviles más vendidos en el Ecuador, hay que escoger el vehículo para la práctica de ensayos de los neumáticos de los neumáticos y para eso se ha hecho una investigación donde se compara el interior, exterior, seguridad, rendimiento y precio que posee el vehículo para tomar una decisión correcta a la hora de realizar las pruebas, en la tabla 2.6 se observa la comparación de los 3 vehículos, calificando con un puntaje de 3 siendo bueno, 2 regular y 1 malo.

2.1.1. NEUMÁTICO IMPORTADO.

Los neumáticos originales del Chevrolet Sail son de marca Continental, al igual que los nacionales de marca General tire, es por esta razón que se descartan para la práctica ya que se necesita una comparación entre un neumático nacional con un importado para observar las diferencias y hacer la valorización. Los del Kia Rio R son de marca Kumho que son de alta durabilidad, mayor adherencia, al igual que los neumáticos del Hyundai Accent, van a poseer las mismas características, por esta razón son calificados con un buen desempeño.

2.1.2. INTERIOR.

Respecto a los interiores del vehículo, el vehículo Hyundai Accent posee un tacómetro totalmente digital, integrado con un indicador de combustible, medidor de temperatura, indicador de kilometraje, indicador de aceite, etc. El volante viene integrado con controladores del radio, tales como de volumen, cambio de emisoras y mute. (Hyundai , 2015). También viene equipado con porta gafas, los vidrios son eléctricos y dependiendo de la versión viene con aire acondicionado.

El Kia Rio R al igual que el Hyundai Accent viene integrado con un volante de controladores de sonidos para la radio, posee aire acondicionado, cargador para el celular, vidrios eléctricos, sin embargo, el tacómetro no es digital. (Kia , 2015).

El vehículo Chevrolet Sail posee un confort interior, donde está equipado con espejos exteriores electicos y colapsables manualmente, un tacómetro con marcador de nivel de combustible digital, todas las versiones del Sail vienen con vidrios eléctricos frontales y las versiones AC vienen equipadas con aire acondicionado. (Chevrolet , 2015).

Los interiores de los 3 vehículos son atractivos y tienen ergonomía, la adquisición de cada uno de estos vehículos dependerá del gusto del cliente en cuanto a interior, tapicería, asientos y tabla de instrumentos.

2.1.3. SEGURIDAD.

El Hyundai Accent en cuanto a seguridad, es un vehículo que posee una seguridad con un sistema de frenos ABS, al realizar un frenado en calzadas mojadas y resbaladizas, los sensores del sistema detectan cualquier tipo de desviación de la dirección, en donde los frenos antibloqueo individuales se activan para impedir que las ruedas se bloqueen, evitando que se produzca un derrape. Tal como se observa en la figura 2.6.

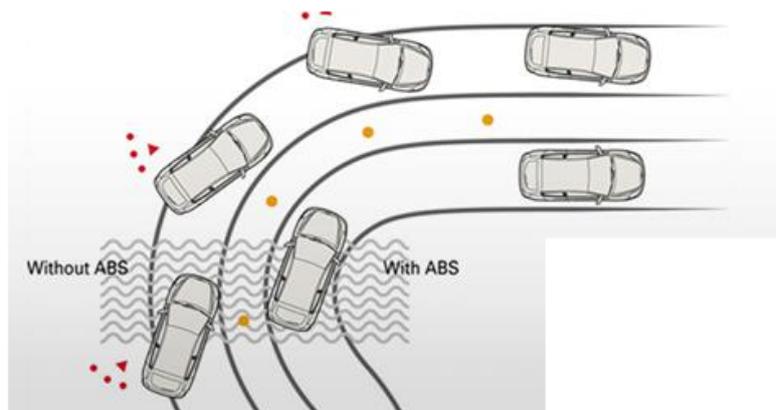


Figura 2. 4 Seguridad ABS Hyundai Accent
Fuente: (Hyundai , 2015)

El chasis viene integrado con un mecanismo de dispersión de carga en caso que exista un impacto. Si se origina una colisión frontal, la fuerza se distribuye por tres vías, absorbiendo la energía para proteger a los usuarios del vehículo logrando mantener un control en la dirección. (Hyundai , 2015). Este vehículo viene equipado con una dirección electrónica MDPS (motor driven power steering) la cual provee una respuesta efectiva cuando se gira el volante, brinda un manejo adecuado, disminuye la fatiga, consumo del combustible y posee un control en la dirección.

El Kia rio R posee una seguridad y estabilidad total, integrando los últimos componentes de seguridad líder.



Figura 2. 5 Seguridad Kia Rio R
Fuente: (Kia , 2015)

El Chevrolet Sail posee un equipamiento de seguridad en donde consta un airbag para el conductor y pasajero en todas las versiones, una estructura con zona de deformación programada y barras de acero laterales en caso que exista un impacto o colisión, a partir del año 2016 todos los vehículos vendrán equipados con ABS. (Chevrolet , 2015).

2.1.4. RENDIMIENTO.

En cuanto al rendimiento el Hyundai Accent posee un motor de 1,4 litros, 4 cilindros en línea, 16 válvulas DOHC (Double Over Head Camshaft) con CVVT (Continuous Variable Valve Timing), con 106 Hp, con un torque de 15,9 Kgm a 4200 rpm, equipados con cadenas de distribución. (Hyundai , 2015). Los Kia rio R poseen igual un motor de 1,4 litros de gasolina, estos motores generan emisiones bajas, una cadena de repartición de acero tipo silencioso y cigüeñal compensado. (Kia , 2015). Los Chevrolet Sail vienen equipados con motores de 1,4 litros de 4 cilindros y 16 válvulas DOHC con una potencia de 102 Hp. (Chevrolet , 2015).

2.1.5. PRECIO.

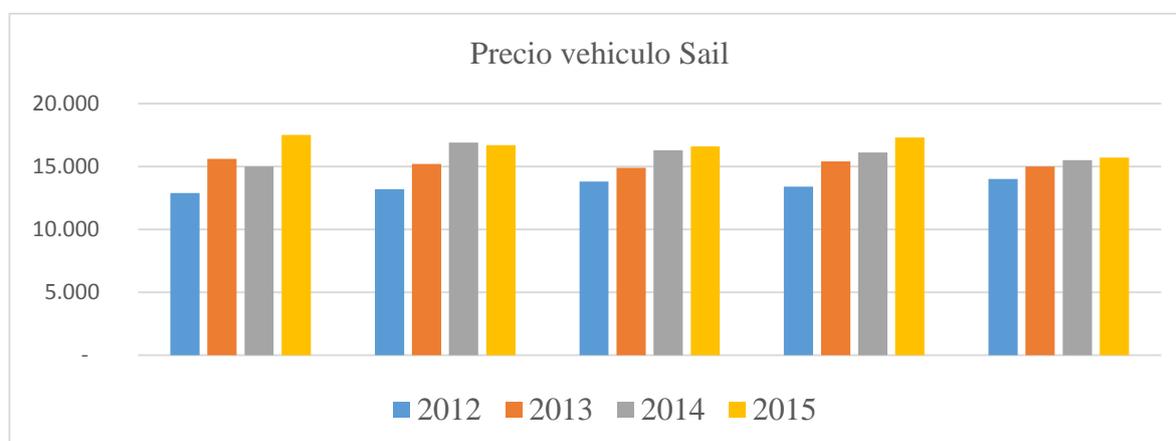
Al observar que el vehículo Chevrolet Sail es el más vendido en el Ecuador para investigar el precio de dicho vehículo, se investigó en páginas web de ventas de carro específicamente de patio tuerca, sacando un promedio del precio de 20 vehículos Chevrolet partiendo del año 2012 hasta el año 2015. Se observó que el precio promedio era de 13.460 correspondiente al año 2012, 15.216 año 2013, 15.960 año 2014 y 16.758 año 2015. (Patio tuerca , 2004). Este precio varía dependiendo del uso del kilometraje del vehículo, es así que el precio promedio del vehículo Chevrolet Sail es de 15.348 siendo el modelo de vehículo más vendido en el Ecuador. En la tabla 2.3 y en los gráficos 2.3 y 2.4 se observan cada uno de los precios con sus promedios de cada año y el precio promedio total.

Tabla 2. 3 Precio del Vehículo Chevrolet Sail

Año	2012	2013	2014	2015	
Precio	12.900	15.600	14.999	17.500	
Precio	13.200	15.190	16.900	16.690	
Precio	13.800	14.900	16.300	16.600	
Precio	13.400	15.400	16.100	17.300	
Precio	14.000	14.990	15.500	15.700	Promedio total
Promedio	13.460	15.216	15.960	16.758	15.348

Fuente: (Corral A.)

Se observa que el precio promedio era de 13.460 correspondiente al año 2012, 15216 año 2013, 15.960 año 2014 y 16.758 año 2015. Este precio varía dependiendo del uso del kilometraje del vehículo, es así que el precio promedio del vehículo Chevrolet Sail es de 15.348 lo que es el modelo de vehículo más vendido en el Ecuador.

**Figura 2. 6** Precio del Vehículo Chevrolet Sail

Fuente: Corral A.

La gente que vive en el Ecuador prefiere optar por el vehiculo Chevrolet Sail ya que el precio es accesible por debajo de los 20.000 dólares , manteniéndose siempre sobre el promedio del precio.

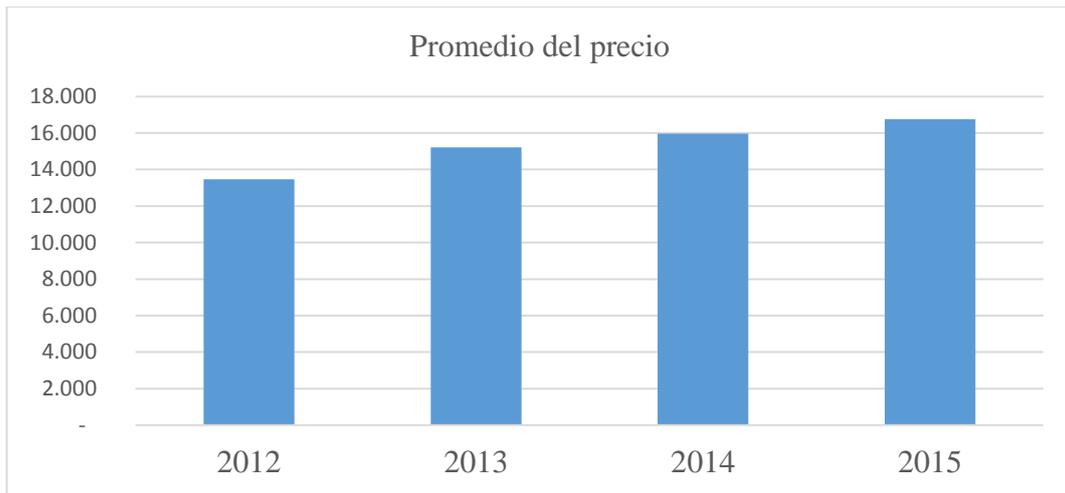


Figura 2. 7 Precio Promedio Chevrolet Sail
Fuente: Corral A.

Las mayores ventas de vehículos en el Ecuador corresponden a Chevrolet, Kia y Hyundai, finalmente la práctica para la prueba de neumáticos será los que correspondan al vehículo más óptimo. A continuación, en la tabla 2.4 y 2.5 se observará una comparación del precio entre el Kia rio R y el Hyundai Accent.

Tabla 2. 4 Precio Kia Rio R

Año	2012	2013	2014	2015	
Precio	18.200	18.900	21.000	24.500	
Precio	21.500	21.500	21.800	22.500	
Precio	19.590	22.500	22.500	24.000	
Precio	19.800	19.500	23.900	21.900	
Precio	18.800	19.800	23.500	21.000	Promedio total
Promedio	19.578	20.440	22.540	22.780	21.335

Fuente: (Corral A.)

Kia Rio R es el segundo vehículo en tener mayores ventas en Ecuador, específicamente del distrito metropolitano de Quito, seguido del vehículo Hyundai Accent, sin embargo, el precio del Hyundai Accent es más accesible a diferencia que el Kia Rio R, tal como se muestra en las tablas.

Tabla 2. 5 Precio Hyundai Accent

Año	2012	2013	2014	2015	
Precio	15.900	18.800	22.800	23.000	
Precio	16.576	20.500	21.600	22.900	
Precio	17.900	20.000	21.000	21.800	
Precio	17.800	19.588	22.500	20.800	
Precio	18.200	19.600	21.500	24.500	Promedio total
Promedio	17.275	19.698	21.880	22.600	20.363

Fuente: (Corral A.)

La información es recogida de patio tuerca Ecuador, en donde se registra el precio promedio de 20 vehículos vendidos de los vehículos Kia Rio R y Hyundai Accent, dando a conocer el valor del precio promedio total de lo que corresponde al año 2012 al 2015 de 21.335 y 20.363 respectivamente, apenas 972 dólares de diferencia, sin embargo se puede apreciar que el Kia Rio R es más costoso por ende la decisión de tomar la práctica en el vehículo Hyundai Accent para los neumáticos era casi inevitable.

En cuanto al precio es más económico el Chevrolet Sail con 15348 dólares, seguido del Hyundai Accent con 20.363 y el Kia Rio R con 21.335 dólares.

Tabla 2. 6 Comparación de los vehículos más vendidos

	Chevrolet Sail	Kia Rio R	Hyundai Accent
Neumático importado	1	3	3
Interior	2	3	3
Seguridad	2	2	3
Rendimiento	1	2	3
Precio	3	1	2

Fuente: (Catálogo de ventas de carros, 2015)

1: Malo 2: Regular 3: Bueno

Chevrolet Sail: Bueno= 1, Regular = 2, Malo = 2

Kia Rio R: Bueno= 2, Regular= 2, Malo= 1, Hyundai Accent: Bueno= 4, Regular= 1, Malo= 0

Se ha elegido los neumáticos del vehículo Hyundai Accent para la realización de pruebas, ahora es necesario conocer más acerca del vehículo, donde se detallara los datos técnicos del

vehículo Hyundai Accent específicamente de los neumáticos que posee, el mantenimiento que se los realiza etc.

2.2. HYUNDAI ACCENT, NEUMÁTICOS Y LLANTAS

Los neumáticos originales del vehículo Hyundai Accent vienen con neumáticos Kumho, los cuales son adecuados para el vehículo, brindando una comodidad al conducir, mayor durabilidad en el dibujo y rendimientos óptimos. Una precaución es que al momento de cambiar estos tipos de neumáticos se recomienda consultar al distribuidor ya que se puede originar colisiones, lesiones y daños al vehículo. Los neumáticos nacionales que se usaran en la práctica serán los de marca General, en donde se observara las condiciones de funcionamiento entre estos dos tipos de neumáticos, las pruebas a realizar serán de velocidad, carga, presión, temperatura con pruebas de ensayo en instrumentos de medición tales como rueda plana de acero.

2.2.1. PRESIÓN DE INFLADO.

Lo que corresponde al mantenimiento se debe comprobar diariamente la presión en frío de todos los neumáticos, incluido el de repuesto, no se debe sobre cargar al vehículo, mantener una presión de aire de inflado adecuada a los neumáticos. Tal como se observa en la tabla 2.9.

Tabla 2. 7 presión de inflado

Tipo de rueda	Tamaño de neumáticos	Tamaño llantas	Presión de inflado bar				Par de apriete de las tuercas Kgm
			Carga normal		Carga máxima		
			Delante	Detrás	Delante	Detrás	
Neumático radial	175/70 R14	5,5Jx14	2,2	2,2	2,2	2,2	9-11
	195/50 R16	6,0jx16					

Fuente: (Hyundai Accent , 2011)

Los neumáticos tienden a calentarse cuando el vehículo hace un recorrido de 1,6 Km/h y se enfrían después de 3 horas, las lecturas de las presiones se realizan cuando estén fríos ya

que cuando están calientes la medida tiene variación y no será correcta. Una presión baja del neumático afectará en el vehículo en calentamiento excesivo, ocasionando reventones, separación de las bandas, se aumentará el consumo de combustible, mayor desgaste, daños internos, separación del dibujo y sufrir pinchazos a altas velocidades.

Conducir sobre objetos filados provoca daños a los neumáticos y las ruedas, se debe revisar los neumáticos regularmente por si aparece:

- Daños externos.
- Pinchazos.
- Grietas.
- Protuberancias en las paredes laterales.

Unos neumáticos que estén calientes superan los “28 y 41 KPa” (Hyundai Accent , 2011, p47), superando la presión recomendada en frío, no se expulsa el aire de unos neumáticos que estén calientes para igualar la presión a fin de evitar que queden poco inflados.

En la tabla 2.7 se observa la presión de inflado de los neumáticos, sin embargo, esta igual se muestran en una etiqueta cerca de la puerta. La presión de inflado de los neumáticos delanteros y posteriores corresponden a 32 bar con una capacidad de carga de 500 kg, esto es solo para tener conocimiento ya que la prueba se realizará en los neumáticos del Chevrolet Sail. (Hyundai Accent , 2011, p46).

Tabla 2. 8 Peso vs volumen

Ítem		Gasolina 1,4	Gasolina 1,6	Diesel 1,6
Peso bruto del vehículo Kg		1560	1560	1650
Volumen del maletero lt	4 puertas	465	465	465
	5 puertas	370	370	370

Fuente: (Hyundai Accent , 2011)

En la tabla 2.8 se observa la capacidad de carga y volumen del vehículo Hyundai Accent, en el peso del vehículo de los neumáticos que se usara para las pruebas de ensayo al Hyundai Accent 1,4 gasolina con un peso bruto de 1560 kg.

2.2.2. INDICADOR DE DESGASTE.

Si un neumático esta gastado uniformemente, aparecerá un indicador de desgaste de la banda de rodadura que posee el neumático en forma de una banda solida transversal. El indicador de desgaste del dibujo está posicionado en una marca de la pared del neumático tal como se observa en la figura 2.8.

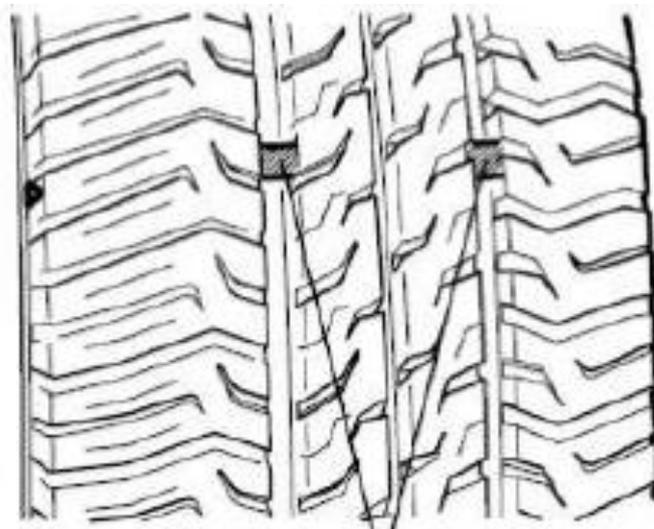


Figura 2. 8 Indicador de desgaste
Fuente: Hyundai Accent

Cuando aparece el indicador de desgaste del labrado se debe remplazar al neumático, “esto es cuando el desgaste sea de 1,6 mm de labrado o menos”. (Hyundai Accent , 2011, p51).

2.2.3. DESIGNACIONES DE LOS NEUMÁTICOS.

Esta información identifica y describe las características del neumático y proporciona el número de identificación (NIN) para la certificación según la normativa

La designación de los neumáticos es para dar el conocimiento del usuario el neumático que posee, ya sean las dimensiones que posee y la capacidad de carga. Por ejemplo: 195/50 R 16 84 H.

- 195 = Ancho del neumático en mm.
- 50 = Relación de sección, aspecto, altura del neumático respecto al ancho en %.
- R= Código de la fabricación del neumático.
- 16= Diámetro de la llanta en pulgadas.
- 84 = Índice de carga, carga máxima que puede soportar el neumático.
- H= Letra de velocidad.
- Tamaño de la rueda ejemplo: 6,0JX16
- 6,0= Anchura de la llanta en pulgadas.
- J= Designación del perímetro de la llanta.
- 16= Diámetro de la llanta en pulgadas.

La letra de velocidad e índice de carga corresponden a las tablas 2.4 y 2.5 (Chevrolet Sail, 2015, p114).

Tabla 2. 9 Velocidad neumático

Q	Hasta 160 km/h
S	Hasta 180 km/h
T	Hasta 190 Km/h
H	Hasta 210 Km/h
V	Hasta 240 km/h
Z	Más de 240 km/h

Fuente: (Hyundai Accent , 2011)

El índice de carga corresponde a la velocidad máxima que llega el neumático ya sea con una velocidad promedio de 160 km/h con la letra Q hasta una velocidad máxima de 240 km/h con la letra Z, las cuales son velocidades ya críticas que soportara el neumático.

Tabla 2. 10 Índice de carga

Índice de carga	Carga máxima (kg)	Índice de carga	Carga máxima (kg)
82	437	94	670
83	487	95	690
84	500	96	710
85	515	97	730
86	530	98	750
87	545	99	775
88	560	100	800
89	580	101	825
90	600	102	850
91	615	103	875
92	630	104	900
93	650		

Fuente: (Hyundai Accent , 2011)

El índice de carga corresponde a la carga máxima que soportara el neumático, índices mínimos de 437 kg hasta índices máximos de 900 kg, estos índices son utilizados en neumáticos radiales tipo 2 únicamente.

Los neumáticos que se remplazan por otros que no sean originales deben tener un índice de carga y velocidad igual o mayor al neumático original.

Una vez elegidos los neumáticos es necesario ahora conocer acerca del neumático nacional, para ello se realizó una comparación entre el neumático Kumho, Continental y General.

En la comparación se observa el modelo, el origen, la presión de inflado, el índice de carga, el índice de velocidad y el precio.

Tabla 2. 11 Comparación entre neumáticos importados y nacionales

	Kumho	Continental	General
Modelo	KH 17	Vanco contact 2	Altimax
Origen	Korea	República Checa	Ecuador
Presión de inflado	44 Psi	54 Psi	44 Psi
Índice de carga	84	95/93	84
Índice de velocidad	T	T	84
Precio	80	85	75

Fuente: (Catálogo de precios rueda llantas Ecuador, 2015)

En la tabla 2.11 se observa las comparaciones entre las llantas importadas y nacionales, por un lado está los neumáticos Kumho, Continental y General. Haciendo la comparación entre estos tres tipos de neumáticos, el neumático Continental posee mayor presión de inflado máximo con 54 Psi, en cuanto al neumático Kumho y General poseen 44 Psi. El índice de velocidad es el mismo con una velocidad máxima de 190 km/h. En cuanto al índice de carga los neumáticos Continental soportan más con una carga máxima de 690 kg que los Kumho y los General con cargas de 500 kg, esto dependerá del modelo del neumático, pero la capacidad de carga máxima será de 84 ya establecida en el vehículo Hyundai Accent. En cuanto al precio, los neumáticos Continental son los más costosos con 85 dólares, seguidos del Kumho con 80 dólares y el General con 75 dólares. (Rueda llantas , 2015).

CAPITULO III

3. NORMAS Y PARÁMETROS

3.1. NORMATIVAS DE PRUEBAS

Las diferentes normativas que se aplican a los neumáticos dentro del territorio Ecuatoriano se encuentran la norma INEN NTE 2096, INEN NTE 2097, la norma INEN NTE 2099 y la norma INEN NTE 2016. Las normativas extranjeras que se aplican a los neumáticos corresponden a las Norte Americanas U.T.Q.G (Uniform tire quality grading) y las normas F.M.V.S.S (Federal motor vehicle safety standards).

3.2. NORMA INEN NTE 2097

Esta norma establece los métodos de ensayo y pruebas para neumáticos para vehículos de pasajeros. (NTE INEN 2097 , 2012)

3.2.1. MÉTODO PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS DIMENSIONES FÍSICAS PARA LOS NEUMÁTICOS.

El ensayo consiste en determinar las dimensiones físicas del neumático bajo condiciones de ambiente uniforme.

3.2.1.1. Preparación neumático.

- Para la preparación del neumático se Infla hasta la presión que se muestra en la tabla 3.1.

Tabla 3. 1 Presión de inflado para la prueba de ensayos

Presión máxima de inflado permisible (Kpa)	220	240	248	276	280	300	414
Presión para ensayos de dimensiones físicas, desasentamiento de pestaña, penetración, aguante. (Kpa)	165	180	193	221	220	180	359
Presión para ensayos de prueba de alta velocidad (Kpa)	207	220	234	262	260	220	400

Fuente: (NTE INEN 2097 , 2012)

- Luego se acondiciona el neumático a la temperatura ambiente por lo menos 24 horas, y por último se reajusta la presión especificada.

3.2.1.2. Procedimiento neumático.

El procedimiento de este ensayo se mide el ancho de sección y el ancho total en seis puntos equidistantes alrededor del perímetro del neumático. Se Determina el diámetro exterior del neumático, midiendo el perímetro máximo y dividiendo esta distancia para Π . (NTE INEN 2097 , 2012, p5).

3.2.1.3. Cálculos neumáticos.

Para calcular el diámetro exterior De y el factor de tamaño Ft es mediante la siguiente ecuación:

$$De = \frac{P}{\Pi} \quad \text{Ec. [3.1]}$$

$$Ft = De + As$$

Donde:

P = perímetro máximo del neumático.

De = diámetro exterior del neumático.

3.2.1.4. Resultados.

En resultados reportar los promedios de las mediciones del ancho de sección y el ancho total, así como los valores obtenidos del diámetro exterior y el factor de tamaño.

3.2.2. ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL NEUMÁTICO SIN TUBO A UN DESASENTAMIENTO DE PESTAÑA.

El ensayo consiste en determinar la fuerza requerida para desasentar la pestaña de un neumático sin tubo del aro bajo condiciones ambientales uniformes. (NTE INEN 2097, 2012).

3.2.2.1. *Procedimiento.*

- Se Aplica la fuerza a través del bloque sobre la cara lateral externa del neumático a una “velocidad de $50 \pm 1,5$ mm por minuto con el brazo de carga del dispositivo substancialmente paralelo al centro de la línea del neumático en el momento de arranque de la prueba de ensayo.” (NTE INEN 2097 , 2012, p3).
- Se Incrementa la fuerza aplicada para el desasentamiento de la pestaña.
- Repetir la prueba por lo menos en cuatro lugares equidistantes alrededor de la circunferencia del neumático.

3.2.2.2. *Resultados.*

El resultado se Reporta la fuerza promedio aplicada para el desasentamiento de la pestaña del neumático.

3.2.3. ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN A LA RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN.

La prueba de este ensayo consiste en determinar la resistencia mínima a la penetración del neumático. (NTE INEN 2097 , 2012).

3.2.3.1. *Preparación del neumático.*

- Montar el neumático en el aro de prueba e inflar a la presión especificada en la tabla 3.1.
- Acondicionar el neumático a temperatura ambiente por lo menos tres horas.
- Reajustar la presión a la especificada.

3.2.3.2. *Procedimiento.*

Se Introduce el penetrador (cilíndrico de acero de punta semiesférica) perpendicularmente en la banda de rodamiento tan cerca de la línea central como sea posible evitando colocar en la ranura de la banda de rodamiento, a una velocidad de $50 \pm 1,5$ mm por minuto. Se acciona

la máquina para forzar el penetrador contra el neumático hasta que se rompa o toque el aro. “Registrar la fuerza y la distancia de penetración en cinco puntos equidistantes alrededor del perímetro del neumático, si el neumático se rompe antes que el penetrador sea detenido por el aro registrar la fuerza y la distancia de penetración.” (NTE INEN 2097 , 2012, p4).

3.2.3.3. *Cálculo.*

Para calcular la energía de penetración para cada punto mediante las siguientes ecuaciones:

$$W = (F \cdot P) / 2 \quad \text{Ec. [3.2]}$$

Donde:

W= energía en J.

F= fuerza en N.

P= penetración en m.

3.2.3.4. *Resultados.*

Se Reporta la energía de penetración promedio de los cinco valores obtenidos de cada neumático.

3.2.4. ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL AGUANTE O RESISTENCIA DEL NEUMÁTICO

Este ensayo consiste en determinar el rendimiento del neumático sometido a un 100% de su carga. (NTE INEN 2097 , 2012).

3.2.4.1. *Preparación del neumático.*

- Se Monta el neumático en el aro de prueba e inflar a la presión especificada en la tabla 3.1.

- Se acondiciona el neumático a la temperatura de la cámara de 38 °C por lo menos tres horas.
- Se reajusta la presión del neumático a la presión especificada.

3.2.4.2. Procedimiento.

- Presionar el neumático montado contra la rueda plana de acero de la cámara de simulación.
- Correr el neumático a una “velocidad promedio de 80 km/h de acuerdo al tiempo y carga equivalente al porcentaje de la capacidad de carga máxima especificado para cada neumático como se muestra en la tabla 3.2.” (NTE INEN 2097 , 2012, p5).

Tabla 3. 2 Carga y tiempo para la prueba de ensayo aguante

Tiempo en Horas	Carga en %
4	85
6	90
24	100

Fuente: (NTE INEN 2097 , 2012)

- Una vez terminada la prueba de ensayo se mide la presión de inflado, se enfría el neumático por una hora, se desinfla y se saca el neumático del aro de prueba.

3.2.4.3. Resultado.

Como resultado se procede a la inspección visual, considerando los requisitos establecido para el ensayo en el numeral 5.1.3.4 de la NTE INEN 2 099.

3.2.5. ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO A ALTA VELOCIDAD.

Este ensayo consiste en determinar el rendimiento del neumático sometido a alta velocidad. (NTE INEN 2097 , 2012).

3.2.5.1. *Preparación neumático.*

- Se Monta el neumático en el aro de prueba e inflar a la presión especificada tal como se observa en la tabla 3.1
- Se Acondicionar el neumático a la temperatura de la cámara de 38°C por lo menos tres horas.
- Se Reajusta la presión del neumático a lo especificado.

3.2.5.2. *Procedimiento.*

- Se Monta el neumático con el aro en la máquina de ensayo.
- Se presiona el neumático contra la rueda plana de acero de la cámara de simulación aplicando una carga del 85 % de la capacidad de carga máxima especificada para cada neumático.
- La prueba consiste en que se hace correr el neumático por dos horas a una velocidad de 80 km/h.
- Se enfría el neumático a 38°C y se reajusta la presión de inflado a la presión especificada en la tabla 3.1
- Luego de reajustar la presión de inflado otra vez se realiza el corrido del neumático a 140 km/h por 30 minutos, 150 km/h por 30 minutos, 160 km/h por 30 minutos sin reajustar la presión de inflado.
- Una vez terminado el ensayo de prueba se enfría por una hora, luego se desinfla y se desmonta el neumático del aro de prueba. (NTE INEN 2097, 2012, p5-6).

3.2.5.3. *Resultado.*

El resultado será la inspección visual considerando los requisitos dados para el ensayo que se encuentra en numeral 5.1.3.5 de la norma NTE INEN 2 099.

3.2.6. ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RETENCIÓN DEL AIRE.

El ensayo consiste determinar la capacidad de retención de aire de un neumático para uso sin tubo. (NTE INEN 2097 , 2012).

3.2.6.1. Procedimiento.

- Se Monta el neumático en el aro de prueba especificado y a la presión especificada de acuerdo a la tabla 3.1.
- Se Sumerge el neumático en una tina de agua para observar fugas de aire en la pestaña o en cualquier lugar del neumático.

3.2.6.2. Resultado.

Como resultado se reporta cualquier fuga de aire que presente el neumático durante la inspección visual.

3.3. NORMA INEN NTE 2099

Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los neumáticos para vehículos de pasajeros. (NTE INEN 2099, 1996).

3.3.1. REQUISITOS.

Los neumáticos estarán libres de reparaciones y no deben presentar los siguientes defectos:

- Separación de la banda de rodamiento.
- Separación entre pliegos.
- Fallas en la cara lateral, carcasa, pestaña.
- Cortes.
- Grietas.

Los neumáticos tienen en la banda de rodamiento y espaciados uniformemente por lo menos seis indicadores de desgaste fácilmente visibles; los neumáticos con diámetro inferior a 30,5 cm deben tener por lo menos tres indicadores de desgaste; los indicadores de desgaste deben señalar una altura mínima de 1,6 mm del diseño o grabado. (NTE INEN 2099, 1996, p1).

3.3.2. RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN.

Los neumáticos ensayados de acuerdo con la NTE INEN 2097, deben cumplir con los valores mínimos de energía de penetración como se observa en la tabla 3.3. (NTE INEN 2099, 1996, p2).

Tabla 3. 3 Presión máxima de inflado

Ancho de sección	Presión máxima de inflado permisible en KPa					
	220	248	276	240	280	300
Menor de 160 mm	220	330	441	220	441	220
Mayor de 180 mm	294	441	588	294	588	294

Fuente: (NTE INEN 2099, 1996)

3.3.3. AGUANTE O RESISTENCIA DEL NEUMÁTICO.

El neumático sometido a este ensayo (ver NTE INEN 2097) cumple con lo siguiente:

- la presión del neumático al final del ensayo no será inferior de la presión inicial.
- No presentará evidencias visuales de separaciones de la banda de rodamiento, cara lateral, cuerdas, forro interno o pestaña, cortes, cuerdas rotas, grietas, empalmes abiertos y otros. (NTE INEN 2099, 1996, p3).

3.3.4. RENDIMIENTO DE ALTA VELOCIDAD.

El neumático sometido a este ensayo (ver NTE INEN 2097) soportando una deformación no permanente no existe una pérdida de aire a través de la porción comprendida entre la cámara de presión del aro y el neumático, y debe cumplir con lo siguiente:

- La presión del neumático al final del ensayo no debe ser inferior de la presión inicial.
- No presentará evidencias visuales de separaciones de la banda de rodamiento, cara lateral, pliegos, cuerdas, forro interno, pestaña, cortes, cuerdas rotas, grietas, empalmes abiertos. (NTE INEN 2099, 1996, p3).

3.3.5. DIMENSIONES.

En cuanto a las dimensiones los neumáticos, el ancho de la sección transversal y el ancho total no excederán el valor especificado en la NTE INEN 2101 en los siguientes límites:

- Para neumáticos con una presión máxima de inflado de 220, 248 o 275 kPa será del 7%.
- Para neumáticos con una presión máxima de inflado de 240, 280, 300 o 414 kPa en un 7% o 10,2 mm, cualquiera que sea más grande. (NTE INEN 2099, 1996, p2).

3.3.6. ETIQUETADO.

El etiquetado efectuado sobre el neumático estará entre el ancho máximo de sección y la pestaña, al menos sobre una de las caras laterales. Las marcas serán en letras y números no menores a 2 mm de altura, en alto o bajo relieve y no menor a 0,4 mm. La información será en español/inglés y constará de:

- Designación del tamaño.
- Nombre del fabricante.
- País de origen.
- Número de identificación del lote.
- Capacidad de carga máxima y la presión de inflado correspondiente.
- Nombre genérico de cada material utilizado en las cuerdas usadas en los pliegos del neumático tanto en la cara lateral como en el área de rodamiento.
- Palabra "con tubo o sin tubo", según sea aplicable.

- Palabra "radial", si corresponde.
- Letra o número de designación del rango de carga o capacidad de carga.
- Norma NTE INEN de referencia o su equivalente. (NTE INEN 2099, 1996, p4).

El etiquetado es importante ya que se da de conocer al cliente conocimiento acerca del neumático, es así que sabe las especificaciones que tiene, las capacidades que soportará, la marca, el país de origen, el nombre del fabricante, entre otros.

3.4. NORMA NTE INEN 2616

Esta norma establece los métodos de ensayo para los neumáticos reencauchados, tipos 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8, clasificados según la NTE INEN 2096. (NTE INEN 2616 , 2012).

3.4.1. PROCEDIMIENTO PARA EL ENSAYO DE AGUANTE DE CARGA Y VELOCIDAD.

Esta prueba de ensayo se realiza para neumáticos tipo 2 y tipo 3.

3.4.2. PREPARACIÓN NEUMÁTICO.

- Montar un neumático en el aro de ensayo especificado por el reencauchador.
- Inflar el neumático a la presión apropiada dada (en kPa) como se muestra en la tabla 3.1.
- Acondicionar el neumático y el ensamblaje de la rueda a la temperatura del laboratorio por lo menos 3 horas, antes del ensayo. (NTE INEN 2616, 2012, p4).

Tabla 3. 4 Presiones en KPa de carga y velocidad

Categoría de velocidad	Neumáticos diagonales			Neumáticos radiales	
		PR		Estándar	Reforzado
	4	6	8		
L, M, N	230	270	300	240	-
P, Q, R, S	260	300	330	260	300
T, U, H	280	320	350	280	320
V	300	340	370	300	340
W, Y	-	-	-	320	360

Fuente: (NTE INEN 2616 , 2012)

3.4.3. PROCEDIMIENTO.

- a) Montar el neumático y el aro de montaje en un eje de ensayo y presionarlo contra la cara externa de un tambor de superficie lisa accionado por un motor de 2,00 m de diámetro.
- b) Aplicar al eje de ensayo una carga igual al 80 % de La capacidad de carga correspondiente al índice de carga para neumáticos con símbolo de velocidad L y H. La máxima capacidad de carga asociada con una velocidad máxima de:
- 240 km/h en el caso de neumáticos de símbolo de velocidad "V".
 - 270 km/h en el caso de neumáticos de símbolo de velocidad "W".
 - 300 km/h en el caso de neumáticos de símbolo de velocidad "Y".
- c) Durante el ensayo la presión del neumático no será corregida y la carga del ensayo será constante.
- d) Durante el ensayo la temperatura ambiente se mantendrá entre 20 °C y 30 °C a menos que el fabricante o reencauchador del neumático esté de acuerdo con una mayor temperatura.
- e) El programa del ensayo de aguante de carga y velocidad se realizará sin interrupciones y será del tiempo tomado desde cero hasta la velocidad inicial del ensayo de 10 minutos; y de la velocidad inicial del ensayo, la velocidad máxima prescrita para el neumático de 40 km/h.
- Los Incrementos de velocidad sucesivas de 10 km/h hasta la velocidad máxima de ensayo.
 - La Duración del ensayo para cada paso de velocidad, excepto el último de 10 minutos.
 - La Duración del ensayo en el último pasó de velocidad de 20 minutos.
 - La Máxima velocidad de ensayo corresponde a la velocidad máxima prescrita para el neumático en cuestión de 10 km/h. (NTE INEN 2616 , 2012, p4-5).

3.5. NORMA U.T.Q.G (UNIFORM TIRE QUALITY GRADE).

El U.T.Q.G es un estándar definido por el departamento de transportes de Estados Unidos para clasificar los desempeños de los neumáticos en las áreas de desgaste, tracción y resistencia a las temperaturas.

La finalidad de estas normas es ayudar a los consumidores a tomar una decisión en la compra de los neumáticos por medio de información sobre el desempeño tales como el desgaste de la banda de rodadura, tracción y frenado sobre pavimentos mojados y de resistencia según la temperatura. Todos los neumáticos vendidos en Estados Unidos para automóviles de pasajeros, deberán cumplir los requisitos de seguridad establecidos a nivel federal, además de satisfacer las normas antes mencionadas. Esta norma no se aplica a neumáticos de invierno o neumáticos para camiones ligeros.

3.5.1. DESGASTE.

La comprobación del desgaste se basa en una prueba donde un neumático se usa en y se compara a los neumáticos CMT (Course Monitoring Tires). El vehículo realiza un recorrido en un circuito de 644 km hasta alcanzar un total de 11582 km. Luego se revisa la alineación, presión de aire y rotación de ruedas, puede realizarse cada 800 millas (1,288 Km). El desgaste de los neumáticos a prueba y los neumáticos CMT, se miden durante y al final de la prueba. Al neumático CMT se les asigna una calificación y el neumático de prueba recibe una calificación de su desgaste relativo. Así, una calificación de 100 es indicativo que la banda de rodadura durará tanto como el neumático CMT, una calificación de 200 indica que el neumático durará dos veces más, y así sucesivamente. Luego el fabricante asigna la calificación de desgaste U.T.Q.G de acuerdo a los resultados obtenidos.

3.5.2. TRACCIÓN.

Para la prueba de tracción se utilizan neumáticos inflados correctamente instalados en un eje "remolque". Este eje es remolcado por un camión a una velocidad constante de 65 km/h, sobre una superficie mojada de asfalto y otra de concreto. Los frenos en el eje se activan y los sensores miden el coeficiente de fricción (fuerza de frenado g) a medida que se desliza. Debido a que esta prueba evalúa el deslizamiento de los neumáticos a una velocidad constante de 65 km/h, el mismo, enfatiza en el compuesto de caucho del neumático que en el diseño de la banda de rodamiento. (U.T.Q.G, 2016)

La calificación de tracción U.T.Q.G fue revisada en 1997 para proporcionar una nueva clasificación AA para los neumáticos de más alto rendimiento. La previa calificación A (calificación más alta) era obtenida por neumáticos con coeficientes de tracción sobre mojado arriba de 0.47 g en asfalto y 0.35 g en concreto tal como se observa en la tabla 3.4.

Tabla 3. 5 Coeficientes de tracción

Calificación de tracción	Asfalto fuerza g	Concreto fuerza g
AA	>0.54	0.38
A	>0.47	0.35
B	>0.38	0.26
C	< 0.38	0.26

Fuente: (U.T.Q.G, 2016)

3.5.6. TEMPERATURA (RESISTENCIA).

Para realizar la prueba de temperatura, representa la resistencia del neumático a la generación de calor y la habilidad de disiparlo al ser probado sobre condiciones controladas en un laboratorio específico. Si el neumático no puede disipar el calor efectivamente o resistir los efectos destructivos de la acumulación de calor, su habilidad de girar a velocidades elevadas se reduce. La temperatura se realiza mediante una calificación, la cual se establece al medir la capacidad de un neumático cargado, de trabajar a velocidades elevadas sin fallar. El neumático inflado correctamente rueda contra una rueda de prueba de alta velocidad de

diámetro más grande. (U.T.Q.G, 2016). En la tabla 3.5 se observa la calificación de la temperatura.

Tabla 3. 6 Calificación de temperatura

Calificación de temperatura	Velocidad en mph
A	Arriba de 115 (185 km/h)
B	Entre 100 y 115 (160 km/h y 185km/h)
C	Entre 85 y 100 (136 km/h y 160 km/h)

Fuente: (U.T.Q.G, 2016)

La normativa menciona que todos los neumáticos vendidos en Estados Unidos deben poseer una calificación C.

3.6. NORMA 49 CFR PARTE 571 ESTÁNDAR N° 109 NUEVOS NEUMÁTICOS Y CIERTOS NEUMÁTICOS DE ESPECIALIDAD.

La norma 49 CFR 571 N° 109 especifica las dimensiones de los neumáticos y las pruebas de laboratorio que se realizan tales como pruebas de fuerza, resistencia y rendimiento de alta velocidad. Define las capacidades de carga que poseen los neumáticos y especifica los requisitos de etiquetado que tienen los neumáticos para vehículos de turismo. La aplicación de esta norma se realiza para nuevos neumáticos radiales en vehículos de pasajeros que fueron fabricados antes del año 1945, neumáticos de repuesto de tipo T, ST, FI, y 12.8 diámetro de la llanta y por debajo de los neumáticos para su uso en vehículos de pasajeros fabricados después del año 1948. (GPO, 2011, p538).

En todo el documento se puede encontrar las definiciones en general de cada normativa en los párrafos, los requerimientos que el vehículo debe cumplir de pruebas en cuanto al sistema de neumáticos, requisitos, procedimientos y pruebas de neumáticos. Dentro de los requisitos que la norma tiene, se realiza de forma breve el requisito que se encuentra en el párrafo S4 en donde habla en general de la denominación del tamaño de los neumáticos, el tipo, y la máxima presión de inflado permitida, esta presión de inflado máxima admisible será de “32, 36, 40, o 60 psi.” (GPO, 2011, p539). La capacidad de carga será especificada en una

presentación hecha por un fabricante individual. “Se deberá incorporar un indicador de desgaste de la banda de rodamiento que indicara visualmente de que el neumático se ha desgastado hasta una profundidad de 1,6 mm.” (GPO, 2011, p539).

Se expone de forma clara las secuencias de las pruebas a realizarse en el párrafo S5. Procedimiento y secuencia de pruebas de la presente normativa, en la cual indica el procedimiento para preparar los neumáticos y someterlos a las pruebas de efectividad del sistema de neumáticos. Acerca de las condiciones de pruebas, primero se hace referencia a la fuerza que tienen los neumáticos, la resistencia que tienen los neumáticos y el rendimiento que poseen a alta velocidad. Para la fuerza de los neumáticos la condición es que se debe dejar al neumático a temperatura ambiente durante al menos 3 horas y hacer un ajuste en la presión. Para la resistencia la condición es que se debe acondicionar el conjunto del neumático a 38 grados centígrados durante al menos tres horas y para el rendimiento a alta velocidad el neumático deberá trabajar durante 2 horas a una velocidad de 80 km/h, luego dejar enfriar nuevamente a 38 grados centígrados y sin reajustar la presión de inflado, realizar una prueba a una velocidad de 121 km / h, 129 km / h y 137 km / h durante 30 minutos. (GPO, 2011, p543).

Una de las condiciones para poder realizar la prueba de fuerza del neumático es necesario calcular la energía que se rompe para cada punto de prueba por medio de las siguientes ecuaciones:

$$W = \frac{[(F*P)]}{2} * 10^3 \quad \text{Ec. [3.3]}$$

Donde:

W = La energía en J.

F = La fuerza en N.

P = La penetración en mm.

3.7. NORMA 49 CFR PARTE 571 ESTÁNDAR N° 138 PRESIÓN DE LLANTAS Y SISTEMAS DE MONITOREO.

La norma 49 CFR parte 571 N° 138 especifica los requisitos de rendimiento para los sistemas de monitoreo de presión de neumáticos para advertir los conductores el bajo inflado de los neumáticos y los problemas de seguridad.

Esta norma aplica para los vehículos de pasajeros, camiones y autobuses que poseen un peso bruto vehicular de 4.536 kilogramos o menos, excepto aquellos vehículos con ruedas dobles sobre un eje. (GPO, 2011, p655).

En los primeros párrafos se encuentran definiciones en general que son utilizadas e implementadas a lo largo del respectivo documento, los requerimientos y las condiciones de pruebas que deberán someterse los neumáticos para poder realizar una evaluación y homologación similar a la normativa 49 CFR parte 571 N° 109. Además presenta las condiciones generales, secuencias y procedimientos de pruebas, reparaciones, ajustes a las cuales se deberán someter los neumáticos antes de realizar las pruebas para un desempeño óptimo del sistema de neumáticos. También se presenta la medición de las magnitudes físicas que se encuentran en el procedimiento de pruebas para la obtención de los respectivos resultados.

3.8. NORMA 49 CFR PARTE 571 ESTÁNDAR N° 139 NUEVOS NEUMÁTICOS RADIALES PARA VEHÍCULOS LIGEROS.

La norma 49 CFR parte 571 N° 139 especifica las dimensiones que poseen los neumáticos, los requisitos de prueba, los requisitos de etiquetado, y define las capacidades de carga que soportan los neumáticos.

La aplicación de esta norma es para neumáticos nuevos radiales en la utilización de vehículos con motor a excepción de las motocicletas y vehículos de baja velocidad que tengan un peso bruto del vehículo de “4545 kg o menos y que fueron fabricados después del

año 1975”. La aplicación de esta norma no rige para neumáticos especiales (ST) para uso de remolques en carretera, neumáticos en uso de maquinaria agrícola (FI), neumáticos con diámetros de llanta con una medida de 8 pulgadas y menos.” (GPO, 2011, p693).

Al igual que en los anteriores documentos se contará con las definiciones generales utilizadas en cada párrafo de la normativa, los diferentes requerimientos que debe cumplir en cuanto a pruebas, requisitos y procedimientos. Esta normativa es muy similar a la norma 49 CFR 109, habla también del tamaño, la construcción del neumático, la presión de inflado y la capacidad de carga. Sin embargo, esta norma hace referencia al número de identificación que posee el neumático, en el cual menciona los neumáticos fabricados antes del 1 de septiembre del 2009 deben ser etiquetados con su respectivo número de identificación por la normativa 49 CFR parte 574 en una pared lateral. Los neumáticos fabricados después del 1 de septiembre del 2009 deberán ser etiquetados con el número de identificación requerido por la normativa 49 CFR parte 574 sobre la pared lateral exterior del neumático. (GPO, 2011, p696).

Se muestra de forma clara las secuencias de las pruebas que se realizan, las cuales se indican en el párrafo S6. Los procedimientos de prueba, las condiciones y el rendimiento con sus requisitos, donde se preparan los neumáticos para someterlos a las pruebas de efectividad. Acerca de las condiciones de prueba se realizan el rendimiento de alta velocidad, la resistencia de los neumáticos, la fuerza de los neumáticos y a diferencia que la norma 49 CFR 109 se realiza un rendimiento de presión baja inflación en el cual esta prueba se lleva a cabo después de la finalización de la prueba de resistencia de los neumáticos y la llanta con el neumático desinflado con la presión adecuada.

3.9. SELECCIÓN NORMAS

Al observar las diferentes normativas que se utilizan para la realización de pruebas de neumáticos tanto extranjeras como nacionales se llegó a la conclusión de escoger las

normativas nacionales, esto es porque dentro del territorio Ecuatoriano en el distrito metropolitano de Quito se encuentra un laboratorio de verificación de calidad para llantas nuevas y reencauchadas de la escuela politécnica nacional de San Bartolo en donde se rigen mediante normas INEN NTE 2096, INEN NTE 2097, INEN NTE 2099 e INEN NTE 2616. En estas normas se indica claramente como son los procesos de ensayos de pruebas a los neumáticos para verificarlos y saber si cumplen con los requerimientos mínimos de calidad, entonces es así que se valoriza los neumáticos nacionales e importados mediante 4 pruebas de ensayo, sin embargo se llegó a la conclusión de escoger solo una prueba ya que las otras poseían un costo de 750 dólares cada una, estas pruebas serían la de aguante o resistencia del neumático radial tipo 2, la de dimensiones físicas y la de penetración, es por eso que se eligió solo una prueba, la cual corresponden a:

- Ensayo para la determinación del rendimiento a alta velocidad para neumáticos tipo 2 radial.

Las normativas extranjeras era la otra opción para la realización de pruebas, pero se decidió negarlas ya que las pruebas eran complejas, haciendo un recorrido de 644 km hasta alcanzar un total de 11582 km correspondiente a la normativa U.T.Q.G (Uniform Tire Quality Grade), y las normativas CFR eran las mismas pruebas de ensayo nacionales, es decir que las nacionales INEN son 100 % tomadas de las extranjeras.

3.10. TIPO DE NEUMÁTICO

Para realizar las pruebas de ensayos es necesario conocer acerca del neumático que se va a valorizar, para ello ha sido necesario realizar una comparación entre los tres neumáticos y en esas semejanzas y similitudes se observa que tipo de neumático es, la numeración y especificación que tiene. En la tabla 3.5 se observa los tipos de neumáticos que se utilizaran para las pruebas.

Tabla 3. 7 Neumático Kumho Tyre vs Neumático Continental

Kumho	Continental	General
Tipo neumático		
Radial tipo 2	Radial tipo 2	Radial tipo 2
Numeración		
175/70 R14 84T	175/70 R14 93/94T	175/70 R14 84T
Especificaciones		
<p>Los neumáticos Kumho Tyre poseen etiquetas en donde se identifican 3 importantes características de rendimiento las cuales son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comportamiento de frenado en mojado. • Generación de ruido. • Consumo de combustible. 	<ul style="list-style-type: none"> • Los neumáticos Continental aumentan la fuerza de tracción y elevado rendimiento volumétrico. • Alto Confort de la marcha. • Ideal para suelos pedregosos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Los neumáticos General están compuestos para un buen agarre en mojado. • Menor distancia de frenado. • Bajo consumo de combustible y alto kilometraje.

Fuente: Catálogo de ventas Kumho tires y Continental

La especificación de los neumáticos Kumho dependerá de 3 factores importantes los cuales determinaran la calidad del neumático, estos son el consumo de combustible, la adherencia de los neumáticos y el ruido.

El ahorro de combustible depende del vehículo y de las condiciones de conducción. Si el vehículo esté completamente equipado con neumáticos de la clase A, se puede producir una disminución de consumo de hasta el 7,5% en comparación con la clase G. (Kumho, 2015).

La adherencia de los neumáticos depende fundamentalmente del vehículo y de las condiciones de conducción. En caso de un frenazo en seco, la distancia de frenado con el vehículo completamente equipado con neumáticos de la clase A, se puede reducir hasta en un 30% con respecto a la clase G. En un turismo «normal» que vaya a una velocidad de 80 km/h,

la distancia de frenado en un trayecto de adherencia media puede ser hasta 18 m menor. (Kumho Tyre, 2015).

El ruido a la rodadura indica el valor del ruido de rodadura exterior del neumático en decibelios. Cabe recalcar que el ruido de rodadura exterior del neumático no siempre es correlativo al ruido del habitáculo del vehículo. En la figura 3.1 se observa las especificaciones del neumático.



Figura 3.1 Especificaciones Kumho Tyres
Fuente: Kumho Tyre

1. Consumo de combustible resistencia a la rodadura y el consiguiente consumo de combustible donde A corresponde a la mejor calificación, la clase D no se usa, 2. Referencia al Reglamento, 3. Referencia a la adherencia en mojado donde A corresponde a la mejor calificación, 4. Ruido a la rodadura Todos los neumáticos deben respetar el límite de ruido. Cuanto menor sea el número de rayas negras, más silencioso será el neumático.

El neumático Kumho con especificaciones 175/70 R14 posee en cuanto a consumo de combustible la letra E, la adherencia corresponde a una calificación C y el ruido con un nivel de decibeles de 70. (Kumho Tyre, 2015). Tal como se observa en la figura 3.2.

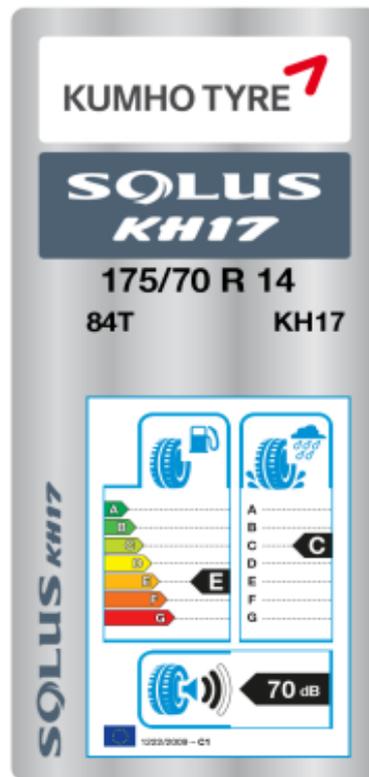


Figura 3. 2 Kumho Tyres 175/70 R14
Fuente: Kumho Tyre

Los neumáticos Continental vienen con especificaciones con índices de velocidad, un neumático es sometido a fuertes exigencias en desempeño tiene que ser capaz de resistir extremas condiciones y fuerzas que se producen en altas velocidades, tales como frenado de emergencia, donde la tecnología y los compuestos de un neumático pueden hacer la diferencia entre la seguridad y la vulnerabilidad de los ocupantes de un vehículo. Los neumáticos cuentan con el mayor desarrollo tecnológico, son neumáticos con índices de velocidad en rangos W/Y, es decir capaces de rodar a velocidades constantes entre 270 a más de 310 km/h conservando las propiedades de adherencia y frenado en tan extremas condiciones. (Continental , 2015).

Los neumáticos General tire vienen con un compuesto optimizado para un buen agarre en mojado combinado con laminillas en los laterales de los tacos de banda, poseen una alta rigidez en la zona exterior de los hombros, los tacos inferiores están conectados con los canales del neumático. Estos tipos de neumáticos vienen con un nuevo compuesto de goma para brindarle una mayor rigidez en los tacos, también dan una buena respuesta de dirección precisa y una baja resistencia a la rodadura con menor pérdida de energía. (General , 2016)

3.11. DIAGRAMA DE FLUJO DE ENSAYOS

Las pruebas de ensayo corresponden a pruebas que se realizan a neumáticos dentro del territorio Ecuatoriano para medir la calidad y saber si son aptos para el uso sobre un vehículo o automotor, es así que se observará si los neumáticos nacionales cumplen con los mismos requisitos que los importados o viceversa. En el siguiente diagrama de flujo se encuentra la prueba de ensayo que será realizada para el estudio como es el ensayo de alta velocidad, la cual dirá si es que los neumáticos nacionales cumplen con las mismas prestaciones que los importados o viceversa.

El ensayo de alta velocidad es aquella prueba que se realiza al neumático con una carga específica y velocidades constantes con el fin de determinar que el neumático es apto para circular a una velocidad máxima, es por eso que los neumáticos vienen con un índice de letra de velocidad, en este caso los dos neumáticos poseen la letra T que corresponde a una velocidad de hasta 190 km/h. La prueba se realiza con una temperatura de la cámara de 38 grados centígrados, se reajusta la presión del neumático, se lo monta sobre un aro de simulación aplicando una carga de 80%, se lo corre a 80 km/h durante dos horas, luego se lo deja enfriar y otra vez se realiza el mismo recorrido del neumático pero esta vez a 140km/h, 150 km/h, 160 km/ h durante 30 minutos cada uno, terminado las pruebas se observa si pasa la calidad especificada en la norma NTE INEN 2099 tal como se indica en la figura 3.3.

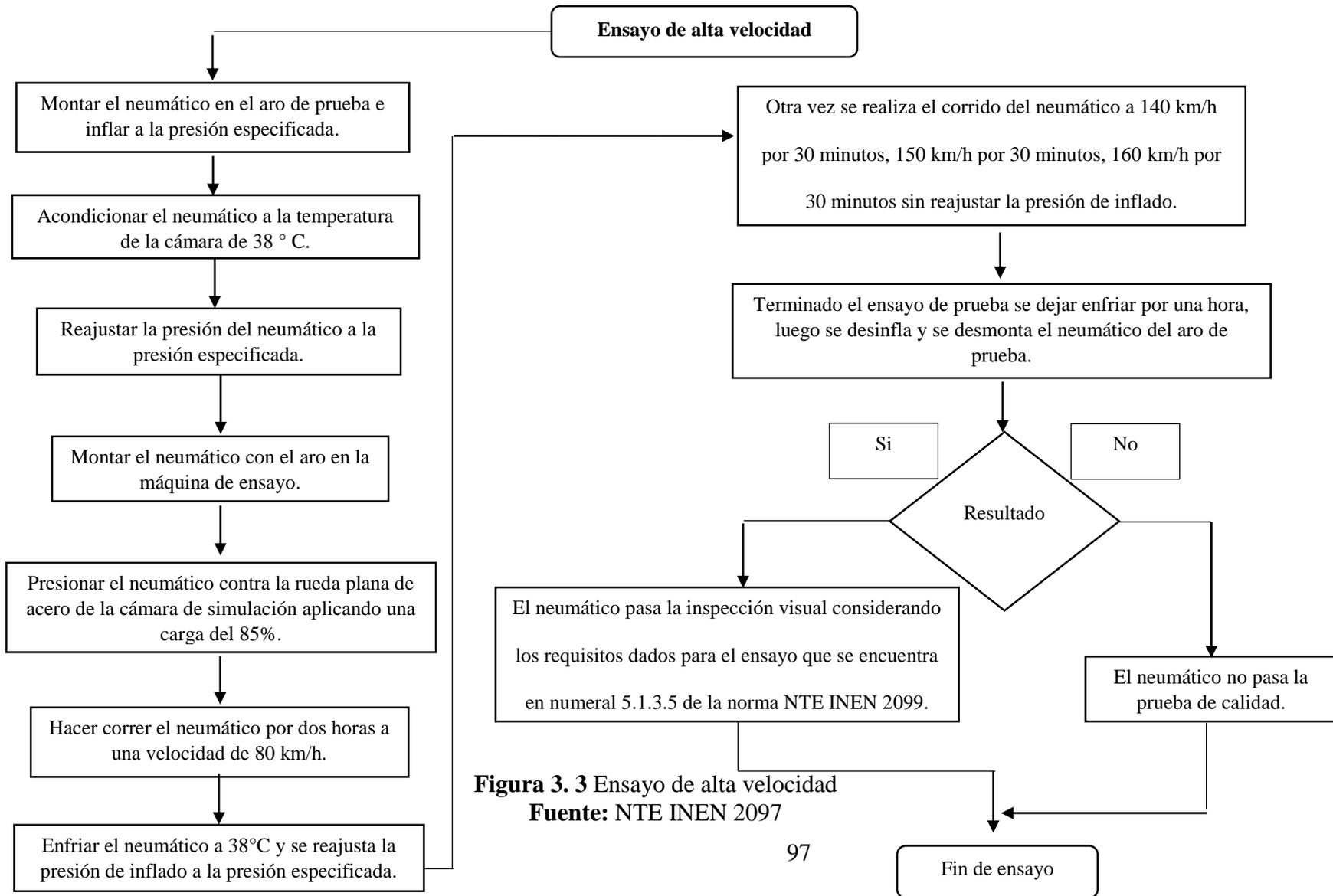


Figura 3. 3 Ensayo de alta velocidad
Fuente: NTE INEN 2097

CAPITULO IV

4. REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS DE ENSAYO DE LOS NEUMÁTICOS

4.1. RESULTADO DE PRUEBAS

Los resultados desarrollados en las respectivas pruebas de ensayo corresponden al ensayo del rendimiento a alta velocidad para neumáticos tipo II radial excepto de pasajeros, las pruebas fueron para tres tipos de neumáticos correspondientes a la marca Continental, Kumho y General Tire respectivamente. Estos neumáticos corresponden a muestras extranjeras, originales y nacionales. La primera prueba es del neumático Continental con medidas 175/70 R14 fabricada en la Republica Checa.

4.1.1. DESCRIPCIÓN E IDENTIFICACIÓN NEUMÁTICO CONTINENTAL.

Para realizar cualquier prueba de ensayo, en este caso del rendimiento de alta velocidad hay que conocer la descripción e identificación que posee un neumático, de esta forma se registran los datos para ingresar en el software Scada, que es aquel programa que la metalmecánica San Bartolo utiliza para posteriormente comenzar con el ensayo, la descripción e identificación de datos son:

- Código: 2867-002-16 (Número de identificación/ orden de trabajo para posteriormente realizar la prueba)
- Tipo neumático: 175/70 R14 tipo II
- Presión máxima: 375 Kpa (54Psi)
- Capacidad de carga: 690 Kg (1521 Lb)
- Límite de velocidad: T (190 km/h)
- Material neumático: Polyester, steel y polyamide

Una vez que los datos son tomados se realiza una tabla en donde se indica las características del neumático, también se toma la fecha de la prueba, la temperatura y el acondicionamiento de ensayo indicado en la norma, la capacidad de carga que soportará el neumático, los tiempos iniciales y finales del ensayo, el índice de velocidad y el índice de desgaste tal como se muestra en la tabla 4.1.

Tabla 4. 1 Características y condición neumático Continental

Fecha	28/01/2016	Muestra	2867-002-16
Neumático	175/70 R14	Presión de ensayo	375 Kpa
Temperatura de ensayo y acondicionamiento	35±3° C durante todo el ensayo	Tiempo acondicionado	3 horas
Capacidad de carga	690 kg	Inicio- fin Climatización	27/01/2016 10:30 28/01/2016 12:40
Tiempo inicial de ensayo	28/01/2016 12:40	Tiempo final de ensayo	28/01/2016 16:18
Índice de velocidad Tipo de neumático	T (190 Km/h) Tipo 2 radial excepto pasajeros	Tube type o tubeless Índice de desgaste	Tubeless 1,79 mm

Fuente: (Metalmecánica San Bartolo, 2016)

4.1.2. MÉTODO DE ENSAYO.

En el método de ensayo según la norma NTE INEN 2097, que se encuentra en el anexo 3.5 del anexo IX , indica el proceso, los pasos, los datos para que un neumático cumpla con los requisitos de calidad correspondiente al método para la determinación del rendimiento a alta velocidad para neumáticos tipo II.

4.1.2.1. Ensayo.

El ensayo de rendimiento a alta velocidad consiste en girar un neumático contra una rueda plana de acero con incrementos progresivos de velocidad y tiempo, con ayuda de un motor hidráulico y eléctrico que trabaja de 1600 a 1800 Psi y soporta una presión de 3000

Psi, a carga constante, para evaluar la viabilidad del mismo en un cierto periodo de tiempo corto, bajo condiciones controladas dentro de un laboratorio. La carga de velocidad y la presión de inflado son aplicada en varias combinaciones dependiendo el tamaño del neumático que se esté utilizando. Al finalizar la prueba de ensayo se evalúa el cumplimiento del producto, es decir del neumático con los requisitos establecidos en la norma correspondiente.

4.1.3. RESULTADOS NEUMÁTICO CONTINENTAL.

En los resultados se aprecia que el neumático Continental procedente del país de la Republica Checa no cumple con los estándares de calidad de las normas INEN, ya que no pasó con las fases de la prueba de ensayo de rendimiento a alta velocidad con velocidades progresivas de 80 km/h, 140 km/h, 150 km/h, y 160 km/h, apenas duro hasta una velocidad real de 139.907 km/h, de igual forma no se obtuvo valores medidos en la presión final, la presión debía ser mayor al 95% de la presión inicial a lo que comenzó el ensayo, hubo pérdidas de presión, el neumático duro un tiempo real de 37'10" de un tiempo teórico de 30 min y fue cuando sufrió el desprendimiento en la banda de rodamiento por lo que no continuó con las siguientes velocidades y con el ensayo de rendimiento a alta velocidad.

Tabla 4. 2 Parámetros de ensayos y resultados neumático Continental

Carga %	Carga aplicada (Kg)	Velocidad teórica (Km/h)	Velocidad real (km/h)	Tiempo Teórico (min)	Tiempo Real (min)
85	586.5	80	79.2	120	121'47"
85	586.5	140	139.907	30	37'10"
85	586.5	150	-	30	-
85	586.5	160	-	30	-
Tiempo de reposo mínimo (15 a 25 min)		25 min	Presión de ensayo final (no menor al 95 %)		0 Psi
Evidencias visuales					
No cumple sus etapas por inconsistencias. No se toma la medida de presión exacta.					

Fuente: (Metalmecánica San Bartolo, 2016)

En el análisis de conformidad de ensayo de rendimiento a alta velocidad se aprecia claramente que los neumáticos de marca Continental no aprueban ninguna de las pruebas de calidad indicadas en las normas NTE INEN 2097 por lo que se consideran no aptas para el uso en vehículos de pasajeros que circulan sobre el territorio Ecuatoriano, también hay que tener en cuenta que no todos los neumáticos Continental que circulan son nacionales, como se observó estos son procedentes de la República Checa.

Tabla 4. 3 Análisis de conformidad de ensayo de resistencia neumático Continental

4.1.2.5 Rendimiento de alta velocidad	Aceptación	Rechazo	Observaciones
a.1) Para neumáticos radiales tipo II, la presión del neumático medida en un tiempo que se encuentre entre 15 min y 25 min, después de hacerlo girar el tiempo identificado, no debe ser menor al 95 % de la presión inicial (INEN 2099)		Valor teórico >51 Psi Valor medido 0 Psi	El neumático no cumple con los valores de presión especificados en el literal a.1) de la INEN 2099
a.3) el neumático no presentará evidencias visuales de separaciones de la banda de rodamiento, cara lateral, pliegos, cuerdas, forro interno y/o pestaña; ni tampoco presentará cortes, cuerdas rotas y/o expuestas, grietas, empalmes abiertos y otros. (INEN 2099)		Existe una separación de la banda de rodamiento del neumático	El neumático no cumple con la normativa según indica el literal a.3) de la INEN 2099

Fuente: (Metalmecánica San Bartolo, 2016)

4.1.4. ROTULADO DE NEUMÁTICOS NTE INEN 2099.

El rotulado de los neumáticos es un requisito que la Escuela Politécnica Nacional perteneciente a la metalmecánica San Bartolo realiza antes de cualquier prueba de ensayo, en esta tabla constará los requisitos que todo neumático debe poseer físicamente, en la tabla 4.4 se observa cada requisito con su cumplimiento, observación, en el caso de la muestra extranjera perteneciente a la marca Continental cumple con todos los requisitos salvo 3 parámetros tales como las siglas M+S cuando se trata de un neumático de lodo y nieve, y la palabra remarcable.

Tabla 4. 4 Hoja de rotulado neumático Continental

Requisitos exigidos	Cumple	Observaciones/no conformidad
Los neumáticos tendrán en la banda de rodamiento el número de indicadores de desgaste y de altura mínima para aros con designación 12 y mínimos de 6 indicadores.	Si	9 indicadores
En el hombro del neumático debe existir un símbolo que indique la posición de los indicadores de desgaste	Si	Twí
El rotulado estará sobre el neumático entre el ancho máximo de sección y la pestaña.	Si	Cumple
Marcado en letras y números no menores a 2 mm de altura, en alto o bajo relieve, no menor a 0,4 mm	Si	Cumple
Información en español y/o inglés	Si	Inglés
Designación del tamaño	Si	175/70 R14
Nombre del fabricante	Si	Continental
Leyenda que identifique el país de origen	Si	Made in Czech Republic
Capacidad de carga o índice de carga máxima	Si	690 kg (1521 lb), LR: C
Presión máxima de inflado para carga simple y para carga dual	Si	375 Kpa (54 Psi)
Límite de velocidad	Si	T (190 Km/h)
Identificación del tipo de estructura de la carcasa: - Palabra radial o símbolo R. - Palabra diagonal (bias)	Si	R “ Radial”
Nombre genérico de cada material utilizado en las cuerdas del neumático	Si	Tread: Polyester, Steel, Polyamide; Sidewall: polyester
Número real de pliegos en la cara lateral y el número real de cinturones en el área de rodamiento, si son diferentes	Si	Tread: 4 plies Sidewall: 2 plies
Palabras: con tubo y/o Tube Type, sin tubo y/o Tubeless, o equivalentes según aplique	Si	Tubeless
Norma NTE INEN de referencia o una marcación o símbolo indicando que el neumático cumple con los reglamentos “DOT” (Department of Transport of the United States of America)	Si	DOT HW3N DV\$B
Las siglas M+S (o M&S) cuando se trata de neumáticos para lodo o nieve	No	No aplica
Palabra “Remarcable” y/o “Regrovable”	No	No aplica
Palabra “ Reforzado” y/o “Reinforce”	No	No aplica
Identificación de la fecha de fabricación, mediante un grupo de 4 números(semana-año)	Si	4914

Fuente: (Metalmecánica San Bartolo, 2016)

El rotulado de los neumáticos es la observación para el cumplimiento con las condiciones físicas que indica dicha normativa.

4.1.5. ANÁLISIS DE RESULTADOS NEUMÁTICO CONTINENTAL.

El neumático de marca continental no cumple con el método establecido en la norma NTE INEN 2097 porque no hubo un valor medido en la presión final del ensayo, no cumplió con los valores establecidos de velocidad y también porque no aprueba con los requisitos establecidos en la norma NTE INEN 2099 porque sufrió una separación en la banda de rodamiento como se muestra en la figura 4.1



Figura 4. 1 Evidencias visuales neumático Continental
Fuente: Metalmecánica San Bartolo

Según lo que indica la normativa NTE INEN 2099 “5.1.2.3 aceptación o rechazo”, si el neumático no cumple con lo establecido en la norma se procederá al remuestreo, es decir que se recomienda otra prueba de ensayo de una nueva muestra para comprobar los resultados de las pruebas obtenidas con los informes realizados, sin embargo el fin del estudio es el de comparar las muestras nacionales con las importadas.

Si la lectura de la presión final de la prueba es inferior a la lectura de la presión inicial con un valor del 95 %, se marca que el neumático ha fallado con los requisitos de la norma,

entonces se grabará la lectura de la presión, el tiempo que se tomó la lectura y la presión correspondiente de 15 a 20, de 30 a 35 y de 45 a 50 minutos respectivamente después de la primera lectura de la presión posterior a la prueba de ensayo.

4.1.6. REPORTE DE FALLAS EN NEUMÁTICOS.

En la orden de trabajo n° 2967-002-15, de la prueba n° 002, correspondiente al ensayo de alta velocidad desarrollado el día 28/01/ 2016 a las 15:41 en la mecánica San Bartolo EPN de la marca Continental fabricada en Republica Checa con los siguientes datos:

- DOT n° HW3N DV4B.
- I.D llanta n° 2867-002-16.
- Tamaño del neumático 175/70 R14.
- Presión máxima de inflado de 375 Kpa.
- Capacidad de carga máxima 690kg.
- Aro de prueba 14 x 5,5 J.
- Tipo de llanta LT.
- Tiempo de fallo 41 minutos desde iniciada la prueba.

La norma indica que el neumático no presentará evidencias visuales de separaciones de la banda de rodamiento, cara lateral, pliegos, cuerdas, forro interno y pestaña, ni tampoco deberá presentar cortes, cuerdas rotas y empalmes abiertos, sin embargo el neumático presentó una separación en la banda de rodamiento por lo que no cumplió con la normativa y no pasó con la prueba de ensayo.

4.2. DESCRIPCIÓN E IDENTIFICACIÓN NEUMÁTICO KUMHO

El neumático de la marca Kumho con las medidas 175/70 R14 fabricado en Korea presenta las siguientes descripciones e identificaciones:

- Código : 2867-003-16
- Tipo de neumático: 175/70 R14 tipo II pasajeros
- Presión máxima: 300 Kpa (44 Psi)
- Capacidad de carga o índice de carga máxima: 500 kg (1102 Lb)
- Límite de velocidad: T (190 km/h)
- Número real de pliegos: 4 pliegos
- Material: Polyester, Steel

En la tabla 4.5 como se indicó en la tabla 4.2 se observa los valores de la muestra en este caso de la original con una diferencia de carga de 500 kg e índice de desgaste de 1.71 mm.

Tabla 4. 5 Características y condición neumático Kumho

Fecha	01/02/2016	Muestra	2867-003-16
Neumático	175/70 R14	Presión de ensayo	300 Kpa (44 Psi)
Temperatura de ensayo y acondicionamiento	35±3° C durante todo el ensayo	Tiempo acondicionado	3 horas
Capacidad de carga	500 kg	Inicio- fin Climatización	29/01/2016 16:40 01/02/2016 11:40
Tiempo inicial de ensayo	01/02/2016 11:40	Tiempo final de ensayo	01/02/2016 17:20
Índice de velocidad Tipo de neumático	T (190 Km/h) Tipo 2 radial de pasajeros	Tube type o tubeless Índice de desgaste	Tubeless 1,71 mm

Fuente: (EPN, 2016)

4.2.1. RESULTADOS NEUMÁTICO KUMHO.

En los resultados de la prueba de ensayo del neumático procedente a la marca Kumho a diferencia que el de la marca Continental pasó con los valores determinados indicados en la

norma NTE INEN 2097, el neumático no tuvo ninguna complicación, cumplió con los ciclos de velocidad predeterminados y se obtuvo el valor medido de la presión final, no hubo una separación entre el aro y la pestaña del neumático, no sufrió daños en la banda de rodamiento solo unas pequeñas evidencias visuales de desgaste pero que cumplían con los requisitos de la norma. En la tabla 4.6 se observa los resultados de la prueba de ensayo con la aprobación del neumático.

Tabla 4. 6 Parámetros de ensayo y resultados neumático Kumho

Carga %	Carga aplicada (Kg)	Velocidad teórica (Km/h)	Velocidad real (km/h)	Tiempo Teórico (min)	Tiempo Real (min)
85	425	80	79.032	120	122'10"
85	425	140	139.822	30	34'
85	425	150	149.705	30	32'26"
85	425	160	160.063	30	32'33"
Tiempo de reposo mínimo (15 a 25 min)		20 min	Presión de ensayo final (no menor al 95 %)		48 Psi
Evidencias visuales					
El neumático presenta agrietamientos considerables en la banda de rodamiento.					

Fuente: (Metalmecánica San Bartolo, 2016)

En el análisis de conformidad como observación fue que el neumático sufrió agrietamientos leves en la banda de rodamiento pero que si cumple con las pruebas de calidad que indica la norma tal como se muestra en la tabla 4.7

Tabla 4. 7 Análisis de conformidad de ensayo resistencia neumático Kumho

4.1.2.5 Rendimiento de alta velocidad	Aceptación	Rechazo	Observaciones
a.1) Para neumáticos radiales tipo II, la presión del neumático medida en un tiempo que se encuentre entre 15 min y 25 min, después de hacerlo girar el tiempo identificado, no debe ser menor al 95 % de la presión inicial (INEN 2099)	Valor teórico >41Psi Valor medido 48 Psi		El neumático cumple con los valores especificados en el literal a.1) de la INEN
a.3) No presentará evidencias visuales de separaciones de la banda de rodamiento, cara lateral, pliegos, forro interno y/o pestaña; ni tampoco presentará cortes, grietas, empalmes abiertos y otros.	El neumático no presenta evidencias visuales		El neumático cumple con la norma según del literal a.3) de la INEN

Fuente: (Metalmecánica San Bartolo, 2016)

El rotulado de la muestra original Kumho cumple de igual forma con los requisitos establecidos, solo en 3 parámetros no cumple como se mencionó anteriormente en la tabla 4.4.

Tabla 4. 8 Rotulado de neumático Kumho

Requisitos exigidos	Cumple	Observaciones
Los neumáticos tendrán en la banda de rodamiento el número de indicadores de desgaste y de altura mínima para aros con designación 12 y mínimos de 6 indicadores.	Si	6 indicadores
En el hombro del neumático debe existir un símbolo que indique la posición de los indicadores de desgaste	Si	▲
El rotulado estará sobre el neumático entre el ancho máximo de sección y la pestaña.	Si	Cumple
Marcado en letras y números no menores a 2 mm de altura, en alto o bajo relieve, no menor a 0,4 mm	Si	Cumple
Información en español y/o inglés	Si	Inglés
Designación del tamaño	Si	175/70 R14 84T
Nombre del fabricante	Si	Kumho
Leyenda que identifique el país de origen	Si	Made in Korea
Capacidad de carga o índice de carga máxima	Si	500 kg (1102 lb)
Presión máxima de inflado para carga simple y para carga dual	Si	300 Kpa (44 Psi)
Límite de velocidad	Si	T (190 Km/h)
Identificación del tipo de estructura de la carcasa: - Palabra radial o símbolo R. - Palabra diagonal (bias)	Si	R “ Radial”
Nombre genérico de cada material utilizado en las cuerdas del neumático	Si	Tread: Steel, Polyester; Sidewall: Polyester
Número real de pliegos en la cara lateral y el número real de cinturones en el área de rodamiento, si son diferentes	Si	Tread: 3 plies Sidewall: 1 plie
Palabras: con tubo y/o Tube Type, sin tubo y/o Tubeless, o equivalentes según aplique	Si	Tubeless
Norma NTE INEN de referencia o una marcación o símbolo indicando que el neumático cumple con los reglamentos “DOT” (Department of Transport of the United States of America)	Si	DOT Y0HR YA5P
Las siglas M+S (o M&S) cuando se trata de neumáticos para lodo o nieve	No	No aplica
Palabra “Remarcable” y/o “Regrovable”	No	No aplica
Palabra “ Reforzado” y/o “Reinforce”	No	No aplica
Identificación de la fecha de fabricación, mediante un grupo de 4 números(semana-año)	Si	2614

Fuente: (Metalmecánica San Bartolo, 2016)

4.2.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS NEUMÁTICO KUMHO.

El neumático procedente a la marca Kumho cumple con el método establecido en la norma NTE INEN 2097 y 2099, lo que significa que pasa con las normas de calidad para un vehículo procedente a la marca Hyundai, modelo Accent.

El neumático Kumho presenta pequeñas grietas que se encuentran en la superficie de la banda de rodamiento como se muestra en la figura 4.2, pero que no influyen en pérdidas de presión alguna por lo que se considera como aceptable y cumple con las normas de calidad.



Figura 4. 2 Evidencias visuales neumático Kumho
Fuente: Metalmecánica San Bartolo

4.3. DESCRIPCIÓN E IDENTIFICACIÓN NEUMÁTICO GENERAL TIRE

El neumático de la marca General Tire con las medidas 175/70 R14 fabricado en Ecuador presenta las siguientes descripciones e identificaciones:

- Código. 2867-005-16
- Tipo de neumático: 175/70 R14 tipo II de pasajeros
- Presión máxima: 300 Kpa (44 Psi)
- Capacidad de carga o índice de carga máxima: 500 Kg (1102 lb)
- Límite de velocidad: T (190 km/h)

- Numero de pliegos: 5 pliegos
- Material: Polyester, Steel, Nylon

En la tabla 4.9 se muestra las características y condiciones como se observó en las anteriores tablas, en este caso la muestra nacional también posee una carga de 500 kg y un índice de desgaste de 1.83 mm.

Tabla 4. 9 Características y condiciones neumático General Tire

Fecha	10/02/2016	Muestra	2867-005-16
Neumático	175/70 R14	Presión de ensayo	300 Kpa (44 Psi)
Temperatura de ensayo y acondicionamiento	35±3° C durante todo el ensayo	Tiempo acondicionado	3 horas
Capacidad de carga	500 kg	Inicio- fin Climatización	10/02/2016 8:40 10/02/2016 11:30
Tiempo inicial de ensayo	10/02/2016 11:30	Tiempo final de ensayo	01/02/2016 15:56
Índice de velocidad Tipo de neumático	T (190 Km/h) Tipo 2 radial de pasajeros	Tuve type o tubeless Índice de desgaste	Tubeless 1, 83 mm

Fuente: (Metalmecánica San Bartolo, 2016)

4.3.1. RESULTADOS NEUMÁTICO GENERAL TIRE.

En los resultados de la prueba de ensayo del neumático procedente a la marca General Tire fabricado en Ecuador en la ciudad de Cuenca a diferencia que el de la marca Continental y Kumho cumplió igual con los valores determinados indicados en la norma NTE INEN 2097, el neumático no tuvo ninguna complicación, aprobó con los ciclos de velocidad determinados y se obtuvo el valor medido de la presión final, no hubo una separación entre el aro y la pestaña del neumático, no sufrió daños en la banda de rodamiento ni pequeñas evidencias visuales de desgaste por lo que pasó con los requisitos de la norma. En la tabla 4.10 se observa los resultados de la prueba de ensayo con la aprobación del neumático.

Tabla 4. 10 Parámetros de ensayo y resultados neumático General Tire

Carga %	Carga aplicada (Kg)	Velocidad teórica (Km/h)	Velocidad real (km/h)	Tiempo Teórico (min)	Tiempo Real (min)
85	425	80	80.109	120	122'54"
85	425	140	140.079	30	34'38"
85	425	150	150.305	30	32'32"
85	425	160	159.898	30	32'21"
Tiempo de reposo mínimo (15 a 25 min)		20 min	Presión de ensayo final (no menor al 95 %)		48 Psi
Evidencias visuales					
No se observaron novedades durante el ensayo.					

Fuente: (Metalmecánica San Bartolo, 2016)

En el análisis de conformidad no existieron observaciones como las anteriores muestras de neumáticos, aprobó todos los parámetros que indicaba la norma con las pruebas de calidad tal como se muestra en la tabla 4.11.

Tabla 4. 11 Análisis de conformidad de ensayo de resistencia neumático General Tire

4.1.2.5 Rendimiento de alta velocidad	Aceptación	Rechazo	Observaciones
a.1) Para neumáticos radiales tipo II, la presión del neumático medida en un tiempo que se encuentre entre 15 min y 25 min, después de hacerlo girar el tiempo identificado, no debe ser menor al 95 % de la presión inicial (INEN 2099)	Valor teórico >41Psi Valor medido 48 Psi		El neumático cumple con lo que indica el literal a.1) de la INEN 2099
a.3) No presentará evidencias visuales de separaciones de la banda de rodamiento, cara lateral, pliegos, cuerdas, forro interno y/o pestaña; ni tampoco presentará cortes, cuerdas rotas y/o expuestas, grietas, empalmes abiertos y otros. (INEN 2099)	El neumático no presenta evidencias visuales		El neumático cumple según indica el literal a.3) de la INEN 2099

Fuente: (Metalmecánica San Bartolo, 2016)

El rotulado de la muestra nacional cumple con casi todos los requisitos físicos que debe tener un neumático, sin embargo no cumple con 2 parámetros de la palabra remarcable y reforzado, pero a diferencias de las otras 2 muestras esta cumple con las siglas M+S.

Tabla 4. 12 Rotulado de neumático General tire

Requisitos exigidos	Cumple	Observaciones/no conformidad
Los neumáticos tendrán en la banda de rodamiento el número de indicadores de desgaste y de altura mínima para aros con designación 12 y mínimos de 6 indicadores.	Si	9 indicadores
En el hombro del neumático debe existir un símbolo que indique la posición de los indicadores de desgaste	Si	Twí
El rotulado estará sobre el neumático entre el ancho máximo de sección y la pestaña.	Si	Cumple
Marcado en letras y números no menores a 2 mm de altura, en alto o bajo relieve, no menor a 0,4 mm	Si	Cumple
Información en español y/o inglés	Si	Inglés
Designación del tamaño	Si	175/70 R14 84T
Nombre del fabricante	Si	General
Leyenda que identifique el país de origen	Si	Hecho en Ecuador
Capacidad de carga o índice de carga máxima	Si	500 kg (1102 lb)
Presión máxima de inflado para carga simple y para carga dual	Si	300 Kpa (44 Psi)
Límite de velocidad	Si	T (190 Km/h)
Identificación del tipo de estructura de la carcasa: - Palabra radial o símbolo R. - Palabra diagonal (bias)	Si	R “ Radial”
Nombre genérico de cada material utilizado en las cuerdas del neumático	Si	Tread: Steel, Polyester, Nylon Sidewall: Polyester
Número real de pliegos en la cara lateral y el número real de cinturones en el área de rodamiento, si son diferentes	Si	Tread: 4 plies Sidewall: 1 plie
Palabras: con tubo y/o Tube Type, sin tubo y/o Tubeless, o equivalentes según aplique	Si	Tubeless
Norma NTE INEN de referencia o una marcación o símbolo indicando que el neumático cumple con los reglamentos “DOT” (Department of Transport of the United States of America)	Si	DOT IMMR 3T3
Las siglas M+S (o M&S) cuando se trata de neumáticos para lodo o nieve	Si	M+S
Palabra “Remarcable” y/o “Regrovable”	No	No aplica
Palabra “ Reforzado” y/o “Reinforce”	No	No aplica
Identificación de la fecha de fabricación, mediante un grupo de 4 números(semana-año)	Si	3614

Fuente: (EPN, 2016)

4.3.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS NEUMÁTICO GENERAL TIRE.

El neumático de la marca General Tire procedente de Ecuador cumple con el método establecido en la norma NTE INEN 2097, lo que significa que cumple con las normas de calidad impuestas por el INEN y que según esta prueba fue superior a las otras muestras originales y extranjeras. La muestra cumple con los requisitos establecidos en la norma NTE INEN 2099.

El neumático General Tire no presenta ningún tipo de inconsistencias por lo que aprueba con todos los parámetros de calidad de las normas NTE INEN tal como se muestra en la figura 4.3



Figura 4. 3 Evidencias visuales neumático General Tire
Fuente: Metalmecánica San Bartolo

4.4. EQUIPO UTILIZADO EN LAS PRUEBAS DE ENSAYO

En las pruebas de ensayo de rendimiento a alta velocidad se utilizaron los siguientes equipos y máquinas:

- a) Aro R14x5.5 J
- b) Year book 2013
- c) Enllantadora s. n° EENLL1

- d) Compresor s. n° ECPR1
- e) Máquina para aguante y velocidad A&V
- f) Manómetro de presión s. n° EPN-LAB-15-1301-PI
- g) Cámara termográfica s. n° Ti27-12050267:LNM-L-2015-599

4.5. COMPARATIVA DE RESULTADOS

A continuación se muestran las gráficas con los respectivos resultados obtenidos en con cada muestra de los neumáticos, tomando un promedio de las pruebas realizadas.

4.5.1. VELOCIDAD REAL DEL NEUMÁTICO.

Realizadas las pruebas prácticas de ensayo y con los datos recolectados se aprecia en la Figura 4.4 el promedio de las velocidades reales que cada neumático obtuvo a los 80 km/h de precalentamiento, estos valores son indicadores para observar si los neumáticos llegan a la velocidad establecida, cumpliendo las 3 muestras con las velocidades. El porcentaje de tolerancia existente es del 99 %, 98,78 % y 100,13% correspondientes a las muestras extranjeras, originales y nacionales, lo que indica que el neumático nacional llega al 100 % de la velocidad teórica.

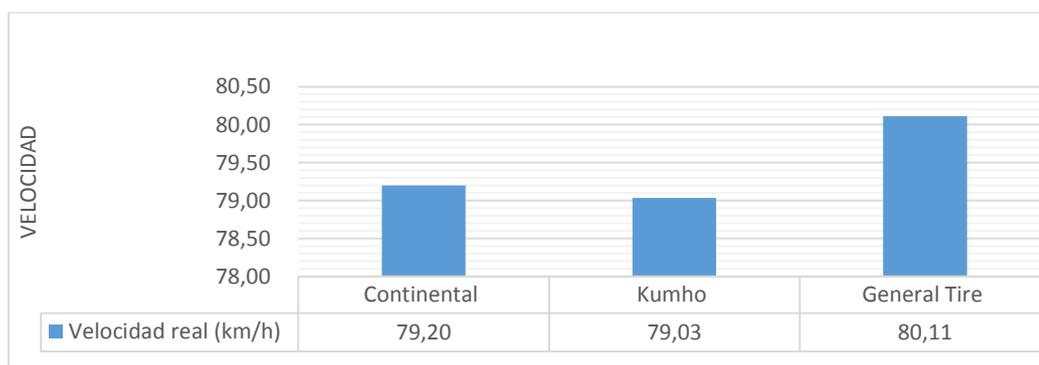


Figura 4. 4 Velocidad real 80 km/h

Fuente: Corral A.

En la figura 4.5 se observa el tiempo real que tuvo el neumático a una velocidad de 80 km/h con un tiempo teórico de 120 min, en este caso las 3 muestras sobrepasaron el tiempo llegando a un promedio de 122'04".

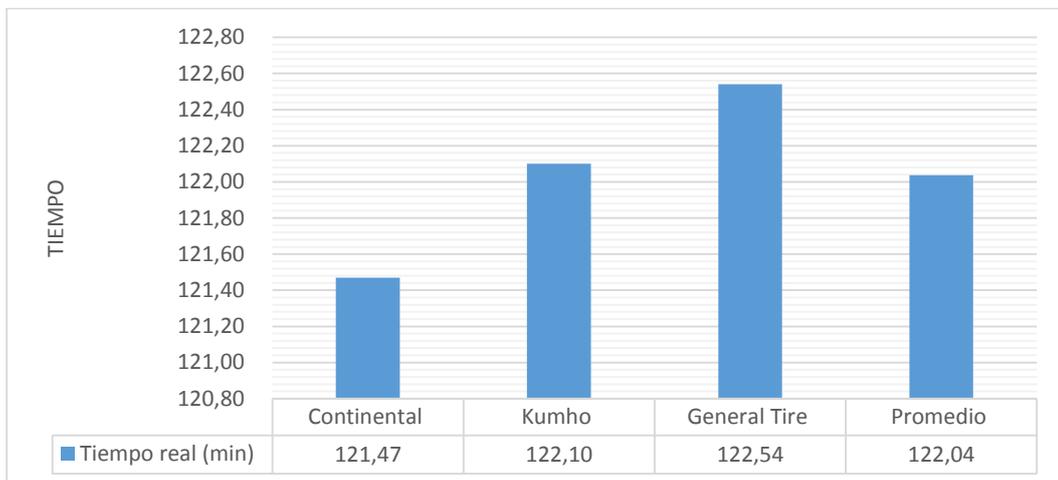


Figura 4. 5 Tiempo real 120 min
Fuente: Corral A.

En la Figura 4.6 se observa la velocidad promedio de prueba que tuvo cada neumático a 140 km/h, el porcentaje de tolerancia en esta velocidad equivale al 99.93 % (extranjera), 99.87% (original) y 100.057% (nacional), lo que indica que la muestra nacional supera el 100 % de la velocidad teórica a una velocidad de 140.079 kmh/h.

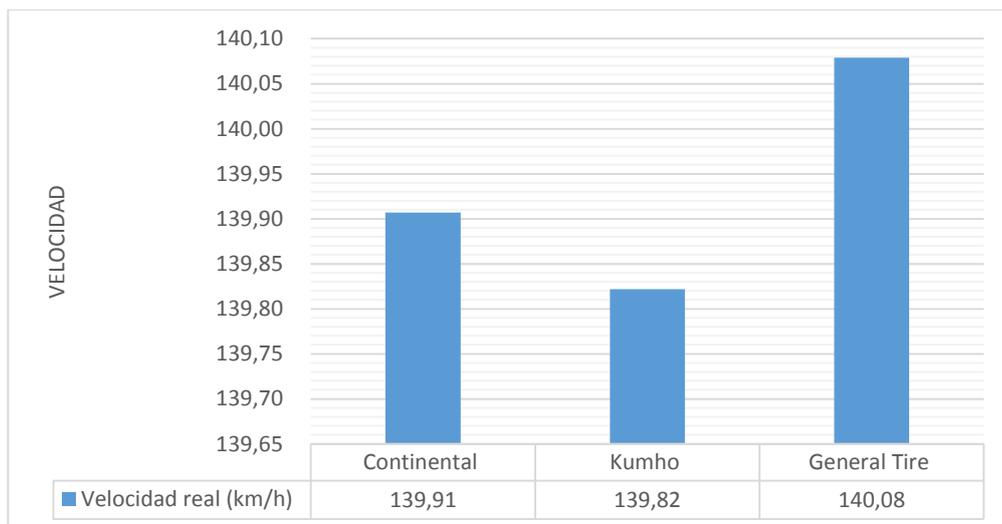


Figura 4. 6 Velocidad real 140 km/h
Fuente: Corral A.

A partir de la segunda velocidad los tiempos teóricos son de 30 min, donde estos neumáticos se demoraron más a una velocidad de 140 km/h con un promedio de 35'16" tal como se muestra en la figura 4.7.

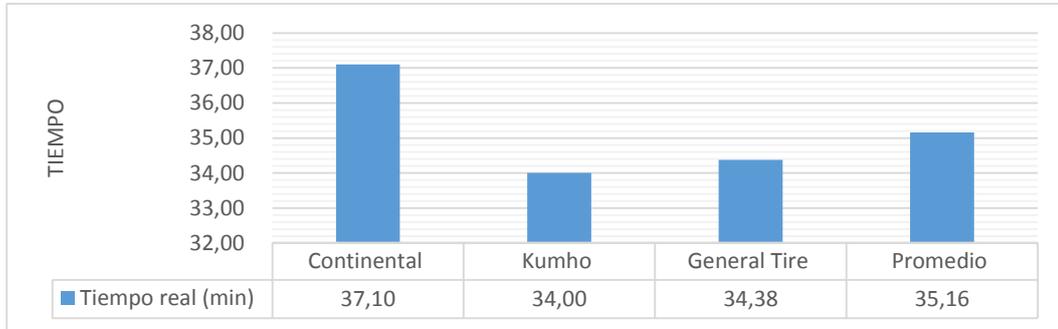


Figura 4. 7 Tiempo real 30 min
Fuente: Corral A.

En la figura 4.8 se observa la tercera velocidad a 150 km/h, el porcentaje de tolerancia en esta velocidad equivale al 99.80 % (original), 100.20 % (nacional) y 0 % (extranjera), lo que demuestra que a partir de esta velocidad la muestra extranjera no llega al porcentaje de velocidad teórica porque sufrió desprendimientos en la banda de rodamiento, mientras que la muestra nacional superó con dicho porcentaje.

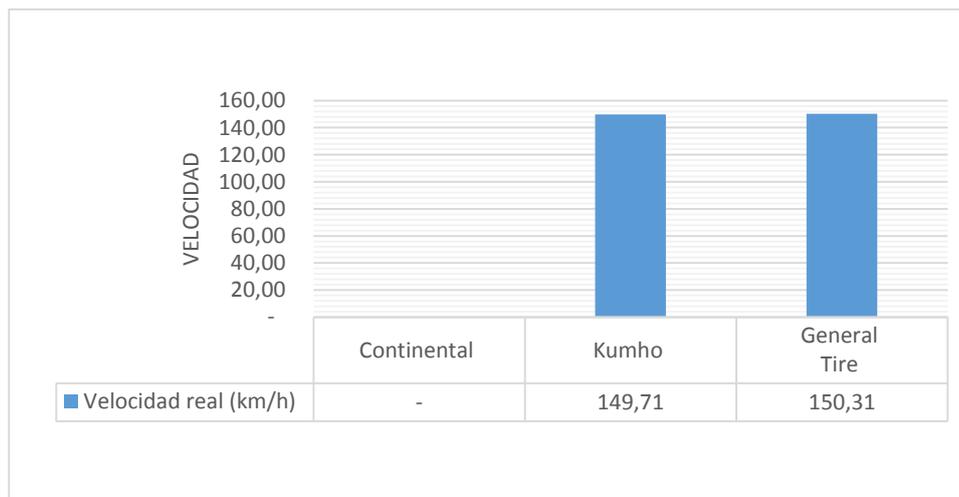


Figura 4. 8 Velocidad real 150 km/h
Fuente: Corral A.

El tiempo promedio a una velocidad de 150 km/h es de 32'29", demostrando que ambas muestras tanto original y extranjera llegan hasta el tiempo teórico.

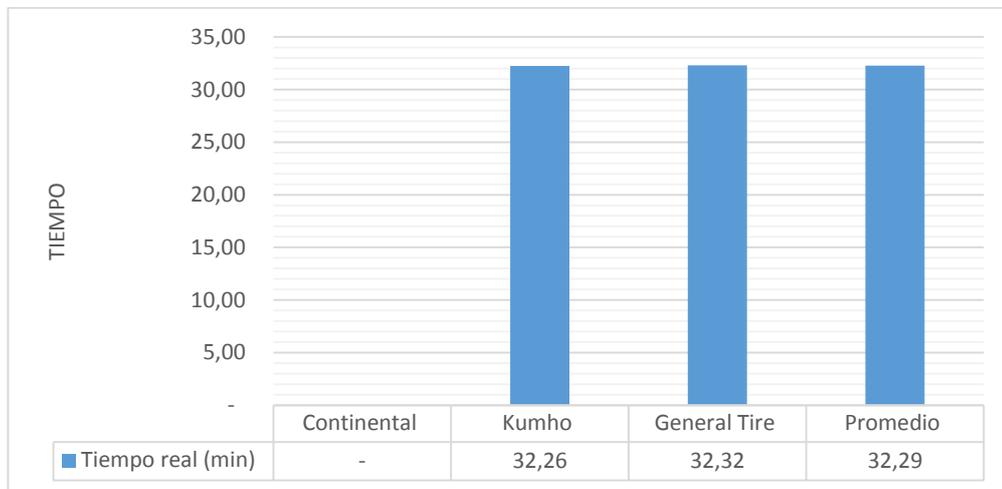


Figura 4. 9 Tiempo real 30 min
Fuente: Corral A.

La última velocidad de la prueba de ensayo corresponde a 160 Km/h, el porcentaje de tolerancia es del 100.37 % (original) y 99,93 % (nacional), donde la muestra original cumple con el valor de velocidad teórica con una velocidad de 160.063km/h como se observa en la figura 4.10.

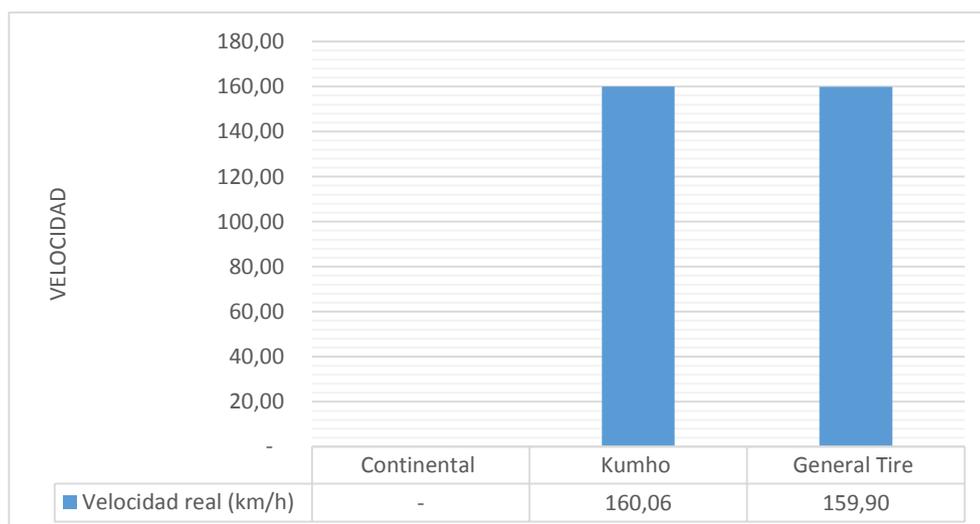


Figura 4. 10 Velocidad real 160 km/h
Fuente: Corral A.

El tiempo final de la última velocidad de ensayo a 160 km/h corresponde a un tiempo promedio de 21'51", el neumático Kumho cumple con el tiempo teórico final con un tiempo de 32'33" seguido del neumático General tire con 32'21" como se indica en la figura 4.11.

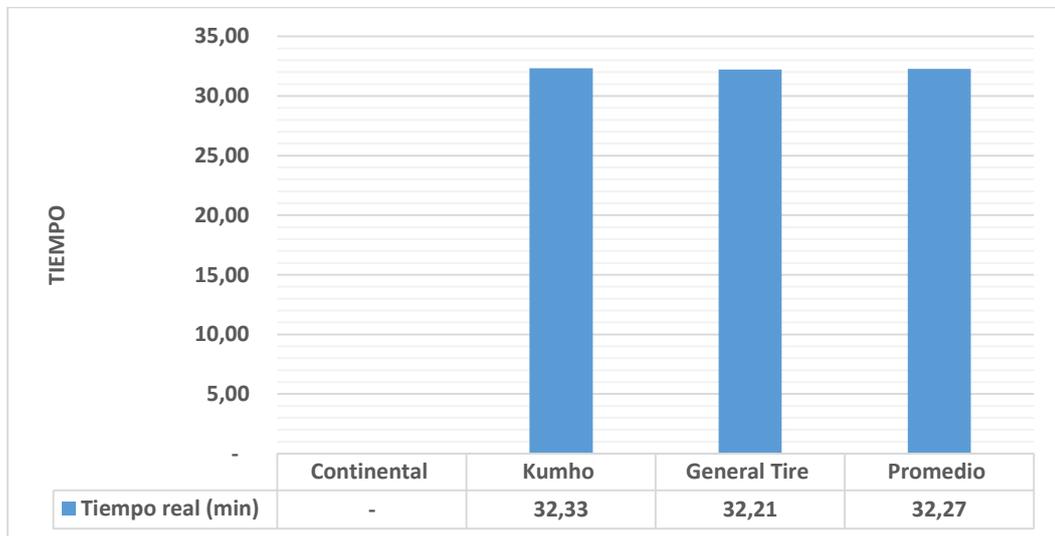


Figura 4. 11 Tiempo real 30 min
Fuente: Corral A.

4.5.2. CARGAS APLICADAS.

Las cargas aplicadas sobre las muestras de los neumáticos dependerá de la capacidad de carga o los índices de carga máxima que soportaran los neumáticos, la muestra del neumático Continental poseía un índice de carga del 92/93T que equivale a 690 Kg, mientras que las muestras originales y nacionales tenían un valor de 84T que equivale 500kg, es decir que las muestras extranjeras tenían un 9 % extra de capacidad de carga que las demás muestras, sin embargo teniendo un índice de carga mayor que el resto de las muestras no llegó con el valor de presión final, también cabe mencionar que las pruebas de ensayo realizadas son con el 85 % de la carga máxima, es decir que para el neumático Continental, Kumho y General tire la carga aplicada fue de 586.50 kg, 425 kg, y 425 kg respectivamente tal como se observa en la figura 4.11.

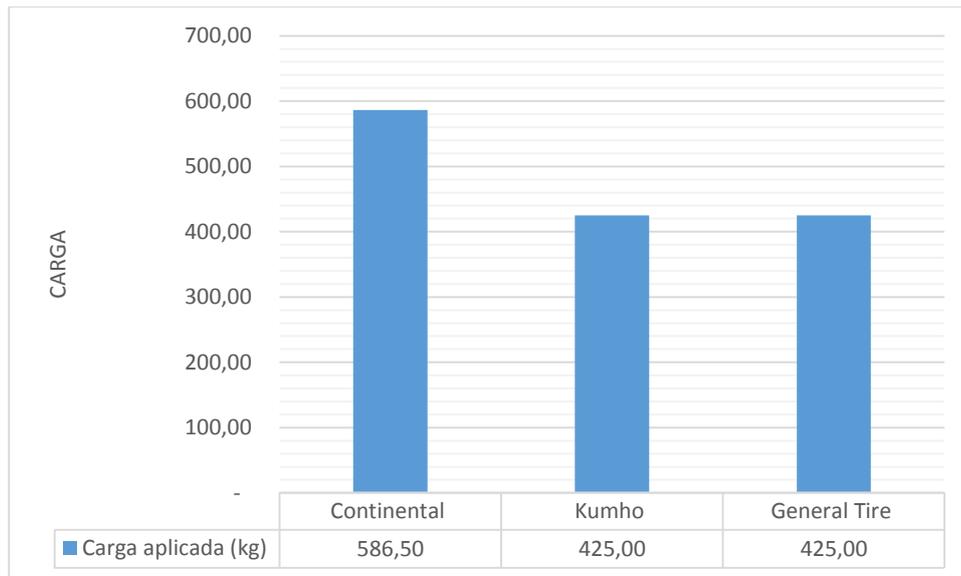


Figura 4. 12 Cargas aplicadas con el 85%
Fuente: Corral A.

4.5.3. PRESIONES FINALES DE ENSAYO.

En cuanto a las presiones finales obtenidas de las muestras de neumáticos se ha realizado un promedio de la pruebas de cada neumático demostrando que las presiones a estos rangos de velocidades de 80 km/h, 140 km/h, 150km/h y 160km/h no sean menores al 95 % de la presión inicial antes de realizar el ensayo tal como se observa en la figura 4.12.

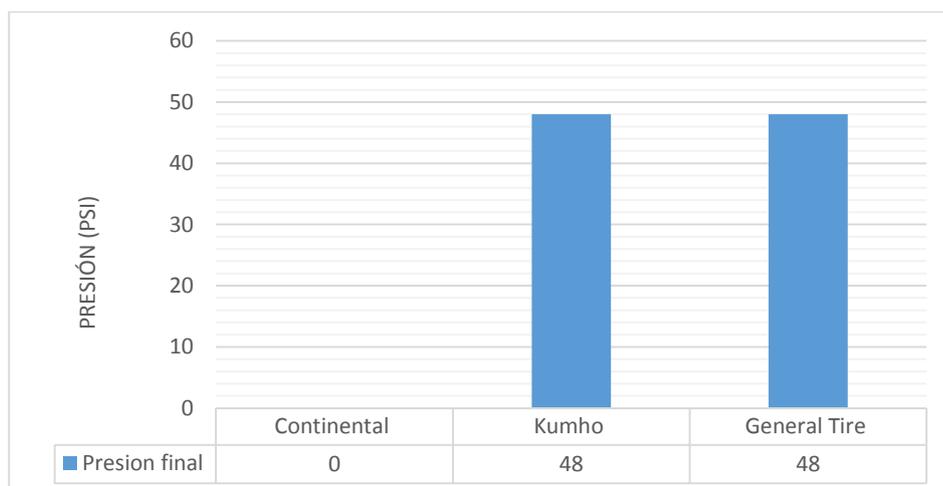


Figura 4. 13 Presiones finales de ensayo
Fuente: Corral A.

En el esquema de los parámetros de ensayo se observa en general la comparativa de resultados de las tres muestras de neumáticos tanto original, extranjera y nacional. En las pruebas se midió lo que es presiones tanto la inicial como la final, esto se realiza siempre al comienzo de toda prueba de ensayo ya que en la normativa indica que la presión inicial no debe ser mayor al 95 % de la presión final luego del ensayo, caso contrario el neumático no pasa con los estándares de calidad. Estas pruebas se aplican con una determinada carga como indica la norma mediante intervalos de tiempo, existen dos tiempos el real y el teórico, el teórico corresponde a dos horas, y 30 min con velocidades teóricas y reales de 80 km/h, 140km/h, 150km/h y 160 km/h respectivamente. La velocidad de 80 km/h es la más importante ya que es cuando el neumático está siendo precalentado para posteriormente realizar velocidades más altas. Los tiempos reales varían dependiendo del neumático, es por eso que se realiza con tres neumáticos de diferente marca, pero de iguales medidas. Como se observó en el análisis de resultados individual la muestra nacional cumplió con los estándares de calidad con una presión de 48 Psi, seguido de la muestra original con un valor de 48 Psi y por último la muestra extranjera con un valor de cero de presión lo que indicó que no paso con las pruebas de ensayo tal como se observa en la figura 4.13, encontrados en el anexo IX, donde se aprecia claramente que el neumático Continental no cumple con las normas.

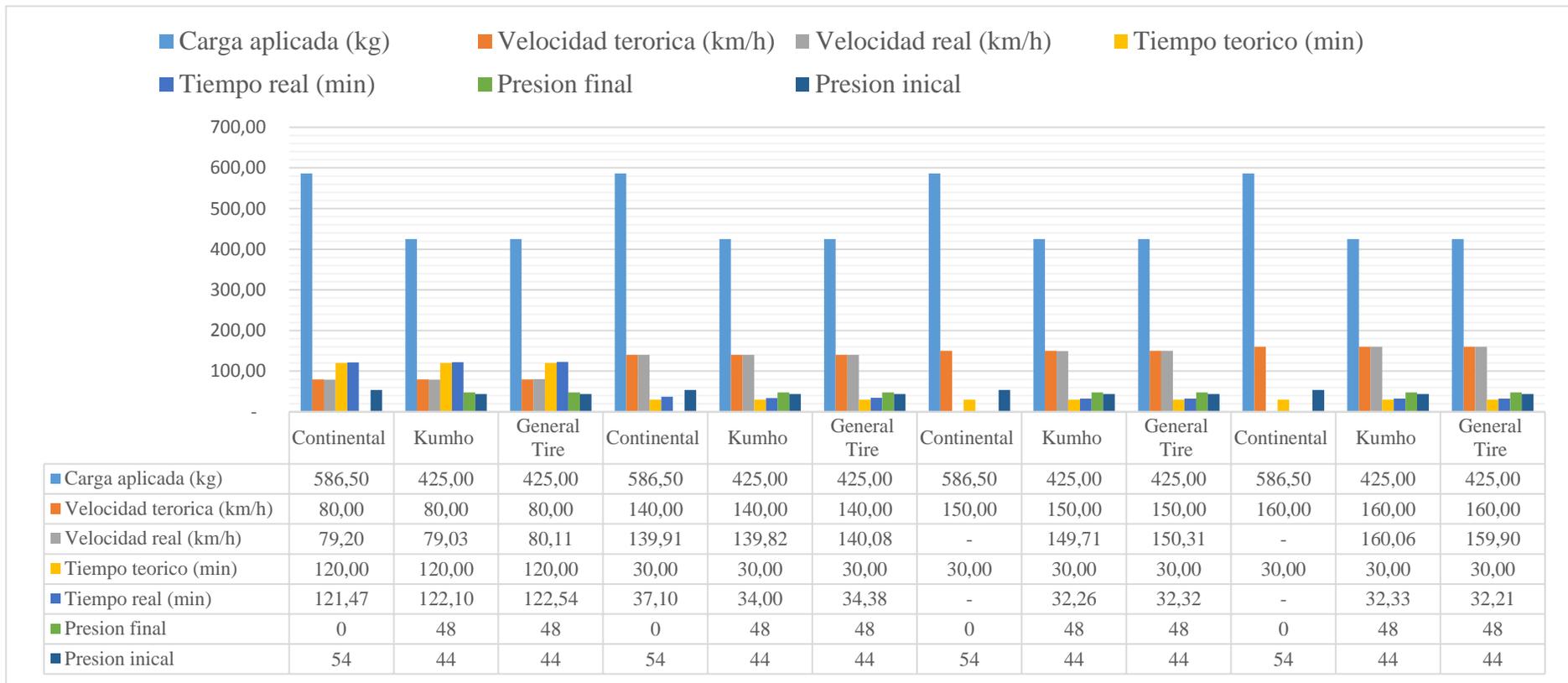


Figura 4. 14 Parámetros de ensayos y resultados
Fuente: Corral A.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Las pruebas de ensayo que se realizan en el laboratorio normado en cuanto a pruebas de calidad corresponden a la determinación de las dimensiones físicas, del aguante o resistencia de la penetración y la prueba de la determinación del rendimiento a alta velocidad, la que determinará si las muestras de las marcas específicas cumplen con los diferentes requerimientos de calidad, en cuanto a presión y temperatura mediante distintas velocidades con determinadas cargas, cabe recalcar que las pruebas son realizadas a 3 neumáticos, no a un número determinado de lote.

Dentro de la laboratorio el equipo que se utilizó era una rueda plana de acero que funcionaba con un motor eléctrico e hidráulico, las pruebas son autodestructivas que se realizan bajo normativas nacionales del instituto Ecuatoriano de normalización (INEN) NTE 2097 y 2099 100 % tomadas de las normas extranjeras federal motor vehicle safety standards (FMVSS) 49 CFR parte 571 N° 109 y N° 139 y que bajo parámetros aprueban o no los neumáticos que circulan dentro del territorio Ecuatoriano, cabe recalcar que a nivel nacional existen solo dos centros que son especializados en pruebas de neumáticos, el uno es de la metalmecánica San Bartolo de la ciudad del distrito metropolitano de Quito y la otra es en la ciudad de Cuenca perteneciente a la Escuela Politécnica Nacional.

Las pruebas realizadas a velocidades progresivas de 80km/h, 140 kmh/h, 150km/h y 160 km/h de las muestras originales, extranjeras y nacionales cumplirán con los requerimientos mínimos que solicite el laboratorio normado para garantizar los resultados a comparar. Uno de los factores importantes de estas pruebas es que no se mide el desgaste, son pruebas autodestructivas donde lo que se mide son las pérdidas de presión, de temperatura, de

hermetización, o si el neumático sufre evidencias físicas como separaciones en la banda de rodamiento, cara lateral, pliegos, cuerdas, forro interno, pestaña, ni que tampoco presente cortes, cuerdas rotas, expuestas, grietas, empalmes abiertos, es decir que no haya una separación entre el aro de prueba y la pestaña del neumático. Lo importante es conocer la numeración de cada neumático para que cumpla con las condiciones iguales mediante datos cuantitativos para ser comparables.

EL neumático extranjero fabricado en la Republica Checa no pasó con los valores predeterminados de la norma, la cual indicaba que la presión final del neumático no debía ser menor al 95 % de la presión inicial. No se midió un valor final de presión ya que la banda de rodamiento sufrió un desprendimiento a una velocidad real de 139.907 km/h, con una carga aplicada del 85 %, a un tiempo real de 37'10", lo que se consideró que la presión no fue mayor a 51 Psi (presión inicial). Esto indica que los neumáticos extranjeros que ingresan a nuestro país deben realizar estas pruebas para determinar su correcto funcionamiento de trabajo y calidad, caso contrario no son óptimos para el uso en un vehículo. Cabe detallar puntualmente que para el rendimiento de alta velocidad la muestra alterna extranjera no paso con la prueba porque el estudio es enfocado a un neumático perteneciente a la marca Continental, para concluir en general que los neumáticos Continental no son óptimos para la circulación dentro del territorio Ecuatoriano se tendría que hacer un estudio de un lote determinado de neumáticos Continental, por ejemplo de cada 100 neumáticos, cuántos de estos aprueban o no con estas pruebas de calidad.

El neumático original aprobó con las pruebas, la presión inicial del neumático fue de 44 Psi, el 95 % de esta presión equivale a un valor aproximado de 41 Psi, y el valor de presión final medido fue de 48 Psi cumpliendo con la norma que debe ser mayor a la presión inicial de ensayo a una velocidad real final de 160.063 km/h, a un tiempo final real de 32'33", con

una carga aplicada de 85 %. Sin embargo la muestra mostró unas evidencias visuales en la banda de rodamiento originando un desgaste en el labrado del mismo, lo que indica que la marca original cumple con los estándares necesarios mínimos pero que no es recomendable utilizar sobre un vehículo.

El neumático nacional pasó con las pruebas de calidad, al igual que el neumático original la presión inicial máxima fue de 44 Psi y la presión final fue de 48 Psi, llegando a la conclusión que la marca nacional cumple con el objetivo general del estudio que es valorizar neumáticos nacionales e importados mediante normas nacionales. Haciendo una comparación con las otras dos marcas se considera que la marca nacional en la prueba del rendimiento de alta velocidad es mejor ya que no sufrió ninguna evidencia física y visual sobre la banda de rodamiento y pestaña, brindando un excelente funcionamiento de trabajo, sin desgastes, con una mayor capacidad de aguante a velocidades progresivas, lo que indica que debe ser utilizado e implementado en condiciones óptimas de trabajo para circular en cualquier tipo de vehículo dentro del territorio Ecuatoriano.

RECOMENDACIONES

Para la realización de las pruebas es fundamental que la temperatura ambiente cumpla con todos los requerimientos de la norma NTE INEN 2097, haciendo que el lugar donde se encuentre el neumático tenga valores de $38^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$. Estos valores están establecidos por la normas NHTS donde determinan que las pruebas estén en caliente porque hay que considerar que cuando un neumático está realizando un trabajo real se toma las temperaturas de frenado, del medio ambiente entre otras.

Es importante que al comienzo de la prueba el neumático este precalentado, es por esa razón que se comienza con una velocidad de 80 km/h durante 2 horas, luego se deja de enfriar hasta alcanzar la temperatura de $38^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ y comenzar con las velocidades altas de 140 km/h, 150 km/h y 160 km/h durante 30 min respectivamente.

Es sustancial que el registro de datos sea realizado por un programa específico para la tabulación de datos, es por eso que se utiliza un programa llamado Scada (supervisory control and data acquisition), el cual es un sistema de adquisición de datos y control supervisor que permite controlar una planta o proceso, es decir que supervisa los datos que entrega la rueda plana de acero para medir las presiones finales de los neumáticos.

Es fundamental que La rueda plana de acero tenga al menos del mismo ancho de la banda de rodamiento del neumático a ensayarse, esta rueda posee un diámetro de 1,70 m de superficie exterior lisa.

Utilizar por lo menos dos muestras de neumáticos para comparar los resultados finales de los ensayos debido a que si un neumático no pasa la prueba, la otra muestra debería indicar lo mismo, y realizar un estudio de un número determinado de lotes de neumáticos para determinar cuántos aprueban con estas clases de pruebas de ensayo.

Se recomienda que las muestras donde se realizaron las pruebas no sean utilizadas o implementadas en el uso de un vehículo de pasajeros porque las velocidades y las cargas son elevadas haciendo que el neumático realice un 100 % de su trabajo, sin embargo lo que se recomienda es utilizar para uso emergente, es decir para llanta de emergencia.

Al momento de comprar un juego de neumáticos asegurarse en la etiqueta del neumático el país de fabricación ya que muchas de las veces los clientes no poseen conocimientos acerca del neumático que están adquiriendo, en este caso la compra era por un neumático Continental nacional, sin embargo, la procedencia de este fue de la República Checa y en general todos los neumáticos Continental son nacionales pero también existen otros que son importados.

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFIA

- [1] Bosch, R. (2003). Sistemas de freno convencionales y electrónicos. Alemania.
- [2] Bosch, R. (2005). Manual de la técnica del automóvil. Alemania : 4ª Edición .
- [3] Casado, E. A. (2012). Sistemas de transmisión de fuerzas y trenes de rodaje. España, Madrid: S.A Ediciones .
- [4] Dominguez, E. J. (2008). Mecánica del Vehículo . S.A Editex.
- [6] Domínguez, E. J. (2013). Elementos Amovibles. S.A Editex.
- [7] General . (2016). General Tire . Obtenido de <http://www.generaltire.es/>
- [8] Gerschler, H. (2001). Tecnología del automóvil tomo 2 gtz. Eschborn: Reverté S.A. .
- [9] Gonzáles, T. (2013). Circuitos de fluidos, Suspensión y dirección. Editex.
- [10] Hyundai Accent . (2011). Manual del propietario Accent . Hyundai motor company .
- [11] Luque, P. (2005). Ingeniería del automóvil, sistemas y comportamiento dinámico . Madrid, España : Paraninfo S.A.
- [12] Luque, P. (2008). Ingeniería del automóvil, sistemas y comportamiento dinámico. Madrid: Paraninfo S.A.
- [13] Martín, J. C. (1997). Mecánica del automóvil actualizada. Antonio Miravete de marco.
- [14] Navarro, J. M. (2009). Elementos estructurales del vehiculo . Madrid, España : S.A Paraninfo.
- [15]Parea, A. M. (1992). Limitaciones del conductor y vehículo . Barcelona, España : Marcombo S.A. .
- [16] Parera, A. M. (2000). Sistemas de seguridad y confort en vehículos automóviles. Barcelona, España: S.A Marcombo.
- [17] Passaniti, J. J. (2007). Manual técnicas de competición . Buenos Aires, Argentina : Ediciones técnicas RT .
- [18] Pérez, J. M. (2008). Tecnología del automóvil chasis. Madrid, España: S.A Paraninfo.
- [19] Reverte. (2005). Sistemas para la estabilización del vehículo. Alemania.
- [20] AEADE . (2014). Anuario 2014. Quito .
- [21] GPO U.S Goberment publishing office. (1 de Noviembre de 2011). Obtenido de <https://www.gpo.gov/fdsys/pkg/CFR-2011-title49-vol6/pdf/CFR-2011-title49-vol6-sec571-105.pdf>
- [22] GPO. (1 de Noviembre de 2011). *GPO U.S Goberment publishing office*. Obtenido de <http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/CFR-2011-title49-vol6/pdf/CFR-2011-title49-vol6-sec571-109.pdf>

- [23] GPO. (1 de Noviembre de 2011). *GPO U.S Government publishing office*. Obtenido de <https://www.gpo.gov/fdsys/pkg/CFR-2011-title49-vol6/pdf/CFR-2011-title49-vol6-sec571-138.pdf>
- [24] GPO U.S Government publishing office. (1 de Noviembre de 2011). Obtenido de <https://www.gpo.gov/fdsys/pkg/CFR-2015-title49-vol6/pdf/CFR-2015-title49-vol6-sec571-139.pdf>
- [25] Michelin. (Diciembre de 2012). ATM actualidades técnicas Michelin. Obtenido de http://michelin.softbox.mx/Fichas/TCAR/FormatoATM_TCAR_DIGITAL.pdf
- [26] NTE INEN 2097 . (2012). Neumáticos para vehiculos de pasajeros, métodos de ensayo. Ecuador : Primera edición .
- [27] NTE INEN 2099. (1996). Neumáticos para vehiculos de pasajeros, requisitos . Ecuador : Primera edición .
- [26] NTE INEN 2616 . (2012). Neumáticos rencauchados, métodos de ensayo . Ecuador: Primera edición .
- [28] seguridad en la conducción del vehiculos, conocimiento de los neumáticos . (s.f.). Obtenido de http://www.dip-badajoz.es/ciudadanos/prl/documentos/cod_vel_neumaticos.pdf
- [29] Chevrolet . (2015). Chevrolet Sail Sedan. Obtenido de <http://www.chevrolet.com.ec/sail-sedan.html>
- [30] Continental . (2015). Continental andean regions. Obtenido de http://www.continental-corporation.com/www/pressportal_an_es/themes/press_releases/4_rubber_group/truck_tires/pr_2012_07_11_uhp_es.html
- [31] Hyundai . (2015). Hyundai Accent . Obtenido de <http://www.hyundai.com.ec/index.php/accentverna.html>
- [32] Kia . (2015). Kia Rio R . Obtenido de <https://www.kia.com.ec/Autos/rio-r-4-puertas.html>
- [33] Kumho Tyre. (2015). Kumho tyre. Obtenido de <http://www.kumho-eu-tyre-label.eu/es/etiqueta-para-neumaticos.html>
- [34] Patio tuerca . (2004). Patio Tuerca Ecuador . Recuperado el 5 de Noviembre de 2015 , de <https://ecuador.patiotuerca.com/ptx/>
- [35] Rueda llantas . (2015). Rueda llantas . Obtenido de <http://www.ruedallantas.com/Index.php?medida=175/70R14>
- [36] tiretech. (2015). Alineación. Obtenido de <http://www.tirerack.com/tires/tiretech/techpage.jsp?techid=4&ln=sp>
- [37] U.T.Q.G. (2016). U.T.Q.G Uniform tire quality grade. Obtenido de <http://www.tirerack.com/tires/tiretech/techpage.jsp?techid=48>

ANEXOS

ANEXO I

FICHA TÉCNICA DEL NEUMÁTICO CONTINENTAL

Size	Tyre Tread pattern	PR	Operational code 1)	Rim 2)	Tube and valve (TL valve)	Tyre dimensions						Radius stat. +/-2%	Rolling circumference -1.5% -2.5%
						Max. standard value in operation ³⁾				new			
						Stand.	Spec.	Stand.	Spec.	Width	Outer-Ø		
165 R 13 C	VancoContact 2 → LS 25 # RT 750	6	91/89 R	4 J	43 GS 11.5 (1330, 38 G 11.5)	167 172 177	175 180 185	604	609	162 167 172	596	267	1806
165/70 R 13 C	VancoContact 2 → VancoWinterContact	6	88/86 R	4 1/2 J* 5 J *	43 GS 11.5 (1330, 38 G 11.5)	172 177		572	576	165 170	562	258	1703
175 R 14 C	LS 22 LMS 70	8	99/98 P	4 1/2 J 5 J 5 1/2 J	43 GS 11.5 (1440, 38 G 11.5)	178 183 188	187 192 197	642	648	173 178 183	634	289	1920
185 R 14 C	Vanco-6 Vanco-8 VancoFourSeason VancoWinter VancoViking*	6 8	99/97 Q 102/100 Q	5 J 5 1/2 J 6 J	43 GS 11.5 (1440, 38 G 11.5)	189 194 199	198 203 208	659	665	183 188 193	650	296	1970
195 R 14 C	Vanco-6 Vanco-8 VancoWinter VikingStop 2000**	6 8	102/100 Q 106/104 Q	5 J 5 1/2 J 6 J	43 GS 11.5 (1460, 38 G 11.5)	199 204 209	209 214 219	675	682	193 198 203	666	302	2018
205 R 14 C	Vanco-8 LMS 70	8	109/107 P	5 1/2 J 6 J 6 1/2 J	43 GS 11.5 (1460, 38 G 11.5)	209 214 219	220 225 230	696	703	203 208 213	686	301	2078
215 R 14 C	Vanco-8 LMS 70	8	112/110 P	5 1/2 J 6 J 6 1/2 J	43 GS 11.5 -	220 225 230	230 235 240	710	717	213 218 223	700	316	2121
165/75 R 14 C	Vanco-8	8	97/95 R	4 J 4 1/2 J 5 J		167 172 177		614	618	160 165 170	604	277	1830
185/75 R 14 C	Vanco-8	8	102/100 Q	5 J 5 1/2 J 6 J	43 GS 11.5 (1440, 38 G 11.5)	191 196 201		646	-	184 189 194	634	289	1920
195/75 R 14 C	Vanco-8	8	106/104 Q	5 J 5 1/2 J 6 J	43 GS 11.5 (1460, 38 G 11.5)	199 204 209		666	-	191 196 201	648	295	1963
165/70 R 14 C	VancoContact VancoFourSeason VancoWinterContact VikingStop 4000**	6	89/87 R	4 1/2 J 5 J	- (1430, 38 G 11.5)	172 177		598	602	165 170	588	271	1782
175/65 R14 C	VancoContact VancoWinterContact VancoViking* VancoVikingContact	6	90/88 T	5 J 5 1/2 J		186 191		594	598	177 182	584	267	1780

PR	Load index LI	Wheel position 5)	Load capacity (kg) per axle at tyre pressure (bar) (psi)								Speed Index and reference speed km/h
			3.0 (44)	3.25 (47)	3.5 (51)	3.75 (54)	4.0 (58)	4.25 (62)	4.5 (65)	4.75 (69)	
			6	91 89	S D	1030 1940	1095 2070	1165 2195	1230 2320		
6	88 86	S D	935 1775	1000 1890	1060 2005	1120 2120					R 170
8	99 98	S D	1120 2170	1195 2310	1270 2450	1340 2590	1410 2730	1480 2865	1550 3000		P 150
6	99 97	S D	1295 2445	1380 2605	1465 2765	1550 2920					Q 160
8	102 100	S D	1230 2315	1310 2465	1390 2620	1470 2765	1545 2915	1625 3060	1700 3200		Q 160
6	102 100	S D	1420 2675	1515 2855	1605 3030	1700 3200					Q 160
8	106 104	S D	1375 2605	1465 2775	1555 2945	1645 3110	1730 3275	1815 3440	1900 3600		Q 160
8	109 107	S D	1490 2820	1590 3005	1685 3190	1780 3370	1875 3550	1970 3725	2060 3900		P 150
8	112 110	S D	1620 3065	1725 3270	1830 3470	1935 3665	2040 3860	2140 4050	2240 4240		P 150
8	97 95	S D	1010 1910	1080 2035	1145 2160	1210 2285	1270 2405	1335 2525	1400 2645	1460 2760	R 170
8	102 100	S D	1175 2215	1255 2360	1330 2505	1405 2650	1480 2790	1555 2930	1630 3065	1700 3200	Q 160
8	106 104	S D	1315 2495	1405 2655	1490 2820	1575 2980	1655 3140	1740 3295	1820 3450	1900 3600	Q 160
6	89 87	S D	970 1825	1035 1945	1100 2065	1160 2180					R 170
6	90 88	S D	1005 1875	1070 2000	1135 2120	1200 2240					T 190

ANEXO II

FICHA TÉCNICA NEUMÁTICO KUMHO

KUMHO TYRE 

ecowing es01

195/65 R15

91H KH27

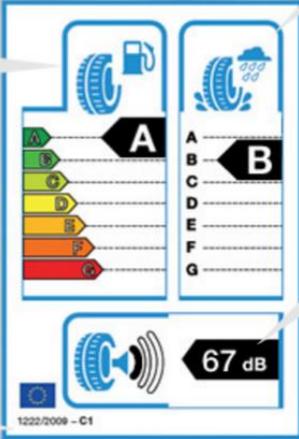
Consumo de combustible

Resistencia a la rodadura y el consiguiente consumo de combustible.

A es la mejor calificación, la clase D no se usa.

> **Más información**

Referencia al Reglamento 1222/2009-C1, C2 o C3.



Adherencia en mojado

A es la mejor calificación, las clases D y G no se usan.

> **Más información**

Ruido de rodadura

Todos los neumáticos deben respetar el límite de ruido. Cuanto menor sea el número de rayas negras, más silencioso será el neumático.

> **Más información**

Consumo de combustible



El ahorro de combustible depende fundamentalmente del vehículo y de las condiciones de conducción. Si el vehículo esté completamente equipado con neumáticos de la clase A, se puede producir una disminución de consumo de hasta el 7,5% en comparación con la clase G. En el caso de vehículos comerciales, la diferencia puede ser incluso mayor.

Ejemplo (neumáticos para turismo):



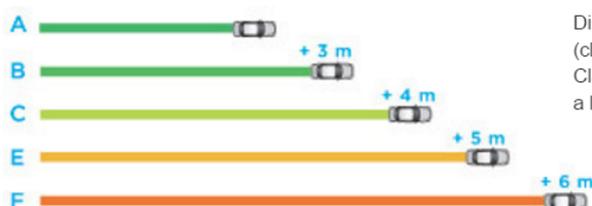
litros más a los 100 km para un consumo medio de 6,6 l (clase D sin uso).
 A (mayor eficiencia) hasta
 G (menor eficiencia)

Adherencia en mojado



En este caso, el grado de eficacia depende fundamentalmente del vehículo y de las condiciones de conducción. En caso de un frenado en seco, la distancia de frenado con el vehículo completamente equipado con neumáticos de la clase A, se puede reducir hasta en un 30% con respecto a la clase G. En un turismo «normal» que vaya a una velocidad de 80 km/h, la distancia de frenado en un trayecto de adherencia media puede ser hasta 18 m menor.

Ejemplo (neumáticos para turismo):



Distancia de frenado 80 > 0 km/h
(clases D y G sin uso)
Clases de la F (mayor distancia de frenado)
a la A (menor distancia de frenado)

Ruido de rodadura exterior



Se indica el valor del ruido de rodadura exterior del neumático en decibelios. Cabe señalar que el ruido de rodadura exterior del neumático no siempre es correlativo al ruido del habitáculo del vehículo.

-  El pictograma con tres rayas negras que significa que el ruido de rodadura exterior del neumático cumple los límites UE vigentes hasta 2016.
-  Dos rayas negras indican que el ruido de rodadura exterior del neumático cumple los límites UE vigentes a partir de 2016 o que es inferior hasta en 3 dB.
-  Una raya negra señala que el ruido de rodadura exterior del neumático es inferior en más de 3 dB a los límites UE vigentes a partir de 2016.

KUMHO TYRE 

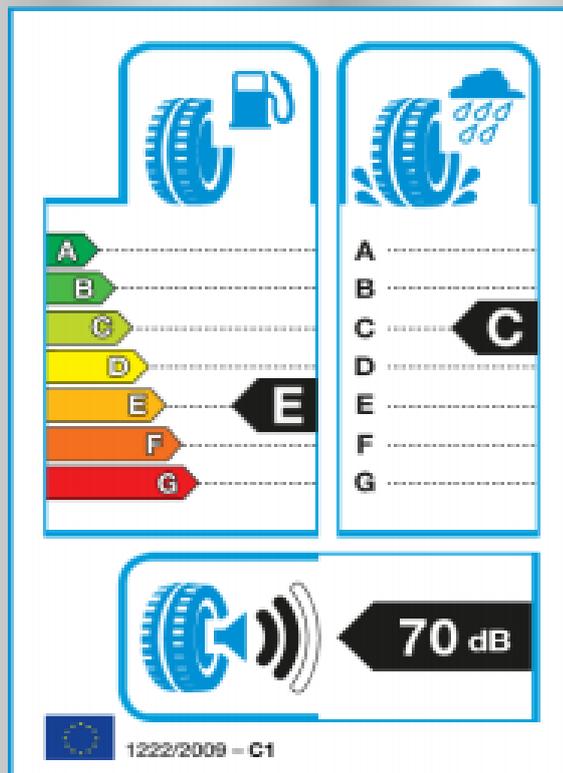
SOLUS
KH17

175/70 R 14

84T

KH17

SOLUS KH17



ANEXO III

FICHA TÉCNICA NEUMÁTICO GENERAL TIRE

SPECIFICATIONS

GENERAL **ALTIMAX**

225/70-16 tires are marked with a red dot (•).

Currently Selected Tire Size(s)

SIZE	UTQG	MAX. LOAD	MAX. INFLATION PRESSURE	TREAD DEPTH	TIRE WEIGHT	RIM WIDTH RANGE	MEAS. RIM WIDTH	SECT. WIDTH	TREAD WIDTH	OVERALL DIAM.	REVS. PER MILE
225/70R16 103T SL	700 A B	1,929 lbs.	44 psi	12/32"	27 lbs.	6-7.5"	6.5"	9"	7"	28.4"	731

All Other Sizes for this Tire

SIZE	UTQG	MAX. LOAD	MAX. INFLATION PRESSURE	TREAD DEPTH	TIRE WEIGHT	RIM WIDTH RANGE	MEAS. RIM WIDTH	SECT. WIDTH	TREAD WIDTH	OVERALL DIAM.	REVS. PER MILE
175/70R13 82T SL	600 A B	1,047 lbs.	44 psi	11/32"	14 lbs.	4.5-6"	5"	7"	5.1"	22.6"	919
175/65R14 82T SL	600 A B	1,047 lbs.	44 psi	11/32"	14 lbs.	5-6"	5"	7"	5.2"	23"	903
175/70R14 84T SL	600 A B	1,102 lbs.	44 psi	11/32"	15 lbs.	4.5-6"	5"	7"	5.2"	23.6"	880
185/65R14 86T SL	600 A B	1,168 lbs.	44 psi	11/32"	16 lbs.	5-6.5"	5.5"	7.4"	5.6"	23.5"	884

ANEXO IV

FICHA TÉCNICA VEHÍCULO CHEVROLET SAIL

DIMENSIONES EXTERNAS (mm)



Dimensión(mm.)
 Largo: 4249
 Ancho: 1690
 Alto: 1505
 Distancia entre ejes: 2485
 Trocha delantera: 1462
 Trocha posterior: 1457
 Voladizo delantero: 808
 Voladizo posterior: 806



MOTOR	
Tipo / Código	C14 DOHC
Disposición	Delantera
Desplazamiento (cc.)	1398,4
N° de cilindros	4
N° de válvulas	16
Potencia (HP @ RPM)	102 @ 6000
Torque (Nm @ RPM)	131 @ 4200
Relación de compresión	10,2
Diámetro y Carrera (mm.)	73,8 x 81,8
Combustible	90 RON

CHASIS	
Dirección	- POWER - RACK & PINION - STEERING LOCK
Suspension delantera	Macpherson
Suspensión posterior	Twist
Frenos Delanteros	Disco ventilado 9"
Frenos Posteriores	Tambor
Freno de estacionamiento	Mecanico en ruedas posteriores
Gauchos	Radiales
Medidas	185/60 R14
Rines	Acero (incluye repuesto)

TRANSMISION MANUAL		
Tipo / Código	MT	SH63A
Marchas	1°	3,727
	2°	2,050
	3°	1,323
	4°	0,943
	5°	0,743
Reversa		3,454
Relación Final		4,118
Tipo de tracción		4x2

PESOS Y CAPACIDADES	
Peso Vacío (kg)	1070
Peso bruto vehicular (kg)	1435
Capacidad de carga (kg)	375
Capacidad del tanque (L)	42

Nota: Relacion final definitiva bajo desarrollo por SGM

ANEXO V

FICHA TÉCNICA DEL VEHÍCULO KIA RIO R

Fotografía para uso publicitario. Kia se reserva el derecho de cambiar las especificaciones sin previo aviso.



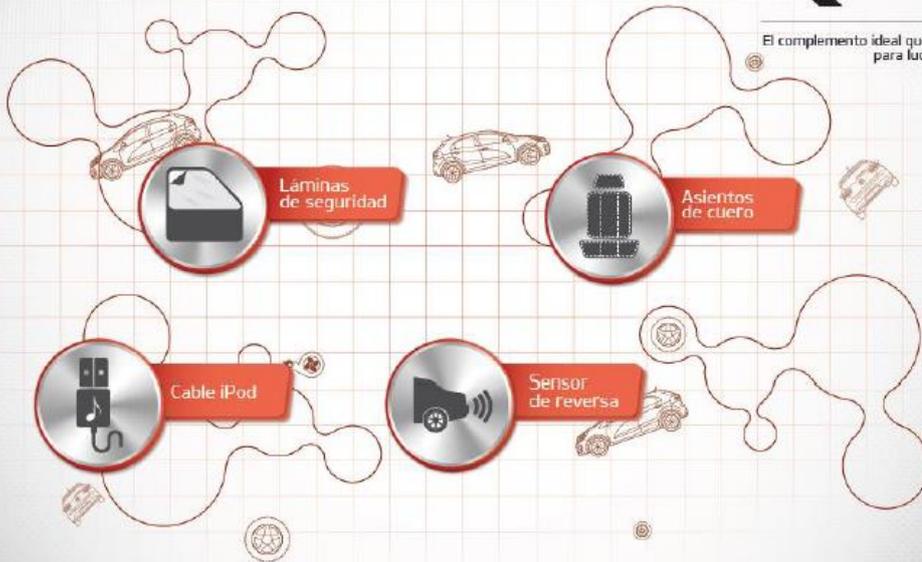
The Power to Surprise

RIO R

ACCESORIOS

RIO R

El complemento ideal que tu auto necesita para lucir en movimiento.



TECNOLOGÍA

ÚNICO EN SU SEGMENTO CON 6 VELOCIDADES, COMBINA ECONOMÍA Y PRACTICIDAD CON UN ESTILO VANGUARDISTA

Transmisión manual de 6 velocidades, provoca una experiencia de manejo más deportiva y dinámica, aprovechando al máximo la potencia del motor. Cuando se trata de bajar la potencia del motor, el conductor se ayuda con la caja de cambios sin tener que pisar a cada momento el freno, además de generar mejor relación de caja, disminuye el consumo de combustible.



Su suspensión tipo McPherson con un nuevo montaje en el sistema de propulsión y carga lateral de los muelles helicoidales reducen la fricción, mejoran la calidad de marcha y ofrecen un gran confort, ahorro de combustible, además de mayor control y seguridad en el manejo.

La dirección electro-asistida (MDPS) beneficia en gran manera al conductor, garantizando un manejo suave, más seguro a altas velocidades y muy asertivo en cuestión de parqueo.

El sistema de dirección es más liviano y genera un 3% de ahorro de combustible adicional.

MOTOR

VEHÍCULO CON TECNOLOGÍA ECO-DYNAMICS

Tecnología Eco-Dynamics significa que el sistema del motor, la transmisión, la aerodinámica del vehículo, los neumáticos, el material de los asientos, su diseño, la dirección, entre otros aspectos, contribuyen al cuidado del medio ambiente, generando ahorro de combustible y bajas emisiones contaminantes.

El concepto de vehículos ecológicos está aplicado en todo el ciclo de vida de un Rio R, desde el diseño hasta el reciclaje de sus componentes. Kia crea productos innovadores, garantizando avanzadas pautas de diseño amigables con el medio ambiente.

El Rio R tiene un motor Gamma de Aluminio de 1.4L con gran potencia de 109 ps. Es un motor mucho más liviano que por sus características genera ahorro de combustible, menos ruido y menos emisiones.

Su DOHC y CVVT (doble árbol de levas con control de válvulas variable) optimiza la combustión y rendimiento del motor, además de su cadena de distribución, libre de mantenimiento, genera inclusive un mayor ahorro.



SEGURIDAD



SEGURIDAD CERTIFICADA POR LAS PRUEBAS MÁS RÍGIDAS A NIVEL MUNDIAL

Máxima certificación 5 estrellas en EURO NCAP (más riguroso test a nivel mundial). Cumplió con los más altos estándares de seguridad (5 estrellas) en NHTSA test de los Estados Unidos.

El Rio R viene equipado con una tecnología única de deformación programada, cuyo efecto es absorber el impacto en gran manera en caso de colisión.

La apertura del baúl y del combustible desde el interior, a más de cuidar la seguridad del conductor, ofrecen gran comodidad en el diario vivir.

El dispositivo Kia Satelital, la alarma antirrobo y el bloqueo central brindan la seguridad y confort que su familia necesita.

CONVENIENCIA

REVOLUCIONA TU MUNDO CON RIO R

Reinventado y renovado, el nuevo Rio R es un auto para cambiar tu estilo de vida. Posee gran nitidez y una fluyente, elegante y sobria línea de diseño al estilo europeo que se combina con la tecnología y características avanzadas en ergonomía y precisión, lo que hace del Rio R un vehículo dotado de talento tanto en el interior como en el exterior.

UNA PERSONALIDAD AGRESIVA

El Rio R ofrece innovación, seguridad del espacio, comodidad, calidad de construcción, calidad de conducción y relación costo-beneficio del dinero invertido.



DEPORTIVO, ELEGANTE, AMPLIO, CONFORTABLE Y PRÁCTICO

Los controles de la consola central están lógicamente posicionados para su operación de forma intuitiva con la punta de los dedos, sumado así a la conveniencia y confort que hacen de la conducción un absoluto placer.

Equipado con Bluetooth, que le permite hacer y recibir llamadas telefónicas sin usar las manos y dejar fluir su música a través del sistema de audio del automóvil.

ENCIENDA LOS SENTIDOS DE MANERA VISIBLE Y AUDIBLE

Con el sonido virtual tipo Arkamys que transmite un sonido bajo profundo, sonido consistente de alcance medio y un sonido alto minucioso, que le hacen perderse en sonidos bellos y envolventes.

Sus Bio Asientos de forma deportiva, hechos de soja, complementan la filosofía Eco-dynamics que al final de su vida útil serán reciclables; además que por su forma ofrecen gran comodidad y seguridad en movimientos inesperados.

DESCRIPCIÓN

VERSIÓN	1.4L MT 4P / 5P	EQUIPAMIENTO EXTERIOR
Tipo	4 cilindros	Espejos retrovisores deportivos eléctricos (ajustados a la puerta)
Cilindrada (cc)	1,396	Mascarilla metalizada
Potencia máxima (ps@rpm)	109 @ 6,300	Manijas, retrovisores y parachoques color carrocería
Torque máximo (kg.m@rpm)	14 @ 4,200	Bumper con memoria de retorno y rejilla para ventilación del carter
Sistema de válvulas	DOHC 16 válvulas CVT	Luz de día y halógenos
Sistema de Distribución	Cadena	EQUIPAMIENTO INTERIOR
Combustible	Gasolina	Aire Acondicionado (opcional)
TRANSMISIÓN		Rendijas de aire con bloqueo para salida independiente
Tipo	Manual	Vidrios eléctricos 4 puertas
Marchas	6 velocidades + reversa	Consola central con mandos estilo deportivo tipo plano
SUSPENSIÓN		Mandos desde el volante para el radio
Delantera	Conjunto McPherson	Radio CD MP3 con puertos AUX + USB con conectividad Bluetooth + 4 parlantes
Posterior	Eje rígido con espirales	Blo asientos con material de soja
Amortiguadores Neumático	A gas	Bolsillo en espaldar de asientos
	185/65 R15 Acero con tapacubo integral	Luz de advertencia apertura de puertas y maletero
DIRECCIÓN		Parasol con espejo
Tipo	MDPS (eléctrica asistida)	Cobertor de equipaje (versión 5P)
Ajuste del volante en altura	SI	Agarraderas de techo
Columna de dirección colapsable	SI	Portavasos delanteros y posteriores
FRENOS		SEGURIDAD
Delantera	Disco ventilado	Alarma
Posterior	Tambor	Bloqueo central
		STD Vidrios manuales, Radio JVC, Aros Acero



ANEXO VI

FICHA TÉCNICA VEHÍCULO HYUNDAI ACCENT



EQUIPAMIENTO INTERIOR	1.4AC	1.6AC
AIRE ACONDICIONADO	X	X
APERTURA DE TAPA DE GASOLINA DESDE EL INTERIOR	X	X
APERTURA MALETERO DESDE EL INTERIOR	X	X
ASIENTOS DELANTEROS DESLIZABLES Y RECLINABLES	X	X
AUDIO (RADIO+CD+MP3+ALX+USB, 4 PARLANTES)	X	X
CONTROL DE AUDIO EN VOLANTE	X	X
COMPUTADOR ABORIDO	X	X
CONEXIÓN BLUETOOTH	X	X
BLOQUEO CENTRAL	X	X
BOLSILLO PORTA MAPAS	X	X
CALEFACCIÓN	X	X
DESENHADOR VIDRO POSTERIOR	X	X
PORTAASOS CENTRAL	X	X
SISTEMA ECO DRIVE DE CAMBIOS SUGERIDOS	X	X
TACÓMETRO	X	X
VIDRIOS DELANTEROS ELÉCTRICOS	X	X
VIDRIOS POSTERIORES ELÉCTRICOS	X	X
VOLANTE REGULABLE EN ALTURA	X	X

EQUIPAMIENTO EXTERIOR	1.4AC	1.6AC
ANTENA EN TECHO	X	X
ESPEJOS EXTERIORES COLOR CARROCERÍA	X	X
ESPEJOS EXTERIORES CON AJUSTE ELECTRÓNICO DESDE EL INTERIOR	X	X
LUCES DIRECCIONALES EN RETROVISORES	-	-
GUARDACHOCOS FRONTAL Y POSTERIOR COLOR CARROCERÍA	X	X
HALÓGENOS	-	X
MANIJAS EXTERIORES COLOR CARROCERÍA	X	X
MANIJAS EXTERIORES COLOR CARROCERÍA	X	X

SEGURIDAD	1.4AC	1.6AC
BARRAS LATERALES EN PUERTAS CONTRA IMPACTOS	X	X
CARROCERÍA CON DEFORMACIÓN PROGRAMADA	X	X
CINTURONES DE SEGURIDAD DELANTEROS DE 3 PUNTOS	X	X
CINTURONES DE SEGURIDAD POSTERIORES DE 3 PUNTOS (R2), 2 PUNTOS (R1)	X	X
ESTRUCTURA MONOCASCO	X	X



MOTOR	1.4AC	1.6AC
TIPO	DUAL CVT	DUAL CVT
Nº. DE VÁLVULAS	16 Válvulas DOHC	16 Válvulas DOHC
CILINDRAJE (CC)	1.400CC	1.600CC
POTENCIA (HP / RPM)	99,6 / 6000	122 / 6000
TORQUE (KGM / RPM)	13,6 / 4000	15,9 / 4000

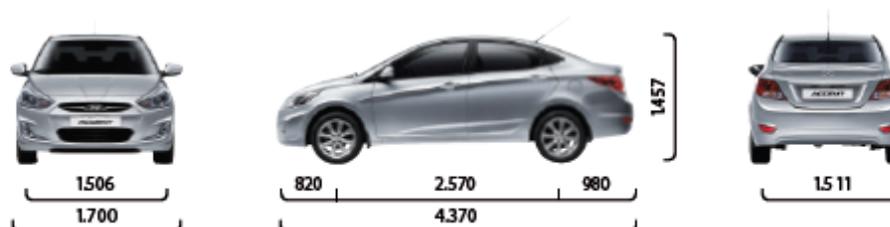
DIRECCIÓN	1.4AC	1.6AC
SISTEMA	MDP 5 (Asistida con Motor Electrónico)	

TRANSMISIÓN	1.4AC	1.6AC
TIPO	Manual	
VELOCIDADES	6 + Reverse	

SUSPENSIÓN	1.4AC	1.6AC
DELANTERA	MacPherson	
POSTERIOR	Barras de Torsión Tebeares Unidas - U-pole/hi Type	
AMORTIGUADORES	AGas	
ESPECIFICACIÓN	Alta / Reforzada	

AROS/LLANTAS	1.4AC	1.6AC
AROS	Acero y tapa cubo	
LLANTAS	165 / 65 R14	

FRENOS	1.4AC	1.6AC
SISTEMA	Doble Diagonal / Servo Asistido	
DELANTEROS	Discos Ventilados 14"	
POSTERIORES	Tambores 8"	
ESTACIONAMIENTO	Cablea Fuelle Posterior	



ANEXO VII

NORMATIVA NTE INEN 2097

**NEUMÁTICOS. NEUMÁTICOS PARA VEHÍCULOS DE
PASAJEROS. MÉTODOS DE ENSAYO.**

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece los métodos de ensayo para neumáticos para vehículos de pasajeros.

2. DEFINICIONES

2.1 Para efectos de esta norma se aplican las definiciones contenidas en la NTE INEN 2 096.

3. MÉTODOS DE ENSAYO

3.1 Método para la determinación de las dimensiones físicas

3.1.1 Fundamento

3.1.1.1 El ensayo consiste en determinar las dimensiones físicas del neumático bajo condiciones de

Ambiente uniforme.

3.1.2 Equipos Para la ejecución del ensayo se requiere:

3.1.2.1 Un aro de prueba especificado dependiendo del tamaño del neumático.

3.1.2.2 Compás

3.1.2.3 Cinta para medir el perímetro o flexómetro

3.1.2.4 Medidor de presión

3.1.2.5 Regla de acero

3.1.3 Preparación de la muestra

3.1.3.1 Inflar el neumático a la presión indicada en la tabla 1.

3.1.3.2 Acondicionar el neumático a la temperatura ambiente por lo menos 24 horas.

3.1.3.3 Reajustar la presión a la especificada en la 3.1.3.1.

TABLA 1. Presiones de inflado para los ensayos (kPa)

Presión máxima de inflado permisible »	220	240	248	276	280	300	414
Presión a ser usada para ensayos; dimensiones físicas, desasentamiento de pestaña, penetración, aguante	165	180	193	221	220	180	359
Presión a ser usada para ensayos de alta velocidad	207	220	234	262	260	220	400

3.1.4 Procedimiento

3.1.4.1 Medir el ancho de sección y el ancho total en seis puntos equidistantes alrededor del perímetro del neumático.

3.1.4.2 Determinar el diámetro exterior del neumático, midiendo el perímetro máximo y dividiendo esta distancia para Π o directamente mediante uso de la cinta para perímetro.

3.1.5 Cálculos.

3.1.5.1 Calcular el diámetro exterior (De) y el factor de tamaño (Ft) según las siguientes ecuaciones:

P

$$De = \frac{P}{\pi}$$

$$Ft = De + As$$

En donde:

p = perímetro máximo del neumático

De= diámetro exterior del neumático

As= ancho de sección

3.1.6 Resultados.

3.1.6.1 Reportar los promedios de las mediciones del ancho de sección y el ancho total, así como los valores obtenidos del diámetro exterior y el factor de tamaño.

3.2 Método de ensayo para la determinación de la resistencia del neumático sin tubo a un desasentamiento de la pestaña

3.2.1 Fundamento.

3.2.1.1 El ensayo consiste en determinar la fuerza requerida para desasentar la pestaña de un neumático sin tubo del aro bajo condiciones ambientales uniformes.

3.2.2 Equipos. Para la ejecución del ensayo se requiere:

3.2.2.1 Un aro de prueba especificado dependiendo del tamaño del neumático pintado o limpio

3.2.2.2 Equipo indicado en la figura 1.

3.2.2.3 Bloque para desasentar la pestaña indicado en la figura 2.

3.2.3 Preparación de la muestra

3.2.3.1 Lavar el neumático, secar la pestaña

3.2.3.2 Montar el neumático en el aro de prueba sin lubricación o adhesivo en la pestaña.

3.2.3.3 Inflar el neumático a la presión especificada en la tabla 1 a temperatura ambiente

3.2.3.4 Montar el conjunto neumático y aro de prueba en el equipo indicado en la figura 1 de tal manera que el bloque para desasentar quede paralelo al centro de línea del neumático.

3.2.4 Procedimiento

3.2.4.1 Aplicar la fuerza a través del bloque sobre la cara lateral externa a la distancia especificada en la figura 1 de acuerdo al tamaño del neumático a una velocidad de $50 \pm 1,5$ mm por minuto con el brazo de carga del dispositivo substancialmente paralelo al centro de la línea del neumático en el momento de arranque de la prueba.

3.2.4.2 Incrementar la fuerza aplicada para el desasentamiento de la pestaña, o hasta el valor indicado en el numeral 5.1.3.2 de la NTE INEN 2 099.

3.2.4.3 Repetir la prueba por lo menos en cuatro lugares equidistantes alrededor de la circunferencia del neumático.

3.2.5 Resultados.

3.2.5.1 Reportar la fuerza promedio aplicada para el desasentamiento de la pestaña del neumático.

3.3 Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la penetración

3.3.1 Fundamento. El ensayo consiste en determinar la resistencia mínima a la penetración del neumático.

3.3.2 Equipos. Para la ejecución del ensayo se requiere:

3.3.2.1 Un aro de prueba especificado dependiendo del tamaño del neumático

3.3.2.2 Penetrador cilíndrico de acero de 2 cm de diámetro con un extremo semiesférico

3.3.2.3 Máquina capaz de forzar el penetrador, contra la banda de rodamiento a una velocidad de 50

$\pm 1,5$ mm por minuto.

3.3.3 Preparación de la muestra

3.3.3.1 Montar el neumático en el aro de prueba e inflar a la presión especificada en la tabla 1.

3.3.3.2 Acondicionar el neumático a temperatura ambiente por lo menos tres horas.

3.3.3.3 Reajustar la presión a la especificada en 3.3.3.1

3.3.4 Procedimiento

3.3.4.1 Introducir el penetrador (cilíndrico de acero de punta semiesférica) perpendicularmente en la banda de rodamiento tan cerca de la línea central como sea posible evitando colocar en la ranura de la banda de rodamiento, a una velocidad de $50 \pm 1,5$ mm por minuto.

3.3.4.2 Se acciona la máquina para forzar el penetrador contra el neumático hasta que se rompa, toque el aro o hasta alcanzar el valor mínimo especificado en las tablas 1,2 y 3 de la NTE INEN 2

099.

3.3.4.3. Registrar la fuerza y la distancia de penetración en cinco puntos equidistantes alrededor del perímetro del neumático, si el neumático se rompe antes que el penetrador sea detenido por el aro registrar la fuerza y la distancia de penetración.

3.3.5 Cálculo.

3.3.5.1 Calcular la energía de penetración para cada punto mediante las siguientes ecuaciones:

$$W = (F * P) / 2$$

En donde:

W = energía en J

F = fuerza en N

P = penetración en m

3.3.6 Resultados.

3.3.6.1 Reportar la energía de penetración promedio de los cinco valores obtenidos

3.4 Método de ensayo para la determinación del aguante o resistencia del neumático

3.4.1 Fundamento.

3.4.1.1 El ensayo consiste en determinar el rendimiento del neumático sometido a un 100% de su carga.

3.4.2 Equipos. Para ejecución del ensayo se requiere.

3.4.2.1 Un aro de prueba especificado dependiendo del tamaño del neumático.

3.4.2.2 Cámara de simulación de la prueba que contiene una máquina de ensayo que consiste básicamente en un rueda de acero de superficie exterior lisa de 170,8 cm de diámetro y por lo menos del mismo ancho de la banda de rodamiento del neumático a ensayarse, que permita controlar la temperatura a $38^{\circ}\text{C}\pm 3^{\circ}\text{C}$.

3.4.3 Preparación de la muestra

3.4.3.1 Montar el neumático en el aro de prueba e inflar a la presión especificada en la tabla 1.

3.4.3.2 Acondicionar el neumático a la temperatura de la cámara, $38^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, por lo menos tres horas.

3.4.3.3 Reajustar la presión del neumático a la presión especificada en 3.4.3.1.

3.4.4 Procedimiento

3.4.4.1 Presionar el neumático montado contra la rueda plana de acero de la cámara de simulación.

3.4.4.2 Hacer correr el neumático a una velocidad de 80 km/h de acuerdo al tiempo y carga equivalente al porcentaje de la capacidad de carga máxima especificado para cada neumático indicado en la tabla 2, sin interrupciones.

TABLA 2. Carga y tiempo para el ensayo de aguante

tiempo	carga
h	%
4	85
6	90
24	100

3.4.4.3 Terminada la prueba medir la presión de inflado, dejar enfriar el neumático por una hora,

Desinflar y sacar el neumático del aro de prueba.

3.4.5 Resultado.

3.4.5.1 Proceder a la inspección visual, considerando los requisitos establecido para el ensayo en el numeral 5.1.3.4 de la NTE INEN 2 099.

3.5 Método para la determinación del rendimiento a alta velocidad

3.5.1 Fundamento.

3.5.1.1 El ensayo consiste en determinar el rendimiento del neumático sometido a alta velocidad.

3.5.2 Equipos. Para ejecución del ensayo se requiere:

3.5.2.1 Un aro de prueba especificado dependiendo del tamaño del neumático.

3.5.2.2 Cámara de simulación de la prueba que contiene una máquina de ensayo que consiste básicamente en un rueda de acero de superficie exterior lisa de 170,8 cm de diámetro y por lo menos del mismo ancho de la banda de rodamiento del neumático a ensayarse, que permita controlar la temperatura a $38^{\circ}\text{C}\pm 3^{\circ}\text{C}$.

3.5.3 Preparación de la muestra

3.5.3.1 Montar el neumático en el aro de prueba e inflar a la presión especificada en la tabla 1.

3.5.3.2 Acondicionar el neumático a la temperatura de la cámara, $38^{\circ}\text{C}\pm 3^{\circ}\text{C}$ por lo menos tres horas.

3.5.3.3 Reajustar la presión del neumático a lo especificado en 3.5.3.1.

3.5.4 Procedimiento

3.5.4.1 Montar el neumático con el aro en la máquina de ensayo.

3.5.4.2 Presionar el neumático montado, contra la rueda plana de acero de la cámara de simulación con una carga del 85 % de la capacidad de carga máxima especificada para cada neumático.

3.5.4.3 Comenzar la prueba haciendo correr el neumático por dos horas a una velocidad de 80 km/h.

3.5.4.4 Dejar enfriar el neumático a $38^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ y reajustar la presión de inflado a la presión especificada en la tabla 1.

3.5.4.4 Luego de reajustar la presión de inflado hacer correr el neumático a 140km/h por 30 minutos, 150 km/h por 30 minutos, 160 km/por 30 min sin reajustar la presión de inflado.

3.5.4.5 Terminado el ensayo dejar enfriar por una hora luego desinflar y desmontar el neumático del aro de prueba.

3.5.5 Resultado

3.5.5.1 Proceder a la inspección visual considerando los requisitos dados para el ensayo en numeral 5.1.3.5 de la NTE INEN 2099.

3.6 Método para la determinación de la retención del aire.

3.6.1 Fundamento.

3.6.1.1 El ensayo consiste en determinar la capacidad de retención de aire de un neumático para uso sin tubo.

3.6.2 Procedimiento.

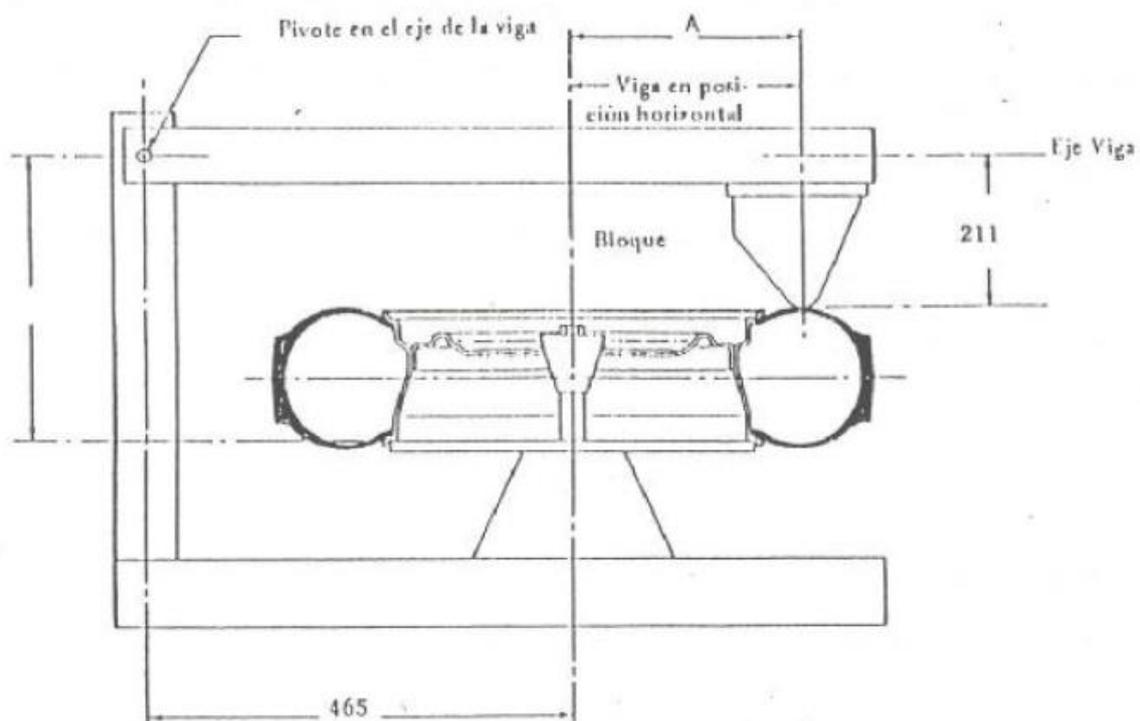
3.6.2.1 Montar el neumático en el aro de prueba especificado y a la presión especificada de acuerdo a la tabla 1.

3.6.2.2 Sumergir en una tina de agua para observar fugas de aire en la pestaña o en cualquier lugar del neumático.

3.6.3 Resultado.

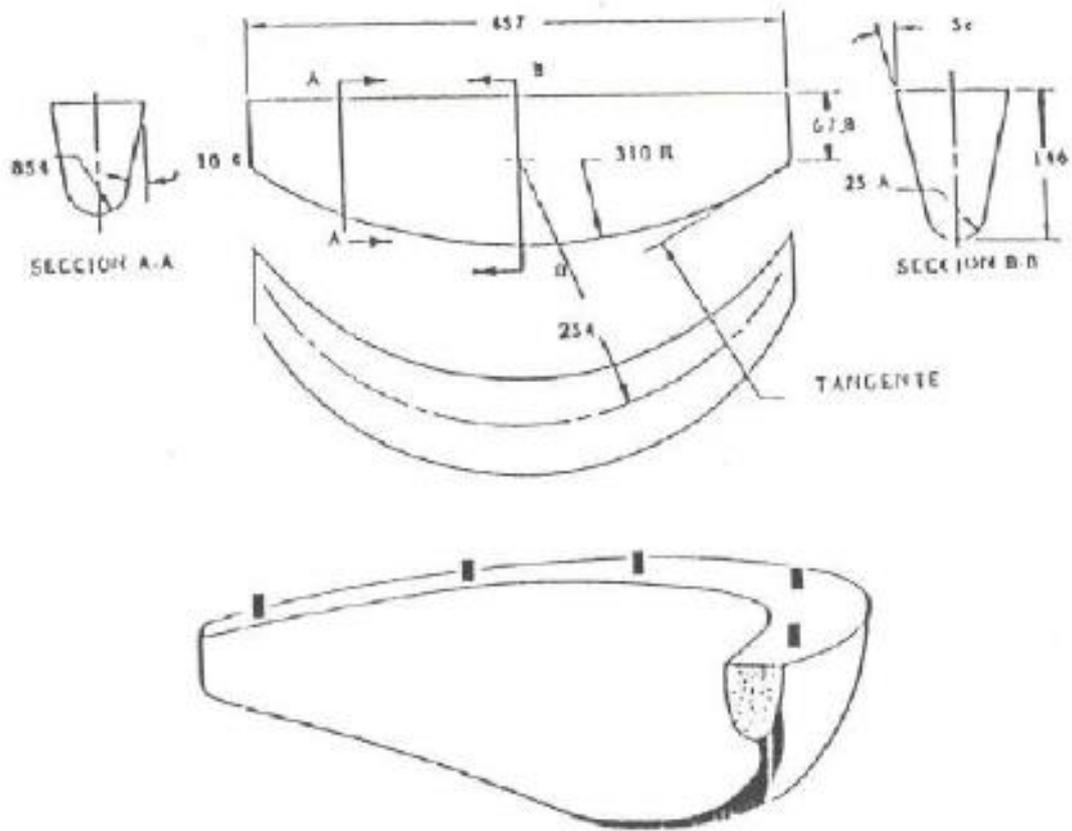
3.6.3.1 Reportar cualquier fuga de aire durante la inspección visual.

FIGURA 1. Esquema del equipo de ensayo para el desasentamiento de la pestaña. Dimensiones en mm



ARO Pulg	RADIO A	
	mm	Pulg
17	305	12,0
16	292	11,5
15	279	11,0
14	267	10,5
13	254	10,0
12	241	9,5
11	229	9,0
10	216	8,5

FIGURA 2. Esquema del bloque para equipo de ensayo de desasentamiento de la pestaña. Dimensiones en mm



Materia: Fundición de aluminio
No. 353-T4

ANEXO VIII

NORMATIVA NTE INEN 2099

**NEUMÁTICOS. NEUMÁTICOS PARA VEHÍCULOS DE
PASAJEROS. REQUISITOS.**

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los neumáticos para vehículos de pasajeros.

2. ALCANCE

2.1 Esta norma se aplica a neumáticos para ser utilizados en vehículos de pasajeros.

3. DEFINICIONES

3.1 Para efectos de esta norma se adoptan las definiciones contempladas en la NTE INEN 2 096.

4. DISPOSICIONES GENERALES

4.1 Cada neumático debe ser diseñado para su montaje en aros especificados de acuerdo al tamaño y i uso deseado.

4.2 Las presiones máximas permisibles de inflado deben ser las especificados en la NTE INEN 2101.

4.3 La capacidad de carga máxima de un determinado neumático no debe ser menor que la capacidad de carga especificada en la NTE INEN 2 101. Si existen varias capacidades de carga máxima para la misma designación de tamaño de neumático, la capacidad de carga máxima no debe ser menor a la más baja capacidad de carga especificada en la NTE INEN 2 101.

5. REQUISITOS

5.1 Requisitos específicos

5.1.1 Generales

5.1.1.1 Los neumáticos deben estar libres de reparaciones y no deben presentar los siguientes defectos:

- a) Separación de la banda de rodamiento
- b) separación entre pliegos
- c) fallas en la cara lateral, carcasa, pestaña
- d) cortes
- e) grietas
- f) empalmes abiertos, y
- g) otros que afecten en la seguridad de uso.

5.1.1.2 Los neumáticos deben tener en la banda de rodamiento y espaciados uniformemente por lo menos seis indicadores de desgaste fácilmente visibles; los neumáticos con diámetro inferior a 30,5 cm deben tener por lo menos tres indicadores de desgaste; los indicadores de desgaste deben señalar una altura mínima de 1,6 mm del diseño o grabado (ver nota 1).

5.1.2 Retención de aire

5.1.2.1 El neumático sin tubo sometido a este ensayo, según lo indicado en la NTE INEN 2 097, no debe permitir el escape de aire.

5.1.3 Requisitos físicos. Cada neumático debe ser medido como se especifica en la NTE INEN

2 097 Y cumplir con lo siguiente:

5.1.3.1 Dimensionales

a) El ancho de la sección transversal y el ancho total no excederán el valor especificado en la NTE

INEN 2101 en más de los siguientes límites:

a.1) Para neumáticos con una presión máxima permisible de inflado de 220, 248 o 275 kPa será del 7%.

a.2) Para neumáticos con una presión máxima permisible de inflado de 240, 280, 300 o 414 kPa en un 7% o 10,2 mm, cualquiera que sea más grande

b) El factor de tamaño mínimo (FTM) debe ser al menos tan grande como el especificado en la NTE

INEN 2101.

5.1.3.2 Resistencia del neumático sin tubo a un desasentamiento de la pestaña

a) Cuando en un neumático sin tubo que tiene una presión máxima de inflado diferente de 414 kPa se ensaya el asentamiento de la pestaña, como se especifica en la NTE INEN 2 097, la fuerza aplicada para desmontar la pestaña del neumático a un punto de contacto no debe ser menor que:

a.1) 682 kg para neumáticos con un ancho de sección de menos de 15,2 cm

a.2) 909 kg para neumáticos con un ancho de sección comprendida entre 15,2 y 20,3 cm

a.3) 1 136 kg para neumáticos con un ancho de sección superior a 20,3 cm

b) Si el neumático tiene una presión máxima de inflado de 414 kPa y es ensayado el asentamiento de la pestaña como se especifica en la NTE INEN 2 097, la fuerza aplicada para desmontar la pestaña del neumático a un punto de contacto no debe ser menor que:

b.1) 682 kg para neumáticos con una capacidad de carga máxima inferior a 400 kg

b.2) 909 kg para neumáticos con una capacidad de carga máxima comprendida entre 400 y 636 kg

b.3) 1 136 kg para neumáticos con una capacidad de carga máxima superior a 636 kg ó utilizando la capacidad de carga máxima marcada en la cara lateral del neumático

5.1.3.3 Resistencia a la penetración

a) Los neumáticos ensayados de acuerdo con la NTE INEN 2 097, deben cumplir con los valores mínimos de energía de penetración especificados en las tablas 1, 2 Y 3.

TABLA 1. Valores mínimos de energía de penetración (en julios) para neumáticos con pliegos tipo bias con ancho de sección inferior a 152 mm

Material de la cuerda	Presión máxima de inflado permisible (kPa)					
	220	248	276	240	280	300
Rayón	113	212	282	113	282	113
Nailon, poliéster	220	330	441	220	441	113

TABLA 2. Valores mínimos de energía de penetración (en julios) para neumáticos con pliegos tipo bias con ancho de sección mayor a 152 mm

Material de la cuerda	Presión máxima de inflado permisible (kPa)					
	220	248	276	240	280	300
Rayón	186	291	273	186	373	186
Nailon, poliéster	294	441	588	294	588	294

TABLA 3. Valores mínimos de energía de penetración (en julios) para neumáticos con pliegos tipo radiales

Ancho de sección	Presión máxima de inflado permisible (kPa)					
	220	248	276	240	280	300
Menor de 160 mm	220	330	441	220	441	220
Mayor de 160 mm	294	441	588	294	588	294

5.1.3.4 Aguante o resistencia del neumático

a) El neumático sometido a este ensayo (ver NTE INEN 2 097) usando el aro de prueba que soportando una deformación no permanente no permite pérdida de aire a través de la porción comprendida entre la cámara de presión del aro y el neumático, debe cumplir con lo siguiente:

- a.1) la presión del neumático al final del ensayo no debe ser inferior de la presión inicial,
- a.2) no presentará evidencias visuales de separaciones de la banda de rodamiento, cara lateral, pliegos, cuerdas, forro interno o pestaña, cortes, cuerdas rotas, grietas, empalmes abiertos y otros.

5.1.3.5 Rendimiento de alta velocidad

a) El neumático sometido a este ensayo (ver NTE INEN 2097) usando el aro de prueba que soportando una deformación no permanente no permite pérdida de aire a través de la porción comprendida entre la cámara de presión del aro y el neumático, debe cumplir con lo siguiente:

- a.1) la presión del neumático al final del ensayo no debe ser inferior de la presión inicial,
- a.2) no presentará evidencias visuales de separaciones de la banda de rodamiento, cara lateral, pliegos, cuerdas, forro interno, pestaña, cortes, cuerdas rotas, grietas, empalmes abiertos y otros.

5.2 Requisitos complementarios

5.2.1 Los neumáticos deben tener como máximo cinco años de edad desde la fecha de fabricación.

6. INSPECCIÓN

6.1 Muestreo

6.1.1 Para la determinación de los requisitos generales y retención de aire establecidos en esta norma en los numerales 5.1.1 y 5.1.2, se tomarán neumáticos al azar según el plan de muestreo de la tabla 4.

TABLA 4. Plan de muestreo.

Tamaño del lote	Tamaño de la muestra
0-150	3
151 - 1 200	5
1 201 - más	8

6.1.2 Si todo el tamaño de la muestra cumple con lo establecido en 6.1.1, se tomarán al azar del mismo tamaño de la muestra, tres neumáticos para la determinación de los requisitos físicos de la siguiente manera:

- a) un primer neumático para dimensional es, asentamiento de la pestaña y resistencia a la penetración
- b) un segundo neumático para el ensayo de resistencia o aguante
- c) y el tercer neumático para rendimiento de alta velocidad.

6.2 Aceptación o rechazo

6.2.1 El lote se acepta si los neumáticos ensayados cumplen con lo establecido en 5.1.1, 5.1.2

Y

5.1.3.

6.2.2 Si un neumático no cumple con lo establecido en 5.1.3 se procederá a un remuestreo según lo establecido en 6.1.1.

a) se acepta el lote si los neumáticos sometidos a ensayo cumplen con lo establecido en 5.1.1.

5.1.2

Y 5.1.3.

b) se rechaza el lote si uno de los neumáticos sometidos a ensayo no cumple con lo establecido en

5.1.1, 5.1.2 o 5.1.3.

6.2.3 Los neumáticos diseñados para utilizar en vehículos de pasajeros que no cumplan con todos los requisitos de esta norma serán rechazados y no deben ser vendidos, ofrecidos para la venta, introducidos o liberados al comercio, o importados al territorio ecuatoriano para ningún propósito.

7. ETIQUETADO

7.1 El etiquetado efectuado directamente sobre el neumático debe estar 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 pared lateral. Las marcas deben ser en letras y números no menores a 2 mm de altura. en alto o bajo relieve, no menor a 0,4 mm, excepto que la profundidad del marcado no deberá ser menor que 0,25 mm en el caso de neumáticos para motocicleta; la información debe ser en española español/inglés y constará de:

- a) designación del tamaño.
- b) nombre del fabricante,
- c) país de origen,
- d) número de identificación del lote.
- e) capacidad de carga máxima y la presión de inflado correspondiente,
- f) nombre genérico de cada material utilizado en las cuerdas usadas en los pliegos del neumático tanto en la cara lateral como en el área de rodamiento,
- g) número real de pliegos en la cara lateral y el número real de pliegos en el área de rodamiento. Si son diferentes (ver nota 2),
- h) palabra "con tubo o sin tubo", según sea aplicable,
- i) palabra "radial", si corresponde.
- j) letra o número de designación del rango de carga o capacidad de carga,
- k) norma NTE INEN de referencia o su equivalente.

7.2 Para neumáticos convencionales son obligatorios únicamente los literales a), b), c), d), D Y k).

ANEXO IX

INFORMES DE ENSAYO MSB 001-16



INFORME DE ENSAYO MSB 001-16

Quito, 02 de febrero de 2016

Atención:
Sr. André Corral
 Juan Procel OEB-536 y Reventador

Los resultados consignados en el presente informe corresponden al ensayo del rendimiento a alta velocidad para neumáticos Tipo II radial excepto de pasajeros marca CONTINENTAL 175/70R14C, fabricada en República Checa, perteneciente al Sr. André Corral y entregado al Laboratorio de Lantas de la Escuela Politécnica Nacional.

1. ENSAYO DE RENDIMIENTO A ALTA VELOCIDAD

1.1. Descripción e identificación

Código: 2867-002-16
 Neumático tipo: 175/70 R14 / Tipo II excepto de pasajeros
 Presión máx.: 375Kpa (54 Psi)
 Capacidad de carga o índice de carga máxima: 690 Kg /1521 Lbs
 Límite de velocidad: "T" (190 Km/h)
 Número real de Pliegos: 6 pliegos
 Material: Polyester, Steel, Polyamide

1.2. Características y condición

DATOS GENERALES			
FECHA	28/01/2016	MUESTRA	2867-002-16
NEUMATICO	175/70 R14C	PRESION DE ENSAYO	375 KPa (54 Psi)
TEMPERATURA DE ENSAYO Y ACONDICIONAMIENTO	35±3°C <i>durante todo el ensayo</i>	TIEMPO ACONDICIONADO	3 horas
CAPACIDAD DE CARGA O INDICE DE CARGA SIMPLE	690 Kg	INICIO-FIN CLIMATIZACIÓN	27/01/2016 10:30 28/01/2016 12:40
TIEMPO INICIAL DE ENSAYO	28/01/2016 12:40	TIEMPO FINAL DE ENSAYO	28/01/2016 16:18
INDICE DE VELOCIDAD TIPO DE NEUMATICO	"T" (190 Km/h) Tipo 2 radial excepto de pasajeros	TUBE TYPE O TUBELESS	Tubeless
		INDICE DE DESGASTE	1.79 mm

1.3. Equipo utilizado

- a. Aro R 14x5.5 J
- b. Year Book 2013
- c. Enfriadora s.n° EENLL 1
- d. Compresor s.n° ECPR1
- e. Máquina para aguante y velocidad A&V



- f. Manómetro de presión s.n° EPN-LAB-15-1301-PI
- g. Cámara termográfica s.n° TI27-12050267:LNM-T-2015-627
- h. Medidor de índice de desgaste s.n° TPM3: LNM-L-2015-599

1.4. Método de ensayo

Según la norma NTE INEN 2091-2012; "3.5 Método para la determinación del rendimiento a alta velocidad, para neumáticos tipo II"

3.5.1 Fundamento

"El ensayo consiste en hacer girar el neumático contra una rueda plana de acero con incrementos progresivos de velocidad y tiempo, a carga constante, para evaluar la viabilidad del mismo en un período de tiempo relativamente corto, bajo condiciones controladas de un laboratorio. La carga, velocidad, presión de inflado son aplicadas en varias combinaciones dependiendo del tamaño del neumático. Al finalizar el ensayo se evalúa el cumplimiento del producto con los requisitos establecidos en la norma respectiva."

El ensayo se desarrolla en base al instructivo de laboratorio IT N° 7 instructivo para realizar ensayo para la determinación del rendimiento a alta velocidad, para neumáticos tipo 2 radial.

1.5. Resultados

PARÁMETROS DE ENSAYOS Y RESULTADOS					
CARGA (kg)	CARGA APLICADA (Pa)	VELOCIDAD TEÓRICA (km/h)	VELOCIDAD REAL (km/h)	TIEMPO TEÓRICO (Min)	TIEMPO REAL (Min)
85	505.5	80	75.2	120	121'47"
80	505.5	140	130.907	30	3'11"
80	505.0	120	-	30	-
80	505.5	140	-	30	-
Tiempo de reposo mínimo (15 a 25 min)		20 min	Presión de ensayo final (no menor al 90%)		0Pa
EVIDENCIAS VISUALES					
El ensayo no cumple con las normas establecidas en el neumático. No se toma la medida de ensayo correcta.					

1.6. Análisis de conformidad de ensayo de aguante o resistencia

4.1.2.5 Rendimiento de alta velocidad	Aceptación	Rechazo	Observaciones
a.1) Para neumáticos tipo II radiales, la presión del neumático, medida en un tiempo que este entre 15 min y 25 min, después de hacerlo girar el tiempo		Valor Teórico: >51 Pa	El neumático no cumple con los valores de presión especificados en el



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
Metalmecánica San Bartolo
Laboratorio de Llantas



Designación OAE N° SCA-14-003

especificado, no debe ser menor al 95% de la presión inicial. (INEN 2099, 2013)		Valor Medido: 0 Psi	literal a.1) de la INEN 2099 - 2013.
a.3) 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, 2013)		Existe una separación de la banda de rodamiento	El neumático no cumple según indica el literal a.3) de la INEN 2099-2013.

2. CONCLUSIONES GENERALES

- La muestra ensayada no cumple con el método de ensayo establecido en la norma NTE INEN 2097-2012.
- La muestra no cumple con los requisitos establecidos en la norma NTE INEN 2099-2013. Ver anexo B.

3. OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES

- Según la norma NTE INEN 2099:2013, "5.1.2.3 Aceptación o Rechazo". Si la muestra no cumple con lo establecido en la norma, se procederá al remuestreo. Por tal motivo, se recomienda realizar el ensayo de una nueva muestra para corroborar los resultados de los informes obtenidos, y alcanzar los fines propuestos por el cliente.

4. ANEXOS

Anexo A: RG N°21 (2867-002-16)

Anexo B: Reporte de falla (2867-002-16)

Anexo C: Evidencias Visuales (2867-002-16)

Atentamente,


Ing. Carlos Bonilla
Jefe de la MSB⁺


Ing. Alex Núñez Moscoso
Especialista de Laboratorio

- 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.
- Los resultados de este informe tendrán una validez de seis meses, como se establece en el reglamento RTE INEN 011 (2R) Neumáticos.
- El laboratorio de Llantas no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este informe.



HOJA DE ROTULADO

Producto:	NELMÁTICOS	TAMAÑO:	115/70 R14C
Marca Comercial:	Continental	Servicio:	Vehículos excepto de pasajeros
Tipo:	ZL	FECHA INSPECCIÓN:	27/01/2018
Nuevas	2867-002-11	Recuchadas	N/A
ROTULADO DE NEUMÁTICOS. NTE INEN 2009-2013 6.1			
Requisitos Exigidos	Cumple	Observaciones/No conformidad	
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 8 indicadores	Si	9 Indicaciones	
En el hombro del neumático debe existir un símbolo que indique la posición de los indicadores de desgaste	Si	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	Cumple	
Marcado en letras y números no menores a 2 mm de altura, en alto o bajo relieve, no menor a 0,4 mm	Si	Cumple	
Información en español y/o inglés, independiente de que pueda estar en otros idiomas adicionales	Si	Inglés	
Designación del tamaño	Si	115/70 R14C	
Nombre del fabricante o razón social o marca registrada	Si	Continental	
Leyenda que identifique el país de origen	Si	Made in Czech Republic	
Capacidad de carga en kg o índice de carga máxima	Si	870 kg (1914) LL-C	
Presión máxima de inflado para carga simple y para carga dual, según aplique	Si	375 kPa (34 PSI)	
Límite de velocidad	Si	T (170 km/h)	
Identificación del tipo de estructura de la carcasa - Palabras "radial", o su símbolo "R" inserto en la designación - Palabras diagonal (bias) o diagonal cinturada (bias belted), o su símbolo "-" inserto en la designación del tamaño	Si	R "Radial"	
Nombre genérico de cada material utilizado en las cuerdas del área lateral y del área de rodamiento	Si	Cuerdas: Poliéster, Alúmina, Polipropileno Área lateral: Poliéster	
Número real de pliegos en la cara lateral y el número real de cinturones en el área de rodamiento, si son diferentes	Si	Lateral: 4 plis Área lateral: 2 plis	
Palabras: "con tubo" y/o "Tube Type", "sin tubo" y/o "Tubeless", o equivalentes, según aplique	Si	Tubeless	
Norma NTE INEN de referencia ó 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	Si	DOT H1414 DVND	



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
 Metalmecánica San Bartolo
 Laboratorio de Llantas



Las siglas M+S (o M&S) cuando se trata de neumáticos para todo o nieve	16/17	No aplica
Palabra "REMARCABLE" y/o "REGROOVABLE", según aplique	16/18	No aplica
Palabra "REFORZADO" y/o "REINFORCE", cuando el neumático posea una estructura reforzada	16/13	No aplica
Identificación de la fecha de fabricación, mediante un grupo de 4 números (semana-año)	32	49/14
EN CASO DE REENCAUCHADAS TOMAR EN CUENTA NTE 2582-2011		
Número de reencauche	16/19	No aplica
Identificación de la planta de reencauche	16/20	No aplica
Fecha de producción año mes y día	16/21	No aplica
Identificación si existe reparaciones con refuerzos	16/22	No aplica
Identificación si se ha eliminado el cinturón de protección	16/23	No aplica
Incluye toda la información original	16/24	No aplica
Mantiene las marcas de identificación de reencauches anteriores	16/25	No aplica
La designación de servicio del neumático reencauchado no debe indicar un código de velocidad o un índice de carga superior a los neumáticos originales.	16/26	No aplica
<small>* 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.</small>		
EVALUACIÓN: CUMPLE <input checked="" type="checkbox"/> NO CUMPLE <input type="checkbox"/>		
OBSERVACIONES: _____		
Inspeccionado por:  Firma Identificador Nombre: <i>Mikel Ocasio Encalada</i>		



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
Metalmecánica San Bartolo

REPORTE DE FALLAS EN NEUMÁTICOS

ORDEN DE TRABAJO No. 2867-002-16 PRUEBA No. 002
 TIPO DE ENSAYO(S) E. Velocidad FECHA Y HORA DE LA PRUEBA 28/01/16 15:41
 FECHA DEL REPORTE 28/01/16 LABORATORIO de Neumática EPN
 MARCA DE LLANTA Continental FABRICACIÓN ContiTech DOT No. HW34 D648
 I.D. LLANTA No. 2867-002-16 TAMAÑO 175/70 R14C TIPO: TL TT
 PLY RATING: FLANCO SW WW ACTUAL PLIES: SW 2 T 4
 PRES. MAX INFLADO 37.5 kg/cm² CAP. MAX DE CARGA 670 kg ARO DE PRUEBA 14 x 5.5J
 TIPO DE LLANTA: PC LT MONTAÑERA NUMERO DE REPETICIONES 1
 TIEMPO DE FALLO 41 minutos desde iniciada la prueba

* Si la lectura inicial de la prueba, posterior a la lectura de la presión de alta velocidad, resistencia, o las pruebas de rendimiento de presión es menor del 95% de la presión antes de la prueba, marcar que el neumático ha fallado requisitos: grabar la lectura de la presión, el tiempo se tomó la lectura y la presión a 15 a 20, 30 a 35 y de 45 a 50 minutos después de la primera lectura de la presión posterior a la prueba.

Descripción del fracaso, incluyendo el párrafo de la norma: La norma dice: El neumático no presentará evidencias visibles de separación de la banda de rodadura, una lateral, pliegues, cavidades, foros internos y perforación; ni tampoco deberá presentar rotas, rotas laterales y separación y otros empalmes abisotras, sin embargo, el neumático presentó una separación de la banda de rodadura.

Jefe de Laboratorio EPN-MSB

Recibido por:



Anexo C



Figura 1. Evidencias Visuales.



INFORME DE ENSAYO MSB 002-16

Quito, 02 de febrero de 2016

Atención:
Sr. André Corral
 Juan Procel OE6-536 y Reventador

Los resultados consignados en el presente informe corresponden al ensayo de rendimiento a alta velocidad para neumáticos Tipo II radial de pasajeros, marca KUMHO 175/70R14, fabricado en Korea, perteneciente al Sr. André Corral y entregado al Laboratorio de Llantas de la Escuela Politécnica Nacional.

1. ENSAYO DE RENDIMIENTO A ALTA VELOCIDAD

1.1. Descripción e identificación

Código: 2867-003-16
 Neumático/tipo: 175/70 R14 / Tipo II, de pasajeros
 Presión máx : 300Kpa (44 Psi)
 Capacidad de carga o índice de carga máxima: 500 Kg /1102 Lbs
 Límite de velocidad: "T" (190 Km/h)
 Número real de Pliegos: 4 pliegos
 Material: Polyester, Steel,

1.2. Características y condición

DATOS GENERALES			
FECHA	01/02/2016	MUESTRA	2867-003-16
NEUMATICO	175/70 R14	PRESION DE ENSAYO	300 KPa (44 Psi)
TEMPERATURA DE ENSAYO Y ACONDICIONAMIENTO	35±0°C durante todo el ensayo	TIEMPO acondicionamiento	3 horas
CAPACIDAD DE CARGA O INDICE DE CARGA SIMPLE	500 Kg	INICIO-FIN CLIMATIZACIÓN	29/01/2016 16:40 01/02/2016 11:40
TIEMPO INICIAL DE ENSAYO	01/02/2016 11:40	TIEMPO FINAL DE ENSAYO	01/02/2016 17:20
INDICE DE VELOCIDAD	"T" (190 Km/h)	TUBE TYPE O TUBELESS	Tubeless
TIPO DE NEUMATICO	Tipo 2 radial de pasajeros	INDICE DE DESGASTE	1,71 mm

1.3. Equipo utilizado

- Aro R 14x5.5 J
- Year Book 2013
- Enfrentadora s.n° EENLL 1
- Compresor s.n° ECPR1
- Máquina para aguante y velocidad A&V
- Manómetro de presión s.n° EPN-LAB-15-1301-PI
- Cámara termográfica s.n° T127 12060267-LNM T-2015-627
- Medidor de índice de desgaste s.n° TPM3; LNM-L-2015-599



1.4. Método de ensayo

Según la norma NTE INCEN 2007-2012: "3.5 Método para la determinación del rendimiento a alta velocidad, para neumáticos tipo II"

3.5.1 Fundamento

"El ensayo consiste en hacer girar el neumático contra una rueda plana de acero con incrementos progresivos de velocidad y tiempo, a carga constante, para evaluar la viabilidad del mismo en un periodo de tiempo relativamente corto, bajo condiciones controladas de un laboratorio. La carga velocidad, presión de inflado son aplicadas en varias combinaciones dependiendo del tamaño del neumático. Al finalizar el ensayo se evalúa el cumplimiento del producto con los requisitos establecidos en la norma respectiva."

El ensayo se desarrolla en base al instructivo de laboratorio IT N° 7 instructivo para realizar ensayo para la determinación del rendimiento a alta velocidad, para neumáticos tipo 2 radial.

1.5. Resultados

PARAMETROS DE ENSAYOS Y RESULTADOS					
CARGA %	CARGA APLICADA (Kg)	VELOCIDAD TEÓRICA (km/h)	VELOCIDAD REAL (km/h)	TIEMPO TEÓRICO (min)	TIEMPO REAL (min)
85	425.00	80	79.032	120	122'10"
85	425.00	140	139.822	30	34'
85	425.00	180	149.705	30	32'28"
85	425.00	100	100.063	30	32'33"
Tiempo de reposo mínimo (15 a 25 min)		20 min	Presión de ensayo final (No menor al 95%)		48 Psi
EVIDENCIAS VISUALES					
El neumático presenta agrietamientos considerables en la banda de rodamiento.					

1.6. Análisis de conformidad de ensayo de aguante o resistencia

4.1.2.5 Rendimiento de alta velocidad	Aceptación	Rechazo	Observaciones
a.1) Para neumáticos tipo II radiales, la presión del neumático, medida en un tiempo que este entre 15 min y 25 min, después de hacerlo girar el tiempo	Valor Teórico: >41 Psi Valor Medido:		El neumático cumple con lo que indica el literal a.1) de la INEN 2009 - 2013.



especificado, no debe ser menor al 85% de la presión inicial. (INEN 2099, 2013)	48 Psi		
a.5) No presentará evidencias visuales de separaciones de la banda de rodamiento, cara lateral, pliegos, cuerdas, fono interno y/o pestañas; tampoco deberá presentar cortes, cuerdas rotas y/o expuestas, grietas, empalmes abiertos y otros. (INEN 2099, 2013)	El neumático no presenta evidencias visuales		El neumático cumple según indica el literal a.3) de la INEN 2099-2013

5. CONCLUSIONES GENERALES

- La muestra ensayada cumple con el método de ensayo establecido en la norma NTE INEN 2097-2012.
- La muestra cumple con los requisitos establecidos en la norma NTE INEN 2099-2013.

6. OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES

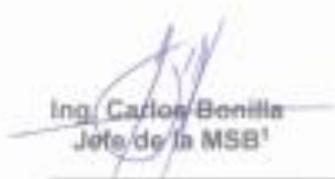
- El neumático presenta grietas pequeñas superficiales en su banda de rodamiento, pero que no influyan en pérdidas de presión alguna. Por lo que se considera como aceptable.

7. ANEXOS

Anexo A: RG N°24 (2867-003-16)

Anexo B: Agrietamiento de la banda de rodamiento del neumático

Atentamente,


 Ing. Carlos Benilla
 Jefe de la MSB¹


 Ing. Alex Núñez Moscoso
 Especialista de Laboratorio

- 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.
 - Los resultados de este informe tendrán una validez de seis meses, como se establece en el reglamento RTE INEN 011 (2R) Neumáticos.
 - El Laboratorio de Llantas no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este informe.



Anexo B:



Figura 1. Evidencias visuales



HOJA DE ROTULADO

Producto:	NEUMÁTICOS	TAMAÑO:	175/70 R14 84T
Marca Comercial:	KUMHO	Servicio:	Utilidades de Pasajero
Tipo:	J	FECHA INSPECCIÓN:	24/01/2016
Nuevas	2667-003-14	Rencauchadas	N/A
ROTULADO DE NEUMÁTICOS. NTE INEN 2009-2013 6.1			
Requisitos Exigidos	Cumple	Observaciones/No conformidad	
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 aros con designación ≥ 12 un número mínimo de 6 indicadores	SI	6 Indicadores	
En el hombro del neumático debe existir un símbolo que indique la posición de los indicadores de desgaste	SI	A	
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	Cumple	
Marcado en letras y números no menores a 2 mm de altura, en alto o bajo relieve, no menor a 0,4 mm	SI	Cumple	
Información en español y/o inglés, independiente de que pueda estar en otros idiomas adicionales	SI	Inglés	
Designación del tamaño	SI	175/70 R14 84T	
Nombre del fabricante o razón social o marca registrada	SI	KUMHO	
Leyenda que identifique el país de origen	SI	Hecho en Corea	
Capacidad de carga en kg o índice de carga máxima	SI	500kg (1102 Lbs)	
Presión máxima de inflado para carga simple y para carga dual según aplique	SI	300 KPa (440 PSI)	
Límite de velocidad	SI	T (175 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 cinturada (bias belted), o su símbolo "-" inserto en la designación del tamaño	SI	R "Radial"	
Nombre genérico de cada material utilizado en las cuerdas del área lateral y del área de rodamiento	SI	Fibras de algodón, polipropileno Fibras de algodón	
Número real de pliegos en la cara lateral y el número real de cinturones en el área de rodamiento, si son diferentes	SI	10 en L y 1 10 en R y 1	
Palabras: "con tubo" y/o "Tube Type", "sin tubo" y/o "Tubeless", o equivalentes, según aplique	SI	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	SI	DOT YAKR YAT1	



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
 Metaimecánica San Bartolo
 Laboratorio de Llantas



Las siglas M+S (o M&S) cuando se trata de neumáticos para todo o nieve	Si/No	Si aplica
Palabra "REMARCABLE" y/o "REGRUCIVABLE", según aplique	Si/No	Si aplica
Palabra "REFORZADO" y/o "REINFORCE", cuando el neumático posea una estructura reforzada	Si/No	Si aplica
Identificación de la fecha de fabricación, mediante un grupo de 4 números (semana-año)	37	2014
EN CASO DE REENCAUCHADAS TOMAR EN CUENTA NTE 2582-2011		
Número de reencauche	16/14	Si aplica
Identificación de la planta de reencauche	16/14	Si aplica
Fecha de producción año mes y día	18/11	Si aplica
Identificación si existe reparaciones con refuerzos	Si/No	Si aplica
Identificación si se ha eliminado el cinturón de protección	Si/No	Si aplica
Incluye toda la información original	Si/No	Si aplica
Mantiene las marcas de identificación de reencauches anteriores	Si/No	Si aplica
La designación de servicio del neumático reencauchado no debe indicar un código de velocidad ni un índice de carga superior a los neumáticos originales	Si/No	Si aplica
<p>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.</p>		
<p>EVALUACION CUMPLE <input checked="" type="checkbox"/> NO CUMPLE <input type="checkbox"/></p>		
OBSERVACIONES		
<p>Inspeccionado por:</p> <p style="text-align: center;">  Firma Identificador Nombre: Milton Giovanni Escalado </p>		



INFORME DE ENSAYO MSB 003-16

Quito, 02 de febrero de 2016

Atención:
Sr. André Corral
 Juan Procel OEB-536 y Reventador

Los resultados consignados en el presente informe corresponden al ensayo de rendimiento a alta velocidad para neumáticos Tipo II radial de pasajeros, marca **GENERAL 175/70R14**, fabricada en Ecuador, perteneciente al Sr. André Corral y entregada al Laboratorio de Lantas de la Escuela Politécnica Nacional.

1. ENSAYO DE RENDIMIENTO A ALTA VELOCIDAD

1.1. Descripción e identificación

Código: 2867-005-16
 Neumático/tipo: 175/70 R14 / Tipo II, de pasajeros
 Presión máx.: 300Kpa (44 Psi)
 Capacidad de carga o índice de carga máxima: 500 Kg /1102 Lbs.
 Límite de velocidad: "T" (190 Km/h)
 Número real de Pliegos: 5 pliegos
 Material: Polyester, Steel, Nylon

1.2. Características y condición

DATOS GENERALES			
FECHA	10/02/2016	MUESTRA	2867-005-16
NEUMÁTICO	175/70 R14	PRESIÓN DE ENSAYO	300 kPa (44 Psi)
TEMPERATURA DE ENSAYO Y ACONDICIONAMIENTO	35±3°C durante todo el ensayo	TIEMPO ACONDICIONAMIENTO	3 horas
CAPACIDAD DE CARGA O ÍNDICE DE CARGA SIMPLE	500 Kg	INICIO-FIN CLIMATIZACIÓN	10/02/2016 8:30 10/02/2016 11:30
TIEMPO INICIAL DE ENSAYO	10/02/2016 11:30	TIEMPO FINAL DE ENSAYO	01/02/2016 15:35
ÍNDICE DE VELOCIDAD TIPO DE NEUMÁTICO	"T" (190 Km/h) Tipo 2 radial de pasajeros	TUBE TYPE O TUBELESS	Tubeless
		ÍNDICE DE DESGASTE	1.03 mm

1.3. Equipo utilizado

- Aro R 14x5.5 J
- Year Book 2013
- Enlanchadora s.n° EENLL 1
- Compresor s.n° ECPR1
- Máquina para aguantar y velocidad A&V
- Manómetro de presión s.n° EPN-J AR-16-1301-PI
- Cámara termográfica s.n° Ti27-12050267;LNM-T-2015-627



h. Medidor de índice de desgaste s.n° TPM3; LNM-L-2015-599

1.4. Método de ensayo

Según la norma NTE INEN 2097-2012: "3.5 Método para la determinación del rendimiento a alta velocidad, para neumáticos tipo II"

3.5.1 Fundamento

"El ensayo consiste en hacer girar el neumático contra una rueda plana de acero con incrementos progresivos de velocidad y tiempo, a carga constante, para evaluar la viabilidad del mismo en un periodo de tiempo relativamente corto, bajo condiciones controladas de un laboratorio. La carga velocidad, presión de inflado son aplicadas en varias combinaciones dependiendo del tamaño del neumático. Al finalizar el ensayo se evalúa el cumplimiento del producto con los requisitos establecidos en la norma respectiva."

El ensayo se desarrolla en base al instructivo de laboratorio II N° 7 instructivo para realizar ensayo para la determinación del rendimiento a alta velocidad, para neumáticos tipo 2 radial.

1.5. Resultados

PARAMETROS DE ENSAYOS Y RESULTADOS					
CARGA %	CARGA APLICADA (Kg)	VELOCIDAD TEÓRICA (Km/h)	VELOCIDAD REAL (Km/h)	TIEMPO TEÓRICO (Min)	TIEMPO REAL (Min)
85	425.00	80	80.109	120	122'54"
85	425.00	140	140.079	30	34'38"
85	425.00	190	190.305	30	32'32"
85	425.00	180	189.850	30	32'21"
Tiempo de reposo mínimo (15 a 25 min)		20 min	Presión de ensayo final (No menor al 95%)		45 Psi
EVIDENCIAS VISUALES					
No se observaron novedades durante el ensayo.					

1.6. Análisis de conformidad de ensayo de aguante o resistencia

4.1.2.5 Rendimiento de alta velocidad	Aceptación	Rechazo	Observaciones
a. 1) Para neumáticos tipo II radiales, la presión del neumático, medida en un tiempo que este entre 15 min y 25 min, después de hacerlo girar el tiempo	Valor Teórico. >41 Psi		El neumático cumple con lo que indica el



especificado, no debe ser menor al 95% de la presión inicial. (INEN 2099, 2013)	Valor Medido: 48 Psi	Literal a 1) de la INEN 2099 - 2013.
a.3) No presentará evidencias visuales de reparaciones de la banda de rodamiento, cara lateral, pliegos, cuerdas, forro interno y/o pastaña; ni tampoco deberá presentar cortes, cuerdas rotas y/o expuestas, grietas, empalmes abiertos y otros. (INEN 2099, 2013)	El neumático no presenta evidencias visuales	El neumático cumple según indica el literal a.3) de la INEN 2099-2013

5. CONCLUSIONES GENERALES

- La muestra ensayada cumple con el método de ensayo establecido en la norma NTE INEN 2097-2012.
- La muestra cumple con los requisitos establecidos en la norma NTE INEN 2099-2013.

6. OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES

- El neumático no presenta inconsistencias.

7. ANEXOS

Anexo A: RG N°21 (2867-003-16)

Atentamente,


 Ing. Carlos Bonilla
 Jefe de la MSB¹


 Ing. Alex Nuñez Moscoso
 Especialista de Laboratorio

¹
 - 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.
 - Los resultados de este informe tendrán una validez de seis meses, como se establece en el reglamento RTE INEN 011 (2R) Neumáticos.
 - El laboratorio de Llantas no se responsabiliza de las deficiencias que pueda presentar el uso posterior de este informe.



HOJA DE ROTULADO

Producto: NEUMÁTICOS	TAMAÑO: 175/70 R 14	
Marca Comercial: <i>Exaval</i>	Servicio: <i>vehículo de pasajeros</i>	
Tipo: <i>TIPO II</i>	FECHA INSPECCIÓN: <i>10-02-2016</i>	
Nuevas: <i>2867-005-14</i>	Rencauchados: <i>No</i>	
ROTULADO DE NEUMÁTICOS. NTE INEN 2098-2013 6.1		
Requisitos Exigidos	Cumple	Observaciones/No conformidad
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 aros con designación ≥ 12 un número mínimo de 6 indicadores	<i>Si</i>	<i>4 indicadores</i>
En el hombro del neumático debe existir un símbolo que indique la posición de los indicadores de desgaste	<i>Si</i>	<i>TWI</i>
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	<i>Si</i>	<i>Cumple</i>
Marcado en letras y números no menores a 2 mm de altura, en alto o bajo relieve, no menor a 0.4 mm	<i>Si</i>	<i>Cumple</i>
Información en español y/o inglés, independiente de que pueda estar en otros idiomas adicionales	<i>Si</i>	<i>Inglés</i>
Designación del tamaño	<i>Si</i>	<i>175/70 R 14</i>
Nombre del fabricante o razón social o marca registrada	<i>Si</i>	<i>Exaval</i>
Legenda que identifique el país de origen	<i>Si</i>	<i>Hecho en Ecuador</i>
Capacidad de carga en kg o índice de carga máxima	<i>Si</i>	<i>500 Kg (1102 lbs)</i>
Presión máxima de inflado para carga simple y para carga dual, según aplique	<i>Si</i>	<i>300 kPa (44 PSI)</i>
Límite de velocidad	<i>Si</i>	<i>T</i>
Identificación del tipo de estructura de la carcasa - Palabra "radial", o su símbolo "R" inserto en la designación - Palabra diagonal (bias) o diagonal cinturada (bias belted), o su símbolo "B" inserto en la designación del tamaño	<i>Si</i>	<i>R Radial</i>
Nombre genérico de cada material utilizado en las cuerdas del área lateral y del área de rodamiento	<i>Si</i>	<i>Stainless polyester Steel, rayon, steel, rayon</i>
Número real de pliegos en la cara lateral y el número real de cinturones en el área de rodamiento, si son diferentes	<i>Si</i>	<i>Stainless 1 ply Steel 4 ply</i>
Palabras: "con tubo" y/o "Tube Type", "sin tubo" y/o "Tubeless", o equivalentes, según aplique	<i>Si</i>	<i>Tubeless</i>
Norma NTE INEN de referencia ó 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	<i>Si</i>	<i>DOT 14HR 3T3</i>



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
 Metalmecánica San Bartolo
 Laboratorio de Llantas



Las siglas M+B (o M&E) cuando se trata de neumáticos para todo o nieve	M+B	M. aplica
Palabra "REMARKABLE" y/o "REGROOVABLE", según aplique	M+B	M. aplica
Palabra "REFORZADO" y/o "REINFORCE", cuando el neumático posee una estructura reforzada	M+B	M. aplica
Identificación de la fecha de fabricación, mediante un grupo de 4 números (semana-año)	S*	2614
EN CASO DE REENCAUCHADAS TOMAR EN CUENTA NTE 2582-2011		
Numero de reencauche	M+B	M. aplica
Identificación de la planta de reencauche	M+B	M. aplica
Fecha de producción año mes y día	M+B	M. aplica
Identificación si existe reparaciones con refuerzos	M+B	M. aplica
Identificación si se ha eliminado el cinturón de protección	M+B	M. aplica
Incluye toda la información original	M+B	M. aplica
Mantiene las marcas de identificación de reencauches anteriores	M+B	M. aplica
La designación de servicio del neumático reencauchado no debe indicar un código de velocidad o un índice de carga superior a los neumáticos originales	M+B	M. aplica
* Este valor se refiere a la estructura misma 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.		
EVALUACION: CUMPLE <input checked="" type="checkbox"/> NO CUMPLE <input type="checkbox"/>		
OBSERVACIONES:		
Inspeccionado por:		
 Firma Identificador Nombre: Milton Giovanni Escobedo		

ANEXO X

FOTOS DE LA PRUEBA



Laboratorio de llantas metalmecánica San Bartolo



Aros para las muestras de las pruebas



Neumático Continental sobre el aro de prueba



Neumáticos Continental y Kumho sobre el aro de prueba



Neumático Kumho sobre el aro de prueba



Aro de prueba R14x5.5 J



Neumático General Tire, presión, fecha y tiempo de acondicionado



Ajuste del neumático Continental sobre la rueda plana de acero



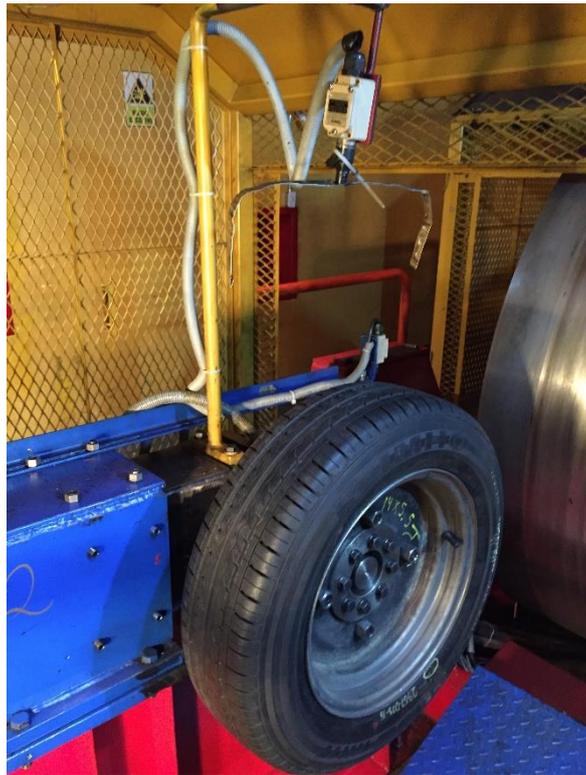
Colocación del neumático Continental



Colocación del neumático sobre la rueda plana de acero



Neumático kumho sobre la rueda plana de acero



Reajuste del neumático Kumho sobre la rueda plana de acero



Indicadores de presión, fecha y tiempo



Ajuste del sensor de posición del neumático



Colocación neumático Continental



Vista lateral de neumático Kumho



Vista lateral neumático Kumho



Rueda de plano de acero



Sensor de posición del neumático



Asentamiento de la rueda plana de acero sobre el neumático Kumho



Verificación que el neumático este bien posicionado



Medición de presión al inicio de la prueba de ensayo



Regulación del regulador de presión



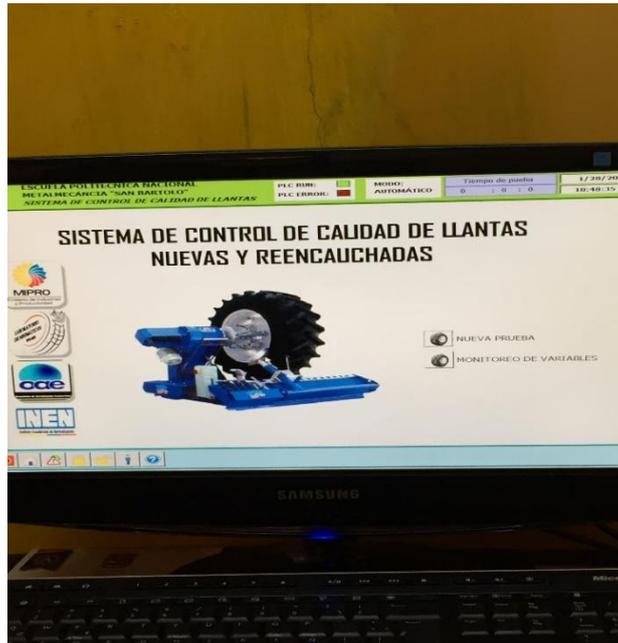
Equipo de regulador de presión



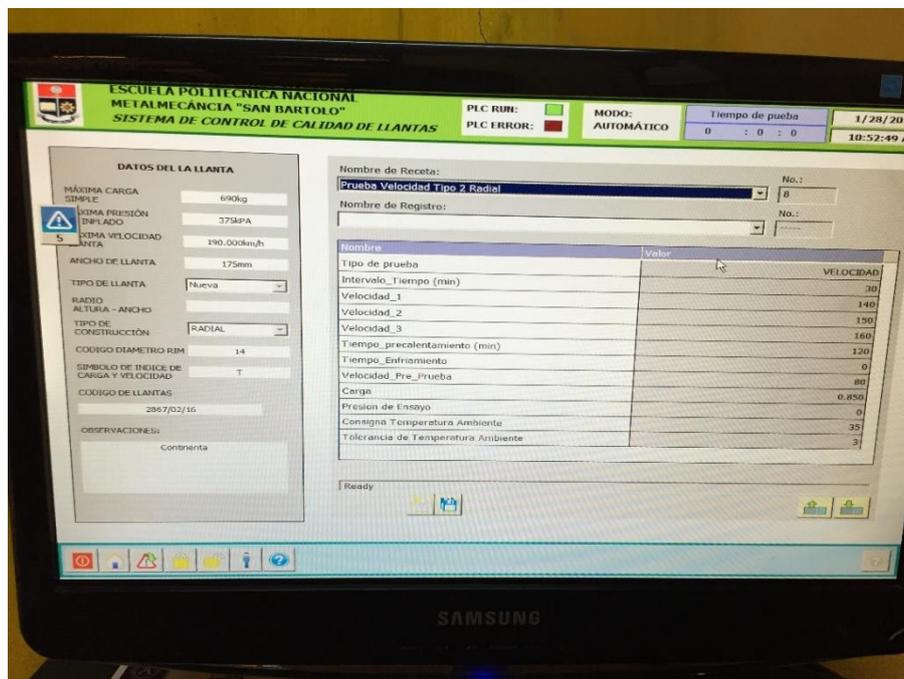
Regulador de presión



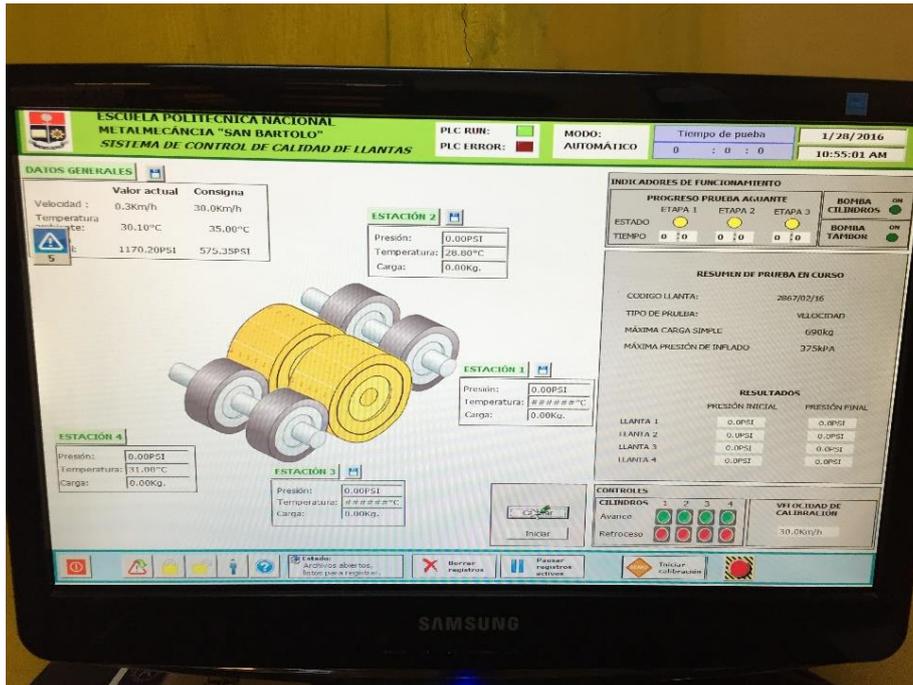
Regulador de temperatura



Software del sistema de control de las pruebas de ensayo



Ingreso de los datos del neumático en el programa



Registro de los datos del neumático



Registro de datos del neumático para posteriormente realizar la prueba