UIDE

Powered by
Arizona State University

ING. AUTOMOTRIZ

Trabajo integración Curricular previa a la obtención del título de Ingeniería en Mecánica Automotriz

AUTORES:

Pablo Andrés Toapanta Serrano

Sylvie Maylen Guarnizo Castillo

TUTOR:

PhD (c) Andrés Castillo

Propuesta Para Establecer Una Normativa De Opacidad En Base A La Altitud Para Vehículos Diesel

QUITO-ECUADOR 2024

CERTIFICACIÓN

Nosotros, Pablo Andrés Toapanta Serrano y Sylvie Maylen Guarnizo Castillo declaramos bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedemos nuestros 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 propiedad intelectual, reglamento y leyes.

Pablo Andrés Toapanta Serrano

Sylvie Maylen Guarnizo Castillo

Yo, PhD (c) José Andrés Castillo Reyes, certifico que conozco a los autores de la presente investigación, siendo el responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.

JOSE ANDRES CASTILLO REYES

Firmado digitalmente por JOSE ANDRES CASTILLO REYES
Fecha: 2024.12.18 12:28:08 -05'00'

PhD (c) José Andrés Castillo Reyes

DEDICATORIA

A quienes con su crítica y desconfianza, me desafiaron a superar mis propios límites, gracias por sus comentarios que me retaron a ser mejor, a fortalecer mi carácter y a demostrar que el esfuerzo constante siempre da frutos.

Pablo Andrés Toapanta Serrano

Dedico este trabajo a mis padres, cuya guía, amor incondicional y valiosas enseñanzas han sido mi mayor fortaleza en cada paso de este camino, su apoyo constante y su fe en mí han sido pilares fundamentales para alcanzar este logro. También dedico este trabajo a un Pilar tenaz, quien ha estado a mi lado, brindándome su sabiduría y sus consejos, llenando los momentos difíciles con risas y apoyo.

Sylvie Maylen Guarnizo Castillo

AGRADECIMIENTO

A quienes dudaron de mí, gracias por ser parte de mi motivación, sus palabras lejos de desanimarme se transformaron en el combustible que alimentó mi determinación, cada obstáculo que se presentó se convirtió en una oportunidad para crecer, demostrando que con esfuerzo y dedicación es posible superar los límites personales y alcanzar metas que parecían lejanas.

Pablo Andrés Toapanta Serrano

Agradezco a mi padre por inspirarme a seguir este camino y motivarme a estudiar esta carrera, a mi madre por su amor y apoyo incondicional, que me han sostenido en cada paso, a mi pilar tenaz gracias por tu confianza, por tus enseñanzas y por impulsarme a dar siempre lo mejor de mí. A mis docentes, cuyas enseñanzas y orientación han sido fundamentales durante este tiempo, cada uno de ustedes ha dejado una huella imborrable en mi vida, contribuyendo de manera invaluable a la culminación de este importante logro.

Sylvie Maylen Guarnizo Castillo

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN II
DEDICATORIA 5
AGRADECIMIENTO 6
RESUMEN 10
ABSTRACT 10
INTRODUCCIÓN 11
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA 12
Normativa internacional de emisiones contaminantes. 12
Regulación CARB: reglas del código 2193 Estándares de Opacidad del humo, intervalos de inspección y procedimientos de prueba. 13
Normativas a nivel regional 13
Ecuador: Normativa de gestión ambiental del aire y vehículos automotores 13
Colombia: Normativa de niveles permisibles de emisiones de contaminantes de fuentes móviles terrestres. 14
Perú: Normativa de límites máximos permisibles de emisiones para vehículos automotores. 15
Bolivia: Normativa de emisiones de fuentes móviles 15
Comparativa a nivel internacional y regional 16
MATERIALES Y MÉTODOS 17
Materiales. 17
Vehículo de estudio 17
Opacímetro 18
Método para la medición de la opacidad 19
Método. 20
Tipo de metodología. 20
Características del combustible diésel 21
Variables de estudio. 23
Cálculo del coeficiente de extinción de luz 23
Procedimiento 25
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 26
CONCLUSIONES 29
BIBLIOGRAFÍA 30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Opacímetro Brain Bee 19
Figura 2 Flujograma proceso de opacidad 20
Figura 3 Comparación de opacidad con respecto a pruebas de opacidad a diferente altura 27

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Límites de opacidad de la regulación CARB 13
Tabla 2 Límites de opacidad en Ecuador 14
Tabla 3 Límites de opacidad en Colombia 15
Tabla 4 Límites de opacidad en Perú 15
Tabla 5 Límites de opacidad para vehículos diésel en Bolivia 16
Tabla 6 Comparativa de límites de opacidad de vehículos diésel 16
Tabla 7 Especificaciones del vehículo de prueba 18
Tabla 8 Provincias y el número de estaciones de servicio de diesel 21
Tabla 9 Estándares diésel 22
Tabla 10 Valores de corrección por temperatura y altitud 24
Tabla 11 Pruebas de opacidad a nivel del mar y a 2659 m.s.n.m**.** 26
Tabla 12 Caudales con respecto a la bomba de alimentación 27
Tabla 13 Valores de opacidad medidos de acuerdo con la altitud 28
Tabla 14 Comparativa de la norma vigente y la nueva propuesta con respecto la altitud 28

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Giraldo, M., & Huertas, J. (2019). Real emissions, driving patterns and fuel consumption of in-use diesel buses operating at high altitude. Science Direct, 21-36. 31
Anexo 2: Machado, J. (19 de Julio de 2019). Primicias. Obtenido de https://www.primicias.ec/noticias/sociedad/aire-quito-contaminacion-salud/ 33
Anexo 3: Lapuerta, M., Armas, O., Agudelo, J., & Agudelo, A. (2006). Estudio del Efecto de la Altitud sobre el Comportamiento de Motores de Combustión Interna. Parte 2: Motores Diesel. 31-41. 34
Anexo 4: secretaria de Comunicaciones y transporte. (2019). REVISIÓN DE LA NORMATIVA INTERNACIONAL SOBRE LÍMITES DE EMISIONES CONTAMINANTES DE VEHÍCULOS DE CARRETERA. Instituto Mexicano de Transporte, 40-83. 36
Anexo 5: Legal Information Institute. (01 de enero de 2023). Cornell Law School. Obtenido de https://www.law.cornell.edu/regulations/california/13-CCR-2193 41
Anexo 6: INEN2202. (2013). Gestión Ambiental. Aire. Vehículos Automotores. Determinación De La Opacidad De Emisiones De Escape De Motores De Diesel Mediante La Prueba Estática. Método De Aceleración Libre. Norma Técnica Ecuatoriana, 7. 42
Anexo 7: Importaciones, L. (25 de mayo de 2023). Normativa Ecuatoriana para la Revisión Técnica Vehicular. Obtenido de https://lealimportaciones.com/normativa-ecuatoriana-revision-tecnica-vehicular/ 59

Anexo 8: Resolucion910. (2008). Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia. 4-26. 60
Anexo 9: MTC, M. d. (2007). ORDENANZA N° 458. Límites Máximos Permisibles de emisiones contaminantes para vehículos automotores que circulen en la red vial-Perú, 6-29. .. 65
Anexo 10: NormaNB62002. (2006). Calidad del aire-Emisiones de fuentes móviles-Generalidades, Clasificación y límites máximos permisibles-Bolivia. 10-24. 67
Anexo 11: Especificaciones del Vehículo Toyota Hilux 2005..... 71
Anexo 12: Participación de vehículos con tecnología euro II, en el mercado ecuatoriano, desde el 2005 al 2008..... 72
Anexo 13: Opacímetro Brain Bee OPA-300 74
Anexo 14: certificado de calibración del Opacímetro OPA-300..... 75
Anexo 15: volumen referencial de diésel..... 77
Anexo 16: despacho de combustible por parte de EP PETROECUADOR 77
Anexo 17: Características del combustible Diesel. 78
Anexo 18: Altitud para estudio de la opacidad. 81
Anexo 19: Pasos para la prueba de opacidad con el opacímetro Brain Bee..... 81
Anexo 20: Caudales con respecto al caudal de la bomba de alimentación. 86
Anexo 21: Primer resultado de opacidad de acuerdo con la altitud a nivel del mar. 87
Anexo 22: Segundo resultado de opacidad de acuerdo con la altitud a nivel del mar. 88
Anexo 23: Tercer resultado de opacidad de acuerdo con la altitud a nivel del mar..... 89
Anexo 24: Cuarto resultado de opacidad de acuerdo con la altitud a nivel del mar. 90
Anexo 25: Quinto resultado de opacidad de acuerdo con la altitud a nivel del mar..... 91
Anexo 26: Sexto resultado de opacidad de acuerdo con la altitud a nivel del mar. 92
Anexo 27: Séptimo resultado de opacidad de acuerdo con la altitud a nivel del mar..... 93
Anexo 28: Octavo resultado de opacidad de acuerdo con la altitud a nivel del mar. 94
Anexo 29: Noveno resultado de opacidad de acuerdo con la altitud a nivel del mar. 95
Anexo 30: Decimo resultado de opacidad de acuerdo con la altitud a nivel del mar. 96
Anexo 31: Decimo primer resultado de opacidad de acuerdo con la altitud a nivel del mar. 97
Anexo 32: Décimo segundo resultado de opacidad de acuerdo con la altitud a nivel del mar... 98
Anexo 33: Primer resultado de opacidad de acuerdo con la altitud de 2659 m.s.n.m. 99
Anexo 34: Segundo resultado de opacidad de acuerdo con la altitud de 2659 m.s.n.m..... 100
Anexo 35: Tercer resultado de opacidad de acuerdo con la altitud de 2659 m.s.n.m. 101
Anexo 36: Cuarto resultado de opacidad de acuerdo con la altitud de 2659 m.s.n.m. 102
Anexo 37: Quinto resultado de opacidad de acuerdo con la altitud de 2659 m.s.n.m. 103
Anexo 38: Sexto resultado de opacidad de acuerdo con la altitud de 2659 m.s.n.m. 104
Anexo 39: Séptimo resultado de opacidad de acuerdo con la altitud de 2659 m.s.n.m. 105
Anexo 40: Octavo resultado de opacidad de acuerdo con la altitud de 2659 m.s.n.m. 106
Anexo 41: Noveno resultado de opacidad de acuerdo con la altitud de 2659 m.s.n.m. 107
Anexo 42: Decimo resultado de opacidad de acuerdo con la altitud de 2659 m.s.n.m. 108
Anexo 43: Decimo Primer resultado de opacidad de acuerdo con la altitud de 2659 m.s.n.m. 109
Anexo 44: Decimo Segundo resultado de opacidad de acuerdo con la altitud de 2659 m.s.n.m. 110

PROPUESTA PARA ESTABLECER LA NORMATIVA DE OPACIDAD EN BASE A LA ALTITUD PARA VEHÍCULOS DIESEL

Ing. Andrés Castillo. Phd[1], Pablo Toapanta[2], Sylvie Guarnizo[3].
[1]Docente Escuela de Ingeniería Automotriz-Universidad Internacional del Ecuador
acastillo@internacional.edu.ec, Quito-Ecuador
[2]Ingeniería Automotriz-Universidad Internacional del Ecuador,
patoapnatase@uide.edu.ec, Quito-Ecuador
[3]Ingeniería Automotriz-Universidad Internacional del Ecuador,
syguarnizoca@uide.edu.ec, Quito-Ecuador

RESUMEN

Introducción: Uno de los aspectos claves a considerar, es el impacto de las altitudes elevadas en los motores diésel de aspiración natural, la implementación de esta propuesta aborda los efectos negativos de la contaminación vehicular. La opacidad es un indicador de clase de la calidad de combustión de los vehículos diésel. El objetivo fue fijar normativas que relacionen la altitud con la opacidad con el fin de mejorar sustancialmente la calidad del aire y la precisión en la medición de emisiones. **Metodología:** se utilizaron métodos cualitativos y cuantitativos, llevando a cabo un análisis exhaustivo de las normativas a nivel internacional, regional y nacional para definir y establecer parámetros específicos que faciliten el desarrollo eficaz de una nueva normativa de opacidad. **Resultados:** al realizar la medición de opacidad, se consideraron factores como altitud, presión atmosférica, densidad y temperatura. Esto permitió establecer los siguientes valores: a nivel del mar, un límite máximo de opacidad del 20%, mientras que a una altitud elevada de 2659 m.s.n.m., se estableció un límite máximo de opacidad del 60%. **Conclusión:** la nueva normativa busca equilibrar la necesidad de controlar las emisiones contaminantes con las realidades operativas de los motores diésel en diferentes altitudes, adaptándose a las condiciones geográficas y atmosféricas.

Palabras Calve: opacidad, altitud, diésel, aspiración natural, contaminación.

ABSTRACT

Introduction: One of the key issues to consider is the impact of high altitudes on naturally aspirated diesel engines. The implementation of this proposal addresses the negative effects of vehicle pollution. Opacity is a class indicator of the combustion quality of diesel vehicles. The objective was to set standards that relate altitude to opacity in order to substantially improve air quality and emissions measurement accuracy. Methodology: Qualitative and quantitative methods were used, carrying out an exhaustive analysis of international, regional and national regulations to define and establish specific parameters to facilitate the effective development of a new opacity regulation. Results: When measuring opacity, factors such as altitude, atmospheric pressure, density and temperature were considered. This allowed the following values to be established: at sea level, a maximum opacity limit of 20%, while at a high altitude of 2659 m.a.s.l., a maximum opacity limit of 60% was established. Conclusion: the new regulation seeks to balance the need to control pollutant emissions with the operational realities of diesel engines at different altitudes, adapting to geographical and atmospheric conditions.

Key words: opacity, altitude, diesel, natural aspiration, pollution.

INTRODUCCIÓN

En Ecuador, la mayoría de las ciudades en la región Sierra se encuentran a altitudes que superan los 2000 m.s.n.m. Las emisiones en los vehículos se ven influenciadas por diversos factores como el tipo de combustible, ciclos de conducción, la topografía y las condiciones climáticas durante el funcionamiento del motor. En diversas zonas de los Andes ecuatorianos, se enfrentan desafíos cruciales en cuanto a la calidad del aire y la contaminación vehicular debido a la gran altitud. Dado que a mayor altitud hay menos oxigeno disponible, esta reducción afecta la combustión en los motores. Como resultado, se produce una disminución en la potencia y el torque del motor, asi como un menor rendimiento en el consumo de combustible (Giraldo & Huertas, 2019).

La preocupación por el impacto ambiental de los motores diésel, en altitudes elevadas, ha despertado un interés creciente en comprender a fondo como estas condiciones afectan las emisiones contaminantes y que medidas regulatorias son necesarias para mitigar este impacto. Las ciudades suelen considerarse de “gran altitud” si superan los 2400 m.s.n.m. (Altitude , 2023). En estas zonas la calidad del aire y la reducción de emisiones son prioridades fundamentales para garantizar un entorno saludable y sostenible.

La mala calidad del aire en el Ecuador se debe a tres factores importantes: la altitud, puesto que los procesos de combustión generan más contaminación vehicular en ciudades con altitud elevada; las montañas dificultan el flujo eficiente del aire y la dispersión de contaminantes hacia otras áreas; y el crecimiento urbano, que implica un aumento de uso de vehículos. (Machado, 2019).

Uno de los aspectos claves a considerar, es el impacto de las altitudes elevadas en los motores diésel de aspiración natural. A medida que la altitud aumenta, la densidad del aire disminuye lo que puede afectar significativamente la eficiencia de la combustión y por ende, las emisiones producidas por estos motores, a su vez, el desempeño del motor disminuye, lo que resulta en un mayor consumo de combustible y un aumento en los índices de emisiones de gases de escape, como monóxido de carbono (CO), los hidrocarburos no quemados (HC), material particulado (PM) y óxidos de nitrógeno (NOx) (Giraldo & Huertas, 2019).

Este fenómeno no solo se refleja en la variación de la cantidad de emisiones, sino también en la composición y calidad de estas, lo que tiene implicaciones directas en la contaminación atmosférica y sus efectos adversos en la salud humana y el medio ambiente (Lapuerta et al., 2006).

Las normativas de emisiones vehiculares establecen los límites permitidos para los gases expulsados por los vehículos con motores de combustión interna. Estas regulaciones son cada vez más rigurosas y deben aplicarse tanto a los vehículos que ya están en uso como a los fabricantes. Las regulaciones actuales tanto nacionales como regionales, establecen estándares para la opacidad pero pueden no ser suficientemente adecuadas para abordar las diferentes altitudes dentro del territorio, esto puede llevar a una subestimación o sobrestimación de las emisiones reales que son provocadas por vehículos diésel lo que resalta la necesidad de evaluar y ajustar la normativa NTE 2202:2013, para asegurar su eficiencia en todas las condiciones operativas de los vehículos diésel.

Establecer una nueva normativa de opacidad en vehículos diésel, se convierte en una medida esencial para optimizar el control de emisiones. Debido a que la opacidad es un indicador importante de la calidad de la combustión, y por lo tanto al establecer normativas en relación de la altitud con la opacidad, se pretende mejorar de manera significativa la calidad del aire y confiabilidad de la medición de emisiones.

La aplicación de esta propuesta implica aspectos clave, abordar los impactos negativos de la contaminación vehicular y definir límites de opacidad específicos dentro de la ciudad, asegurando una medición más precisa de las emisiones vehiculares. Es fundamental comprender que esta propuesta plantea desafíos adicionales para el control efectivo de las emisiones contaminantes y no solo beneficia a la salud pública, sino que contribuye a la mitigación del cambio climático y al cumplimiento de los compromisos ambientales.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Normativa internacional de emisiones contaminantes.

El primer país en tomar medidas para reducir la contaminación de los vehículos fue Estados Unidos en 1963 con la promulgación del Acta Del Aire Limpio (Clean Air Act, CAA), se establecieron estándares para el control de la calidad del aire a nivel global, a raíz de esta ley, la Agencia de Protección Ambiental (EPA) desarrollo y puso en marcha medidas para proteger la salud de los habitantes (Secretaria de Comunicaciones y transporte , 2019).

Con el tiempo, estas regulaciones se han vuelto cada vez más estrictas. Estados Unidos y la Unión Europea (UE) han sido cruciales en la legislación sobre el control de emisiones, la Organización de las Naciones Unidas han exigido a otros países adoptar normativas para mitigar las emisiones contaminantes. Las principales restricciones legales de gases contaminantes en vehículos son:

- Regulación EPA *(Enviromental Protection Agency),* agencia de protección del medio ambiente de Estados Unidos
- Regulación CARB *(California Air Resources Board),* junta de recursos del aire de California.
- Regulación EURO (Unión Europea)
- Regulación Japonesa

La junta de recursos del aire de California (CARB) establecida en Estados Unidos es aplicada en California, Nueva York y Maine, asi como en British Columbia en Canadá. La normativa de la agencia de protección del medio ambiente (EPA) se aplica en el resto de los estados, también en países como México, Australia, Tailandia, Malasia, varios países de América del Sur y países asiáticos (con excepción de japón que tiene su propia legislación). La regulación EURO, se aplica en la unión europea, África, algunos países como Sudáfrica y en Egipto. (Secretaria de Comunicaciones y transporte , 2019)

Regulación CARB: reglas del código 2193 Estándares de Opacidad del humo, intervalos de inspección y procedimientos de prueba.

Las normas de opacidad del humo según los procedimientos detallados en la sección 2193, establece el nivel máximo de emisión aceptable para cualquier vehículo. Estas medidas se aplican durante las pruebas de aceleración rápida, realizadas según los procedimientos establecidos por la practica recomendada de la SAE J1667.

Para los vehículos diésel ligeros, el límite máximo de opacidad permitida es del 20%. Las pruebas de opacidad se pueden sustituir por la revisión de datos del sistema de diagnóstico a bordo (II OBD) para modelos del año 2013 y posteriores, si los datos del II OBD muestran que la luz indicadora de mal funcionamiento (MIL, Malfuntion Indicator Lamp) esta encendida o que hay códigos de falla permanentes almacenados, el vehículo se considera no conforme y debe ser reparado. (Legal Information Institute , 2023)

Tabla 1

Límites de opacidad de la regulación CARB.

Año modelo	% Opacidad
2007 y posterior	5
2006 a 1997	20
1996 a 1991	30
Anteriores a 1991	40

Nota: esta tabla muestra los valores máximos de opacidad permitidos para vehículos pesados de más de seis mil libras. Fuente: (Legal Information Institute , 2023)

Normativas a nivel regional

Las normativas ambientales a nivel global, regional y nacional establecen límites y estándares para las emisiones de contaminantes provenientes de vehículos, incluyendo dióxido de carbono (CO2), óxidos de nitrógeno (NOx), material particulado (PM), entre otros. Para contribuir a mejorar la calidad del aire y cumplir con los compromisos internacionales de protección ambiental.

Es importante destacar que cada país tiene sus propias normativas y estándares para la gestión ambiental de emisiones en vehículos diésel. Algunos países pueden tener regulaciones más estrictas en términos de límites de opacidad y métodos de prueba

Ecuador: Normativa de gestión ambiental del aire y vehículos automotores

La normativa ecuatoriana de gestión ambiental del aire y vehículos automotores regula las emisiones de contaminantes atmosféricos producidos por vehículos en circulación, a su vez establece medidas para promover la reducción de la contaminación del aire de las emisiones de escape de motores diésel (INEN2202, 2013).

La norma técnica ecuatoriana INEN 2202:2013 específica el procedimiento de prueba utilizado para calcular el nivel de opacidad de los gases de escape emitidos por vehículos con motor diésel, empleando el método de aceleración libre. Según se establece en la norma INEN 2202:2013 la opacidad se define como el grado de disminución en la intensidad de la luz visible causada por una sustancia al pasar a través de esta, en los motores diésel la principal emisión es el hollín o humo negro.

La opacidad es expresada en porcentaje (%), haciendo referencia a la parte de la luz que no llega al receptor del instrumento de medición debido a obstáculos como el hollín, y se calcula en relación con la transmitancia.

$$Opacidad = 100(1 - t\text{ransmitancia})$$

Ec. [1]

Para este proceso de medición no se puede emplear un analizador de gases puesto que las partículas de hollín son tan pequeñas que no se comportan como un gas, por lo tanto se emplea un opacímetro para calcular la cantidad de hollín que emite un motor diésel. La normativa INEN 2202:2013 establece condiciones de opacidad de humo para vehículos diésel, en las cueles no se pueden superar las cantidades indicadas en la *tabla 2.*

Tabla 2

Límites de opacidad en Ecuador

Año modelo	% Opacidad
2000 y posteriores	50
1999 y anteriores	60

Nota: esta tabla muestra los valores máximos de opacidad establecidos para vehículos diésel en Ecuador. Fuente: (INEN2202, 2013).

En Ecuador, las normativas sobre la opacidad de los vehículos diésel son principalmente reguladas y fiscalizadas por la Agencia Nacional de Tránsito (ANT). La ANT tiene la responsabilidad de regular y controlar el tránsito y transporte terrestre, incluyendo la revisión técnica vehicular, parte de esto incluye la verificación de los niveles de opacidad de los vehículos diésel para asegurar que cumplan con las normativas vigentes por parte de los vehículos en circulación. (Importaciones, 2023)

Colombia: Normativa de niveles permisibles de emisiones de contaminantes de fuentes móviles terrestres.

Los límites máximos de opacidad para vehículos diésel están definidos por la Resolución 910 del año 2008 del Ministerio de Transporte. Estos límites varían según el tipo de vehículo y el año de fabricación. La resolución establece los estándares de emisiones de opacidad que podrán emitir durante su funcionamiento en condiciones de aceleración libre y a temperatura normal de operación en territorio colombiano. En la *tabla 3* se proporcionan los limites específicos del país (Resolucion910, 2008).

Tabla 3

Límites de opacidad en Colombia

Año modelo	Opacidad (%)
1970 y anterior	50
1971-1984	45
1985-1997	40
1998 y posteriores	35

Nota: esta tabla muestra los valores máximos de opacidad para vehículos diésel en Colombia. Fuente: (Resolucion910, 2008)

Perú: Normativa de límites máximos permisibles de emisiones para vehículos automotores.

Los límites de opacidad estas regulados por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) y varían según el tipo y año de fabricación de los vehículos, en la cual consta reglamentos, resoluciones ministeriales y normativas especificas relacionadas con la revisión técnica vehicular y emisiones vehiculares (MTC, 2007).

La normativa establecida menciona que solo para controles en carreteras o vías públicas que se lleven a cabo a más de 1000 m.s.n.m., se permitirá una corrección por altitud de 0.25k(m-1) por cada 1000 m.s.n.m. adicionales, hasta un máximo de 0.75k(m-1), de acuerdo con la *tabla 4.*

Tabla 4

Límites de opacidad en Perú

Año de fabricación	Opacidad k(m-1)	Opacidad (%)
Antes de 1995	3.0	72
1996 en adelante	2.5	65
2003 en adelante	2.1	60

Nota: esta tabla muestra los valores máximos de la densidad del humo y opacidad para vehículos diésel en Perú. Fuente: (MTC, 2007)

Bolivia: Normativa de emisiones de fuentes móviles

Los límites de opacidad para vehículos diésel estas vigentes según la normativa internacional, estableciendo un nivel máximo permisible que debe ser respetado durante las inspecciones técnicas vehiculares (ITV). Estas pruebas se realizan para vehículos nuevos como usados, y sus regulaciones varían según las diferentes altitudes del país, medidas bajo condiciones específicas establecidas por las autoridades ambientales como se muestra en la *tabla 5.*

Tabla 5

Límites de opacidad para vehículos diésel en Bolivia

Altitud (m.s.n.m.)	Opacidad k(m-1)	Opacidad (%)
0-1500	2.44	65
1501-3000	2.80	70
3001-4500	3.22	75

Nota: esta tabla muestra los valores máximos de la densidad del humo y opacidad para vehículos diésel en Bolivia. Fuente: (NB62002, 2006)

Comparativa a nivel internacional y regional

A nivel internacional, la Regulación CARB (California Air Resources Board) es un modelo de referencia en términos de control de emisiones para vehículos diésel, siendo una de las normativas más estrictas y avanzadas del mundo. A nivel nacional y regional las normativas de opacidad varían significativamente entre Ecuador, Colombia, Perú y Bolivia. Cada uno de estos países tiene sus propias regulaciones y estándares para establecer los limites en las emisiones de escape de motores diésel.

Aunque estas regulaciones son diferentes, todas están basadas en normativas y modelos internacionales, como los establecidos por la Unión Europea, Estados Unidos, y diversas Agencias de Protección Ambiental. Por ejemplo, la normativa de Ecuador NTE 2202:2013 basa sus procesos de medición en las normas ICONTEC 4231 (Instituto Colombiano de Normas Técnicas, 2002) e ISO 8178-10 (International Organization for Standardization, Suiza, 2002). El objetivo común de estas normativas es controlar la contaminación atmosférica y proteger la salud pública. A continuación, se presenta una comparativa de la normativa internacional (Regulación CARB), nacional y normativas regionales.

Tabla 6

Comparativa de límites de opacidad de vehículos diésel.

Región	Año modelo	Opacidad (%)	Altitud (m.s.n.m.)	Método
Estados	2007 y posterior	5	-	Aceleración
Unidos	2006-1997	20	-	rápida y II OBD
Regulación	1996 a 1991	30	-	
CARB [a]	Anteriores a 1991	40	-	
Ecuador [b]	1999 y anteriores	60	-	Aceleración
	2000 y posteriores	50	-	libre

Colombia [c]	1970 y anterior	50	-	Aceleración
	1971-1984	45	-	libre
	1985-1997	40	-	
	1998 y posteriores	35	-	
Perú [d]	1995 y anteriores	72	-	Aceleración
	1996 y posteriores	65	-	libre
	2003 y posteriores	60	-	
Bolivia [e]	-	65	0-1500	Aceleración
	-	70	1501-3000	libre
	-	75	3001-4500	

Nota: esta tabla muestra los valores máximos de opacidad para vehículos diésel a nivel Internacional, Nacional y Regional. Fuente: [a] (Legal Information Institute , 2023) [b] (INEN2202, 2013) [c] (Resolucion910, 2008) [d] (MTC, 2007) [e] (NB62002, 2006).

La comparación de los límites de opacidad en los vehículos diésel resalta los diferentes enfoques para enfrentar el desafío de las emisiones de partículas contaminantes. La regulación CARB, aplica normas estrictas y bien definidas para vehículos livianos y pesados. Las estrategias de regulación a nivel nacional y regional varían, adaptando sus normas a entornos específicos.

Por ejemplo, Bolivia ajusta sus límites de opacidad según la altitud del país. Sin embargo, Ecuador Colombia y Perú establecen sus estándares en el año de fabricación de los vehículos, por lo que, la implementación de estos estándares debe equilibrarse con las condiciones geográficas para lograr una regulación efectiva. Un enfoque que integre condiciones locales es crucial para mejorar la calidad del aire y disminuir las emisiones contaminantes en vehículos diésel.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales.

Vehículo de estudio

Es importante considerar que, a mayor altitud, la densidad y la cantidad de oxígeno disminuyen, lo cual afecta la contaminación y la formación de contaminantes. Estes efecto es más notable en vehículos de aspiración natural, que no cuentan con sistemas de compensación, como los sistemas turboalimentados. Esta falta de

compensación puede resultar en una combustión incompleta, aumentando las emisiones de partículas y opacidad del escape.

El grupo de estudio se centrará en vehículos clasificados bajo la norma Euro II, equipados con bomba de inyección VE, fabricados entre los años 2005 al 2008, según la Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador (AEADE), con una participación del 74.8% en el parque automotor. (AEADE, 2009). Para las pruebas se utilizará un Toyota Hilux diésel conocido por soportar condiciones de uso intensivo y terrenos difíciles, siendo utilizado en entornos urbanos como rurales, desde transporte comercial hasta uso personal, debido a su reconocida durabilidad y superioridad como camioneta de trabajo en comparación con la LUV DMAX.

Esta elección se basa en la capacidad de la Toyota Hilux para soportar un mayor desgaste, lo cual la hace más adecuada para un estudio enfocado en vehículos de alta resistencia en condiciones laborales exigentes. Sin embargo, la Toyota Hilux enfrentó desafíos en el mercado debido a sus costos relativamente altos, lo cual impactó su competitividad.

Las pruebas en la Toyota Hilux 2005 permite explorar las implicaciones ambientales y sociales de mantener vehículos antiguos en circulación, especialmente en términos de si contribución a la contaminación del aire.

Tabla 7

Especificaciones del vehículo de prueba.

Toyota Hilux 4X2 diésel 2005	
Potencia máxima	220 CV / 75 kW
Par Máximo	260 Nm
Revoluciones Par Máximo	1600 – 2400 RPM
Número de Cilindros	4
Disposición de los Cilindros	En línea
Cilindrada	3.0 cm^3
Relación de Compresión	18,5 a 1
Número de velocidades	5

Nota: esta tabla muestra las especificaciones del vehículo de prueba para establecer los nuevos límites de opacidad. Fuente: (Ency CarPedia, 2015)

Opacímetro

El opacímetro Brain Bee cumple con la norma ISO 11614, acreditado por el país de origen, como se especifica en el anexo 13. El opacímetro se utiliza para medir la cantidad de partículas suspendidas en el aire, lo cual es importante para evaluar la contaminación atmosférica y el cumplimiento de los estándares de calidad.

El opacímetro consta de un tubo que conecta la salida de escape con la cámara de medición, un rayo de luz atraviesa dicha cámara y la opacidad se determina por la atenuación de esa luz, la cual es medida por un receptor dentro de la cámara (Importaciones, 2023).

Figura 1
Opacímetro Brain Bee

Nota: este grafico corresponde al opacímetro Brain Bee. Por Toapanta, P. & Guarnizo, S. (Autores), 2024.

Método para la medición de la opacidad

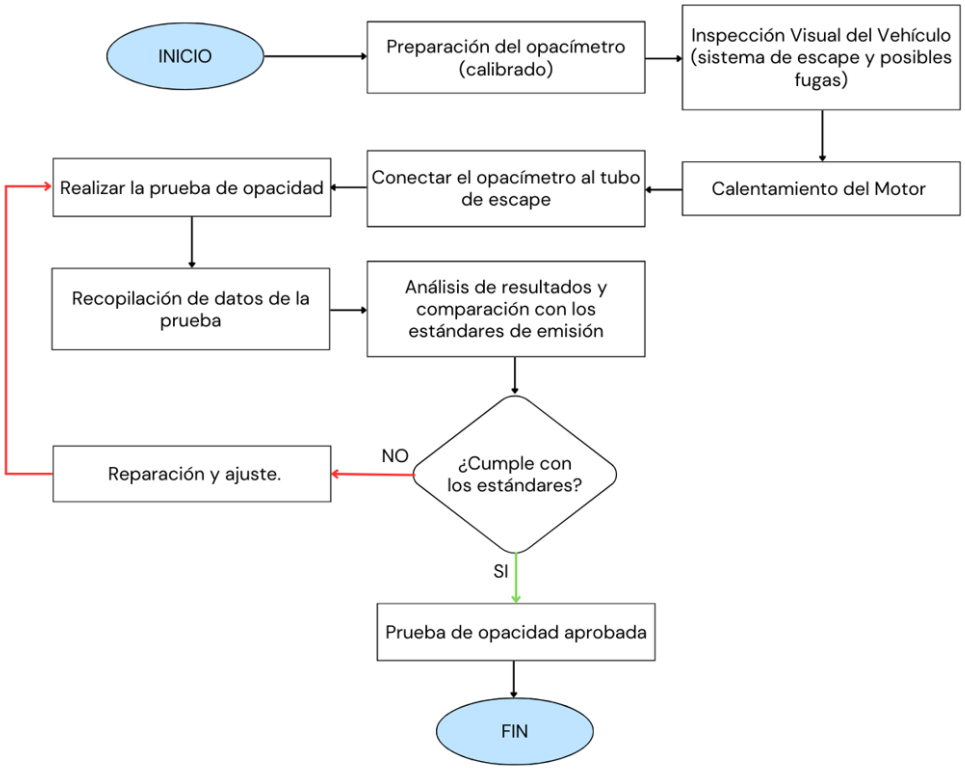
Para proceder a medir la opacidad, es necesario realizar una inspección y preparación previa de los siguientes puntos:

- El opacímetro debe estar correctamente calibrado, tal y como se indica en el anexo 14.
- Si el vehículo tiene transmisión manual debe estar en neutro con el pedal de embrague libre
- Si el vehículo es de transmisión automática debe estar en posición de parqueo; si no cuenta con esta debe estar en neutro.
- No debe haber obstrucciones en todo el recorrido del acelerador
- El vehículo debe estar inmovilizado o las ruedas del vehículo bloqueadas
- El aire acondicionado debe estar apagado
- El freno de motor o de escape debe estar desactivado
- El sistema de precalentamiento del aire de admisión debe estar completamente apagado
- Los dispositivos instalados en el motor o vehículo que alteren las características de velocidad del motor que puedan modificar los resultados de la prueba o dificultar su optima ejecución, deben estar desactivados.
- Se registran los valores de la velocidad en ralentí y a máxima aceleración
- Es necesario confirmar que el gobernador de la bomba de inyección este limitando la velocidad del motor
- Se debe comprobar que no haya figas en la tubería del sistema de escape y que no haya salidas adicionales a las de su diseño.

- Se comprueba que la temperatura del aceite del motor este dentro de los rangos normales de operación.

Figura 2

Flujograma proceso de opacidad.



Nota: este grafico corresponde al flujograma de los Proceso para medir la opacidad. Por Toapanta, P. & Guarnizo, S. (Autores), 2024,

Método.

Tipo de metodología.

Para llevar a cabo la presente investigación, se empleó el método cualitativo y cuantitativo. Se realizo un análisis de las normativas internacionales, regionales y la normativa nacional con el fin de establecer parámetros específicos que contribuyan al desarrollo eficiente de una nueva normativa de opacidad.

El enfoque está centrado en la recolección y análisis de datos numéricos obtenidos durante las mediciones de opacidad. Esto no solo facilitará el logro de los objetivos iniciales, sino que también permitirá un control más preciso de las emisiones de los vehículos diésel, asegurando asi el cumplimiento de las regulaciones ambientales.

Características del combustible diésel

En Ecuador, se distribuyen dos tipos de combustible diese: diésel 2 y diésel premium. Un estudio de la Escuela Politécnica Nacional (EPN) evaluó las emisiones contaminantes del diésel, atribuidas a su elevado contenido de azufre. Los niveles de azufre en el diésel varían en diferentes regional del Ecuador. En Guayaquil se encuentran entre 16.4 y 23.3 ppm (partes por millón). En contraste, en Quito, los niveles varían entre 159 y 171 ppm (Torres, 2021).

La Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables indica que el diésel importado, conocido como diésel premium, es un combustible con bajo contenido de azufre, alcanzando niveles de hasta 51 ppm. Según la Agencia, este hidrocarburo no se mezcla con el diésel producido localmente y se comercializa directamente como diésel premium. Por otro lado, el diésel 2, producido en las refinerías de Esmeraldas, Shushufindi y La Libertad, presenta altos niveles de azufre, llegando a las 7000 ppm, según la ARC. (Torres, 2021)

El ministerio de Energía y Minas, Servicio de Rentas Internas, EP PETROECUADOR y Agencia de Regulación y Control de Energía, Recursos Naturales No Renovables, establecieron 455 centros de diésel premium a nivel nacional, los cuales están distribuidos en 1108 estaciones de servicio, lo que corresponde al 41.06% de la distribución a nivel nacional. (Control de Recursos y Energía, 2023)

Tabla 8

Provincias y el número de estaciones de servicio de diesel premium

Provincia	N° Estaciones de Servicio
Azuay	22
Bolívar	9
Cañar	12
Carchi	6
Chimborazo	16
Cotopaxi	10
El Oro	19
Esmeraldas	7
Galápagos	3
Guayas	77
Imbabura	13
Loja	21
Los Ríos	27
Manabí	47

Morona Santiago	9
Napo	5
Orellana	5
Pastaza	7
Pichincha	89
Santa Elena	8
Santo Domingo	12
Sucumbíos	3
Tungurahua	25
Zamora Chinchipe	3

Nota: esta tabla muestra la cantidad de centros por provincia que distribuyen diésel premium a nivel nacional. Fuente: (Control de Recursos y Energía, 2023)

El diésel comercializado debe cumplir con ciertos estándares con respecto a la normativa NTE INEN 1489, presentadas en la *tabla 9*. El diésel suele presentar impurezas, agua, asfáltenos y una alta concentración de azufre, lo cual genera problemas como obstrucciones e impurezas en la línea de alimentación, formación de carbón en válvulas y pistones, daños en la bomba de combustible, altas emisiones y una considerable cantidad de humo.

Tabla 9

Estándares diésel.

Requisitos	Unidad	Mínimo	Máximo
Punto de inflamación	°C	51	-
φ Contenido de agua y sedimento	%	-	0,05
W contenido de residuo carbonoso sobre el 10% del residuo de la destilación	%	-	0,15
W contenido de cenizas	%	-	0,01
Temperatura de destilación del 90%	°C	-	360
Viscosidad cinemática a 40°C	mm^2/s	2,0	5,0
W contenido de azufre	ppm	-	500
Corrosión a la lámina de cobre	Clasificación	-	N°3
Indicé de cetano calculado	-	45	-
Contenido de Biodiesel	%	5	10

Nota: esta tabla muestra los requisitos que debe cumplir el diésel para su comercialización en el país. Fuente: (INEN1489, 2012)

Una característica del diésel es su índice de cetano, relacionado con la facilidad de ignición del combustible. Según la normativa, el diésel comercializado debe tener un índice de cetano de 45. Un índice de cetano más alto implica que el diésel se encenderá fácilmente después de ser inyectado, mejorando la combustión y reduciendo el humo. (Cardenas, 2020).

El sector automotriz es el principal consumidor de diésel premium, representado aproximadamente el 60% del consumo total. (PETROECUADOR, 2024)

Actualmente, Petroecuador distribuye combustible diésel siguiendo las normas euro III, que tienen más de 20 años y están desactualizadas. Lo ideal sería disponer de combustibles que cumplan con las normas euro VI.

Variables de estudio.

- Se debe considerar las siguientes variables de estudio:
- Altitud: afecta la combustión del diésel y la formación de partículas de hollín, en altitudes elevadas.
- Temperatura: la temperatura ambiente puede influir en la viscosidad del combustible y la eficiencia de la combustión, en altitudes elevadas, las temperaturas suelen ser más bajas lo que afecta a la formación de partículas.
- Presión atmosférica: la presión atmosférica disminuye a medida que aumenta la altitud, por lo tanto, a una altitud superior a los 2400 m.s.n.m., la presión atmosférica será menor que a nivel del mar.
- La norma técnica ecuatoriana INEN 2202:2013.

Cálculo del coeficiente de extinción de luz

La densidad del humo o el coeficiente de extinción de luz (K): es en función del número de partículas de humo en relación con el volumen de gas, la manera en que estas partículas están distribuidas según su tamaña y las características de absorción y dispersión que poseen dichas partículas y se define a partir de la ley de Beer-Lambert y es expresada en metros elevado a menos uno (m^{-1}).

$$K = -\left(\frac{1}{L}\right) In\ \left(1 - \frac{N}{100}\right)$$

Ec. [2]

Donde:

K= densidad del humo m^{-1}
L= longitud de trayectoria óptica efectiva en metros (m).
N= opacidad en porcentaje (%).

Longitud estándar de los opacímetros es 0.43 m

De acuerdo con la norma técnica ecuatoriana INEN 2202:2013 para vehículos del 2000 y posteriores

$$K_1 = -\left(\frac{1}{0.43m}\right) In\ \left(1 - \frac{50\%}{100}\right) = 1.61m^{-1}$$

Para vehículos de 1999 y anteriores.

$$K_2 = -\left(\frac{1}{0.43m}\right) In\ \left(1 - \frac{60\%}{100}\right) = 2.13m^{-1}$$

Corrección por altitud elevada.

Tabla 10

Valores de corrección por temperatura y altitud

Altura sobre el nivel del mar								
Temperatura		**0 m**	**1000**	**1500**	**2000**	**2500**	**2750**	**3000**
°C	**°F**	**0 pies**	**3280**	**4920**	**6560**	**8200**	**9020**	**9840**
0 a 20	32 a 69	0.93	1.04	1.10	1.16	1.23	1.29	1.32
21 a 29	70 a 85	1.00	1.12	1.19	1.27	1.33	1.39	1.41
30 a 39	86 a 103	1.03	1.16	1.23	1.30	1.37	1.43	1.45
40 a 49	104 a 121	1.06	1.20	1.27	1.35	1.42	1.48	1.50
50 a 74	122 a 166	1.10	1.13	1.30	1.39	1.47	1.53	1.56

Nota: esta tabla muestra el factor de corrección considerando la temperatura y altitud.
Fuente: (Ramirez, 2020)

Aplicación del factor de corrección.

La medición del coeficiente de extinción de luz utilizando un factor de corrección, se aplica mediante la formula general:

$$K_{ajuste} = Kx\ F$$

Ec. [3]

Donde:
K= densidad del humo m^{-1} de acuerdo con el año del vehículo
F= factor de corrección a 2659 m.s.n.m.

Ajuste de coeficiente de extinción de luz ($K_{ajuste1}$) utilizando el factor de corrección para vehículos del 2000 y posteriores:

$$K_{ajuste1} = K_1 x\ F$$
$$K_{ajuste1} = 1.61x\ 1.26 = 2.02m^{-1}$$

Ajuste de coeficiente de extinción de luz ($K_{ajuste2}$) utilizando el factor de corrección para vehículos para vehículos de 1999 y anteriores

$$K_{ajuste2} = K_2 x\ F$$
$$K_{ajuste2} = 2.13x\ 1.26 = 2.68m^{-1}$$

Una vez realizado el ajuste del coeficiente de extinción de luz (K), se procede a determinar el porcentaje de opacidad.

$$N = 100(1 - e^{-KL})$$

Ec. [4]

Donde:
K=densidad del humo
L= longitud de trayectoria óptica efectiva
N= opacidad (%)

Por lo tanto para vehículos del 2000 y posteriores:

$$N_1 = 100(1 - e^{-KL})$$
$$N_1 = 100(1 - e^{-2.02x0.43}) = 58.04\%$$

Para vehículos de 1999 y anteriores:

$$N_2 = 100(1 - e^{-KL})$$
$$N_2 = 100(1 - e^{-2.68x0.43}) = 68.41\%$$

Procedimiento

La medición de la opacidad del vehículo Toyota Hilux, considerando la altitud, implica un procedimiento meticuloso para asegurar resultados precisos y confiables. Se sigue la normativa ecuatoriana INEN 2202:2013. Para la recolección de datos de esta investigación, se consideran variables como la altitud, temperatura y presión atmosférica, elementos que garantizan la exhaustividad y precisión del estudio.

Se hace uso de la aplicación Tools GPS para determinar la altitud exacta del lugar de medición. Para una altitud elevada, se seleccionó la ciudad de Quito que se encuentra a 2659 m.s.n.m. (Anexo 16), y la altitud a nivel del mar, con una temperatura de 22°C. El procedimiento comienza con la revisión de equipos, asegurándonos de que el opacímetro funcione correctamente y este homologado según se establece en la normativa INEN 2202:2013. También verificamos que el vehículo opere en óptimas condiciones. Para medir la opacidad, el motor del vehículo se debe encontrar en

condiciones ideales, la temperatura de funcionamiento del motor debe ser normal de 80°C y revisamos que no existan fugas en el sistema de escape.

Para utilizar el opacímetro, primero se debe calentarse y ajustar, posteriormente se ingresa la información del vehículo, se inserta la sonda en el tubo de escape según las indicaciones del equipo, a la profundidad indicada para asegurar la muestra. A continuación, se realizan ciclos de aceleración libre, haciendo que el motor alcance su máxima velocidad y manteniéndola durante 2 a 4 segundos antes de soltar el acelerador permitiendo que el motor regrese al ralentí. Esta acción se repite varias veces. Anotamos las lecturas de opacidad durante cada aceleración para el registro de datos respectivos y asi obtener el valor final de la opacidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La investigación se llevó a cabo tanto a nivel del mar como a una altitud elevada, seleccionado la ciudad de Quito, a una altura de 2659 m.s.n.m., con una temperatura ambiente de 22°C. Se realizaron un total de 24 pruebas de opacidad, divididas en 12 pruebas a nivel del mar y 12 pruebas a una altitud de 2659 m.s.n.m. utilizando un vehículo marca Toyota Hilux del año 2005, con motor diésel de aspiración natural. Se presentan los datos de los resultados obtenidos.

Tabla 11

Pruebas de opacidad a nivel del mar y a 2659 m.s.n.m.

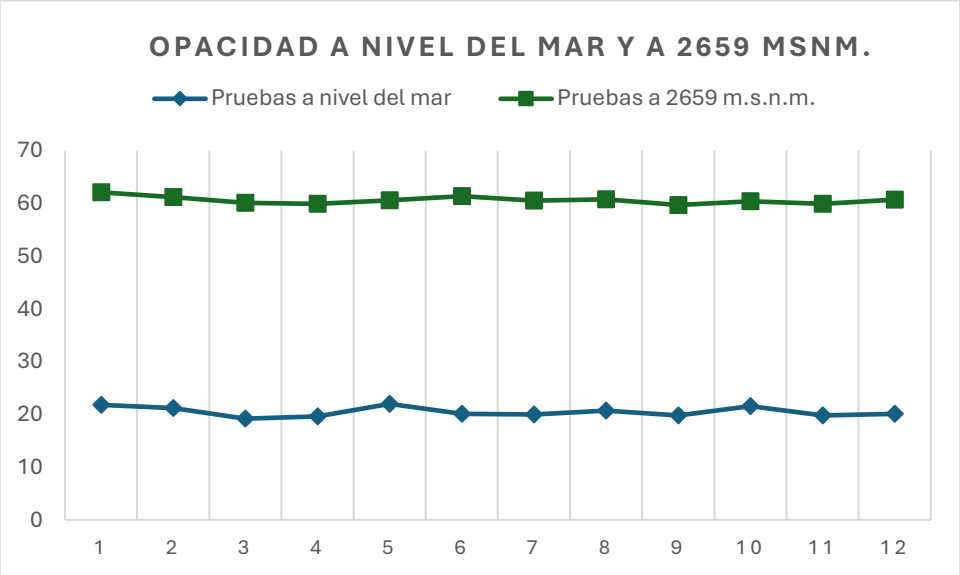
N°	A nivel del mar	A 2659 m.s.n.m.
1	21.8	62.1
2	21.2	61.2
3	19.2	60.1
4	19.6	59.9
5	22	60.6
6	20.1	61.4
7	20	60.5
8	20.7	60.8
9	19.8	59.7
10	21.6	60.4
11	19.8	59.9
12	20.1	60.7
Promedio	**20.49**	**60.6**

Nota: la presente tabla muestra el valor promedio de opacidad obtenido en cada prueba realizada. Fuente: (Toapanta P. & Guarnizo S., 2024) (Autores).

Los datos incluyen medidas individuales de cada prueba realizada con el opacímetro, asi como los valores finales establecidos para los nuevos límites de opacidad. Estos valores específicos permitirán evaluar el humo emitido por los vehículos diésel bajo distintas condiciones atmosféricas.

Figura 3

Comparación de opacidad con respecto a pruebas de opacidad a diferente altura.



Nota: muestra los límites de opacidad correspondiente a la tabla 11. Fuente: (Toapanta P. & Guarnizo S., 2024) (Autores).

Tabla 12

Caudales con respecto a la bomba de alimentación.

RPM	CC
100	1.5
300	5
500	8
750	10
1000	12
1300	15
1600	12

Nota: esta tabla muestra las caudales con respecto de la bomba VE, sobre el vehículo de estudio. Fuente: (Toapanta P. & Guarnizo S., 2024) (Autores)

La *tabla 12,* presenta los valores de caudales en relación con las RPM (revoluciones por minuto) de la bomba de alimentación de combustible VE, utilizada en el vehículo de estudio. Los datos indican que el caudal de combustible aumenta proporcionalmente con las RPM hasta un punto máximo. Esta relación entre RPM y caudal es esencial para comprender el comportamiento de la bomba VE y su capacidad para suministrar combustible bajo diferentes condiciones de operación. El comportamiento descrito refleja la calibración detallada de la bomba, tal y como se especifica en el anexo 18.

Tabla 13

Valores de opacidad medidos de acuerdo con la altitud.

Altitud (m.s.n.m.)	% Opacidad
Nivel del mar – 1500	20
Más de 1500	60

Nota: esta tabla muestra los nuevos límites máximos de opacidad. Fuente: (Toapanta P. & Guarnizo S., 2024) (Autores).

La *tabla 13* muestra como varia el porcentaje de opacidad de los motores diésel según la altitud, resaltando que los factores geográficos influyen en la calidad de combustión. Se ha evaluado un rango de altitud desde el nivel del mar hasta los 1500 m.s.n.m. donde se estableció un bajo porcentaje de opacidad, con un límite del 20%. Esto se debe a que, a menores altitudes, las condiciones atmosféricas, como una mayor presión de aire y más oxigeno permiten una mejor combustión.

Sin embargo, cuando la altitud aumenta, también lo hacen los niveles de opacidad, lo que está relacionado con la menor cantidad de oxígeno, lo que dificulta la combustión generando más material particulado. A partir de los 1500 m.s.n.m., estos efectos son más notables y se ve un aumento en los niveles de opacidad.

Para las zonas de altitudes superiores a 1500 m.s.n.m. se les ha determinado un valor máximo de opacidad del 60%, reflejando una disminución en la eficiencia de combustión en esa altura. En regiones de alta altitud, la baja presión y la menor densidad de oxígeno limitan el proceso de combustión provocando un aumento en la densidad del humo.

Tabla 14

Comparativa de la norma vigente y la nueva propuesta con respecto la altitud.

Normativa INEN 2202:2013 [a]		**Nueva Normativa [b]**	
Año modelo	**% Opacidad**	**Altitud (m.s.n.m.)**	**% Opacidad**
2000 y posteriores	50	Nivel del mar -1500	20
1999 y anteriores	60	Más de 1500	60

Nota: esta tabla muestra la diferencia de límites establecidos por la norma vigente de opacidad con respecto a la nueva propuesta. Fuente: [a] (INEN2202, 2013), [b] (Toapanta P. & Guarnizo S., 2024) (Autores).

La normativa INEN 2202:2013 toma como referencia el año de fabricación de los vehículos, sin considerar las diferentes condiciones geográficas y altitudes del país. Sin embargo, la nueva normativa presenta cambios significativos según la ubicación geográfica. A nivel del mar, se establece un límite de opacidad del 20% aplicable a todos los vehículos, sin importar su año de fabricación. Esto representa una reducción considerable en comparación con los límites del 50% y 60% permitidos por la normativa vigente para vehículos más recientes y antiguos.

La nueva normativa para altitudes superiores a los 1500 m.s.n.m. permite un límite de opacidad del 60%. Este límite es igual al establecido para vehículos fabricados en 1999 y anteriores según la normativa INEN 2202:2013. Sin embargo, es más permisiva que el límite del 50% establecido para vehículos fabricados en el año 2000 y posteriores. Esta diferencia se debe a las condiciones geográficas.

A mayor altitud, la densidad disminuye, lo que significa que hay menos oxigeno disponible para la combustión, causando una disminución en la potencia generada por el motor en todo el rango de régimen de giro.

CONCLUSIONES

Para la nueva normativa se busca un enfoque más progresivo, para adaptarse a los factores ambientales. Se establece un límite máximo de opacidad del 20% para el nivel del mar y del 60% para una altitud más elevada como ocurre en la mayoría de las cuidades de la región Sierra, donde la alta densidad de población combinada con la altitud aumenta la vulnerabilidad a la contaminación, considerando a la altitud como factor significativo en la contaminación de los vehículos diésel, ajustando los nuevos límites a las condiciones geográficas.

La implementación de una normativa de opacidad basada en la altitud para vehículos diésel, sin tomar en cuenta el año de fabricación, busca reducir la contaminación y mejorar la calidad del aire. Aunque el año de fabricación puede influir en la tecnología y diseño original del motor, no es un factor determinante para establecer parámetros en la opacidad. Los valores establecidos en el presente estudio se centran en el óptimo rendimiento de los vehículos en función de las condiciones geográficas en las que opera el motor, independientemente de la antigüedad, asegurando que cumplan con estándares para proteger el medio ambiente y la salud pública.

La diferenciación por altitud permite un regulación más justa y efectiva, reconociendo que las condiciones atmosféricas varían considerablemente con la altitud, lo que influye en el rendimiento de los motores diésel y sus emisiones. Como resultado, se anticipa una disminución en la incidencia de enfermedades respiratorias y cardiovasculares, beneficiando asi la salud pública y el bienestar de la población.

BIBLIOGRAFÍA

AEADE. (2009). 26-37.

AEADE. (2023). Anuario 2023. *Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador*, 94-132.

Altitude . (2023). *National Geographic* , 5-8.

Cardenas, P. (16 de Octubre de 2020). *QUALCO*. Obtenido de https://www.qualco.com.ec/post/calidad-del-di%C3%A9sel-impacto-en-veh%C3%ADculos-y-medio-ambiente

Control de Recursos y Energía. (11 de Agosto de 2023). Obtenido de https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/la-arcernnr-establece-de-volumenes-referenciales-de-diesel-premium-a-455-estaciones-de-servicio/

Ency CarPedia. (2015). Obtenido de https://www.encycarpedia.com/es/toyota/05-hilux

Giraldo, M., & Huertas, J. (2019). Real emissions, driving patterns and fuel consumption of in-use diesel buses operating at high altitude. *Science Direct* , 21-36.

Importaciones, L. (25 de Mayo de 2023). *Normativa Ecuatoriana para la Revisión Técnica Vehicular*. Obtenido de https://lealimportaciones.com/normativa-ecuatoriana-revision-tecnica-vehicular/

INEN1489. (2012). PRODUCTOS DERIVADOS DEL PETRÓLEO DIÉSEL. 5-10.

INEN2202. (2013). GESTIÓN AMBIENTAL. AIRE. VEHÍCULOS AUTOMOTORES. DETERMINACIÓN DE LA OPACIDAD DE EMISIONES DE ESCAPE DE MOTORES DE DIESEL MEDIANTE LA PRUEBA ESTÁTICA. MÉTODO DE ACELERACIÓN LIBRE. *NORMA TÉCNICA ECUATORIANA*, 7.

Km 77. (2024). Obtenido de https://www.km77.com/coches/toyota/hilux/2002/doble-cabina/estandar/hilux-doble-cabina-standard/datos

Lapuerta, M., Armas, O., Agudelo, J., & Agudelo, A. (2006). Estudio del Efecto de la Altitud sobre el Comportamiento de Motores de Combustión Interna. Parte 2: Motores Diesel. 31-41.

Legal Information Institute . (01 de Enero de 2023). *Cornell Law School*. Obtenido de https://www.law.cornell.edu/regulations/california/13-CCR-2193

Machado, J. (19 de Julio de 2019). *Pimicias* . Obtenido de https://www.primicias.ec/noticias/sociedad/aire-quito-contaminacion-salud/

MTC, M. d. (2007). ORDENANZA N° 458. *Límites Máximos Permisibles de emisiones contaminantes para vehículos automotores que circulen en la red vial*, 6-29.

NB62002, N. (2006). Calidad del aire-Emisiones de fuentes moviles-Generalidades, Clasificacion y limites maximos permisibles. 10-24.

PETROECUADOR, E. (09 de Mayo de 2024). *EPPetroecuador*. Obtenido de https://www.eppetroecuador.ec/?p=22114

Ramirez, G. (16 de Enero de 2020). *Scribd*. Obtenido de https://es.scribd.com/document/443200584/factor-de-correccion-por-altitud

Resolucion910. (2008). Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia. 4-26.

Secretaria de Comunicaciones y transporte . (2019). REVISIÓN DE LA NORMATIVA INTERNACIONAL SOBRE LÍMITES DE EMISIONES CONTAMINANTES DE VEHÍCULOS DE CARRETERA. *Instituto Mexicano de Transporte* , 40-83.

Torres, W. (12 de Agosto de 2021). *Primicias*. Obtenido de https://www.primicias.ec/noticias/economia/calidad-diesel-precio-subsidio-ecuador/

Valera, L., & Ron, S. (4 de Octubre de 2022). *Geografía y Clima del Ecuador.* Obtenido de https://bioweb.bio/fungiweb/GeografiaClima/

ANEXOS

Anexos introducción

Anexo 1: Giraldo, M., & Huertas, J. (2019). Real emissions, driving patterns and fuel consumption of in-use diesel buses operating at high altitude. Science Direct, 21-36.

ScienceDirect

Transportation Research Part D: Transport and Environment

Volume 77, December 2019, Pages 21-36

Real emissions, driving patterns and fuel consumption of in-use diesel buses operating at high altitude

Michael Giraldo [a b], José I. Huertas [b]

Abstract

We report simultaneous measurements of fuel consumption, driving patterns, and CO_2, CO, and NOx emission factors for diesel passenger buses under real operating conditions in high altitude cities (>2000 masl) and in mountainous regions with an average road grade of 4%. These measurements were obtained using a Portable Emission Measurement System (PEMS) monitoring a sample of 15 buses during eight months of daily operation. For a city with a high level of vehicular traffic (Mexico City), we obtained an average fuel consumption of 0.41 L/km and emission factors of 965.8, 41.4, and 5.3 g/km for CO_2, CO, and NOx, respectively. Fuel consumption and CO_2 emissions were within expected values. However, CO emissions were approximately three times higher while the NOx emission were half of the reported values in the literature for buses of similar technology working at low altitude.

Introduction

Current data on vehicle emissions could be misleading environmental authorities in their effort to control air pollution, especially in large cities located at high altitude, where measurements of real vehicle emissions are scarce.

Tailpipe emissions depend mainly on: (i). Factors associated with vehicle technology and the level of maintenance provided to the vehicle, (ii). Characteristics of the fuel used, (iii). The driving patterns of local drivers (i.e., human factors), and (iv). External factors related to the topography, roads' conditions, and traffic. However, for regulatory purposes and comparative analysis, vehicle manufacturers measure and report tailpipe emissions of their vehicles following standard procedures that eliminate the influence of human factors, fuel characteristics, and external factors. Therefore, the emissions reported by them are naturally different from real emissions.

For the case of light-duty vehicles, the mass of air pollutants they emit is measured under controlled laboratory conditions using a Constant Volume Sampler (CVS), forcing the vehicle to follow a type-approval-driving cycle such as the FTP75, US06, NEDC and WLTC on a chassis dynamometer. Measurements are usually expressed in mass of pollutant emitted per distance traveled (g/km or g/mi) (European Parliament, 1988,

Mexico City, as most of the non-USA nor European cities, has characteristics that could have a significant influence on vehicle's fuel consumption and emissions. For example, in Latin America, most of the large cities are located at high altitude (>2000 masl) and have very high traffic density with high road grades (~10%). Few studies have been conducted to measure the real emissions from vehicles in these cities. In this context, transit buses are the segment of greatest interest because, as reported by the transport ministries of Colombia, Brazil, Ecuador, Chile, and Peru, their vast majority of interurban trips are made by land on transit buses (MT Colombia, 2005; MTC Peru, 2016). In 2017, 84% of the passenger ground transportation in Mexico, not including railways, was carried out by transit buses (SCT, 2017). Therefore, there is a growing interest in measuring the real emissions of vehicles operating at high altitude, mainly focused on diesel buses.

The engine performance deteriorate with altitude, and thus the specific fuel consumption and tailpipe emissions factors increase with altitude (Agudelo et al., 2009, Benjumea et al., 2009, Perez and Boehman, 2010, Szedlmayer and Kweon, 2016, Tibaquirá et al., 2018). We hypothesize that vehicle emissions depend mostly on fuel consumption, and fuel consumption depends mainly on the way people drive on those regions. Consequently, the emissions of the vehicles operating at high altitude will vary depending primarily on the local driving conditions. Thus, to gain insight on the real emissions of the vehicles operating at high altitude, there is a need for simultaneous measurements of the local driving patterns, real fuel consumption, and real emissions.

Anexo 2: Machado, J. (19 de Julio de 2019). Primicias. Obtenido de https://www.primicias.ec/noticias/sociedad/aire-quito-contaminacion-salud/

El aire de Quito supera los límites permitidos de contaminación

Autor: Jonathan Machado

Actualizada: 18 Jul 2019 - 0:05

La contaminación se produce por la mala calidad de los combustibles - Foto: Jonathan Machado / Primicias

Unirse a WhatsApp

La principal fuente de contaminación del aire de Quito son los 825.763 vehículos que circulan en Pichincha pero, sobre todo, en la capital.

En Europa, **las normas Euro 5 y Euro 6, que miden el contenido de azufre en los combustibles, varían entre estándares de 0 y 10 partes por millón.**

Mientras que **en Ecuador los combustibles fósiles, como el diésel y la gasolina, alcanzan una concentración de 60 partes por millón de azufre.**

Carlos Páez, catedrático de la Escuela Politécnica Nacional, dice que **la mala calidad del aire se debe también a tres condiciones que tiene Quito:**

- **La altura:** a 2.800 metros sobre el nivel del mar **los procesos de combustión no son adecuados**, lo que ocasiona más **contaminación vehicular.**
- **Las montañas**: la cadena montañosa que rodea la capital i**mpide que el aire fluya de manera más eficiente** y que los contaminantes **se esparzan hacia otras zonas.**
- **El crecimiento de la ciudad,** lo que significa **mayor uso de vehículos y desarrollo del parque industrial.**

En Ecuador, el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) muestra que **el 43,5% de las muertes en Quito se origina en enfermedades cardiovasculares y el 18,6 % en enfermedades respiratorias,** que están relacionadas con temas de calidad de aire.

El contaminante que genera más problemas y **muertes en Quito en términos de daños a la salud humana es el material con partículas pequeñas de 2.5** micrometros, que es fácilmente inhalado, como el azufre, y que se conoce como P**M 2.5.**

Anexo 3: Lapuerta, M., Armas, O., Agudelo, J., & Agudelo, A. (2006). Estudio del Efecto de la Altitud sobre el Comportamiento de Motores de Combustión Interna. Parte 2: Motores Diesel. 31-41.

ESTUDIO DEL EFECTO DE LA ALTITUD SOBRE EL PROCESO DE COMBUSTIÓN DE MOTORES DIESEL

Magín Lapuerta[1], Octavio Armas[1], John R. Agudelo[2], Andrés F. Agudelo[2]

[1] Departamento de Mecánica Aplicada e Ingeniería de Proyectos. ETSII. Universidad de Castilla-La Mancha. Camilo José Cela s/n 13071 Ciudad Real-España
[2] Universidad de Antioquia, Medellín-Colombia

Tfno.: 34-926-295431, Fax: 34-926-295361
e-mail: Magin.Lapuerta@uclm.es

RESUMEN

Como continuación de un trabajo previo en el que se estudia el efecto de la altitud sobre las prestaciones de un motor de combustión interna, se plantea en este nuevo trabajo un análisis del efecto que las variaciones de presión, temperatura y composición del aire ejercen sobre las condiciones locales de mezcla, combustión y formación de contaminantes en motores diesel en función de su grado de sobrealimentación. Se parte para ello del supuesto de que los sistemas correctores de la presión de admisión de los motores sobrealimentados tienen como objetivo evitar cualquier pérdida de potencia, como es típico en motores de automoción.

Palabras clave: Altitud, condiciones atmosféricas, combustión, motores diesel, turboalimentación

INTRODUCCIÓN

La disminución de la presión y la temperatura atmosférica afecta la densidad del aire y su composición. Las variaciones de la densidad afectan a las prestaciones de los motores de combustión interna alternativos, ya que estos tienen sistemas de alimentación volumétricos, provocando una disminución de la presión en el cilindro a lo largo de todo el ciclo termodinámico y por tanto del rendimiento indicado. Este efecto es mayor en motores de aspiración natural que en turboalimentados, tal como se revisa en Lapuerta, M., *et al.* (2005). Además la densidad y concentración de oxígeno afectan a los fenómenos locales que intervienen en la combustión y en la formación de contaminantes.

Los procesos de formación del chorro (atomización, penetración y ángulo de apertura) y de englobamiento de aire en el frente de llama se ven igualmente afectados y por tanto también lo estará el proceso de combustión. Según Hiroyasu et al. (1989) y Arrègle (1997) a mayor densidad del gas en el cilindro corresponde un mayor tamaño medio de gotas en la atomización secundaria, a pesar del aumento de las fuerzas aerodinámicas. Esto se debe a que se produce una pérdida en la penetración del chorro que implica que éste sea más denso y por tanto, más sujeto a la coalescencia (choque entre diferentes gotas que dan lugar a la formación de gotas más grandes). El ángulo de apertura del chorro aumenta con el incremento de densidad del gas en el cilindro (Abramovich, 1963; Arrègle, 1997; Correas, 1998).

El tiempo de retraso, definido como el tiempo que transcurre desde que se inicia la inyección hasta que se inicia la combustión, incrementa con la altitud para motores de aspiración natural, mientras que para los turboalimentados apenas varía. Según Lizhong et al., 1995, en los primeros, el inicio de la inyección ocurre en un medio con menor presión y temperatura, provocando retrasos más largos y en consecuencia mayores cargas mecánicas debido al elevado el pico de combustión rápida, mientras que en los turboalimentados no se ve afectado el retraso debido a que la menor contrapresión de escape favorece el incremento del régimen de giro de la turbina compensando en parte la disminución de la presión en el compresor.

Tanto la longitud característica de la llama (FL), definida como la distancia media al inyector en la que se desarrolla la llama (Turns, 1996), como el tiempo aparente de combustión (ACT), definido como el intervalo de tiempo requerido para preparar el combustible desde que es inyectado hasta que se quema a lo largo de todo el ciclo termodinámico (Fenollosa, 2003; Arrègle, 2003), se hacen más grandes a medida que disminuye la densidad del aire.

El *lift-off* es la distancia entre el inyector y el inicio de la llama en el chorro de combustible (Dec, 1997). Dicha distancia establece la frontera entre la parte inerte, en la que el aire es englobado hacia el interior del chorro, y la parte reactiva, en la que el aire no puede atravesar hacia el interior por consumirse en la propia llama. Al disminuir la densidad del aire se produce un aumento del *lift-off*, que permite una mayor cantidad de entrada de aire al chorro, contribuyendo a una menor formación inicial de hollín. No obstante, este efecto se ve ampliamente contrarrestado por la disminución de la tasa de oxidación de hollín que provoca la menor densidad del aire (García, 2004).

Las emisiones contaminantes se ven afectadas con la altitud. El *Southwest Research Institute* realizó una serie de mediciones a principios de los años noventa con el fin de cuantificar las emisiones de motores diesel de trabajo pesado empleando un simulador de altitud de muestreo a volumen constante (CVS). Human et al., (1990), encontraron que para una altura simulada en el CVS de 1850 msnm, las emisiones de óxidos de nitrógeno (NO_x) se reducían en torno a un 10% respecto a 245 msnm, mientras que las de CO, HC, material particulado y aldehídos incrementaban en humedad ambiental sobre las prestaciones y emisiones de un motor diesel monocilíndrico de inyección directa y aspiración natural manteniendo constante la masa de combustible inyectado. Al incrementar la temperatura ambiente en 15ºC (de 22 a 37ºC) se producía un aumento en la concentración de NO cercana a 100 ppm, y un incremento en el dosado en torno al 5%. El incremento en la humedad relativa disminuía la concentración de NO, aunque en menor proporción que la temperatura. La opacidad del humo incrementó simultáneamente con el aumento de la temperatura y la humedad absoluta, siendo este efecto más pronunciado para valores de alto dosado. Este trabajo también mostró que las mejores prestaciones del motor se alcanzaban en ambientes fríos y secos y las peores, en ambientes cálidos y húmedos.

En el presente trabajo se cuantifican algunos de estos efectos y se hace una estimación del efecto de la altitud sobre parámetros característicos del proceso de combustión en motores diesel de aspiración natural y turboalimentados.

PLANTEAMIENTO

La altitud sobre el nivel del mar, *z*, tiene un efecto importante sobre las condiciones en las que se encuentra el aire y sobre su composición. Además de las variaciones de temperatura propias de las distintas capas de la atmósfera, la presión atmosférica disminuye a medida que aumenta la altitud del punto de medida, debido a la reducción del peso de la columna que soporta por encima, reducción que se debe tanto a la menor altura de la columna como a la menor densidad, ρ, del aire que la ocupa. En un trabajo reciente (Lapuerta et al., 2005b), se estima el efecto de la variación de la altitud sobre las prestaciones de motores de combustión interna alternativos, encontrando que la suposición de columna triangular es más apropiada que la de columna isoterma.

En la Figura 1 se presentan los resultados de presión atmosférica, fracción molar de oxígeno en el aire y concentración de oxígeno en el aire respecto al nivel del mar (subíndice 0), obtenidos con la hipótesis de columna triangular para valores de altitud en el rango habitable. Los valores de la columna triangular corresponden a una temperatura de 20ºC a cota cero con vértice en –55ºC a cota 11000 m.

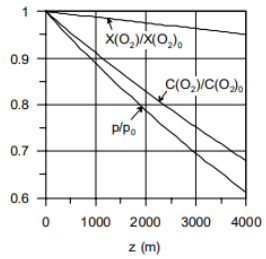


Fig. 1: Efecto de la altitud sobre la presión atmosférica (p), fracción molar de oxígeno(X) y concentración de oxígeno (C), normalizados respecto al nivel del mar. p_0 = 101.325 kPa, $X(O_2)_0$ = 0.20946 y $C(O_2)_0$ = 0.2787 kg/m^3

En cualquier caso, de los dos efectos que contribuyen a la disminución de la concentración de oxígeno con la altitud, el más importante es, con diferencia, el efecto de la presión. A pesar que los cambios en la fracción molar (consecuencia de un proceso de difusión molecular) pueden llegar a ser inapreciables con la altura debido a la preponderancia de los movimientos convectivos macroscópicos que desplazan los gases verticalmente (Wayne, 2000), en este trabajo sí se han considerado ya que el estudio de la altitud no se refiere tanto a la dirección vertical en la atmósfera, como a la distancia vertical del terreno respecto del nivel del mar.

En el presente trabajo se estudian los efectos de la altitud sobre distintos parámetros de

demostrada importancia a la hora de analizar los procesos de mezcla y combustión y los procesos de formación de contaminantes, en el caso de los motores turboalimentados, bajo el supuesto de que disponen de los sistemas de control de la presión de admisión (*waste-gate*, turbinas de geometría variable, etc.) necesarios para una recuperación completa de la potencia, tal y como se describe en Lapuerta et al. (2005).

EFECTO DE LA ALTITUD SOBRE PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DEL PROCESO DE COMBUSTIÓN DIESEL

Relación combustible-aire

La reducción de la fracción molar de oxígeno con la altitud tiene como consecuencia una modificación de la relación másica estequiométrica entre aire y combustible en la combustión lo que provoca, cuando se someten a altas cotas, desajustes en la dosificación de los motores. La Figura 2 muestra dicho efecto, para un gasóleo (C_nH_m) de composición típica $C_{15}H_{29}$ para la hipótesis de columna triangular. El dosado o relación combustible/aire de referencia resulta $F_{st,0} = (m_f/m_a)_{st,0} = 1/14.73$. En función de la altitud:

$$F_{st} = \left(\frac{m_f}{m_a}\right)_{st} = \frac{X_{O_2}}{n+m/4}\,\frac{12n+m}{PM_a} \qquad (1)$$

$$\frac{F_{st}}{F_{st,0}} = \frac{X_{O_2}}{X_{O_2 0}} \qquad (2)$$

Donde PM_a es el peso molecular del aire.

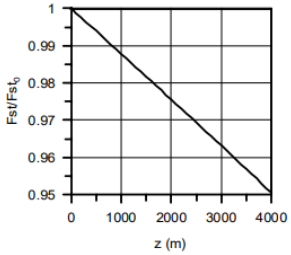


Fig. 2: Efecto de la altitud sobre la relación másica estequiométrica combustible/aire

Temperatura adiabática y oxígeno disponible en la llama

La formación de NOx durante el proceso de combustión depende en gran medida de la temperatura y la masa de oxígeno disponible en la llama. Al ser tan rápida la combustión, apenas hay tiempo para pérdidas de energía, lo que permite que la temperatura de combustión se aproxime a la de llama adiabática. En la Figura 3 se muestra el efecto de la altitud sobre la temperatura adiabática de llama a presión constante para el mismo gasóleo del apartado anterior, calculada con un modelo de equilibrio químico que considera 35 especies y que está basado en el método de las constantes de equilibrio, desarrollado en el grupo de Máquinas y Motores Térmicos de la Universidad de Castilla-La Mancha (Lapuerta, 2001), para un motor de aspiración natural y diversos motores turboalimentados, con diferentes grados de turboalimentación a nivel del mar, pero todos ellos manteniendo invariable la potencia con la altitud.

Anexo Fundamentación Teórica

Anexo 4: secretaria de Comunicaciones y transporte. (2019). REVISIÓN DE LA NORMATIVA INTERNACIONAL SOBRE LÍMITES DE EMISIONES CONTAMINANTES DE VEHÍCULOS DE CARRETERA. Instituto Mexicano de Transporte, 40-83.

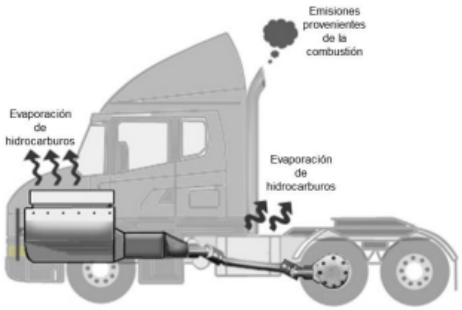
REVISIÓN DE LA NORMATIVA INTERNACIONAL SOBRE LÍMITES DE EMISIONES CONTAMINANTES DE VEHÍCULOS DE CARRETERA

Luis Gerardo Sánchez Vela
Manuel de Jesús Fabela Gallegos
Oscar Flores Centeno
José Ricardo Hernández Jiménez
David Vázquez Vega
Mauricio Eliseo Cruz Acevedo

Publicación Técnica No. 562
Sanfandila, Qro., 2019

2 Emisiones contaminantes producidas por los vehículos de carretera

Los vehículos automotores propulsados por motores de combustión interna (MCI) producen tres tipos de emisiones de gases contaminantes: emisiones evaporativas, emisiones de la combustión y emisiones de partículas por desgaste, como se indica en la Figura 2.1. Las primeras corresponden a las que produce el motor por evaporación de hidrocarburos, aceite o refrigerante en sus propios tanques de depósito, mientras que las de combustión, las más comunes, son las emitidas por el tubo de escape como resultado de la combustión del combustible. Las últimas, de partículas de desgaste, se generan cuando el vehículo se detiene bruscamente; es decir, cuando las pastillas de freno presionan el disco y las ruedas se bloquean, produciendo un gas formado por partículas o humo.



Fuente: Elaboración propia IMT

Figura 2.1 Emisiones en vehículos de carretera

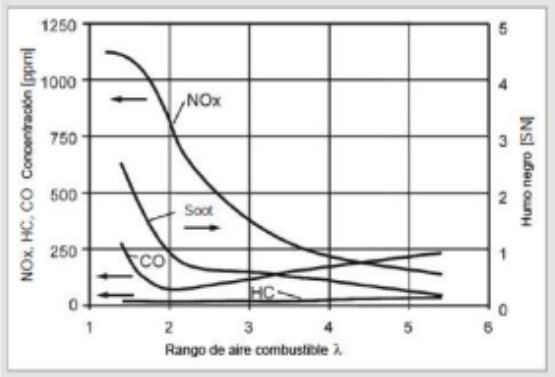
2.1 Emisiones evaporativas

Las emisiones evaporativas en los vehículos son vapores de hidrocarburos que, por efecto de la temperatura ambiental, la presión y la altitud, resultan de la volatilización y se dispersan en el aire, siendo un elemento muy contaminante de efecto invernadero. Su evaporación se produce principalmente en el tanque del combustible y en el motor, tanto cuando el vehículo se encuentra en circulación como en reposo. De no tener un sistema que permita aliviar la presión generada por la volatilización, el depósito podría tener problemas de seguridad, por lo que estos vapores se liberan por una válvula de alivio directamente a la atmósfera.

2.2.2 Emisiones en motores a diésel

El motor diésel, con un proceso de combustión totalmente distinto, funciona siempre con exceso de aire en una proporción de por lo menos 30% (λ =1.3) superior a la relación estequiométrica correcta (λ=1), que es usual en los motores de encendido por chispa. Los motores diésel pueden alcanzar hasta 18 veces mayor de combustible (λ=18), lo cual proporciona una extrema reducción de HC, CO y NOx. La disminución de CO y de HC ocurre debido a que el exceso de aire aumenta la probabilidad de que las moléculas de combustible encuentren el oxígeno necesario para su completa quema. Ese mismo aire consume parte del calor generado en el interior de la cámara de combustión, reduciendo la producción de NOx. Sin embargo, debido a las altas temperaturas por la combustión, el O_2 reacciona con el N_2 formando NO_x, (Europa Lehrmittel, 2014).

En la Figura 2.6 se muestra las curvas de generación de emisiones de un motor a diésel. En ella se observa que el rango de operación de lambda de un motor diésel es mayor al de uno de gasolina (λ >>1), por tanto, los motores diésel presentan un índice menor de emisión de gases contaminantes, con mayor economía de operación, par y potencia.



Fuente: Imágenes extraídas del libro Handbook of diesel engines, (Robert Bosch, 2010).

Figura 2.6 Emisiones generadas de acuerdo con el factor exceso de aire

El principal problema que presentan los motores diésel, en el uso de exceso de aire, es la generación de óxidos de nitrógeno. Éstos se generan cuando el nitrógeno y el oxígeno reaccionan a altas temperaturas, por lo regular mayores a 1200 °C, siendo un gas tóxico para el ser humano que, además, se puede combinar con el vapor de agua produciendo ácido nitroso (NHO_2) o ácido nítrico (HNO_3).

En la Tabla 2.1 se presenta la composición y la temperatura de los gases de escape del motor diésel. Las unidades se expresan dependiendo del tipo de gas, algunos en partes por millón (ppm), otros en porcentaje de volumen (%vol) y la temperatura de los gases en grados centígrados (°C) (Robert Bosch, 2000).

Tabla 2.1 Composición y temperatura de los gases de escape de motores diésel

Composición y temperatura en los gases de escape		Ralentí	A potencia máxima
Óxidos de Nitrógeno (NOx)	ppm	50…200	600…2500
Hidrocarburos (HC)	ppm C1	50…500	<50
Monóxido de Carbono (CO)	ppm	100…450	350…2000
Dióxido de Carbono (CO_2)	Vol.%	…3.5	12…16
Vapor de Agua	Vol.%	2…4	…11
Oxigeno	Vol.%	18	2…11
Nitrógeno, etc.	Vol.%	Residual	Residual
Cantidad de Humo, auto de pasajeros		SZ≈<0.5	SZ≈2…3
Temperatura de gases de escape	°C	100…200	550…750

Fuente: Libro Automotive Hanbook (Robert Bosch, 2000)

3 Normatividad de emisiones para vehículos de carretera

Las normas de emisiones vehiculares son un conjunto de requisitos que regulan los límites aceptables de emisiones de gases en el escape de los vehículos de combustión interna. Éstas son cada vez más restrictivas y deben implementarse en los vehículos en circulación y para los productores de vehículos de carretera propulsados por combustibles fósiles.

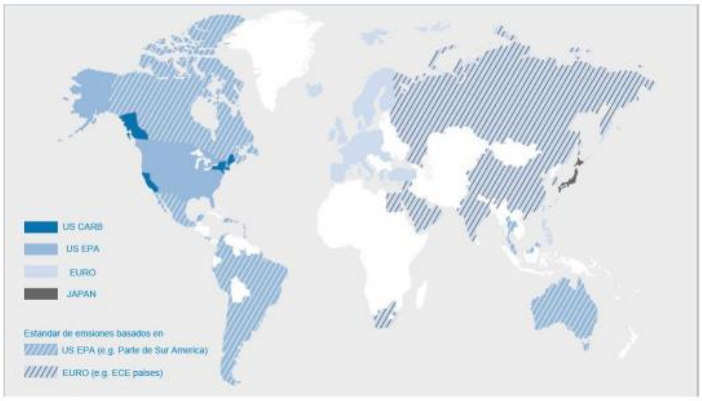
El primer país en establecer medidas para mitigar la contaminación generada por los vehículos con motor de combustión interna fue Estados Unidos en 1963. Con la implementación del Acta del Aire Limpio (*Clean Air Act*, CAA), ordenó adoptar estándares de control de la calidad del aire a nivel mundial. Como consecuencia de esta ley, la Agencia de Protección Ambiental (EPA), desarrolló y estableció medidas para proteger la salud de la población expuesta a los contaminantes presentes en el aire. A través los años, estas regulaciones se han hecho progresivamente más estrictas hasta la actualidad. Los países que han tenido una importante aportación en la legislación del control de emisiones han sido Estados Unidos de América (EUA) y la Unión Europea (UE). La Organización de las Naciones Unidas ha exigido la adopción de normativas exigentes a los demás países, debido a que el incremento de las emisiones que contaminan el aire causa enfermedades en los seres humanos y provocan el cambio climático.

Las restricciones legales más importantes en las emisiones de los gases de escape de los vehículos automotores son:

- La regulación CARB (*California Air Resources Board*, Junta de Recursos del Aire de California).
- La regulación EPA (*Enviromental Protection Agency*, Agencia de Protección del Medio Ambiente) de EUA.
- La regulación EURO (Unión Europea).
- La regulación Japonesa.

Las regulaciones parten de la clasificación de vehículos de pasajeros, variando según el país y camiones pesados. Estos últimos incluyen a los autobuses, tractocamiones y los vehículos fuera de carretera (vehículos de construcción, agrícola, mineros, etc.).

En la Figura 3.1 se presenta un mapa que establece la legislación adoptada por país. Muestra la legislación CARB establecida en EUA, implementada en el estado de California, Nueva York y Maine, así como en British Columbia en Canadá. La norma EPA está implementada en el resto de los estados de EUA y de Canadá. La regulación EURO es implementada en la Unión Europea. México, Australia, Tailandia, Malasia y países de Sur América adoptaron la normatividad EPA, al igual que países del continente asiático (excepto Japón quien tiene su propia legislación japonesa), mientras que algunos pocos del continente africano, como Sudáfrica y Egipto, se adaptaron a la legislación EURO.



Fuente: Imágenes extraídas del libro Gasoline Engine Management Systems and Components (Bosch Automotive Professional, 2015)

Figura 3.1 Áreas de aplicación de la regulación para los vehículos de pasajeros y vehículos comerciales

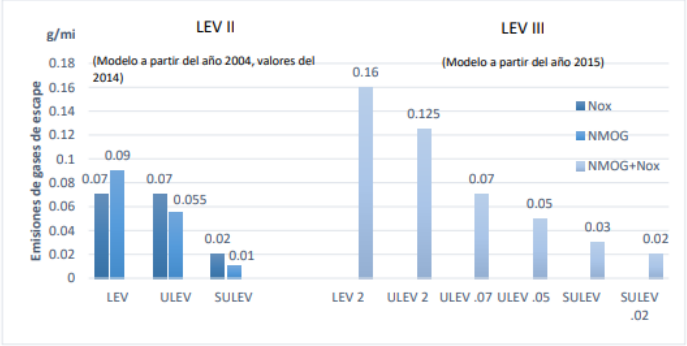
3.1 Límites de emisiones por legislación CARB

La California *Air Resources Board* (CARB) es un órgano público de California adscrita a la *Enviromental Protection Agency* de California (CAL/EPA), fundada en 1967, siendo la responsable de mantener la calidad del aire en niveles saludables en todo el estado. Tiene por objetivo crear políticas y regulaciones para cumplir las regulaciones relativas a la contaminación del aire. California es el único estado de la unión al cual le es permitido contar con una agencia de este tipo y emitir sus propios estándares para regular la contaminación del aire, ya que contaba con esas facultades legales antes de la aprobación del Acta del Aire Limpio en el ámbito federal, en respuesta a la mala calidad del aire. Otros estados pueden seguir los estándares establecidos por CARB, siempre que no sean inferiores a los estándares federales, pero no pueden establecer sus propios estándares (Bosch Automotive Professional, 2015).

Para su implementación se han asignado diferentes categorías de gases de escape, en función de valores de emisión de NMOG (Non-Methane Organic Gases), CO, NO_x y partículas, siendo éstas:

- LEV (*Low Emission Vehicle*/Vehículo e baja emisión).
- ULEV (*Ultra Low Emission Vehicle*/Vehículo de ultra bajas emisiones).
- SULEV (*Super Ultra Low Emission Vehicle*/ Vehículo súper bajo de emisiones).
- ZEV (*Zero- Emission Vehicle*/Vehículo cero emisiones, como son vehículos eléctricos).

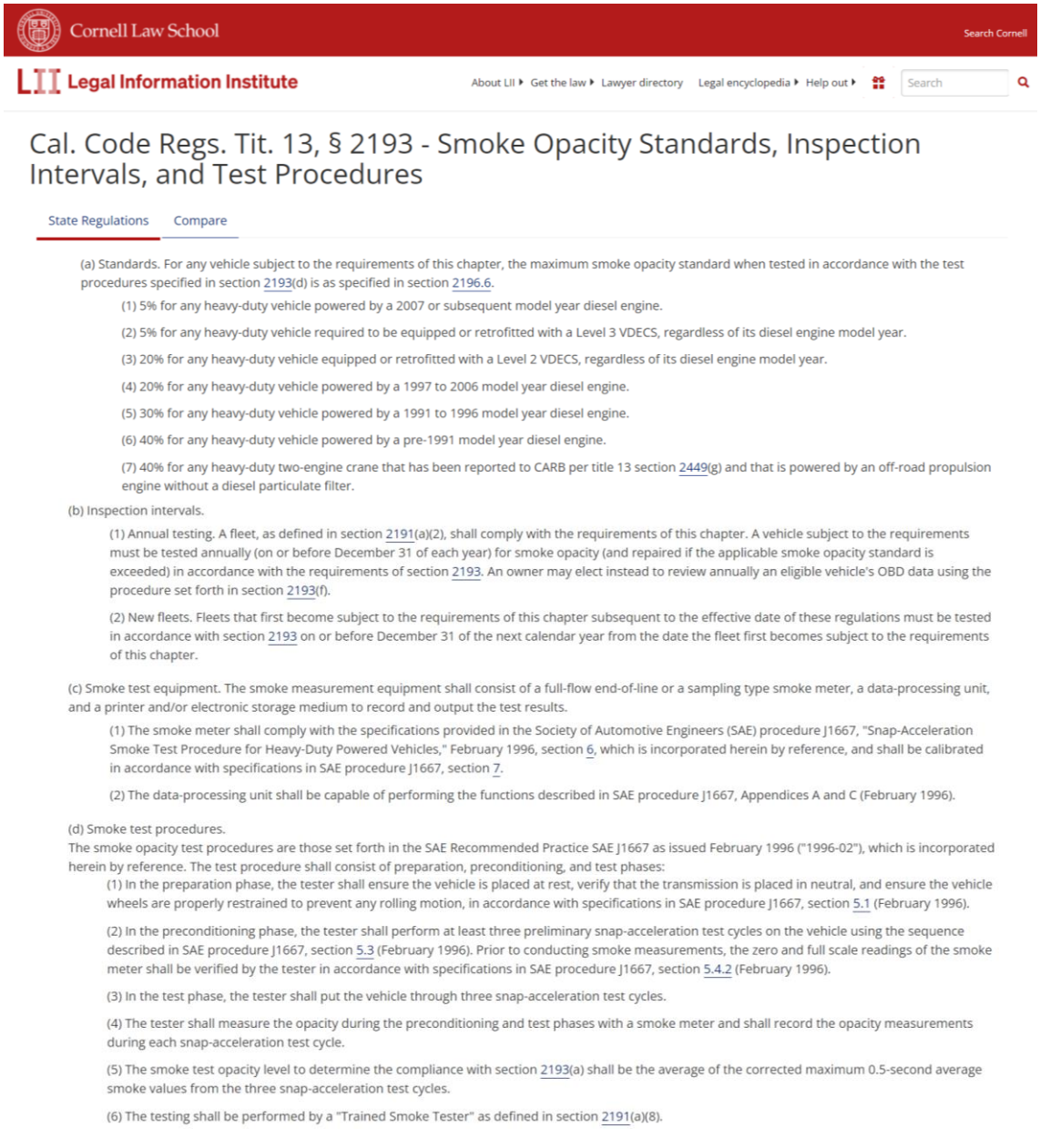
Desde 2004, el registro de vehículos nuevos se ha regido por la norma de emisiones de escape LEV II, para luego añadirse SULEV con límites significativamente más bajos, mientras que las categorías LEV y ULEV permanecerán sin cambios. Los límites de emisiones de CO y NMOG, que en la regulación EPA se consideran como hidrocarburos HCHO, representados como LEV I permanecerán sin cambios, pero no los límites de NOx, que son sustancialmente más bajos para LEV II. La regulación LEV III ofrece un total de seis categorías de vehículos, una de las cuales está debajo de SULEV. Además de las categorías de LEV I y LEV II, en la legislación ZEV se definen tres categorías de vehículos de cero emisiones. En la Figura 3.2 se presentan las emisiones de gases de escape para LEV, ULEV; SULEV.



Fuente: Imágenes extraídas del libro Automotive Handbook 9th (Robert Bosch, 2014)

Figura 3.2 Límites de emisiones para vehículos de pasajeros y vehículos pesados CARB

Anexo 5: Legal Information Institute. (01 de enero de 2023). Cornell Law School. Obtenido de https://www.law.cornell.edu/regulations/california/13-CCR-2193.



Cornell Law School

Search Cornell

Legal Information Institute

About LII ▸ Get the law ▸ Lawyer directory Legal encyclopedia ▸ Help out ▸

Search

Cal. Code Regs. Tit. 13, § 2193 - Smoke Opacity Standards, Inspection Intervals, and Test Procedures

State Regulations | Compare

(a) Standards. For any vehicle subject to the requirements of this chapter, the maximum smoke opacity standard when tested in accordance with the test procedures specified in section 2193(d) is as specified in section 2196.6.

(1) 5% for any heavy-duty vehicle powered by a 2007 or subsequent model year diesel engine.

(2) 5% for any heavy-duty vehicle required to be equipped or retrofitted with a Level 3 VDECS, regardless of its diesel engine model year.

(3) 20% for any heavy-duty vehicle equipped or retrofitted with a Level 2 VDECS, regardless of its diesel engine model year.

(4) 20% for any heavy-duty vehicle powered by a 1997 to 2006 model year diesel engine.

(5) 30% for any heavy-duty vehicle powered by a 1991 to 1996 model year diesel engine.

(6) 40% for any heavy-duty vehicle powered by a pre-1991 model year diesel engine.

(7) 40% for any heavy-duty two-engine crane that has been reported to CARB per title 13 section 2449(g) and that is powered by an off-road propulsion engine without a diesel particulate filter.

(b) Inspection intervals.

(1) Annual testing. A fleet, as defined in section 2191(a)(2), shall comply with the requirements of this chapter. A vehicle subject to the requirements must be tested annually (on or before December 31 of each year) for smoke opacity (and repaired if the applicable smoke opacity standard is exceeded) in accordance with the requirements of section 2193. An owner may elect instead to review annually an eligible vehicle's OBD data using the procedure set forth in section 2193(f).

(2) New fleets. Fleets that first become subject to the requirements of this chapter subsequent to the effective date of these regulations must be tested in accordance with section 2193 on or before December 31 of the next calendar year from the date the fleet first becomes subject to the requirements of this chapter.

(c) Smoke test equipment. The smoke measurement equipment shall consist of a full-flow end-of-line or a sampling type smoke meter, a data-processing unit, and a printer and/or electronic storage medium to record and output the test results.

(1) The smoke meter shall comply with the specifications provided in the Society of Automotive Engineers (SAE) procedure J1667, "Snap-Acceleration Smoke Test Procedure for Heavy-Duty Powered Vehicles," February 1996, section 6, which is incorporated herein by reference, and shall be calibrated in accordance with specifications in SAE procedure J1667, section 7.

(2) The data-processing unit shall be capable of performing the functions described in SAE procedure J1667, Appendices A and C (February 1996).

(d) Smoke test procedures.
The smoke opacity test procedures are those set forth in the SAE Recommended Practice SAE J1667 as issued February 1996 ("1996-02"), which is incorporated herein by reference. The test procedure shall consist of preparation, preconditioning, and test phases:

(1) In the preparation phase, the tester shall ensure the vehicle is placed at rest, verify that the transmission is placed in neutral, and ensure the vehicle wheels are properly restrained to prevent any rolling motion, in accordance with specifications in SAE procedure J1667, section 5.1 (February 1996).

(2) In the preconditioning phase, the tester shall perform at least three preliminary snap-acceleration test cycles on the vehicle using the sequence described in SAE procedure J1667, section 5.3 (February 1996). Prior to conducting smoke measurements, the zero and full scale readings of the smoke meter shall be verified by the tester in accordance with specifications in SAE procedure J1667, section 5.4.2 (February 1996).

(3) In the test phase, the tester shall put the vehicle through three snap-acceleration test cycles.

(4) The tester shall measure the opacity during the preconditioning and test phases with a smoke meter and shall record the opacity measurements during each snap-acceleration test cycle.

(5) The smoke test opacity level to determine the compliance with section 2193(a) shall be the average of the corrected maximum 0.5-second average smoke values from the three snap-acceleration test cycles.

(6) The testing shall be performed by a "Trained Smoke Tester" as defined in section 2191(a)(8).

Anexo 6: INEN2202. (2013). Gestión Ambiental. Aire. Vehículos Automotores. Determinación De La Opacidad De Emisiones De Escape De Motores De Diesel Mediante La Prueba Estática. Método De Aceleración Libre. Norma Técnica Ecuatoriana, 7.

Instituto Ecuatoriano de Normalización

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA **NTE INEN 2202:2013**
Primera revisión

GESTIÓN AMBIENTAL. AIRE. VEHÍCULOS AUTOMOTORES. DETERMINACIÓN DE LA OPACIDAD DE EMISIONES DE ESCAPE DE MOTORES DE DIESEL MEDIANTE LA PRUEBA ESTÁTICA. MÉTODO DE ACELERACIÓN LIBRE

Primera edición

ENVIRONMENTAL MANAGEMENT AIR MOTOR VEHICLES. DETERMINATION OF OPACITY OF EXHAUST EMISSIONS OF DIESEL MOTORS BY STATIC TEST. METHOD OF FREE ACCELERATION

First edition

DESCRIPTORES: emisión de gases, protección del medio ambiente, calidad del aire, método de ensayo
MC 08.06-301
CDU: 662.75
CIIU: 3530
ICS: 13.040.50

CDU: 662.75
ICS: 13.040.50

CIIU :3530
MC 08.06-301

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	GESTIÓN AMBIENTAL. AIRE. VEHÍCULOS AUTOMOTORES. DETERMINACIÓN DE LA OPACIDAD DE EMISIONES DE ESCAPE DE MOTORES DE DIESEL MEDIANTE LA PRUEBA ESTÁTICA. MÉTODO DE ACELERACIÓN LIBRE	NTE INEN 2202:2013 Primera revisión 2013-09

1. INTRODUCCIÓN

1.1 En la actualidad alrededor del mundo existen muchos procedimientos para realizar mediciones de humo de varias formas. Algunos de estos procedimientos están diseñados para ensayos de banco de pruebas y pueden utilizarse para certificación o propósitos de aprobación. Otros son diseñados para ensayos de campo y pueden usarse en inspecciones y programas de mantenimiento. Los diferentes procedimientos de mediciones de humo existen para satisfacer la necesidad de varias agencias reguladoras e industrias. Los dos métodos comúnmente usados son el método del filtro medidor de humo y el opacímetro.

2. OBJETO

2.1 Esta norma establece el método de ensayo para determinar el porcentaje de opacidad de las emisiones de escape de las fuentes móviles con motor de diesel mediante el método de aceleración libre.

3. ALCANCE

3.1 Esta norma se aplica a los vehículos automotores cuyo combustible es diesel.

4. DEFINICIONES

4.1 Aceleración libre. Es el aumento de revoluciones del motor de la fuente móvil, llevado rápidamente desde marcha mínima a máxima revoluciones, sin carga y en neutro (para transmisiones manuales) y en parqueo (para transmisiones automáticas).

4.2 Año modelo. Dato que identifica el año de producción del tipo de vehículo automotor.

4.3 Autocalibración. Es la rutina en la cual el equipo verifica el funcionamiento óptimo de todos sus componentes instrumentales y realiza una comparación con los patrones internos incorporados por el fabricante.

4.4 Calibración. Conjunto de operaciones mediante las cuales se establece, bajo condiciones especificadas, la relación existente entre el valor indicado por un medidor de opacidad de humos dado y los valores correspondientes a un filtro o elemento de opacidad conocida

4.5 Centro de diagnóstico automotor. Instalación o local equipado con los instrumentos definidos por esta norma, para realizar mediciones de las emisiones contaminantes emitidas por el tubo de escape de los vehículos.

4.6 Densidad del humo (K) (conocida también como "Coeficiente de extinción de luz" o "Coeficiente de absorción de luz"). Medio fundamental para cuantificar la capacidad de una corriente de humo o del humo de una muestra para oscurecer la luz. Por convención, la densidad del humo se expresa en metros elevado a menos uno (m^{-1}). La densidad del humo es una función del número de partículas de humo por unidad de volumen de gas, la distribución por tamaño de las partículas de humo, y las propiedades de absorción y dispersión de las partículas. Sin la presencia de humos azules o blancos, la distribución de tamaño y las propiedades de absorción / dispersión son similares para todas las muestras de gases de escape diésel y la densidad de humo es principalmente una función de la densidad de las partículas de humo. La densidad de humo o coeficiente de absorción, K, (o m), de una corriente de humo se define de la siguiente manera, a partir de la ley de Beer- Lambert:

$$K = - (1/L) \ln(1 - N/100)$$

En donde:

K = densidad del humo m^{-1}
L = longitud de trayectoria óptica efectiva en m
N = opacidad en porcentaje

(Continúa)

DESCRIPTORES: emisión de gases, protección del medio ambiente, calidad del aire, método de ensayo.

4.7 Exactitud. Grado de concordancia (la mayor o menor cercanía) entre el resultado de una medición y un valor verdadero del mensurando.

4.8 Errores máximos permisibles (de un instrumento de medición). Valores extremos de un error permitido por las especificaciones, las regulaciones, etc para un instrumento dado.

4.9 Fuente móvil. Fuente de emisión que, por razón de su uso o propósito, es susceptible de desplazarse. Para efectos de la presente especificación, son fuentes móviles los vehículos automotores, con excepción de las motocicletas y los vehículos equipados con motores de dos (2) tiempos.

4.10 Fuente móvil a diesel. Fuente móvil que utiliza para su operación un motor accionado con combustible diesel.

4.11Gobernador de velocidad. Sistema limitador de la velocidad del motor que impide que éste sobrepase la velocidad gobernada.

4.12 Hardware. Equipo físico que conforma un sistema de cómputo, como los aparatos y componentes magnéticos, mecánicos, eléctricos o electrónicos; distintos a los programas (software) que se ejecutan o son parte del sistema.

4.13 Humo blanco y azul. Partículas compuestas especialmente de líquidos (agua, combustible y aceite) incoloros (gotas) que reflejan y refractan la luz observada. El color observado resulta del índice de refracción del líquido en las gotas y del tamaño de las mismas. El humo blanco se debe usualmente a la condensación de vapor de agua o gotas líquidas de combustible. El humo azul es consecuencia, usualmente, de las gotas generadas por la combustión incompleta de combustible o aceite lubricante.

4.14 Humo diesel. Partículas, incluidos aerosoles, suspendidos en la corriente gaseosa del escape de una fuente móvil a diesel, que absorbe, refleja o refracta la luz.

4.15 Humo negro. Partículas compuestas de carbón (hollín), que son expulsadas como producto del proceso de combustión del motor.

4.16 Ley de Beer-Lambert. Para propósitos de medición del humo diésel, se puede utilizar una ecuación que expresa la relación entre la opacidad de una corriente de humo, la longitud de trayectoria óptica efectiva a través de la corriente, y la opacidad del humo por unidad de longitud de trayectoria.

$$T = \frac{\text{Luz transmitida}}{\text{Luz incidente}} = e^{-KL}$$

$$N = 100\left(1 - e^{-KL}\right)$$

En donde:

T = transmitancia
K = densidad del humo
N = opacidad
L = longitud de trayectoria óptica efectiva

4.17 Linealidad del medidor de humos. Medida de la desviación máxima absoluta de los valores medidos por el medidor de humo con relación a los valores de referencia.

4.18 Longitud de la trayectoria óptica efectiva (L). Longitud del haz de luz entre el emisor y el detector que es interceptado por la corriente de escape.

4.19 Marcha mínima o ralentí. Velocidad del motor requerida para mantenerlo funcionando y sin carga, y en neutro (para cajas manuales) y en parqueo (para cajas automáticas).

4.20 Medición instrumental del humo. Cualquier técnica que involucre la medición directa de una propiedad intrínseca del humo sin acudir al juicio o a la comparación humana.

(Continua)

4.21 Método de extinción de luz. Cualquier técnica que implique la medición de la cantidad de luz que no logra atravesar una columna de humo.

4.22 Método de filtración. Cualquier método que implique la medición de la cantidad de partículas de hollín recolectadas al hacer pasar los gases de escape a través de un medio filtrante.

4.23 Opacidad (N). Fracción de la luz expresada en porcentaje (%), que al ser enviada desde una fuente se le impide llegar al receptor del instrumento observador y que se expresa en función de la transmitancia.

$$N = 100 (1\text{-Transmitancia})$$

4.24 Opacímetro. Tipo de medidor de humo diseñado para medir la opacidad de una corriente o una muestra de humo mediante el principio de extinción de luz.

4.25 Opacímetro de tipo muestreo (también denominado opacímetro de flujo parcial). Medidor de humo que toma continuamente una muestra de una porción de la totalidad de los gases de escape que fluyen y los dirige a una celda de medida. Con este tipo de medidores de humo, la trayectoria óptica efectiva es función del diseño del medidor de humo.

4.26 Operador. Persona capacitada para realizar la prueba de humos, y que trabaja para el centro de diagnóstico automotor autorizado.

4.27 Porcentaje de opacidad. Unidad de medición que determina el grado de opacidad de las emisiones de escape de una fuente móvil a diesel.

4.28 Prueba abortada. Prueba que por factores externos a la prueba misma no puede llegar a su fin y no genera un número consecutivo para la emisión del correspondiente certificado de emisiones en los programas de control establecidos por las autoridades competentes.

4.29 Prueba rechazada. Prueba que llega a su fin y posee un número consecutivo. El rechazo se puede dar por incumplimiento de los requisitos dados en la verificación previa o del requisito de opacidad o de las condiciones de prueba durante el ensayo, (ver nota 1).

4.30 Repetibilidad. Grado de concordancia de resultados de sucesivas mediciones de la misma variable, realizadas en iguales condiciones de medida.

4.31 Software de aplicación. Programa específico para la solución de un problema de aplicación.

4.32 Sonda de muestreo. Elemento que se introduce en el tubo de escape del vehículo con el objeto de tomar una muestra de los gases de escape del mismo.

4.33 Sensor de temperatura. Elemento que se utiliza con el fin de determinar la temperatura del aceite lubricante del cárter del motor.

4.34 Sensor de revoluciones por minuto del motor. Elemento que se utiliza con el fin de determinar las revoluciones por minuto del motor.

4.35 Temperatura normal de operación. Temperatura del aceite del motor, establecida por el fabricante o ensamblador del vehículo, para la operación normal del motor. Cuando no se disponga de la especificación del fabricante o ensamblador del vehículo, la temperatura normal de operación se logra cuando el aceite en el cárter del motor ha alcanzado como mínimo los 60°C.

4.36 Tiempo de calentamiento del equipo de ensayo. Es el período en segundos entre el momento en que el equipo es energizado o encendido y el momento en que cumple con los requerimientos de estabilidad, para realizar la lectura de la variable.

4.37 Tiempo de respuesta del equipo de medición. Es el período en segundos que el equipo requiere para medir y entregar los resultados de los ensayos realizados.

NOTA 1. Los operarios deben estar en capacidad para determinar la causa que genera el rechazo de la prueba. Cuando el rechazo es generado por incumplimiento de las condiciones de la prueba, el ensayo debe ser repetido, sin solicitar la reparación del vehículo.

(Continua)

4.38 Transmitancia (T). Es la fracción de luz, expresada en porcentaje (%), que al ser trasmitida desde una fuente, a través de una trayectoria obscurecida por humo, llega al receptor del instrumento observador.

$$T = 1 - \frac{\text{opacidad}}{100}$$

4.39 Velocidad gobernada. Velocidad máxima que puede alcanzar el motor antes de que se produzca la reducción o corte del suministro de combustible, para evitar daños por sobre revoluciones. Es un parámetro especificado por el fabricante del motor.

4.40 Zona de medida del medidor de humo. Longitud efectiva entre la fuente de luz y el detector del medidor de humo por entre los cuales atraviesan los gases de escape e interactúan con el haz de luz del medidor de humo.

5. DISPOSICIONES GENERALES

5.1 Relacionado a los Opacímetros:

5.1.1 Los importadores y distribuidores de opacímetros deben obtener una certificación de cumplimiento, expedida por la casa fabricante o propietaria del diseño del equipo o de un laboratorio autorizado por ella y avalada por la autoridad competente del país de origen. El procedimiento de evaluación base para certificar los opacímetros a ser utilizados debe cumplir con la Norma ISO 11614.

5.1.2 Los importadores y distribuidores, están obligados a suministrar copia de la certificación establecida en 5.1, a quienes adquieran los opacímetros.

5.1.3 La autoridad competente, podrá en cualquier momento verificar la legalidad de las certificaciones presentadas por los importadores y distribuidores, sobre el cumplimiento de los requisitos establecidos en esta norma, así como las características de funcionamiento de los equipos y procedimientos utilizados para medir la opacidad en aceleración libre.

5.2 Inspección y Preparación Previa por parte del operario

5.2.1 Sobre el vehículo se deben verificar los siguientes puntos:

5.2.1.1 Si el vehículo es de transmisión manual, ésta debe estar en posición neutro y el pedal del embrague debe estar libre.

5.2.1.2 Si el vehículo es de transmisión automática, ésta debe colocarse en posición de parqueo, si la transmisión no dispone de esta posición, deberá entonces colocarse en neutro, (ver nota 2).

5.2.1.3 Se debe verificar que no existan obstáculos que impidan el avance libre del pedal del acelerador en todo su recorrido. Si existen tales obstáculos la prueba debe rechazarse.

5.2.1.4 Las ruedas del vehículo deben estar bloqueadas o el vehículo debe estar inmovilizado para evitar que se ponga en movimiento durante la prueba.

5.2.1.5 El aire acondicionado del vehículo debe estar apagado.

5.2.1.6 Si el vehículo está equipado con freno de motor o de escape, éstos deben desactivarse.

5.2.1.7 Todo el sistema de precalentamiento del aire de admisión debe estar apagado.

5.2.1.8 Deben estar desactivados todos aquellos dispositivos instalados en el motor o en el vehículo que alteren las características normales de velocidad del motor y que tengan como efecto la modificación de los resultados de la prueba de aceleración libre o que impidan su ejecución adecuada.

NOTA 2. Las condiciones de ensayo respecto a este numeral pueden ser modificadas para algunas marcas de vehículos automáticos, mediante la expedición de condiciones particulares definidas por la autoridad ambiental.

(Continua)

This document is available free of charge on studocu

5.2.1.9 Se registran los valores de velocidad ralentí y gobernada, (ver nota 3).

5.2.1.10 Se debe verificar que el gobernador de la bomba de inyección esté limitando la velocidad del motor, para lo cual se debe seguir el siguiente procedimiento.

5.2.1.11 Con el motor en ralentí, se presiona lentamente el acelerador y se permite que la velocidad del motor se incremente gradualmente para alcanzar su velocidad gobernada. A medida que se incrementa la velocidad se debe prestar atención a cualquier indicación visible o sonora que pueda poner en duda las buenas condiciones del motor o del vehículo.

5.2.1.12 Si no hay señales de problemas, se debe permitir que el motor incremente su velocidad hasta tal punto en que sea posible comprobar que el gobernador limita la velocidad máxima del motor. Si hay algún indicio de que la capacidad limitadora del gobernador no está operando, o que se esté presentando algún daño en el motor o alguna condición insegura para el personal o el equipo, debe liberarse inmediatamente el acelerador y rechazarse la prueba de aceleración libre.

5.2.1.13 Se debe verificar que no existan fugas en el tubo de escape, silenciador, tapa de llenado del tanque de combustible, tapa de llenado del aceite del motor y en las uniones al múltiple de escape o alguna salida adicional a las de diseño, que provoquen una dilución de los gases del escape o una fuga de los mismos. En caso de que alguna de estas circunstancias se presente, el operario debe ingresar al sistema la información correspondiente, para que el software del medidor de humo permita la generación del certificado de rechazo de la prueba para dicho vehículo.

5.2.1.14 Se verifica la temperatura del aceite del motor, la cual debe estar dentro de los rangos de temperatura normal de operación. Si el motor no cumple con los requisitos de temperatura de operación, se pone en marcha el motor/vehículo bajo carga durante al menos 15 min, o hasta que la temperatura del aceite indique que se han alcanzado dichas temperaturas normales de operación del motor.

5.2.2 *Se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones especiales de instalación:*

5.2.2.1 La sonda del medidor de humo de flujo parcial deberá insertarse en el tubo de escape enfrentando la corriente y en dirección del flujo del humo, siguiendo las instrucciones del fabricante. La distancia entre el borde interior del extremo abierto de la sonda de muestra y la pared del tubo de escape debe ser de al menos 5 mm (0,917 pulgadas).

5.2.2.2 Para el muestreo del humo sólo deben emplearse sondas o tubos de muestreo, o líneas, especificados por el fabricante del medidor de humo. Se deben seguir estrictamente las recomendaciones del fabricante en cuanto a la longitud de la línea de muestreo.

5.2.2.3 Al efectuar la medición de opacidad en vehículos equipados con múltiples salidas de escape, no es necesario medir el humo de cada salida de escape. Se debe seguir el siguiente método.

5.2.2.4 Si no existe diferencia apreciable entre el humo del escape que sale de cada salida del escape múltiple, se debe medir el humo de la salida de escape que permita instalar más fácilmente el opacímetro. Esta determinación debe tomarse por observación visual del humo emitido durante el ciclo preliminar de aceleración libre indicado en 7.4.2.

5.2.2.5 Si existe una diferencia apreciable entre el nivel de humo proveniente de cada una de las salidas del escape, se debe instalar el opacímetro y efectuar el ensayo de aceleración libre sobre la salida de escape que por observación visual parezca tener el mayor nivel de humo.

5.2.2.6 Se debe disponer de un tacómetro para medir la velocidad del motor, el cual debe instalarse de acuerdo con las especificaciones del fabricante. La información de velocidad deberá ser capturada por la unidad de procesamiento del equipo para que mediante indicaciones visuales en pantalla, le informe al operador si debe presionar el acelerador, liberarlo o dejar el vehículo en ralentí según lo especifica el ciclo de aceleración libre que se indica en 7.4.2.

NOTA 3. En caso de que no se cuente con la información del fabricante del motor sobre el valor de la velocidad gobernada o ralentí se debe determinar dichas velocidades experimentalmente, al momento de verificar que el gobernador de la bomba de inyección limite la velocidad del motor, (ver 5.2.1.10)

(Continua)

6. CONDICIONES AMBIENTALES

6.1 Las condiciones ambientales pueden afectar los resultados de la prueba de humos en aceleración libre, por lo cual se debe cumplir con lo siguiente:

6.1.1 *Temperatura ambiente*. Debe estar por encima de 2ºC (36ºF).

6.1.2 *Humedad*. No debe existir humedad visible, neblina o lluvia en el área donde se efectúe la medición de opacidad.

6.1.3 Los lugares en los que se realicen las pruebas no deben favorecer una concentración de gases que puedan afectar la medición y perjudicar la salud de los operadores.

7. MÉTODO DE ENSAYO

7.1 Resumen del Método

7.1.1 Este método de ensayo se basa en la determinación del porcentaje de luz visible que se absorbe y refleja cuando un haz de ésta atraviesa la corriente de las emisiones provenientes del sistema de escape.

7.2 Equipos. A continuación se muestran las especificaciones para el equipo de ensayo requerido y auxiliar que se emplea en el ensayo de aceleración libre.

7.2.1 *Equipo de Medición de Humo*. Para realizar la prueba de aceleración libre se requiere el uso de un equipo de medición de humos que debe tener tres unidades funcionales. Estas unidades pueden integrarse en un solo componente o suministrarse como un sistema de componentes conectados entre sí. Las tres unidades funcionales son:

7.2.1.1 Un opacímetro de flujo parcial que cumpla con las especificaciones que se muestran en 7.2.2.

7.2.1.2 Una unidad de procesamiento de datos capaz de realizar las funciones descritas en los Anexos C y D, que además permita controlar la ejecución de la prueba, almacenar los resultados en medio magnético e imprimir los certificados de aprobación o rechazo de la prueba, conforme a lo descrito en 7.2.5.

7.2.1.3 Dispositivos de impresión y registro para emitir los certificados. Adicionalmente, el equipo debe disponer de los elementos para almacenamiento magnético y transmisión de los datos requeridos por la autoridad ambiental correspondiente.

7.2.2 *Opacímetro*

7.2.2.1 *Linealidad*. La linealidad debe ser ± 2 % de opacidad o ± 0,30 m^{-1} en densidad de humo, cuando se verifique mínimo en tres puntos, por ejemplo 0 %, 100 % y un valor intermedio el cual se puede obtener empleando un filtro de valor conocido que cumpla con las especificaciones dadas en 7.2.3.1.

7.2.2.2 *Tasa de desviación del cero*. No debe exceder el ± 1% de la opacidad/hora.

7.2.2.3 *Requisitos de tiempo de respuesta del instrumento*

7.2.2.3.1 *Requisito de tiempo total de respuesta del instrumento*. El tiempo total de respuesta del instrumento (t) debe ser: 0,500 s ± 0,015 s; se define como la diferencia entre los tiempos cuando el resultado del medidor de humo alcanza el 10 % y el 90 % de la escala total, cuando la opacidad del gas que se mide está cambiando en menos de 0,01 s; debe incluir todos los tiempos de respuesta física, eléctrica y del filtro. Matemáticamente, se representa con la siguiente ecuación. (Para una metodología más detallada y un cálculo de ejemplo, véase el Anexo C).

$$t = \sqrt{tp^2 + te^2 + tf^2}$$

(Continua)

This document is available free of charge on studocu

7.2.2.4.3 Los rayos del haz luminoso deben ser paralelos dentro de una tolerancia de 3° del eje óptico. El detector debe diseñarse de modo tal que no se vea afectado por rayos de luz directos o indirectos con un ángulo de incidencia superior a 3° en el eje óptico.

7.2.2.4.4 Cualquier método tal como el de purga de aire que se emplea para proteger la fuente luminosa y el detector del contacto directo con el hollín del escape debe diseñarse para minimizar cualquier efecto desconocido en la longitud de trayectoria óptica efectiva del humo medido. Para los medidores de humo del tipo de flujo parcial especificados, el fabricante debe dar cuenta de cualquier efecto de la característica de protección al especificar la longitud de trayectoria óptica efectiva del medidor.

7.2.2.4.5 La tasa de muestreo y digitalización de las unidades de procesamiento de datos debe ser de al menos 20 Hertz (es decir, al menos 10 muestras de datos por intervalo de 0,5 s). En forma adicional, el producto del incremento (segundos) de tiempo de muestreo de datos y la mitad de la rata de muestreo de datos (Hz) redondeada al valor entero superior más cercano deben estar dentro del rango de 0,500 s a 0,510 s.

7.2.3 *Equipos Auxiliares de Ensayo*

7.2.3.1 *Filtros de densidad neutra*. Cualquier filtro de densidad neutra empleado en conjunto con la calibración del medidor de humo, mediciones de linealidad, o configuración del rango de la escala, debe tener valor conocido dentro del 0,5 % de opacidad o de 0,04 m^{-1} de densidad de humo. Se debe revisar la precisión del valor mencionado del filtro por lo menos cada año empleando una referencia trazable a un patrón nacional, (ver nota 4).

7.2.3.2 *Tacómetro*. El equipo de medición de la velocidad del motor debe tener un error máximo permisible de: ±100 rpm

7.2.4 *Unidad de Procesamiento*. La unidad de procesamiento, además de estar en capacidad de realizar los cálculos de los Anexos C y D, debe cumplir con los requisitos de software y hardware que se indican en 7.2.5 y 7.2.6.

7.2.5 *Especificaciones del Software*

7.2.5.1 *Sistema Operativo*. Las características del sistema operativo deben ser definidas por el ensamblador del equipo o por el diseñador del software de aplicación. No obstante, el sistema operativo debe garantizar capacidad multifunción y de comunicación con todo tipo de ambientes, y permitir la transmisión de información en formato ASCII con encriptación, (ver nota 5).

7.2.5.2 *Secuencias Funcionales Automáticas*. El software deberá garantizar el desarrollo automático y secuencial de las funciones relacionadas con: la preparación y ejecución de la prueba de aceleración libre para la medición de opacidad de los humos diésel, el cumplimiento de los requerimientos funcionales y estructurales del opacímetro para efectuar una adecuada toma y análisis de la muestra, el almacenamiento, transferencia de la información e impresión de los resultados de la prueba. Como mínimo debe garantizar el desarrollo automático y secuencial de las siguientes funciones:

7.2.5.2.1 Acceso del operario mediante una clave;

7.2.5.2.2 Ingreso de información tal como la identificación del vehículo, del usuario y los datos de la prueba (fecha, ciudad, hora, dirección, etc.). Los datos relacionados con la identificación del centro de diagnóstico deben aparecer automáticamente en la pantalla, ya que esta información debe ser registrada al momento de instalar el software de aplicación;

7.2.5.2.3 Las secuencias relacionadas con la preparación del equipo de medición, preparación del vehículo y procedimiento de medición, que se define en 5.1, 7.4.1 y 7.4.2 de la presente norma, respectivamente;

7.2.5.2.4 Los requisitos del medidor en relación con la realización del cero automático, las necesidades de calibración, requisitos sobre el tiempo de calentamiento, bloqueos automáticos, entre otras.

NOTA 4. Los filtros neutros de densidad son dispositivos de precisión y pueden sufrir daños fácilmente durante su uso. El manejo debe ser mínimo, y cuando se requiera debe realizarse evitando arañar o ensuciar el filtro

NOTA 5. La forma de encriptación debe definirse por la autoridad ambiental competente.

This document is available free of charge on studocu

7.2.5.2.4.1 El software de aplicación debe permitir la realización de estas pruebas, chequeos y requisitos de forma automática, presentando mensajes en la pantalla que instruyan de manera adecuada y conveniente al operario y bloqueando las demás funciones del mismo cuando sea necesario y hasta tanto no se hayan realizado los procedimientos o funciones indicadas, de acuerdo con lo establecido en la presente especificación.

7.2.5.3 *Características Generales del Software de Aplicación.* El software debe poseer la capacidad de producir resultados de configuración múltiple en formato de archivo plano encriptado (ASCII), para ser entregado a la autoridad ambiental competente en modo directo, vía módem o a través de Internet.
El software de aplicación debe demostrar en su pantalla el número asignado al centro de diagnóstico reconocido, el serial y marca del opacímetro, la cantidad de certificaciones realizadas, fecha y hora actual y versión del programa
El software de aplicación debe generar un procedimiento para obtener copias de seguridad, las cuales deben cumplir los requisitos definidos por la autoridad competente.

7.2.5.4 *Características de Seguridad Proporcionadas por el Software de Aplicación.* El software de aplicación debe proporcionar características de seguridad para el equipo, los programas, la información almacenada y en general para la prueba, de manera que asegure la mayor confiabilidad en la realización de la misma. Como mínimo, el software de aplicación, debe:

7.2.5.4.1 Impedir la visualización de los resultados de la prueba, hasta tanto éstos no hayan sido encriptados, impresos, y grabados en el disco duro;

7.2.5.4.2 Impedir el acceso al sistema operativo, a la raíz del disco duro o a cualquier programa de exploración de contenido del disco duro o de los programas, e impedir la eliminación o modificación de cualquier resultado de la prueba, programas o archivos almacenados;

7.2.5.4.3 Restringir el acceso al medidor de humos y a su operación sólo a los operarios autorizados, a través de la asignación de contraseñas;

7.2.5.4.4 Impedir la realización de las pruebas cuando el equipo no haya alcanzado sus requisitos de estabilidad, temperatura de operación y, en general, todos aquellos requisitos en la presente especificación, hasta tanto los mismos no estén dentro de los parámetros fijados;

7.2.5.4.5 Advertir al operario a través del aviso en pantalla y no permitir el funcionamiento del medidor de gases, es decir, mantener automáticamente bloqueado el equipo, hasta tanto no se verifique la capacidad de recibir y almacenar información en el disco duro;

7.2.5.4.6 Evitar que se adicionen o modifiquen los registros de las bases de datos almacenadas en el disco duro, en forma manual o automática, mediante la utilización de disquete, disco compacto, Internet o cualquier otro dispositivo, si esto ocurre, el software de aplicación no debe permitir el inicio de la operación de análisis por parte del equipo;

7.2.5.4.7 Llevar un registro de la fecha (año, mes, día) y hora en la cual se realizó la copia de seguridad de la información que la autoridad competente defina como necesaria, estos datos hacen parte de la información por reportar a la autoridad competente;

7.2.5.4.8 A petición de la autoridad ambiental, activar un bloqueo automático en la secuencia de prueba, cuando se le haya intentado alterar o violar los programas o archivos del medidor;

7.2.5.4.9 Permitir el ingreso de la secuencia numérica de los certificados de aprobación oficiales;

7.2.5.4.10 Llevar un control automático sobre el número de certificados (aprobados y rechazados) expedidos, que permita descontar o debitar cada uno de los certificados de aprobación expedidos de los ingresados originalmente, y evitar la expedición de aprobaciones o rechazos adicionales cuando se hayan agotado los certificados ingresados originalmente de manera secuencial;

7.2.5.4.11 Asignar un nuevo número consecutivo a los duplicados de certificados de una medición anterior, el cual reemplazará al anterior y conservará los resultados de la prueba original;

7.2.5.4.12 Comprobar la presencia y la debida conexión y comunicación con el computador de al menos una impresora;

(Continua)

7.2.5.4.13 Tomar un registro completo (fecha, hora y demás información que se haya digitado) cada vez que una prueba haya sido abortada.

7.2.5.4.14 Para efectos de lo establecido en los anteriores ítems, los proveedores o fabricantes de equipos deben proporcionar un código de seguridad a la respectiva autoridad competente o a quien ésta designe para el control y auditoría de los equipos.

7.2.5.4.15 En caso de falla del equipo, sólo se podrá restaurar la información a partir de los archivos de seguridad, bajo el control de la autoridad ambiental competente.
La protección de los resultados de la prueba, los archivos, los programas e infraestructura física podrán contar, además de las características de seguridad proporcionadas por el software de aplicación, con sistemas electromecánicos de protección adicionales.

7.2.6 *Especificaciones de Hardware*. El hardware debe soportar el funcionamiento del software de aplicación propuesto, de tal manera que cuente con los dispositivos necesarios para manejar configuración múltiple en formato de archivo plano (ASCII), y pueda establecer comunicación con un servidor remoto.

7.2.6.1 Así mismo, se debe contar con los dispositivos necesarios para registrar, almacenar y mantener seguramente la información, según los requisitos establecidos por la autoridad competente, y para asegurar un funcionamiento autónomo durante el tiempo definido, también, por la autoridad competente.

7.3 Calibración

7.3.1 El opacímetro debe calentarse y estabilizarse de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. Si el opacímetro cuenta con un sistema de purga de aire para prevenir la formación de hollín en los instrumentos ópticos, este sistema también debe activarse y ajustarse de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

7.3.2 *Calibración del 0 %*. El circuito eléctrico de la fuente de luz y del receptor deben ser ajustados de tal manera que la lectura de salida marque cero cuando el flujo de luz pase a través de la zona de medición en ausencia de emisiones de escape.

7.3.3 *Calibración del 100 %*. Utilizar un filtro de densidad óptica neutral y colocar éste perpendicularmente al haz de luz, con un valor que corresponda al 100 % de opacidad, o una pantalla que permita bloquear completamente la fuente de luz, en ausencia de emisiones de escape.

7.3.4 *Calibración intermedia*. Utilizar por lo menos tres filtros calibrados de densidad neutra, con valores representativos en el rango de 0 a 100 %, en ausencia de emisiones de escape.

7.3.4.1 Insertar los filtros en la trayectoria de la luz, perpendicularmente al haz emitido.

7.3.4.2 El error de lectura no deberá superar a ± 1 % del valor conocido.

7.3.4.3 En el caso de que esas especificaciones no estén disponibles, la calibración se debe realizar por lo menos cada tres meses.

7.3.4.4 Adicionalmente, calibrar el equipo luego de cada mantenimiento correctivo. Esta calibración es independiente de la autocalibración automática que realiza el equipo cada vez que es encendido.

7.3.5 La linealidad del opacímetro debe revisarse periódicamente de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. Un filtro neutro de densidad entre 30 y 60% a escala completa que cumpla con los requisitos dados en 7.2.3.1, debe introducirse en el opacímetro y registrar su valor. El instrumento de medida no debe diferir en más del 2% del valor nominal del filtro neutro de densidad o el 0,30 m^{-1} de densidad de humo, antes de reasumir el ensayo con el medidor. Cualquier exceso en la linealidad debe corregirse antes del ensayo.

(Continua)

This document is available free of charge on studocu

7.4 Procedimiento de medición

7.4.1 *Preparación del Equipo de Medición*

7.4.1.1 Antes de llevar a cabo el ensayo de aceleración libre, debe configurarse la unidad de datos del medidor de humo. Se recomienda consultar las instrucciones de operación provistas por el fabricante de la unidad de procesamiento, para procedimientos específicos de configuración; sin embargo, se deben cumplir los siguientes pasos funcionales.

7.4.1.1.1 Se debe seleccionar como unidad de medida, aquella requeridos por la autoridad ambiental competente (porcentaje de opacidad o densidad de humo).

7.4.1.1.2 Solamente, en el caso de requerirse el reporte de unidades en porcentaje de opacidad, la unidad de procesamiento de datos debe realizar las correcciones de Beer-Lambert, como se describen en el anexo D, para corregir el resultado de la prueba a las condiciones de medida del tubo de escape estándar. Para este fin es indispensable suministrar los valores de potencia nominal del motor o el diámetro del tubo de escape, de acuerdo con lo establecido en 7.4.1.6.

7.4.1.1.3 Si se emplea una fuente luminosa del medidor de humo de LED (diodo emisor de luz) rojo y se van a realizar correcciones de longitud de onda de la fuente de luz dentro de la unidad de procesamiento de datos, se deben realizar las selecciones adecuadas para activar estos cálculos (ver anexo D).

7.4.1.2 La unidad configurada se debe encender e inicializar, asegurándose del correcto estado de mantenimiento y calibración de la misma, de acuerdo con las instrucciones contenidas en el manual de operación provisto por el fabricante y lo establecido en la presente norma.

7.4.1.3 Antes de efectuar las mediciones de humo, el medidor de humo debe verificar los valores de cero y escala máxima (algunos medidores pueden realizar en forma automática las revisiones de cero y escala máxima. En otros medidores la secuencia debe realizarse manualmente).

7.4.1.3.1 Calentamiento del medidor. Antes de cualquier revisión o ajuste de cero y/o escala máxima, el medidor de humo debe calentarse y estabilizarse de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Si el medidor de humo está equipado con un sistema de purga de aire, a fin de evitar que se llene de hollín el medidor óptico, se recomienda activar este sistema y ajustarlo de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.
El equipo no debe permitir mediciones si no ha superado su tiempo o temperatura de calentamiento.

7.4.1.3.2 Cero del medidor de humo. Con el medidor en el modo de lectura de opacidad, y sin bloqueo del haz luminoso del medidor de humo, se ajusta la lectura para presentar opacidad de 0,0 % ± 1,0 % ó, 0,00 m^{-1} ± 0,10 m^{-1}, si se calibra en unidades de densidad de humo (K).

7.4.1.3.3 Escala total del medidor de humo. Con el medidor de humo en el modo de lectura de opacidad, y evitando que cualquier luminosidad alcance el detector, se ajusta la lectura del medidor para que presente opacidad de 100,0 % ± 1,0 %, o si se efectúa la calibración del recorrido de la escala del medidor de humo y el fabricante lo requiere, con el medidor de humo en el modo de lectura de Densidad de Humo (K), se instala un filtro de densidad neutra de valor conocido entre el emisor de luz y el detector. El filtro de densidad neutra debe cumplir con los requisitos de precisión que se muestran en 4.2.3.1, y debe presentar un valor nominal en la escala de 1,5 m^{-1} a 5,5 m^{-1}. Se ajusta la lectura del medidor de humo para presentar el valor nominal del filtro en ± 0,10 m^{-1}.

7.4.1.4 Una vez el medidor de humo ha realizado lo establecido en 7.4.1.3, un mensaje en la pantalla del mismo le indicará al operador que puede introducir la sonda de prueba en el tubo de escape del vehículo, a la profundidad indicada por el fabricante. Si el diseño del tubo de escape del vehículo no permite que sea insertada a esta profundidad, se requiere del uso de una extensión del tubo de escape, la cual debe garantizar que no se presente dilución de la muestra.

7.4.1.5 Digitar la información del cliente y del vehículo respectivo, de acuerdo con lo establecido en 8.

(Continua)

7.4.1.6 Se debe determinar la potencia nominal del vehículo solamente en el caso de reporte de resultados en porcentaje de opacidad. En este caso, los valores de potencia nominal del vehículo deben ser asignados directamente por el software de aplicación de acuerdo con la marca y línea del vehículo a partir de una base de datos ingresada y suministrada por la autoridad competente.
En caso de que el motor del vehículo haya sido modificado y su potencia no corresponda a la de marca y línea originales, el software debe permitir digitar el valor de la potencia, el cual será el nominal inscrito en la placa o calcomanía de reglaje fijada en el motor. Solamente, cuando sea imposible acceder a la información anterior referente a la potencia, el software de aplicación debe permitir ingresar el valor del diámetro externo real del tubo de escape, a fin de que el software de aplicación relacione esta información con una longitud real efectiva (L_a) y realice los cálculos descritos en el Anexo D.

7.4.2 *Procedimiento de Medición*

7.4.2.1 *Ciclos de aceleración libre.* Con el vehículo acondicionado en la forma que se indica en 5.2 y con el motor operando en ralentí y a temperatura normal de operación; el operador debe desarrollar la siguiente secuencia:

7.4.2.1.1 Oprimir completamente el acelerador en un tiempo menor a un segundo;

7.4.2.1.2 Mantener el acelerador completamente oprimido hasta que el motor alcance su velocidad gobernada, luego de alcanzarla, debe mantenerla de 2 s a 4 s y después soltar el acelerador para que el motor regrese a su velocidad de ralentí, (ver nota 6).

7.4.2.1.3 Una vez suelto el acelerador deben transcurrir 15 s antes de iniciar el siguiente ciclo de aceleración libre. El vehículo debe recibir por lo menos cuatro ciclos de ensayo empleando la secuencia anteriormente descrita. El primer ciclo permite que el operador de la prueba se familiarice con el movimiento adecuado del acelerador, y además retirar el hollín remanente que se pudiera acumular en el sistema de escape del vehículo durante su operación previa. Con los tres ciclos restantes se determinan los valores de humo máximos promediados en 0,5 s, corregidos para cada uno de los tres ciclos de aceleración libre, empleando los algoritmos de procesamiento de datos de humo descritos en los Anexos C y D.

7.4.2.2 *Criterios de validación del ensayo.* Se deben considerar válidos los resultados de ensayo de 7.4.2.1 sólo después de que se haya cumplido con los siguientes criterios.

7.4.2.2.1 los valores de desviación del cero del medidor de humo luego del ensayo no deben exceder ± 2,0 % de opacidad para mediciones de humo realizadas en opacidad o ± 0,15 m^{-1} para mediciones efectuadas en densidad de humo K.

7.4.2.2.2 La diferencia aritmética entre los valores mayores y menores de humo promedio máximo en 0,5 s de los tres ciclos de ensayo no debe exceder de 5,0 % de opacidad ó 0,5 m^{-1}, para mediciones en densidad de humo. Como ejemplo ilustrativo se da el siguiente caso, un vehículo obtiene los siguientes resultados de opacidad en los tres ciclos de medición: 45 % de opacidad, 47 % de opacidad y 50 % de opacidad. La diferencia aritmética de los valores mayores y menores es 50 % de opacidad – 45 % de opacidad = 5 % de opacidad. En este caso específico la prueba se considera válida.

7.5 Errores de Método

7.5.1 *Criterios de validación del ensayo.* Se deben considerar válidos los resultados de ensayo de 7.4.2.1 sólo después de que se haya cumplido con los siguientes criterios.

7.5.1.1 Los valores de desviación del cero del medidor de humo luego del ensayo no deben exceder ± 2,0 % de opacidad para mediciones de humo realizadas en opacidad o ± 0,15 m^{-1} para mediciones efectuadas en densidad de humo K.

NOTA 6. Si a los 5 s de estar el acelerador completamente oprimido, el motor no ha alcanzado su velocidad gobernada, el software de aplicación del equipo deberá rechazar la prueba.

(Continua)

This document is available free of charge on studocu

7.5.1.2 La diferencia aritmética entre los valores mayores y menores de humo promedio máximo en 0,5 s de los tres ciclos de ensayo no debe exceder de 5,0 % de opacidad ó 0,5 m^{-1}, para mediciones en densidad de humo. Como ejemplo ilustrativo se da el siguiente caso, un vehículo obtiene los siguientes resultados de opacidad en los tres ciclos de medición: 45 % de opacidad, 47 % de opacidad y 50 % de opacidad. La diferencia aritmética de los valores mayores y menores es 50 % de opacidad – 45 % de opacidad = 5 % de opacidad. En este caso específico la prueba se considera válida.

7.5.2 *Ensayos inválidos*

7.5.2.1 Si los datos del ensayo de humo de 7.4.2.1 no cumplen los criterios de validación de ensayo de 7.4.2.2, se recomienda repetir el proceso de medición (ver 7.4.2.1), verificando con anterioridad que el cero del medidor de humo, posterior al ensayo no se exceda a causa de una desviación positiva del cero; la causa probable es la acumulación de hollín en la óptica del medidor de humo. Es necesario interrumpir la exposición al humo de escape antes de volver a poner en cero el medidor.

7.5.2.2 Si después de repetir la prueba:

7.5.2.2.1 Los resultados continúan sin cumplir los criterios de validación que se indican en 7.4.2.2 y persiste alguna la circunstancia que se describe en 7.5.2.1, entonces la prueba debe ser abortada y repetida posteriormente hasta que se hayan resuelto las anomalías del equipo;

7.5.2.2.2 Los resultados continúan sin cumplir los criterios de validación del ensayo y se verifica que no se presenta la circunstancia que se describe en 7.5.2.2.1, el operario debe ingresar al sistema la correspondiente información de falla, para que el software del medidor de humo permita la generación del certificado de rechazo de la prueba para dicho vehículo, ya que esta situación es indicadora de un mal funcionamiento del motor.

8. INFORME DE RESULTADOS

8.1 El resultado final será la media aritmética de los valores de las tres lecturas obtenidas en 7.5.1.

8.2 La institución que realiza la prueba debe emitir un informe técnico con los resultados de la misma, adjuntado el documento de impresión directa del opacímetro.

8.3 Si se cumple con los criterios de validación que se indican en 7.5.1, se deben considerar los datos como válidos y el ensayo se habrá completado. El resultado final del ensayo será el promedio aritmético de los valores de opacidad de los tres ciclos de medida, cada uno de los cuales se ha obtenido aplicando el promedio máximo de 0,5 s calculados conforme a lo señalado en el Anexo C.

8.4 El software de aplicación del equipo debe comparar el resultado final de la prueba con lo establecido en la reglamentación ambiental vigente, y de acuerdo con el resultado deberá emitir el certificado de aprobación o rechazo en los términos y características establecidas por la autoridad competente, (ver nota 7).

8.5 El software de aplicación y el hardware del medidor de humos deben permitir, como mínimo, el registro de la información de la Tabla 1 a la Tabla 6, para ser remitidos a la autoridad ambiental competente, en los términos que ésta requiera.

Nota 7. El cálculo del valor promedio de 0,5 s de cada ciclo de prueba lo deberá realizar automáticamente la unidad de procesamiento del equipo de medida de humo, mediante la incorporación de dispositivos de hardware o software que efectúen el filtraje de la señal conforme al algoritmo indicado en el Anexo A.

(Continua)

ANEXO D

D.1 Aplicación de correcciones a los valores de humo medidos

D.1.1 *Introducción*

D.1.1.1 Fundamentalmente, todos los opacímetros de humo miden la transmitancia de la luz a través de una pluma de humo o una muestra de gas que contiene algunas partículas de humo. No obstante, generalmente es deseable cuantificar y reportar las emisiones de humo de escape en unidades de opacidad de humo (N) o densidad de humo (k). Adicionalmente, si se reporta el nivel de humo como opacidad de humo, entonces también es necesario reportar la longitud de trayectoria óptica efectiva asociada, a fin de especificar por completo la concentración de humo del vehículo. Esto debido a que la opacidad de humo medida es una función de la longitud de trayectoria óptica efectiva (EOPL (ver nota 8) empleada para realizar la medición. Por ejemplo, un motor que produjo una opacidad del 20 % cuando se ensayó con un tubo de escape de una EOPL (igual al diámetro interno del tubo) de 76 mm habría arrojado medidas de opacidad del 26 %, 31 % y 36 %, respectivamente, al ensayarse con tubos de escape más largos de EOPL (diámetros internos del tubo) de 102 mm, 127 mm y 152 mm. Por consiguiente, a fin de facilitar las comparaciones de los datos de opacidad de humo de diferentes fuentes con relación a los límites de opacidad que pudieran establecerse, se deben reportar valores de opacidad en longitudes de trayectoria óptica efectiva estándar.

D.1.1.2 Al medir el humo empleando una longitud de trayectoria óptica efectiva que sea diferente a la longitud de trayectoria estándar, se deben convertir los valores de humo medidos a opacidad en la longitud de trayectoria estándar empleando la relación Beer-Lambert adecuada. En forma similar, si se desea reportar los resultados del ensayo en unidades de densidad de humo, se hace necesario emplear la relación Beer-Lambert para convertir los resultados de opacidad medida en densidad de humo.

D.1.1.3 Finalmente, si las medidas de humo se realizan empleando un medidor que cuente con una fuente luminosa LED roja, se hace necesaria una corrección de longitud de onda para compensar el hecho de que la capacidad del humo diesel de absorber la luz dependa de la longitud de onda de dicha luz.

D.1.1.4 En este Anexo se describe la forma como se deben corregir los valores de humo medidos en unidades de reporte deseadas empleando las relaciones Beer-Lambert y el modo como se deben realizar las correcciones de longitud de onda de la fuente luminosa.

D.1.2 *Definiciones y Símbolos*

D.1.2.1 *Humo diésel.* Partículas, incluidas las de aerosoles, suspendidas en la corriente de escape de un motor diésel que absorban, reflejen o refracten la luz.

D.1.2.2 *Transmitancia (T).* Es la fracción de luz expresada en porcentaje (%) que al ser trasmitida desde una fuente, a través de una trayectoria obscurecida por humo, llega al receptor del instrumento observador.

$$T=1-\frac{\text{opacidad}}{100}$$

D.1.2.3 *Opacidad (N).* Es la fracción de la luz expresada en porcentaje (%), que al ser enviada desde una fuente se le impide llegar al receptor del instrumento observador y que se expresa en función de la transmitancia.

$$N=100(1-\text{Transmitancia})$$

D.1.2.4 *Longitud de trayectoria óptica efectiva (L).* Longitud de trayectoria óptica oscurecida por el humo entre la fuente luminosa del medidor de humo y el detector de luz. Se debe observar que las porciones de la longitud de la trayectoria de la fuente luminosa total al detector que no se han oscurecido por el humo no contribuyen a la longitud de trayectoria óptica efectiva.

NOTA 8. Sigla en inglés "Effective optical path length"

(Continua)

This document is available free of charge on studocu

D.1.2.5 *Densidad de humo (k).* (Conocida también como "Coeficiente de extinción de luz" o "Coeficiente de absorción de luz"); es un medio fundamental para cuantificar la capacidad de una corriente de humo o del humo de una muestra para oscurecer la luz. Por convención, la densidad del humo se expresa en metros a la menos uno (m^{-1}). La densidad del humo es una función del número de partículas de humo por unidad de volumen de gas, la distribución por tamaño de las partículas de humo, y las propiedades de absorción y dispersión de las partículas. Sin la presencia de humos azules o blancos, la distribución de tamaño y las propiedades de absorción/dispersión son similares para todas las muestras de gases de escape diésel, y la densidad de humo es principalmente una función de la densidad de las partículas de humo. La densidad de humo o coeficiente de absorción, K, (o m^{-1}) de una corriente de humo se define de la siguiente manera, una forma de la ley de Beer-Lambert:

$$K=-(1/L)\ln(1-N/100)$$

En donde:

L = está expresada en metros, m

D.1.2.6 *W.* Longitud de onda de la fuente luminosa del medidor de humo.

D.1.2.7 *Subíndices*

D.2.7.1 m. Se refiere a la condición medida.

D.2.7.2 s. Se refiere a los valores corregidos en una condición estándar.

D.1.3 *Relaciones Beer-Lambert*

D.1.3.1 La ley Beer-Lambert define la relación entre transmitancia, densidad de humo y longitud de trayectoria óptica efectiva, tal como se muestra en la siguiente ecuación:

$$T=e^{-kL}$$

D.1.3.2 A partir de las definiciones de transmitancia y opacidad, la relación entre estos parámetros puede definirse como se muestra en la siguiente ecuación:

$$N(\%)=100*(1-T)$$

D.1.3.3 A partir de las dos ecuaciones anteriormente se pueden derivar las siguientes relaciones importantes:

$$N_S=100*\left(1-\left((1-(N_m/100))^{(Ls/Lm)}\right)\right)$$

$$K=-(1/L_m)*\left(L_n(1-(N_m/100))\right)$$

D.1.3.4 A fin de lograr resultados adecuados al aplicar las dos primeras ecuaciones, se deben expresar las longitudes de trayectoria óptica efectiva (L y L_m) en unidades de metros (m). Se recomienda expresar las longitudes de trayectoria óptica efectiva empleadas en la tercera ecuación también en metros (m); sin embargo, se puede emplear cualquier unidad de longitud siempre que L_s y L_m se expresen en la misma unidad de medición.

D.1.4 *Uso de las Relaciones Beer-Lambert*

D.1.4.1 La conversión de los valores medidos de opacidad a las unidades de reporte apropiadas es un proceso de dos pasos. Puesto que, como se observó en D.1.1, la unidad de medida básica de todos los medidores de humo es la transmitancia, el primer paso en todos los casos es convertir la transmitancia (T) en opacidad a la longitud de trayectoria óptica efectiva medida (N_m) empleando la segunda ecuación que se muestra en D.1.3. Puesto que todos los opacímetros realizan esta operación internamente, este paso es obvio para el usuario.

D.1.4.2 El segundo paso del proceso consiste en convertir la N_m en las unidades de reporte deseadas, en la manera indicada a continuación:

D.1.4.3 Si se van a reportar los resultados de ensayo en unidades de opacidad, se debe emplear la ecuación de N_B para convertir la opacidad en la longitud de trayectoria óptica efectiva medida en opacidad en la longitud de trayectoria óptica efectiva estándar. (En caso de que las longitudes de trayectoria óptica efectiva medida y estándar sean idénticas, N_s es igual a N_m y no se requiere este paso de conversión secundario).

D.1.4.4 Si se van a reportar los resultados de ensayo en unidades de densidad de humo, entonces debe aplicarse la cuarta ecuación del numeral antes mencionado.

D.1.5 *Valores de Entrada de Longitud de Trayectoria Óptica Efectiva.* Con el propósito de aplicar la cuarta ecuación de conversión, se hace necesario utilizar la longitud de trayectoria óptica efectiva medida (L_m). Para emplear la tercera ecuación se deben ingresar valores tanto para L_m como para L_s, longitud de trayectoria óptica efectiva estándar. En este Anexo se explica en detalle cómo se determinan estos valores de entrada.

D.1.5.1 *Determinación de L_m para opacímetros de Flujo Parcial*

D.1.5.1.1 Para estos equipos, L_m es una constante que depende del diseño y la longitud de la celda de medida del instrumento y del sistema de purga de aire. Se recomienda consultar los datos de especificación provistos por el fabricante del medidor para determinar el valor adecuado de L_m.

D.1.5.1.2 Generalmente, se hace necesario determinar L_m dentro de +5 mm para obtener resultados de humo corregidos que sean precisos dentro de ± 2% de opacidad o densidad de humo de ± 0,2m^{-1}.

D.1.5.2 *Determinación de L_s*

D.1.5.2.1 A fin de garantizar las comparaciones de datos de humo significativos, se recomienda reportar los resultados de opacidad del humo en las longitudes de trayectoria óptica efectiva estándar, L_s, que se muestran en la Tabla 12. La Tabla 12 se construyó de tal manera que la longitud de trayectoria óptica efectiva estándar se incrementa con la potencia nominal y se aproxima a los tamaños de tubo trasero de escape comúnmente empleados en aplicaciones de vehículo. En los casos donde no se puede determinar la potencia nominal del motor, el Diámetro Externo (DE) real del tubo de escape proporciona, generalmente, una aproximación aceptable de L_s y se puede emplear en lugar de la Tabla 12.

Tabla 12. Longitudes de trayectoria óptica efectiva estándar

Potencia nominal del motor kW	Potencia nominal del motor BHP	Longitud de trayectoria óptica efectiva estándar $L_s$mm	longitud de trayectoria óptica efectiva estándar L_s pulgadas
Menos de 37	Menos de 50	38	1,5
37 a menor de 75	50 a menor de 101	51	2
75 a 149	101 a 200	76	3
150 a 224	201 a 300	102	4
225 a menor de	301 o menor de	127	5
Mayor o igual a	Mayor o igual a	150	6

D.1.5.2.2 Al ensayar vehículos con salidas de escape múltiples, se debe emplear la potencia nominal del motor total con la Tabla 12, para determinar la longitud de trayectoria óptica efectiva estándar. Cuando se utilice la Tabla 12, no se debe dividir la potencia nominal del motor por el número de salidas de escape. Si se comete este error, se dará origen a reporte de valores de opacidad de humo erróneamente bajos.

D.1.6 *Secuencia de Correcciones de Beer-Lambert.* A fin de lograr un alto grado de precisión, se aconseja realizar los cálculos de conversión Beer-Lambert que se describen en D.1.4 sobre cada valor de humo medido instantáneo antes de que tenga lugar cualquier procesamiento de datos adicional. Para realizar los cálculos de esta manera, durante el ensayo de aceleración súbita se requiere una capacidad significativa de procesamiento, puesto que la tasa mínima de procesamiento de datos de humo es de 20 Hz. Además, se requiere la capacidad de entrar valores de L_m y L_s a la unidad de procesamiento de datos.

(Continua)

This document is available free of charge on studocu

D.1.7 *Correcciones de Longitud de Onda de la Fuente Luminosa del Medidor de Humo*

D.1.7.1 La capacidad del humo diesel de absorber luz depende de la longitud de onda (es decir, el humo diésel no tiene densidad espectral neutral). Por esta razón, los medidores de humo que emplean diferentes fuentes luminosas responderán de manera diferente a la misma muestra de humo, y se requieren correcciones para obtener resultados comparables.

D.1.7.2 Puesto que la mayoría de medidores de humo en la actualidad emplean un LED verde o una fuente luminosa incandescente, con una emisividad espectral de pico equivalente, estas condiciones serán estándar al reportar los resultados de ensayo de aceleración súbita. Se deben corregir las mediciones de humo efectuadas con medidores que emplean fuentes de luz LED roja por medio de las siguientes ecuaciones:

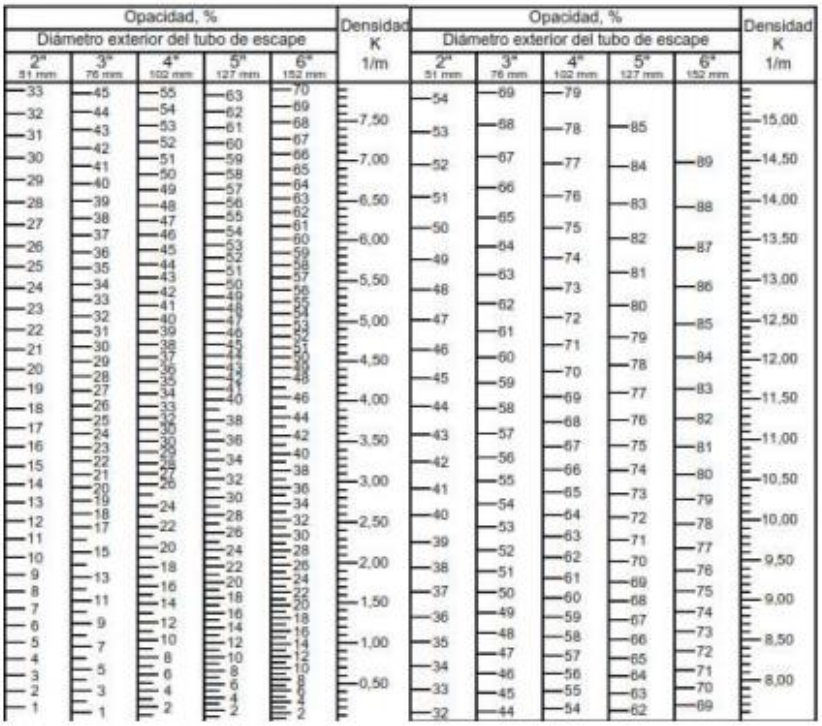
$$N_s = 100^* \left(1 - \left((1 - (N_m/100))\right)(w_m/w_s)\right)$$

$$K_S = (-1/L)^* L_n \left((1 - (N_m/100))(w_m/w_s)\right)$$

En donde:

w_s = longitud de onda de una fuente de luz LED verde estándar = 570nm
w_m = longitud de onda de una fuente de luz LED roja = 660nm

Figura D.1.1 Cuadro de alineación



D.1.7.3 Se prefiere aplicar las correcciones de longitud de onda, como las correcciones Beer-Lambert, a cada valor de humo medido instantáneo. Sin embargo, si no es posible, y si son aceptables pequeños errores, se pueden aplicar las correcciones de longitud de onda después de obtener valores de humo promedio en la forma descrita en el Anexo C.

D.1.7.4 Se aconseja aplicar las correcciones de longitud de onda de fuente luminosa que emplean las ecuaciones 5 y 6 cuando se emplee el medidor para medir humo diesel, pero no se recomienda emplearlas cuando se esté calibrando el medidor usando un filtro de densidad neutra.

Anexo 7: Importaciones, L. (25 de mayo de 2023). Normativa Ecuatoriana para la Revisión Técnica Vehicular. Obtenido de https://lealimportaciones.com/normativa-ecuatoriana-revision-tecnica-vehicular/

Normativa Ecuatoriana para la Revisión Técnica Vehicular

¿Conoces la normativa para la Revisión Técnica Vehicular en Ecuador? Descubre cómo garantizar la seguridad de tu vehículo y contribuir a la protección vial y medioambiental. ¡Asegura el cumplimiento de la legislación y conoce todos los detalles en nuestro artículo!

Hoy te brindaremos información detallada sobre la Normativa y el procedimiento que es importante seguir para asegurar que tu automóvil cumpla con las condiciones necesarias para circular de manera segura, cumpliendo con la legislación vigente pero también aportando a la seguridad vial y cuidado del medio ambiente del Ecuador.
En Ecuador, previo a la matriculación, todos los vehículos deben pasar obligatoriamente una Revisión Técnica Vehicular para poder circular libremente por el país. Esta revisión está regida por una normativa emitida por la Agencia Nacional de Tránsito (ANT), que es el organismo competente que verifica las condiciones ambientales, técnicas, mecánicas, de seguridad y confort que deben cumplir los vehículos.

Objetivos de la RTV

Los objetivos de esta revisión son:

- Garantizar las condiciones mínimas de seguridad de los vehículos.
- Controlar el nivel de emisiones contaminantes que no superen los límites máximos establecidos.
- Identificar las fallas mecánicas previsibles y las fallas por falta de mantenimiento.
- Mejorar la seguridad vial.
- Mejorar la capacidad de operación del vehículo.
- Reducir las emisiones contaminantes.
- Comprobar la idoneidad de circulación del automotor.

Dicha normativa también indica que la Revisión Técnica Vehicular debe guiarse por el principio de simplicidad, que consiste en una atención de óptima calidad, en el menor tiempo posible. Para cumplir con esto, la ANT otorga a nivel nacional permisos de funcionamiento para Centros de Revisión Técnica Vehicular, siendo estos los únicos autorizados para efectuar revisiones técnico mecánicas y de emisión de gases, con sus respectivos certificados.

Estos centros pueden obtener, o renovar sus permisos, previa verificación y auditoría de la ANT. Por tanto deben cumplir no solo con poseer una infraestructura acondicionada con el equipamiento requerido para prestar sus servicios, además de la implementación de los métodos y procedimientos técnicos normalizados que se utilizan para determinar la aptitud de circulación de vehículos, sino también con los certificados de calibración de todos los equipos de diagnóstico automotriz utilizados en la Revisión Técnica Vehicular, que verifica el correcto funcionamiento de los mismos. Certificados que deben ser emitidos por un laboratorio acreditado, como es el caso del Laboratorio LEAL Importaciones.

La calibración de equipos es primordial para el funcionamiento autorizado de los centros, debido a que en estos lugares los vehículos son sometidos a inspección de frenos, ruidos, luces, gases, suspensión y alineación, a través de líneas donde están ubicados estos equipos; garantizando de esta manera el buen estado técnico de los automotores del país.

Se inspeccionan entonces, de acuerdo a la normativa, varios puntos importantes que los vehículos deben cumplir:

- Revisión de legalidad de la propiedad o tenencia, que inicia el proceso de la Revisión Técnica Vehicular. Aquí se verifican los documentos del vehículo, el cual no debe reportar irregularidades.
- Revisión mecánica y de seguridad, verificando el funcionamiento de los mecanismos y sistemas del vehículo, así como el cumplimiento de las condiciones mínimas de seguridad.
- Revisión técnica de acuerdo a los requerimientos establecidos en el Reglamento General para la Aplicación de la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial.

Tras esta revisión los vehículos pueden obtener tres resultados:

- **Aprobado.** Se otorga cuando el vehículo cumple con los requisitos de circulación, pudiendo continuar con su proceso de matriculación.
- **Condicional.** Se otorga cuando el vehículo presenta un conjunto de defectos con calificación mayor al límite de no aprobación, en este caso el vehículo debe regresar a cualquiera de los Centros de Revisión Técnica Vehicular dentro de un plazo de tiempo determinado en las regulaciones vigentes, teniendo que haber reparado al menos aquellos defectos que lo hicieron reprobar.
- **Rechazada.** Cuando se han calificado como condicional cuatro revisiones de forma sucesiva, se presupone que el vehículo representa un riesgo para la seguridad pública, por lo tanto debe ser retirado de circulación hasta que sea sometido a una reparación integral.

Estos resultados solo pueden ser dictaminados por los Centros de Revisión Técnica Vehicular autorizados en el país, de otro modo no cuentan con validez legal, lo cual puede ocasionar retrasos en el proceso o el impedimento de matriculación del vehículo, así como multas.

Importancia de la Revisión Técnica Vehicular

La Revisión Técnica Vehicular en Ecuador es un proceso fundamental para garantizar la seguridad vial, reducir la contaminación ambiental y mejorar el estado técnico de los vehículos en circulación. Además el cumplirla te dará la tranquilidad de poder circular en un auto que se encuentra en excelente estado garantizando de esta manera tanto tu seguridad como la de tu familia.

Anexo 8: Resolucion910. (2008). Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia. 4-26.

Contenido del Documento

RESOLUCIÓN 0910 DE 2008

(Junio 5)

Por la cual se reglamentan los niveles permisibles de emisión de contaminantes que deberán cumplir las fuentes móviles terrestres, se reglamenta el artículo 91 del Decreto 948 de 1995 y se adoptan otras disposiciones.

EL MINISTRO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL,

en ejercicio de sus funciones legales, y en especial las conferidas en los numerales 2, 10, 11, 14 y 25 del artículo 5° de la Ley 99 de 1993, en los artículos 65, 91, 92 y en los Capítulos IV y VIII del Decreto 948 de 1995 que contiene el Reglamento de Protección y Control de la Calidad del Aire.

CONSIDERANDO:

Que el artículo 78 de la Constitución Política establece que el saneamiento ambiental es un servicio público a cargo del Estado;

Que los artículos 79 y 80 de la Constitución Política establecen como obligación del Estado, proteger la diversidad e integridad del ambiente; fomentar la educación ambiental; prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental; imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados;

Que corresponde al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, de acuerdo con los numerales 2 y 10 del artículo 5° de la Ley 99 de 1993, regular las condiciones generales para el saneamiento del medio ambiente, y el uso, manejo y aprovechamiento de los recursos naturales con el fin de mitigar o eliminar el impacto de actividades contaminantes del entorno, determinar las normas ambientales mínimas y las regulaciones de carácter general aplicables a todas las actividades que puedan generar directa o indirectamente daños ambientales;

Que de conformidad con el numeral 11 y 14 del artículo 5° de la Ley 99 de 1993, es función del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial dictar las regulaciones ambientales de carácter general para controlar y reducir la contaminación atmosférica en todo el territorio nacional y definir y regular los instrumentos administrativos y los mecanismos para la prevención y control de los factores de deterioro ambiental;

Que de conformidad con el numeral 25 del artículo 5° de la Ley 99 de 1993, corresponde al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial establecer los límites máximos permisibles de emisión que puedan afectar el medio ambiente o los recursos naturales renovables;

Que de conformidad con el numeral 12 del artículo 31 de la Ley 99 de 1993, las Corporaciones Autónomas Regionales, y las autoridades a que se refieren los artículos 66 de la Ley 99 de 1993 y 13 de la Ley 768 de 2002, les compete en el área de su jurisdicción ejercer las funciones de evaluación, control y seguimiento ambiental del uso del aire y los demás recursos naturales, las cuales comprenderán la emisión o incorporación de residuos líquidos, sólidos y gaseosos al aire, así como las emisiones que puedan causar daño o poner en peligro los recursos naturales renovables;

Que el Decreto 948 de 1995 contiene el reglamento de protección y control de la calidad del aire y define las acciones y los mecanismos administrativos que las autoridades ambientales deberán desarrollar para mejorar y preservar la calidad del aire y evitar reducir el deterioro del medio ambiente;

Que el literal b) del artículo 4° del Decreto 948 de 1995 establece que la quema de combustibles fósiles utilizados por el parque automotor, es una actividad contaminante sujeta a prioritaria atención y control por parte de las autoridades ambientales;

Que de conformidad con el artículo 65 y el Capítulo IV del Decreto 948 de 1995 que contiene el Reglamento de Protección y Control de la Calidad del Aire, le corresponde al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial establecer los estándares permisibles de emisión de contaminantes producidos por fuentes móviles, para lo cual debe establecer las regulaciones, prohibiciones y restricciones sobre emisiones contaminantes de fuentes móviles;

Que según lo dispuesto en el artículo 92 del mencionado decreto, le compete al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial determinar los mecanismos de evaluación de emisiones de vehículos automotores;

Que con base en estudios científicos y técnicos de calidad del aire en el territorio nacional y la información de las pruebas de verificación del cumplimiento de las normas establecidas en la Resolución 005 de 1996, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial considera necesario establecer normas de emisión para vehículos automotores activados con gasolina y diésel (ACPM), con el propósito de proteger el medio ambiente, los recursos naturales renovables y la salud de la población en general;

Que en artículo 2° de la Ley 769 de 2002 se define el nivel de emisión de gases contaminantes como la cantidad descargada de gases contaminantes por parte de un vehículo automotor, que debe ser establecida por la autoridad ambiental competente;

En merito de lo expuesto,

Ver la Resolución del Min. Ambiente 909 de 2008

CAPITULO. I

Disposiciones generales y definiciones

Artículo 1°. Objeto. La presente resolución establece los niveles máximos permisibles de emisión de contaminantes que deben cumplir las fuentes móviles terrestres, reglamenta los requisitos y certificaciones a las que están sujetos los vehículos y demás fuentes móviles, sean importadas o de fabricación nacional, y se adoptan otras disposiciones.

Artículo 2°. Excepciones. Se exceptúa del cumplimiento de las disposiciones de la presente resolución las locomotoras, equipos fuera de carretera para combate o defensa, equipos o maquinaria para obras civiles (vibradores, grúas) o viales (retroexcavadoras, mezcladoras, cortadoras, compactadores, vibrocompactadores, terminadoras o finishers), equipos internos para manejo de carga en la industria y terminales, equipos para minería (retroexcavadoras, cargadores, palas, camiones con capacidad superior a 50 toneladas), equipos agrícolas (trilladoras, cosechadoras, tractores, sembradoras, empacadoras, podadoras) ya sean movidas por llantas, rodillos, cadenas u orugas y en general los equipos establecidos como maquinaria o vehículos Nonroad, los vehículos dedicados a gas natural o GLP y las declaradas por la autoridad de tránsito como vehículos antiguos o clásicos.

Artículo 3°. Definiciones. Para efectos de la presente resolución se adoptan las definiciones contenidas en el Anexo 1.

Artículo 4°. Repotenciación, habilitación, transformación, o adecuación del parque automotor de servicio público de transporte. El parque automotor de servicio público de transporte, que por disposición del Ministerio de Transporte haya sido repotenciado, habilitado, transformado, adecuado o cualquier otra categoría similar que busque la extensión de la vida útil determinada por la ley, deberá cumplir con las normas de emisión para prueba estática establecidas en la presente resolución para el año modelo equivalente según corresponda (Otto o Diésel);

El año modelo equivalente para estos vehículos corresponderá al año modelo del automotor más el número de años por el cual se reconozca la repotenciación, habilitación, transformación o adecuación, de acuerdo con lo establecido por el Ministerio de Transporte en la Resolución número 2502 del 22 de febrero de 2002, o la norma que la modifique, adicione o sustituya.

CAPITULO. II

Límites máximos de emisión permisibles para fuentes móviles en prueba estática

Artículo 5°. Límites máximos de emisión permisibles para vehículos a gasolina. En la Tabla 1 se establecen los máximos niveles de emisión que podrá emitir toda fuente móvil clasificada como vehículo automotor con motor a gasolina, durante su funcionamiento en velocidad de crucero y en condición de marcha mínima, ralentí o prueba estática, a temperatura normal de operación.

TABLA. 1

Límites máximos de emisión permisibles para vehículos accionados con gasolina en velocidad de crucero y en condición de marcha mínima, ralentí o prueba estática

Año modelo	CO (%)	HC (ppm)
1970 y anterior	5,0	800
1971-1984	4,0	650
1985-1997	3,0	400
1998 y posterior	1,0	200

Parágrafo 1°. Cuando la concentración de O2 exceda el 5% o la concentración de CO2 sea inferior al 7%, se entenderá que existe dilución de la muestra y el vehículo automotor deberá ser rechazado.

Parágrafo 2°. A partir de los vehículos año modelo 2010, los comercializadores representantes de marca, importadores, fabricantes o ensambladores de dichos vehículos deberán garantizar una emisión máxima permisible equivalente al 80% del valor establecido en la Tabla 1 para los vehículos con año modelo 1998 y posterior.

Artículo 6°. Límites máximos de emisión permisibles para vehículos bicombustibles gasolina-gas natural vehicular o gasolina-GLP. En la tabla 2 se establecen los máximos niveles de emisión que podrá emitir toda fuente móvil clasificada como vehículo automotor convertido a gas natural vehicular o GLP, durante su funcionamiento en velocidad de crucero y en condición de marcha mínima, ralentí o prueba estática, a temperatura normal de operación, operando con gas natural vehicular o GLP, respectivamente.

TABLA. 2

Límites máximos de emisión permisibles para vehículos convertidos a gas natural vehicular o GLP en velocidad de crucero y en condición de marcha mínima, ralentí o prueba estática

Año modelo	CO (%)	HC (ppm)
1970 y anterior	5,0	800
1971-1984	4,0	650
1985-1997	3,0	400
1998 y posterior	1,0	200

Parágrafo. A partir de los vehículos año modelo 2010, los comercializadores representantes de marca, importadores, fabricantes o ensambladores de dichos vehículos deberán garantizar una emisión máxima permisible equivalente al 80% del valor establecido en la Tabla 2 para los vehículos con año modelo 1998 y posterior.

Artículo 7°. Límites máximos de emisión permisibles para motocicletas, motociclos y mototriciclos. En la Tabla 3 se establecen los máximos niveles de emisión que podrá emitir toda fuente móvil clasificada como motocicleta, motociclo o mototriciclo con mezcla de gasolina aceite (dos tiempos) durante su funcionamiento en condición de marcha mínima o ralentí y a temperatura normal de operación, y en la Tabla 4 se establecen los límites máximos de emisión permisibles para motocicletas, motociclos y mototriciclos accionadas con gasolina (cuatro tiempos) en marcha mínima o ralentí, a temperatura normal de operación.

TABLA. 3

Máximos niveles de emisión permisibles para motocicletas, motociclos y mototriciclos accionados con mezcla de gasolina aceite (dos tiempos) en marcha mínima o ralentí

Año modelo	CO (%)	HC (ppm)
2009 y anterior	4,5	10.000
2010 y posterior	4,5	2.000

TABLA. 4

Límites máximos de emisión permisibles para motocicletas, motociclos y mototriciclos accionadas con gasolina (cuatro tiempos) en condición de marcha mínima o ralentí

Año modelo	CO (%)	HC (ppm)
Todos	4,5	2.000

Parágrafo 1°. A partir del año modelo 2010, los comercializadores representantes de marca, importadores, fabricantes o ensambladores de motocicletas, motociclos o mototriciclos de dos (2) tiempos deben garantizar una emisión máxima permisible equivalente al 80% del valor de hidrocarburos establecido en la Tabla 3 para los vehículos con año modelo 2010 y posterior.

Parágrafo 2°. A partir del año modelo 2010, los comercializadores representantes de marca, importadores, fabricantes o ensambladores de motocicletas, motociclos o mototriciclos de cuatro (4) tiempos deberán garantizar una emisión máxima permisible equivalente al 80% del valor de hidrocarburos establecido en la Tabla 4.

Parágrafo 3°. Los límites máximos de emisión permisibles son establecidos para un valor de exceso de oxígeno máximo de 11% para motocicletas, motociclos y mototriciclos de dos (2) tiempos, y de 6% máximo para motocicletas, motociclos y mototriciclos de cuatro (4) tiempos. Solamente los valores obtenidos con concentraciones de oxígeno superiores a los máximos establecidos deberán ser corregidos y ajustados según la siguiente ecuación, que deberá ser integrada al software del equipo de medición, para su posterior comparación con la Tabla 3 o Tabla 4.

Cuando el oxígeno medido sea menor al oxígeno máximo, las mediciones de contaminantes se deberán comparar directamente con la Tabla 3 o Tabla 4. Las ecuaciones para obtener los valores corregidos son las siguientes:

$$C_{(O_{2ref})} = C_{(X\%)} * \left(\frac{21 - \%O_{2ref}}{21\% - X\%} \right)$$

Donde:

$C_{(O2ref)}$: Concentración del contaminante con la corrección de oxígeno, basado en el oxígeno de referencia del tipo de motor (2 o 4 tiempos).

$C_{(X\%)}$: Concentración del contaminante medido en los gases de salida sin corrección por oxígeno.

%O2ref: Oxígeno de referencia del tipo de motor (2 o 4 tiempos) en (%).

X%: Oxígeno medido en los gases de salida en (%).

Parágrafo 4°. Las motocicletas, motociclos y mototriciclos de dos (2) y cuatro (4) tiempos año modelo 2010 y posteriores, deberán comparar los límites máximos de emisión permisibles para un valor de exceso de oxígeno máximo de 6%.

Artículo 8°. Límites máximos de emisión permisibles para vehículos diésel. En la Tabla 5 se establecen los máximos niveles de opacidad que podrá emitir toda fuente móvil clasificada como vehículo automotor con motor diésel durante su funcionamiento en condición de aceleración libre y a temperatura normal de operación.

TABLA. 5

Límites máximos de opacidad permisibles para vehículos accionados con diésel (ACPM) en aceleración libre

Año modelo	Opacidad (%)
1970 y anterior	50
1971-1984	45
1985-1997	40
1998 y posterior	35

Parágrafo. A partir de los vehículos año modelo 2010, los comercializadores representantes de marca, importadores, fabricantes o ensambladores de dichos vehículos deberán garantizar una emisión máxima permisible equivalente al 80% del valor establecido en la Tabla 5 para los vehículos con año modelo 1998 y posterior.

Articulo 9°. Límites máximos de emisión permisibles para vehículos que utilizan mezclas de combustibles. Los vehículos que utilizan mezclas de combustibles deberán cumplir con los límites máximos permisibles establecidos en la Tabla 1 si corresponden a vehículos ciclo Otto y la Tabla 5 si corresponden a vehículos ciclo Diésel. Las motocicletas, motociclos y mototriciclos que utilicen mezclas de combustibles deberán cumplir con los límites máximos establecidos en la Tabla 3 según el año modelo si son de dos (2) tiempos o en la Tabla 4 si son de cuatro (4) tiempos.

Artículo 10°. Límites máximos de emisión permisibles para motocarros. Los motocarros con motor de motocicleta y en general todos los vehículos con componentes mecánicos de motocicleta, deberán cumplir los límites máximos de emisión permisibles y los procedimientos de evaluación determinados para motocicletas, motociclos y mototriciclos.

CAPITULO. III

Disposiciones sobre la certificación inicial de las emisiones contaminantes de las fuentes móviles

Artículo 11°. Certificación de las emisiones en velocidad de crucero y marcha mínima, ralentí o prueba estática. Las fuentes móviles clasificadas como vehículo automotor con motor ciclo Otto que se ensamblen, importen o comercialicen deberán obtener la certificación de emisiones de monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos (HC) en condición de velocidad de crucero y marcha mínima o ralentí, que deberá encontrarse dentro de los límites establecidos en la presente resolución. Las motocicletas, motociclos y mototriciclos que se ensamblen, importen, fabriquen o comercialicen deberán obtener la certificación de emisiones de Monóxido de Carbono (CO) e Hidrocarburos (HC) en condición de marcha mínima o ralentí, que deberán encontrarse dentro de los límites establecidos en la presente resolución. Dicha certificación deberá ser expedida por el comercializador representante de marca, importador o ensamblador del vehículo siempre y cuando los equipos y procedimientos que se utilicen para tal efecto, cumplan con las Normas Técnicas Colombianas establecidas en la Resolución 3500 de 2005, o en las normas que las modifiquen, adicionen o sustituyan.

A partir de la entrada en vigencia de la presente resolución, los comercializadores representantes de marca, importadores, fabricantes o ensambladores de fuentes móviles clasificadas como vehículo automotor, especificarán las condiciones de reglaje del motor y el cumplimiento de los niveles de emisión establecidos en la presente resolución en un autoadhesivo que se fijará en un lugar visible dentro de la cubierta del motor o la cabina del vehículo y en una certificación que será entregada a quienes adquieran los vehículos, sin perjuicio de los demás documentos en donde deban constar.

A partir del 1° de enero de 2009, los comercializadores representantes de marca, importadores, fabricantes o ensambladores de motocicletas, motociclos y

mototriciclos, especificarán las condiciones de reglaje del motor y el cumplimiento de los niveles de emisión establecidos en la presente resolución en una certificación que deberá ser entregada a quienes adquieran los vehículos, sin perjuicio de los demás documentos en donde deban constar.

La certificación de que trata este artículo debe incluir por lo menos la siguiente información: fecha de la prueba, nombre o razón social, documento de identidad (NIT o cédula de ciudadanía), dirección, teléfono, ciudad y departamento de quien expide la certificación y marca, línea, clase, modelo, cilindrada, VIN o serial y número de motor del vehículo al que se le expide la certificación.

Dicho documento debe certificar el cumplimiento de los niveles máximos permisibles establecidos en la presente resolución o en la que la adicione, sustituya o modifique.

Los comercializadores representantes de marca, importadores, fabricantes y ensambladores, de motocicletas, motociclos y mototriciclos deberán especificar adicionalmente si corresponde a un vehículo de dos (2) o cuatro (4) tiempos.

Artículo 12°. Certificación de las emisiones de opacidad en condición de aceleración libre. Las fuentes móviles clasificadas como vehículo automotor con motor ciclo Diésel que se ensamblen, importen o comercialicen deberán obtener la certificación de emisiones de opacidad en condición de aceleración libre, que deberá encontrarse dentro de los límites establecidos en la presente resolución. Dicha certificación deberá ser expedida por el comercializador representante de marca, importador, fabricante o ensamblador del vehículo siempre y cuando los equipos y procedimientos que se utilicen para tal efecto, cumplan con las Normas Técnicas Colombianas establecidas en la Resolución 3500 de 2005 o en las normas que las modifiquen, adicionen o sustituyan.

A partir de la entrada en vigencia de la presente resolución, los comercializadores representantes de marca, importadores, fabricantes o ensambladores de fuentes móviles clasificadas como vehículo automotor, especificarán las condiciones de reglaje del motor y el cumplimiento de los niveles de emisión establecidos en la presente resolución en un autoadhesivo que se fijará en un lugar visible dentro de la cubierta del motor o la cabina del vehículo y en una certificación que será entregada a quienes adquieran los vehículos, sin perjuicio de los demás documentos en donde deban constar.

La certificación de que trata este artículo debe incluir por lo menos la siguiente información: fecha de la prueba, nombre o razón social, documento de identidad (NIT o cédula de ciudadanía), dirección, teléfono, ciudad y departamento de quien expide la certificación y marca, línea, clase, modelo, cilindrada, VIN o serial y número de motor del vehículo al que se le expide la certificación.

Dicho documento debe certificar el cumplimiento de los niveles máximos permisibles establecidos en la presente resolución o en la que la adicione, sustituya o modifique.

Artículo 13°. Vigencia de la certificación de cumplimiento de las normas de emisión en condición de marcha mínima (ralentí), velocidad crucero o aceleración libre. El comercializador representante de marca, importador, fabricante o ensamblador deberá garantizar que el diseño del vehículo permite el cumplimiento de los niveles de emisión establecidos en la presente resolución, por un periodo de dos (2) años para vehículos automotores, motocicletas, motociclos y mototriciclos, contados a partir de su año de matrícula o registro inicial, siempre y cuando el mantenimiento sea realizado siguiendo las recomendaciones establecidas en los manuales de operación y mantenimiento de los mismos.

Parágrafo 1°. Los comercializadores representantes de marca, importadores, fabricantes o ensambladores se obligan a realizar la prueba de medición de gases por lo menos al 25% por cada modelo de los vehículos producidos, ensamblados, importados, fabricados o comercializados que vayan a circular en el país. Los resultados deben ser guardados en una base de datos y enviados anualmente dentro de los primeros treinta (30) días de cada año a la Dirección de Desarrollo Sectorial Sostenible del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, en medio digital y mediante correo electrónico.

Parágrafo 2°. La base de datos debe incluir por lo menos la información especificada en los numerales 1, 2, 3 y 11 del literal a), Información General, del Formato Uniforme de Resultados de las Revisiones Técnico-Mecánica y de Gases que se establece en el Anexo 1 de la Resolución 5600 de 2006, expedida por los Ministerios de Transporte y de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, o en las normas que la modifiquen, adicionen o sustituyan. Se exceptúa del numeral 3, la información relacionada con placa, servicio, número de licencia de tránsito y color.

Artículo 14°. Verificación de las certificaciones. La autoridad ambiental competente podrá, en cualquier tiempo, verificar el contenido de las certificaciones expedidas por los comercializadores representantes de marca, importadores, fabricantes o ensambladores sobre el cumplimiento de las normas establecidas en la presente resolución, así como las características de funcionamiento de los equipos y procedimientos utilizados para la medición de los contaminantes en condición de velocidad de crucero, marcha mínima (ralentí) o en aceleración libre.

La autoridad ambiental competente podrá, sin previo aviso, verificar el cumplimiento de los límites máximos de emisión establecidos en la presente resolución, en condiciones de velocidad de crucero, marcha mínima o ralentí y en aceleración libre, de forma selectiva, en los vehículos y motocicletas, motociclos y mototriciclos nuevos que vayan a ser vendidos por los comercializadores representantes de marca, importadores, fabricantes o ensambladores.

Parágrafo 1°. El procedimiento de selección que seguirán las autoridades ambientales para la evaluación de las emisiones contaminantes, en condición de velocidad de crucero, marcha mínima o ralentí y en aceleración libre, a los vehículos o motocicletas, motociclos y mototriciclos que vayan a ser vendidos por parte de los comercializadores representantes de marca, importadores, fabricantes o ensambladores será el siguiente:

1. Sobre un lote de vehículos o motocicletas, motociclos y mototriciclos se evaluará como mínimo el 10% de los vehículos del mismo, en forma proporcional al modelo o referencia.

2. De verificarse que alguno de los vehículos o motocicletas, motociclos y mototriciclos evaluados no cumplen con los niveles de emisión, el comercializador representante de marca, importador, fabricante o ensamblador deberá realizar la revisión y ajustes necesarios al lote de vehículos o motocicletas, motociclos y mototriciclos. Desde que se verifique un incumplimiento y durante el periodo en que se realicen los ajustes necesarios al lote de vehículos o motocicletas, motociclos y mototriciclos, no se podrá comercializar ninguno de los vehículos o motocicletas, motociclos y mototriciclos que pertenezcan al lote evaluado.

3. Una vez la empresa informe a la autoridad ambiental competente sobre los ajustes efectuados, se procederá a realizar una nueva evaluación, siguiendo los pasos 1 y 2. En este evento, los costos que demande ésta, serán cubiertos por el comercializador representante de marca, importador, fabricante o ensamblador.

Parágrafo 2°. Los equipos y procedimientos que utilice la autoridad ambiental competente deberán cumplir con las Normas Técnicas Colombianas establecidas en la Resolución 3500 de 2005 o en las normas que la modifiquen, adicionen o sustituyan.

Anexo 9: MTC, M. d. (2007). ORDENANZA N° 458. Límites Máximos Permisibles de emisiones contaminantes para vehículos automotores que circulen en la red vial-Perú, 6-29.

Establecen Límites Máximos Permisibles de emisiones contaminantes para vehículos automotores que circulen en la red vial

DECRETO SUPREMO Nº 047-2001-MTC

CONCORDANCIAS: D.S. Nº 007-2002-MTC

ORDENANZA N° 112-MDMM, Art. 4

ORDENANZA N° 458

D.S. N° 012-2005-PCM, Art. 2

R.D. N° 3990-2005-MTC-15 (Directiva "Régimen de autorización y funcionamiento de las Entidades Certificadoras de Conversiones y Talleres de Conversión a GNV")
R.D. N° 060-2006-MTC-16 (Aprueban la renovación de vigencia de homologación de los equipos para medición de emisiones vehiculares)
R.D. N° 12489-2007-MTC-15 (Aprueban Directiva "Régimen de Autorización y Funcionamiento de las Entidades Verificadoras")
Directiva Nº 005-2007-MTC-15, num.5.6.3.3

EL PRESIDENTE DE LA REPUBLICA

CONSIDERANDO:

Que, el inadecuado mantenimiento de los vehículos automotores por una falta de control y crecimiento del parque automotor, en los últimos años, ha generado un incremento sustantivo en los niveles de contaminación ambiental producidos por el funcionamiento de los motores de dichos vehículos, en especial en las zonas urbanas, derivando de esta situación efectos nocivos para la salud de las personas;

Que, de conformidad con el Artículo 3 de la Ley Nº 27181, Ley General de Transporte y Tránsito Terrestre, la acción estatal en materia de transporte y tránsito terrestre se orienta a la satisfacción de las necesidades de los usuarios y al resguardo de sus condiciones de seguridad y salud; así como a la protección del ambiente y la comunidad en su conjunto;

Que, el inciso i) del Artículo 23, del Decreto Ley Nº 25862, Ley Orgánica del Sector Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción, señala que la Dirección General de Medio Ambiente es la encargada de proponer la política referida al mejoramiento y control de la calidad del medio ambiente, así como de supervisar, controlar y evaluar su ejecución, proponiendo la normatividad subsectorial correspondiente;

Que, mediante Decreto Supremo Nº 044-98-PCM, se aprobó el Reglamento Nacional para la Aprobación de Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles, el cual establece el procedimiento de formulación y aprobación de Límites Máximos Permisibles;

Que, siguiendo el procedimiento establecido en dicho Reglamento, el 10 de abril de 2001, la Comisión Ambiental Transectorial, aprobó la prepublicación de los Límites Máximos Permisibles de Emisiones Contaminantes para vehículos en circulación, vehículos nuevos o producidos para el Perú, usados a ser importados y vehículos menores, la misma que se prepublicó el 12 de mayo del presente año;

ANEXO Nº 1

VALORES DE LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES

(*) De conformidad con el Artículo 4 del Decreto Supremo N° 002-2003-MTC, publicado el 16-01-2003, se precisa que son aceptables las normas EURO o Tier más avanzadas que las consideradas en el presente Anexo, siempre y cuando se adecuen a la directiva o regulación que le corresponda.

I. LIMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA VEHICULOS EN CIRCULACION A NIVEL NACIONAL

a) PARA SU APLICACIÓN INMEDIATA

VEHÍCULOS MAYORES A GASOLINA, GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL (livianos, medianos y pesados)

AÑO DE FABRICACION	CO % de Volumen	HC (ppm) (1)	$CO + CO_2$ % *(mínimo) (1)*
Hasta 1995	4,5	600	10
1996 en adelante	3,5	400	10

(1) Para vehículos a Gasolina : *Unicamente para controles en carretera o vía pública, que se realicen a más de 1800 m.s.n.m., se aceptarán los siguientes valores, para Hidrocarburos (HC): modelos hasta 1995;* ***HC*** *650 ppm y 8% CO + CO_2, modelos 1996 en adelante;* ***HC*** *450 ppm y 8% CO + CO_2*

VEHÍCULOS MAYORES A DIESEL *(Livianos, medianos y pesados)*		
AÑO DE FABRICACION	Opacidad : k(m^{-1}) ***(2)***	Opacidad en %
Antes de 1995	3,4	77
1996 en adelante	2,8	70

(2) Para Vehículos a Diesel: *Unicamente para controles en carretera o vía pública, que se realicen a más de 1000 m.s.n.m., se aceptará una corrección por altura de 0.25 k(m^{-1}) por cada 1000 m.s.n.m. adicionales, hasta un máximo de 0.75 k(m^{-1})*

VEHICULOS MENORES CON MOTORES DE DOS TIEMPOS QUE USAN MEZCLA DE GASOLINA - ACEITE COMO COMBUSTIBLE		
Volumen desplazamiento nominal cc	CO % de volumen	HC ppm
Mayores de 50 cc (3)	2,5	8000
VEHICULOS MENORES CON MOTORES DE CUATRO TIEMPOS QUE USAN GASOLINA COMO COMBUSTIBLE		
Volumen desplazamiento nominal cc	CO % de volumen	HC ppm
Mayores de 50 cc (3)	4,5	600
VEHICULOS MENORES CON MOTORES DE CUATRO TIEMPOS QUE USAN DIESEL COMO COMBUSTIBLE		
Volumen desplazamiento nominal cc	Opacidad : k(m^{-1})	Opacidad en %
Mayores de 50 cc (3)	2,1	60

(3) Vehículos menores de 50 cc no requieren prueba de emisiones.

b) PRIMER REAJUSTE: A LOS DIECIOCHO MESES DE LA PUBLICACION DEL PRESENTE DECRETO SUPREMO

VEHÍCULOS MAYORES A GASOLINA, GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL *(livianos, medianos y pesados)*			
AÑO DE FABRICACION	CO % de Volumen	HC (ppm) (4)	CO + CO_2 *% (mínimo)*
Hasta 1995	3,0	400	10
1996 en adelante	2,5	300	10
2003 en adelante	0,5	100	12

(4) ***Para Vehículos a Gasolina:*** *Unicamente para controles en carretera o vía pública, que se realicen a más de 1800 m.s.n.m., se aceptarán los siguientes valores sólo para HC: modelos hasta 1995, HC 450 ppm y 8% CO + CO_2, modelos 1996 en adelante, HC 350 ppm y 8% CO + CO_2*

VEHICULOS MAYORES A DIESEL *(livianos, medianos y pesados)*		
AÑO DE FABRICACION	Opacidad : k(m^{-1}) ***(5)***	Opacidad en %
Antes de 1995	3,0	72
1996 en adelante	2,5	65
2003 en adelante	2,1	60

Anexo 10: NormaNB62002. (2006). Calidad del aire-Emisiones de fuentes móviles-Generalidades, Clasificación y límites máximos permisibles-Bolivia. 10-24.

ANEXO AL DS 28139

NORMA BOLIVIANA NB 62003:LIMITES PERMISIBLES DE EMISIONES PARA FUENTES MOVILES

Barra de Herramientas

1.- OBJETO.-

Esta norma establece la clasificación y los límites permisibles para las emisiones generadas por fuentes móviles.

2.- CAMPO DE APLICACION

Es aplicable para actividades o situaciones ambientales que causen o puedan causar riesgos o daños a la salud de la población. Se aplica para todas las emisiones de fuentes móviles. Esta norma no es aplicable para los motores de 2 tiempos.

3.- REFERENCIAS

NB 62001	Calidad del aire - Vocabulario
NB 62003	Calidad del aire - Emisiones de fuentes móviles - Método de medición de emisiones de gases contaminantes de vehículos motorizados
NB 62004	Calidad del aire - Emisiones de fuentes móviles - Método de medición de opacidad

4.- DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

4.1 Abreviaturas

CO	Monóxido de Carbono
HC	Hidrocarburos
Nox	Oxidos de Nitrógeno
MP	Material Particulado
GNV	Gas Natural Vehicular
Ppm	Partes por Millón = mg/kg
k(m-1)	Coeficiente de absorción óptica, unidad equivalente a porcentaje de opacidad
g/km	masa contaminante emitida por km. Recorrido
g/kWh	Masa en gramos de un contaminante emitida por kilovatio-hora
g/bHP-h	Masa emitida por un contaminante por caballo de fuerza de freno por hora bHP= 0,745 kW
GVWR	Peso bruto vehicular. El máximo peso de diseño del vehículo cargado, especificado por el fabricante.

4.2 Definiciones

Se aplican las definiciones establecidas en la NB 62001 además de las siguientes:

4.2.1 Monóxido de carbono

Subproducto de una combustión incompleta. Para fines de esta norma se expresa como un porcentaje en volumen de los gases de combustión.

4.2.2 Hidrocarburos

Grupo de contaminantes emitidos por los motores de combustión interna debido a falta de combustión o por evaporación. Es combustible no quemado. Para fines de esta norma se expresa en ppm .

4.2.3 Motor de encendido por chispa

Motor de combustión interna en el cual la mezcla de aire – combustible, es encendida mediante una chispa eléctrica.

4.2.4 Motor de encendido por compresión

Motor de combustión interna en el cual el combustible inyectado es encendido por compresión.

4.2.5 Opacidad

Propiedad por la cual un material impide parcial o totalmente, el paso de un haz de luz. Se expresa en términos de la intensidad de luz obstruida.

4.2.6 Ralentí

Marcha del motor sin carga, equivalente a aceleración libre con todos los accesorios desconectados.

5.- CLASIFICACION DE FUENTES MOVILES

5.1 Sustancias contaminantes

Las fuentes móviles de acuerdo a las sustancias contaminantes se clasifican de la siguiente manera:

5.1.1 Por tipo de motor

- Motor émbolo pistón de encendido por chispa
- Motor émbolo pistón de encendido por compresión

5.1.2 Por tipo de combustible

Según el tipo de combustible que utiliza el motor del vehículo, se tienen las siguientes categorías:

- Diesel
- Gasolina
- Gas Natural Vehicular
- Otros

5.1.3 Por parámetro de control

Según el tipo de combustible que se utiliza, los parámetros de control para cada caso, serán los siguientes:

- Diesel
  - Opacidad (flujo parcial)
- Gasolina
  - Hidrocarburos totales (HC)
  - Monóxido de carbono (CO)
- GNV
  - Hidrocarburos totales (HC)
  - Monóxido de carbono (CO)
- Otros
  - Combustibles (tipo diesel), motor encendido por compresión
    o Opacidad
  - Combustibles (tipo gasolina), motor encendido por chispa
    o Hidrocarburos totales
    o Monóxido de carbono

5.1.4 Por año de fabricación

Para los vehículos a gasolina y GNV se establece una clasificación por modelo y año, de la siguiente manera:

- Hasta 1997
- 1998 a 2004
- 2005 en adelante

6.- LIMITES PERMISIBLES PARA VEHICULOS USADOS SUJETOS A IMPORTACION Y VEHICULOS EN CIRCULACION

6.1 Sustancias contaminantes

6.1.1 Motores de encendido por chispa

6.1.1.1 Vehículos a gasolina y afines

Tabla 1 – Límites máximos permisibles para vehículos a gasolina con motor de 4 tiempos

Vehículos a gasolina			
Años de fabricación	C O % de Volumen	HC (ppm)	
		Altura sobre el nivel del mar	
		(hasta 1800 msnm)	(desde 1800 msnm)
Hasta 1997	6	600	650
1998 a 2004	2,5	400	450
2005 en adelante (1)	0,5	125	125

(1) Después de 3 años de uso, para la categoría de 2005 en adelante, los límites permisibles aplicables estarán de acuerdo a los valores especificados para los años de fabricación de 1998 a 2004.

NOTA

Las referencias utilizadas para la elaboración de la tabla 1 se detallan: [1], [3], [4], [6] y [7]

6.1.1.2 Para vehículos a GNV

Tabla 2 – Límites máximos permisibles para vehículos a GNV

Vehículos a GNV			
Años de fabricación	C O % de Volumen	HC (ppm)	
		Altura sobre el nivel del mar	
		(hasta 1800 msnm)	(desde 1800 msnm)
Hasta 1997	2,5	600	650
1998 a 2004	2,5	400	450
2005 en adelante (1)	0,5	125	125

(1) Después de 3 años de uso, para la categoría de 2005 en adelante, los límites permisibles aplicables estarán de acuerdo a los valores especificados para los años de fabricación de 1998 a 2004.

NOTA

Las referencias utilizadas para la elaboración de la tabla 2 se detallan: [1], [3], [4], [6] y [7]

6.1.2 Para motores de encendido por compresión

6.1.2.1 Para vehículos a diesel y afines

Tabla 3 – Límites máximos permisibles para vehículos a diesel

Vehículos a diesel		
Altura sobre nivel del mar (msnm)	Opacidad: k(m-1)	Opacidad en %
0 - 1500	2,44	65
1500 - 3000	2,80	70
3000 - 4500	3,22	75

NOTA

Las referencias utilizadas para la elaboración de la tabla 3 se detallan: [1], [3], [4], [6] y [7]

7.- LIMITES PERMISIBLES PARA VEHICULOS NUEVOS

NOTA

Los valores presentados en la tabla 4, 5, 6 y 7 son aplicables para vehículos nuevos validados con certificados de origen, una vez puestos en circulación son aplicables los requisitos del punto 5.

7.1 Vehículos livianos y medianos

7.1.1 Alternativa 1

Tabla 4 – Límites para vehículos nuevos livianos y medianos (alternativa 1)

Tipo de vehículo	Masa de referencia (kg)	CO (g/km)		HC+NOx (g/km)		MP (g/km)	
		Gasolina	Diesel	Gasolina	Diesel	Gasolina	Diesel
Vehículos de pasajeros (masa máxima) ≤ 2500 kg y ≤ 6 asientos	TODAS	2,72	3,16	2,72	1,13	0,14	0,18
Vehículos comerciales (masa máxima) ≤3500kg y vehículso de pasajeros (masa máxima) > 2500 kg o con mas de 6 asientos	≤ 1250	2,7	3,16	0,97	1,13	0,14	0,18
	>1250 y ≤ 1700	5,17	6,6	1,4	1,6	0,19	0,22
	> 1700	6,9	8,0	1,7	2,0	0,25	0,22

NOTA

Los valores de la tabla 4 están en base en la Directiva Europea 91/441/IEC EURO I

7.1.2 Alternativa 2

Tabla 5 – Límites para vehículos nuevos livianos y medianos (alternativa 2)

Tipo de vehículo	Masa de referencia kg	CO g/km		HC g/km		NOx g/km		MP g/km
		Gasolina	Diesel	Gasolina	Diesel	Gasolina	Diesel	Diesel
Vehículos de pasajeros ≤ 12 asientos	TODAS	2,13	2,13	0,26	0,26	0,63	0,63	0,13
Vehículos comerciales GVWR ≤ 3860	LDT1	6,25	6,25	0,5	0,5	0,75	0,75	0,16
	LDT2	6,25	6,25	0,5	0,5	1,6	1,6	0,08
	LDT3	6,25	6,25	0,5	0,5	0,75	0,75	0,16
	LDT4	6,25	6,25	0,5	0,5	1,6	1,6	0,08

LVW: El peso del vehículo en estado de operación, incluido el combustible, con todo el equipo estándar, mas 300 libras.
LDT1: Vehículo comercial con Gross Vehicle Weight Rating (GVWR) menor o igual a 6000 lb y con Load Vehicle Weight (LVW) menor o igual 3750 lb.
LDT2: Vehículo comercial con Gross Vehicle Weight Rating (GVWR) menor o igual a 6000 lb y con Loadd Vehicle Weight (LVW) mayor que 3750 lb.
LDT3: Vehículo comercial con Gross Vehicle Weight Rating (GVWR) mayor o igual que 6000 lb y con Loadd Vehicle Weight (LVW) menor o igual que 3750 lb.
LDT4: Vehículo comercial con Gross Vehicle Weight Rating (GVWR) mayor o igual que 6000 lb y con Loadd Vehicle Weight (LVW) mayor que 3750 lb.

NOTA

Los valores de la tabla 5 están en base en la normativa americana TIER 0

7.2 Vehículos pesados

7.2.1 Alternativa 1

Tabla 6 – Límites para vehículos nuevos livianos y medianos (alternativa 1)

Tipo de vehículo	Ciclo	CO g/kWh	HC g/kWh	NOx g/kWh	MP g/kWh
Vehículos de pasajeros > 12 asientos y vehículos comerciales (masa máxima) > 3500 kg	13 pasos	4,00	1,10	8,00	0,36

NOTA

Los valores de la tabla 6 están en base en la Directiva Europea 91/441/IEC EURO I

7.2.2 Alternativa 2

Tabla 7 – Límites para vehículos nuevos livianos y medianos (alternativa 2)

Tipo de vehículo	Ciclo	CO g/bHP-h	HC g/bHP-h	NOx g/bHP-h	MP g/bHP-h
Vehículos con GVWR > 3860 kg	13 pasos	15,5	1,3	5,0	0,07

NOTA

Los valores de la tabla 7 están en base en la normativa americana TIER 0

8. CONSIDERACIONES GENERALES

Los límites permisibles considerados en la presente norma están sujetos a revisión periódica de acuerdo a la información generada por las instancias correspondientes.

Anexos Materiales y Métodos.

Anexo Materiales.

Anexo 11: Especificaciones del Vehículo Toyota Hilux 2005

Prestaciones y consumos homologados	
Velocidad máxima	150 km/h
Aceleración 0-100 km/h	18,2 s
Normativa de emisiones	No disponible
Distintivo ambiental DGT	B B

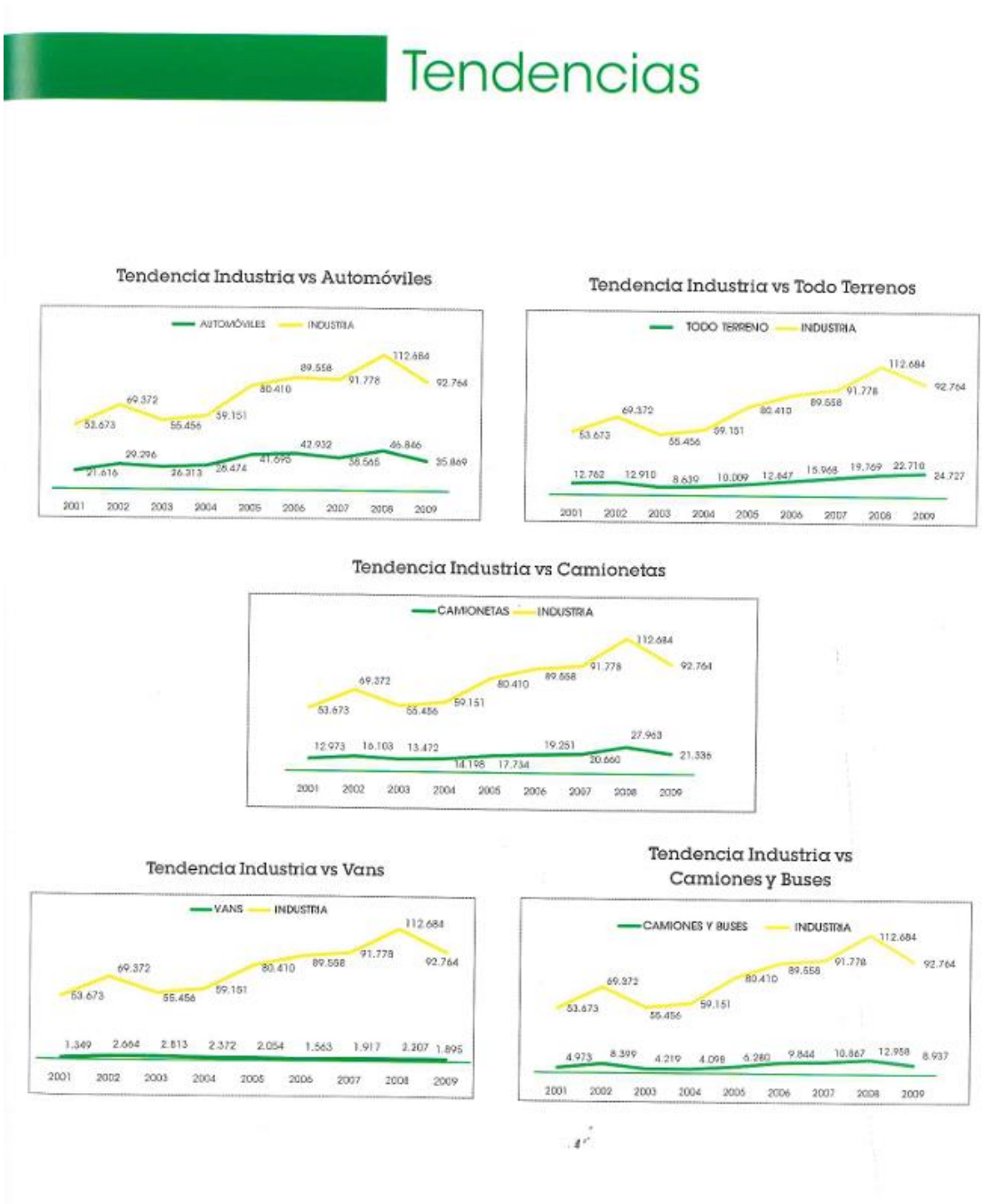
Dimensiones, peso, capacidades	
Tipo de Carrocería	Pick Up
Número de puertas	4
Longitud	5.255 mm
Anchura	1.835 mm
Altura	1.810 mm
Batalla	3.085 mm
Vía delantera	1.540 mm
Vía trasera	1.540 mm
Coeficiente Cx	0,39
Peso	1.770 kg
Depósito de combustible	
Gasóleo	80 l
Filtro de partículas	No
Número de plazas	5
Distribución de asientos	2 + 3

Cotas de todo terreno	
Ángulo de entrada	30 grados
Ángulo de salida	26 grados
Ángulo ventral	25 grados
Altura libre	212 mm

Resumen del sistema de propulsión	
Potencia máxima	102 CV / 75 kW
Par máximo	260 Nm

Motor de Combustión	
Propósito	Impulsar el vehículo
Combustible	Gasóleo
Potencia máxima	102 CV / 75 kW
Revoluciones potencia máxima	3.600 rpm
Par máximo	260 Nm
Revoluciones par máximo	1.600 - 2.400 rpm
Situación	Delantero longitudinal
Número de cilindros	4
Disposición de los cilindros	En línea
Material del bloque	Hierro
Material de la culata	Aluminio
Diámetro	92 mm
Carrera	93,8 mm
Cilindrada	2.494 cm^3
Relación de compresión	18,5 a 1
Distribución	
Válvulas por cilindro	4
Tipo de distribución	Dos árboles de levas en la culata

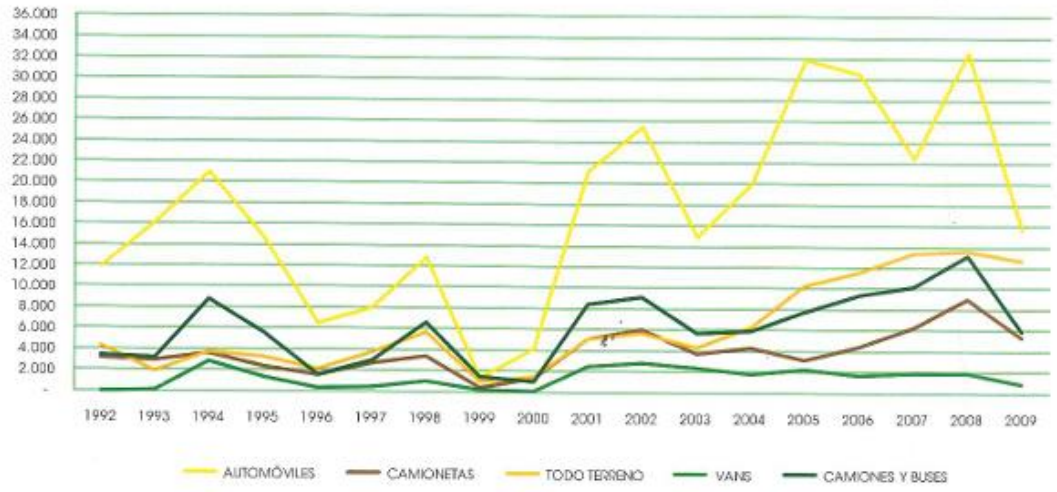
Anexo 12: Participación de vehículos con tecnología euro II, en el mercado ecuatoriano, desde el 2005 al 2008.



Importación Anual por Tipo de Vehículo

AÑO	AUTOMOVILES	CAMIONETAS	TODO TERRENO	VANS	CAMIONES Y BUSES	TOTAL
1992	11.931	3.123	4.323	–	3.448	22.825
1993	16.112	2.887	1.891	51	3.177	24.118
1994	20.954	3.667	3.730	2.843	8.842	40.046
1995	14.694	2.400	3.286	1.310	5.556	27.246
1996	6.456	1.541	2.143	335	1.556	12.031
1997	8.008	2.718	3.753	441	2.905	17.825
1998	12.853	3.359	5.736	971	6.614	29.533
1999	1.355	442	1.009	199	1.389	4.394
2000	4.137	1.277	1.491	85	1.029	8.019
2001	21.213	5.136	5.153	2.491	8.401	42.394
2002	25.403	6.078	5.714	2.807	9.091	49.093
2003	14.830	3.779	4.317	2.384	5.646	30.956
2004	19.979	4.289	6.251	1.754	5.975	38.248
2005	31.870	3.138	10.301	2.276	7.725	55.310
2006	30.525	4.379	11.555	1.678	9.339	57.476
2007	22.485	6.212	13.401	1.879	10.127	54.104
2008	32.585	9.038	13.569	1.915	13.215	70.322
2009	15.709	5.298	12.479	921	5.899	40.576

IMPORTACIONES ANUALES POR TIPO DE VEHICULO



Anexo 13: Opacímetro Brain Bee OPA-300

OPA-300

Ventajas generales

- Sistema libre: Compatible con todos los sistemas de software y hardware comerciales habituales
- Solución plug and play: preconfiguramos por completo todos nuestros controladores de análisis de escape. Listo para su uso

El modelo OPA-300 está diseñado con flexibilidad y facilidad de uso y se puede conectar a un ordenador a través de la interfaz de serie. El intuitivo software de BRAIN BEE guía incluso a los usuarios sin formación de forma segura e intuitiva a través del proceso de prueba de emisiones. Al igual que muchos otros dispositivos de la serie, el opacímetro OPA-300 también se puede incorporar en varias configuraciones de control de emisiones de BRAIN BEE, permitiendo a los usuarios configurar una estación de prueba conforme a sus requisitos individuales.

También se puede integrar en estaciones actuales (en un carrito de BRAIN BEE, por ejemplo), por lo que encaja de forma armoniosa y con estilo en talleres que utilicen equipamiento de BRAIN BEE.

// MÁXIMA EFICIENCIA PARA UN MÍNIMO IMPACTO AMBIENTAL.

Modularidad garantizada:

Como muchos otros dispositivos de esta serie, el opacímetro OPA-300 también puede integrarse en varias configuraciones de control de emisiones de BRAIN BEE, lo que permite que los usuarios configuren la estación de pruebas según sus requisitos particulares.

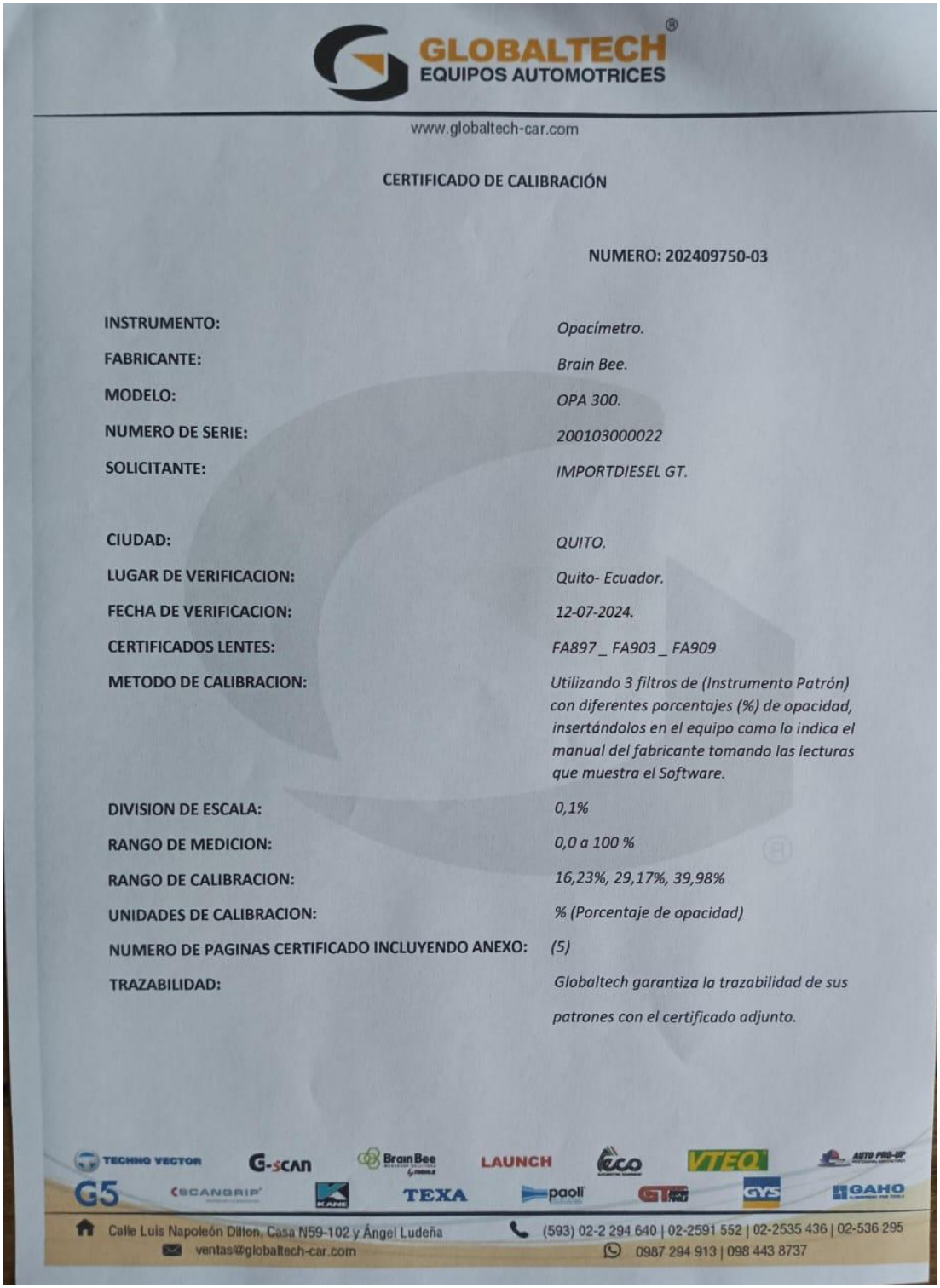
También se puede integrar en estaciones existentes (en un carrito de BRAIN BEE), y por lo tanto encaja perfecta y estilísticamente en talleres con equipos de BRAIN BEE.

Cumplimiento
Normas ISO 11614

Homologaciones nacionales
Bulgaria, Francia, Italia, Marruecos, Países Bajos, Rumania, Serbia

CAMPOS DE MEDICIÓN					
Transmisión de luz	0	÷ 99,9	%		Res. 0,1
Transmisión de luz	0	÷ 9,99	M-1		Res 0,01
Contador de revoluciones	300	÷ 9 990	Calor RPM		Res. 10
Temperatura del aceite	20	÷ 150	°C		Res. 1
Temperatura del humo	20	÷ 400	°C		Res. 1

Anexo 14: certificado de calibración del Opacímetro OPA-300.



GLOBALTECH®
EQUIPOS AUTOMOTRICES

www.globaltech-car.com

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NUMERO: 202409750-03

INSTRUMENTO:	*Opacímetro.*
FABRICANTE:	*Brain Bee.*
MODELO:	*OPA 300.*
NUMERO DE SERIE:	*200103000022*
SOLICITANTE:	*IMPORTDIESEL GT.*
CIUDAD:	*QUITO.*
LUGAR DE VERIFICACION:	*Quito- Ecuador.*
FECHA DE VERIFICACION:	*12-07-2024.*
CERTIFICADOS LENTES:	*FA897 _ FA903 _ FA909*
METODO DE CALIBRACION:	*Utilizando 3 filtros de (Instrumento Patrón) con diferentes porcentajes (%) de opacidad, insertándolos en el equipo como lo indica el manual del fabricante tomando las lecturas que muestra el Software.*
DIVISION DE ESCALA:	*0,1%*
RANGO DE MEDICION:	*0,0 a 100 %*
RANGO DE CALIBRACION:	*16,23%, 29,17%, 39,98%*
UNIDADES DE CALIBRACION:	*% (Porcentaje de opacidad)*
NUMERO DE PAGINAS CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXO:	*(5)*
TRAZABILIDAD:	*Globaltech garantiza la trazabilidad de sus patrones con el certificado adjunto.*

TECHNO VECTOR G-scan BrainBee LAUNCH eco VTEQ AUTO PRO-UP G5 SCANGRIP TEXA paoli GT GYS GAHO

Calle Luis Napoleón Dillon, Casa N59-102 y Ángel Ludeña
ventas@globaltech-car.com
(593) 02-2 294 640 | 02-2591 552 | 02-2535 436 | 02-536 295
0987 294 913 | 098 443 8737

GLOBALTECH®
EQUIPOS AUTOMOTRICES

www.globaltech-car.com

CARACTERISTICAS PATRON DE REFERENCIA:

Características patrón utilizado	Filtro 1	Filtro 2	Filtro 3
Número de serie	SN. 131029000114	SN. 131029000111	SN. 131029000108
Valor % de opacidad a 200mm	16,23%	29,17%	39,98%
Valor en K(m^{-1})	0,885	1,725	2,552
Fecha de certificación	11/02/2022	11/02/2022	11/02/2022

RESULTADO DE LA CALIBRACION:

Se comparan los valores medidos después de realizar la calibración con los patrones utilizados.

FILTRO	LECTURA	VALOR NOMINAL % OPACIDAD	ERROR % OPACIDAD
No1	16,10%	16,23 %	0,13%
No2	29,00%	29,17 %	0,17%
No3	40,00%	39,98 %	0,02%

Nota: La calibración tiene validez de un año calendario a partir de la presente fecha

FIRMA AUTORIZADA:

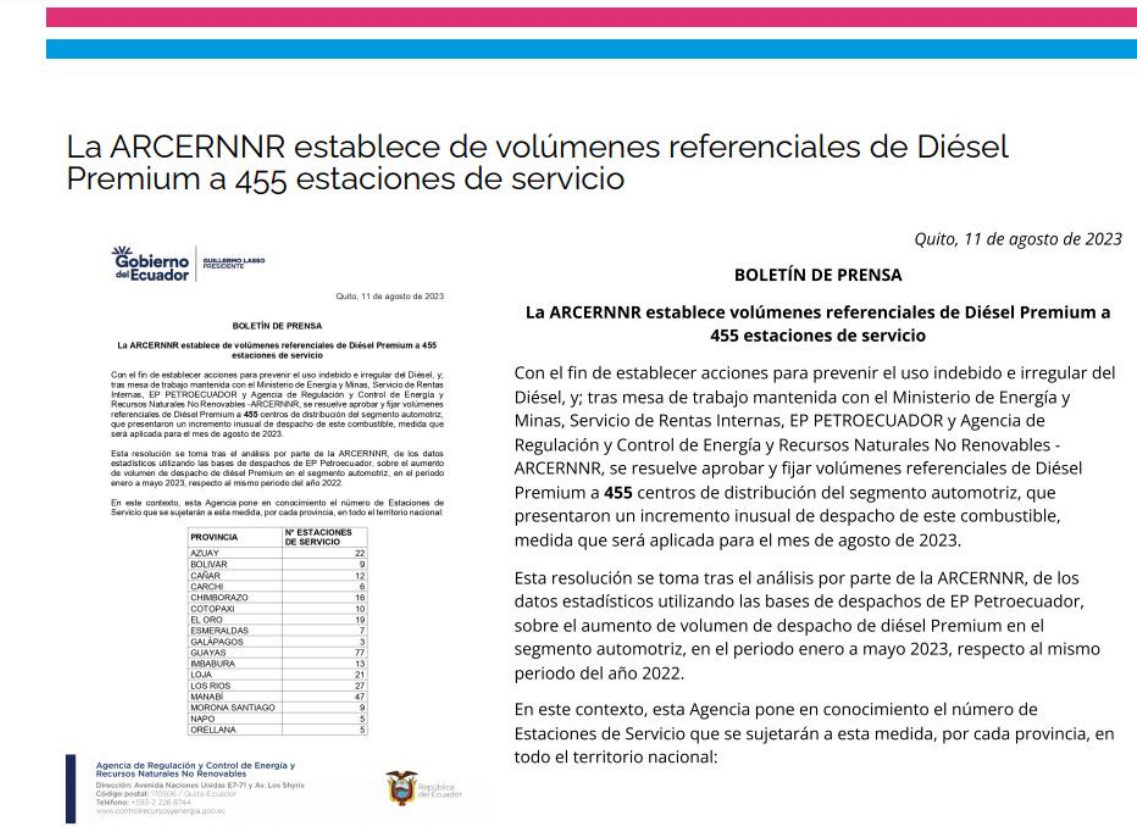
CHRISTIAN GONZÁLEZ
Realizó

MAURICIO BÁEZ
Aprobó

TECHNO VECTOR G-SCAN BrainBee LAUNCH ECO VTEQ AUTO PRO-SP
G5 SCANGRIP TEXA paoli GAHO

Calle Luis Napoleón Dillon, Casa N59-102 y Ángel Ludeña
ventas@globaltech-car.com
(593) 02-2 294 640 | 02-2591 552 | 02-2535 436 | 02-536 295
0987 294 913 | 098 443 8737

Anexo 15: volumen referencial de diésel.



La ARCERNNR establece de volúmenes referenciales de Diésel Premium a 455 estaciones de servicio

Gobierno del Ecuador | GUILLERMO LASSO PRESIDENTE

Quito, 11 de agosto de 2023

BOLETÍN DE PRENSA

La ARCERNNR establece volúmenes referenciales de Diésel Premium a 455 estaciones de servicio

Con el fin de establecer acciones para prevenir el uso indebido e irregular del Diésel, y; tras mesa de trabajo mantenida con el Ministerio de Energía y Minas, Servicio de Rentas Internas, EP PETROECUADOR y Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables -ARCERNNR, se resuelve aprobar y fijar volúmenes referenciales de Diésel Premium a **455** centros de distribución del segmento automotriz, que presentaron un incremento inusual de despacho de este combustible, medida que será aplicada para el mes de agosto de 2023.

Esta resolución se toma tras el análisis por parte de la ARCERNNR, de los datos estadísticos utilizando las bases de despachos de EP Petroecuador, sobre el aumento de volumen de despacho de diésel Premium en el segmento automotriz, en el periodo enero a mayo 2023, respecto al mismo periodo del año 2022.

En este contexto, esta Agencia pone en conocimiento el número de Estaciones de Servicio que se sujetarán a esta medida, por cada provincia, en todo el territorio nacional:

PROVINCIA	Nº ESTACIONES DE SERVICIO
AZUAY	22
BOLIVAR	9
CAÑAR	12
CARCHI	6
CHIMBORAZO	18
COTOPAXI	10
EL ORO	19
ESMERALDAS	7
GALAPAGOS	3
GUAYAS	77
IMBABURA	13
LOJA	21
LOS RIOS	27
MANABI	47
MORONA SANTIAGO	9
NAPO	5
ORELLANA	5

Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables
Dirección: Avenida Naciones Unidas E7-71 y Av. Los Shyris
Código postal: 170506 / Quito-Ecuador
Teléfono: +593-2 226 8744
www.controlrecursosyenergia.gob.ec

República del Ecuador

Quito, 11 de agosto de 2023

BOLETÍN DE PRENSA

La ARCERNNR establece volúmenes referenciales de Diésel Premium a 455 estaciones de servicio

Con el fin de establecer acciones para prevenir el uso indebido e irregular del Diésel, y; tras mesa de trabajo mantenida con el Ministerio de Energía y Minas, Servicio de Rentas Internas, EP PETROECUADOR y Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables -ARCERNNR, se resuelve aprobar y fijar volúmenes referenciales de Diésel Premium a **455** centros de distribución del segmento automotriz, que presentaron un incremento inusual de despacho de este combustible, medida que será aplicada para el mes de agosto de 2023.

Esta resolución se toma tras el análisis por parte de la ARCERNNR, de los datos estadísticos utilizando las bases de despachos de EP Petroecuador, sobre el aumento de volumen de despacho de diésel Premium en el segmento automotriz, en el periodo enero a mayo 2023, respecto al mismo periodo del año 2022.

En este contexto, esta Agencia pone en conocimiento el número de Estaciones de Servicio que se sujetarán a esta medida, por cada provincia, en todo el territorio nacional:

Anexo 16: despacho de combustible por parte de EP PETROECUADOR

EP PETROECUADOR > Noticias > Entre enero y abril, EP Petroecuador despachó 1.198.590.258 galones de combustibles y 432.319.520 kilogramos de gas licuado de petróleo

Entre enero y abril, EP Petroecuador despachó 1.198.590.258 galones de combustibles y 432.319.520 kilogramos de gas licuado de petróleo

Boletín
09/05/2024

Desde sus terminales de productos limpios y refinerías, EP Petroecuador despachó entre enero y abril de este año 1.198.590.258 galones de combustibles en todo el territorio nacional.

La empresa pública garantizó el abastecimiento de hidrocarburos a los siete (7) segmentos: automotriz con 725.703.848 galones, 280.967.987 para el industrial, 91.280.513 para el naviero internacional, 37.203.537 para el aéreo, 32.580.691 para el naviero nacional, 14.259.182 para el industrial especiales y para pesca artesanal 16.594.500 galones.

Así mismo, se comercializó un total de 432.319.520 kilogramos de Gas Licuado de Petróleo (GLP), que se distribuyen para uso doméstico, industrial, vehicular y agroindustrial en todo el país.

La provisión de combustibles se realiza desde los nueve terminales de productos limpios, ubicados en Quito, Ambato, Riobamba, Cuenca, La Troncal en Cañar, Santo Domingo, Pascuales en Guayas, La Libertad y Manta.

Además, la empresa posee dos depósitos de productos limpios en Catamayo, provincia de Loja y en Baltra, Galápagos, y tres refinerías desde las cuales se entrega derivados a La Libertad, Esmeraldas y Shushufindi.

Para el caso del GLP, la distribución se efectúa desde el Terminal El Chorrillo ubicado en Guayas, Refinería Esmeraldas, Terminal La Troncal, Terminal Oyambaro en Pichincha, Refinería Shushufindi en Sucumbíos, Terminal Monteverde en Santa Elena y Refinería La Libertad.

EP Petroecuador garantiza el abastecimiento de combustibles y GLP en todo el país, los 365 días del año, las 24 horas, gracias a la ubicación estratégica de sus instalaciones que permiten tener cobertura a escala nacional.

EP PETROECUADOR

Comparte esta publicación:
Tweet
Compartir
Imprimir
Mail

Entérate

Anexo 17: Características del combustible Diesel.

Instituto Ecuatoriano de Normalización

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA **NTE INEN 1489:2012**
Séptima revisión

PRODUCTOS DERIVADOS DEL PETRÓLEO. DIÉSEL. REQUISITOS

Primera edición

PETROLEUM PRODUCTS. DIESEL. REQUIREMENTS

First edition

DESCRIPTORES: Productos del petróleo y tecnologías afines, combustibles, diésel, requisitos.
PE 02.02.404
CDU: 662.75:662.94
CIIU: 3530
ICS: 75.160.20

CDU: 662.75 :662.94
ICS: 75.160.20

CIIU: 3530
PE 02.02-404

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	PRODUCTOS DERIVADOS DEL PETRÓLEO DIÉSEL REQUISITOS	NTE INEN 1489:2012 Séptima revisión 2012-10

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece los requisitos que debe cumplir el diésel que se comercializa en el país.

2. ALCANCE

2.1 Esta norma se aplica a los diésel que se comercializan en el país, sean de producción nacional o importada.

3. DEFINICIONES

3.1 Para los efectos de esta norma, se adoptan las definiciones contempladas en la NTE INEN 2341.

4. CLASIFICACIÓN

4.1 El combustible diésel que se comercializa en el país se clasifica en:

4.1.1 *Diésel No. 1.* Combustible utilizado en aparatos de combustión externa industriales o domésticos.

4.1.2 *Diésel No. 2.* Combustible que se utiliza en los siguientes sectores: industrial, pesquero, eléctrico, naviero, etc, excepto para uso automotriz.

4.1.3 *Diésel Premium.* Es el combustible utilizado en motores de autoignición para la propulsión de vehículos del sector automotriz a nivel nacional.

5. DISPOSICIONES GENERALES

5.1 El producto observado a simple vista debe ser límpido, exento de agua y de materiales en suspensión.

6. REQUISITOS

6.1 Requisitos específicos

6.1.1 En la tabla 1, se indican los requisitos que debe cumplir el diésel No. 1.

TABLA 1. Requisitos del diésel No. 1

Requisitos	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Punto de inflamación	°C	40	-	NTE INEN 1493 Procedimiento A
Φ Contenido de agua y sedimento	%	-	0,05	NTE INEN 1494
W Contenido de residuo carbonoso sobre el 10% del residuo de la destilación	%	-	0,15	NTE INEN 1491
W contenido de cenizas	%	-	0,01	NTE INEN 1492
Temperatura de destilación del 90%	°C	-	288	NTE INEN 926
Viscosidad cinemática a 37,8°C	cSt	1,3	3,0	NTE INEN 810
W contenido de azufre	%	-	0,3	ASTM 4294
Corrosión a la lámina de cobre	Clasificación	-	No. 2	NTE INEN 927
Índice de cetano calculado	-	40	--	NTE INEN 1495

(Continúa)

DESCRIPTORES: Productos del petróleo y tecnologías afines, combustibles, diésel, requisitos.

6.1.2 En la tabla 2, se indican los requisitos que debe cumplir el diésel No. 2.

TABLA 2. Requisitos del diésel No. 2.

Requisitos	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Punto de inflamación	°C	51	-	NTE INEN 1493 Procedimiento A
φ Contenido de agua y sedimento	%	-	0,05	NTE INEN 1494
W Contenido de residuo carbonoso sobre el 10% del residuo de la destilación	%	-	0,15	NTE INEN 1491
W contenido de cenizas	%	-	0,01	NTE INEN 1492
Temperatura de destilación del 90%	°C	-	360	NTE INEN 926
Viscosidad cinemática a 40°C	mm^2/s	2,0	5,0	NTE INEN 810
W contenido de azufre	%	-	0,7	ASTM D4294 NTE INEN 1490
Corrosión a la lámina de cobre	Clasificación	-	No.3	NTE INEN 927
Índice de cetano calculado	-	45	-	NTE INEN 1495
Contendido de biodiésel, $\varphi_{Biodiésel}$	%	--- Nota	5	EN 14078
NOTA: De no contener biodiesel, no es necesario la realización de este ensayo.				

6.1.3 En la tabla 3, se indican los requisitos que debe cumplir el diésel Premium

TABLA 3. Requisitos del diésel Premium

Requisitos	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Punto de inflamación	°C	51	-	NTE INEN 1493 Procedimiento A
φ Contenido de agua y sedimento	%	-	0,05	NTE INEN 1494
W Contenido de residuo carbonoso sobre el 10% del residuo de la destilación	%	-	0,15	NTE INEN 1491
W contenido de cenizas	%	-	0,01	NTE INEN 1492
Temperatura de destilación del 90%	°C	-	360	NTE INEN 926
Viscosidad cinemática a 40°C	mm^2/s	2,0	5,0	NTE INEN 810
W contenido de azufre	%	-	0,05	ASTM 4294 NTE INEN 1490
Corrosión a la lámina de cobre	Clasificación	-	No.3	NTE INEN 927
Índice de cetano calculado	-	45	-	NTE INEN 1495
Contendido de biodiésel, $\varphi_{Biodiésel}$	%	--- Nota	5	EN 14078
NOTA. De no contener biodiesel, no es necesario la realización de este ensayo.				

6.2 Requisitos complementarios

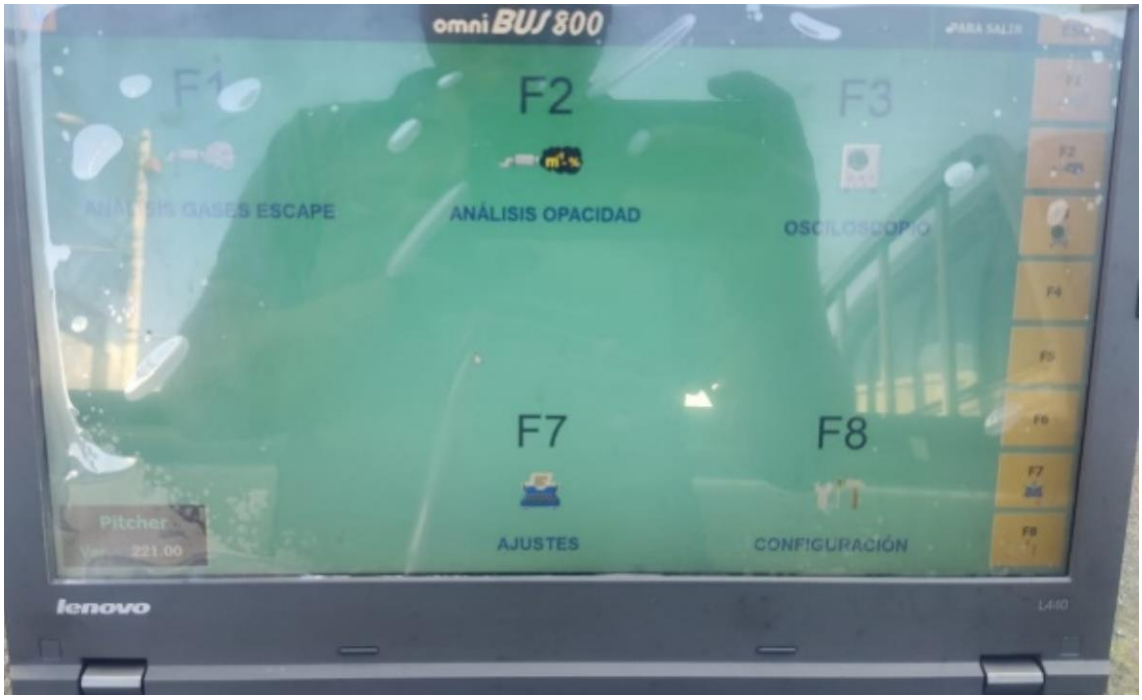
6.2.1 El transporte, almacenamiento y manejo de los derivados de hidrocarburos deben realizarse de conformidad con lo establecido en la NTE INEN 2266, el reglamento de seguridad y operación para el transporte de combustibles en el Ecuador, el Reglamento para autorización de actividades de comercialización de combustibles líquidos derivados de petróleo y el Reglamento para ejecutar las actividades de almacenamiento, transporte, comercialización y venta al público de los derivados del petróleo.

Anexo 18: Altitud para estudio de la opacidad.

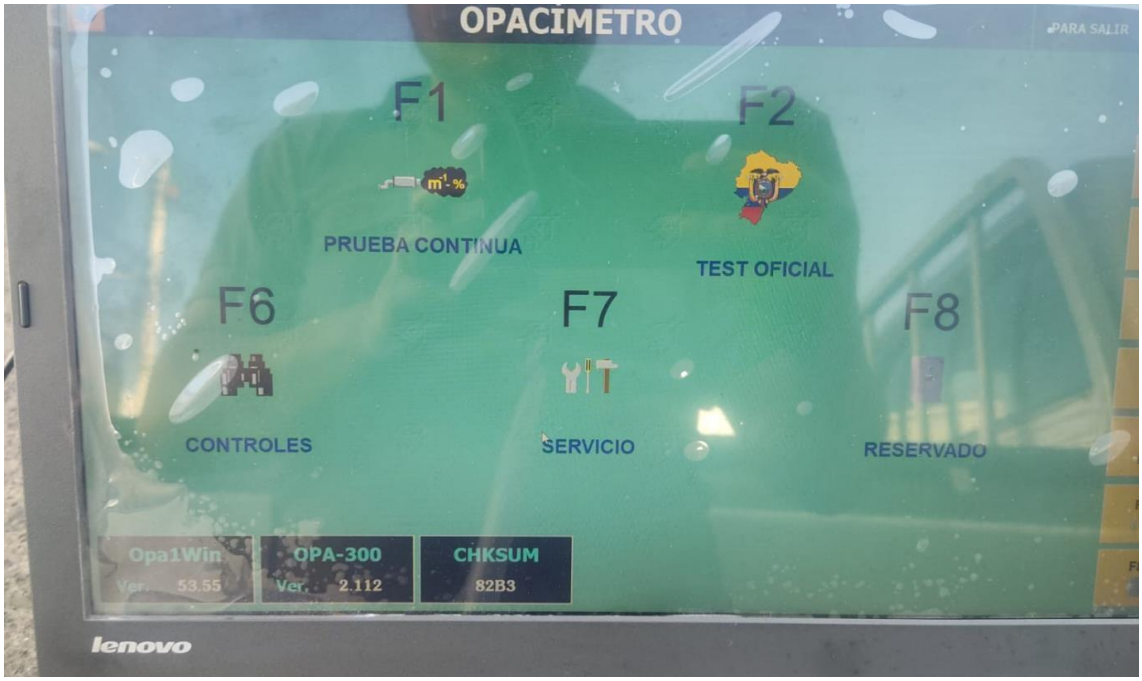
Anexo 19: Pasos para la prueba de opacidad con el opacímetro Brain Bee.

1. Se ingresa al software Brain Bee

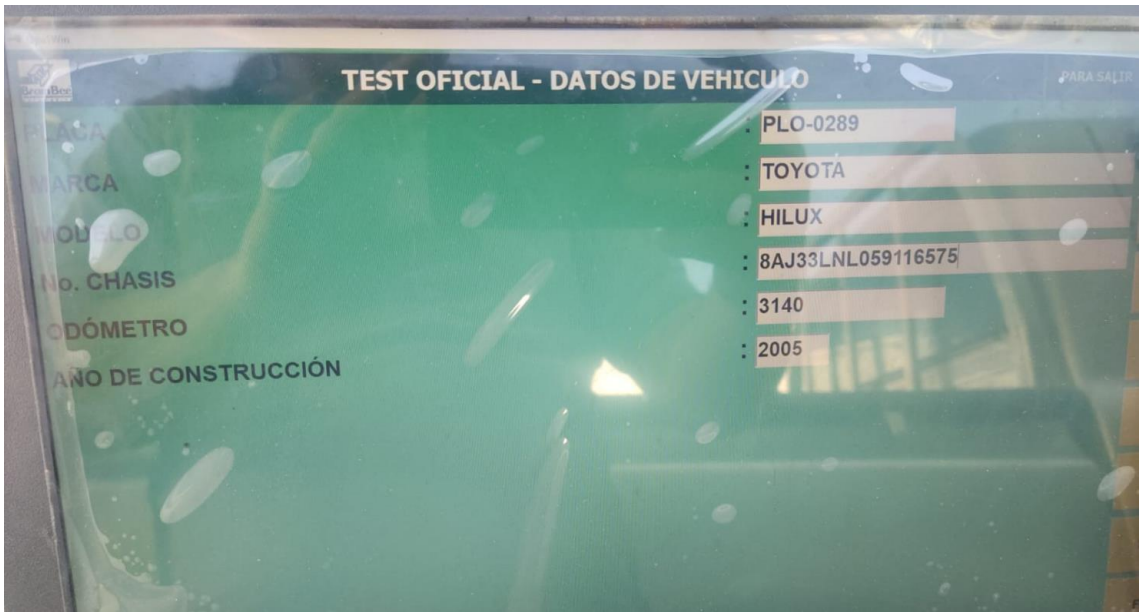
2. Se procede a ingresar en Análisis de opacidad con “F2”.



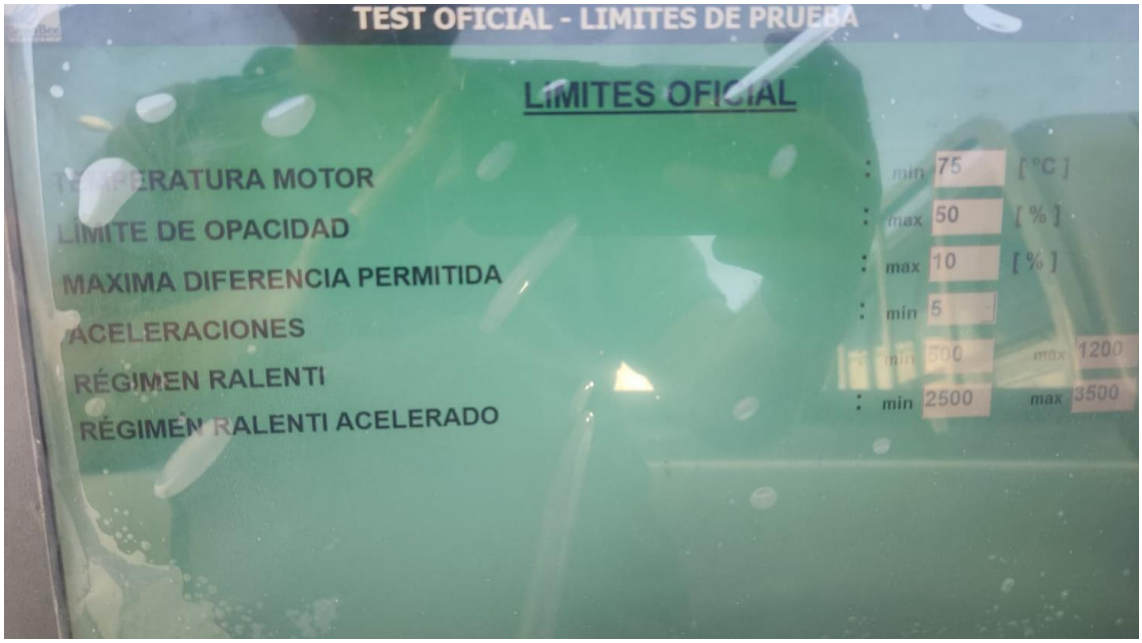
3. Posteriormente a la prueba Oficial con “F2”



4. Se ingresan los datos respectivos del vehículo

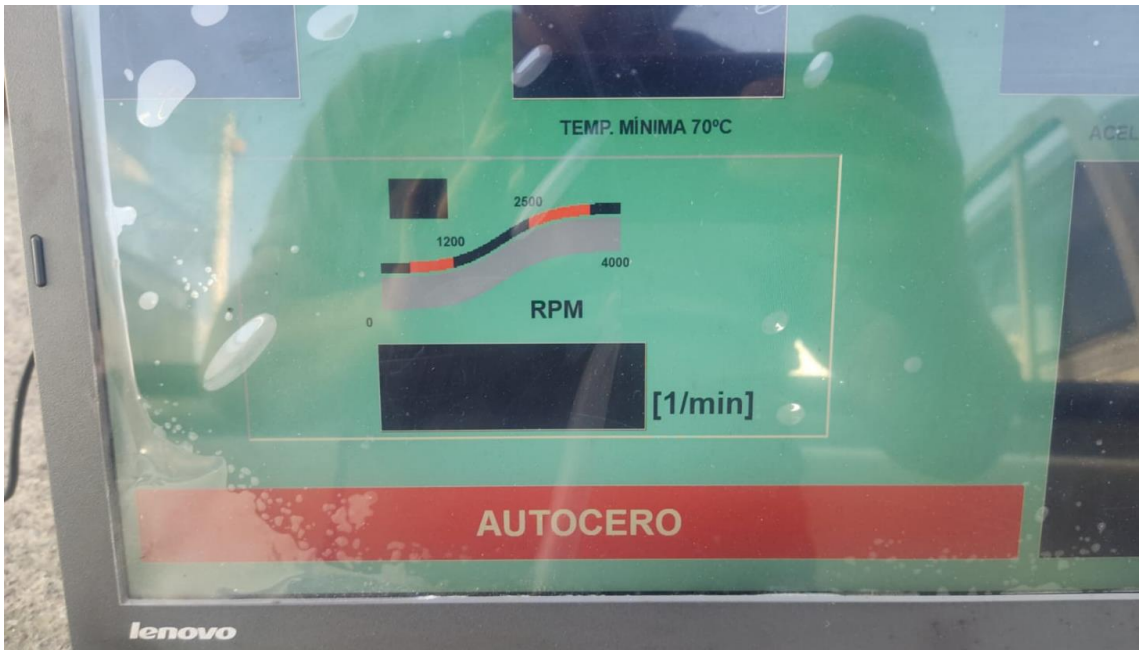


5. Se procede a llenar los parámetros que nos pide la prueba de opacidad.

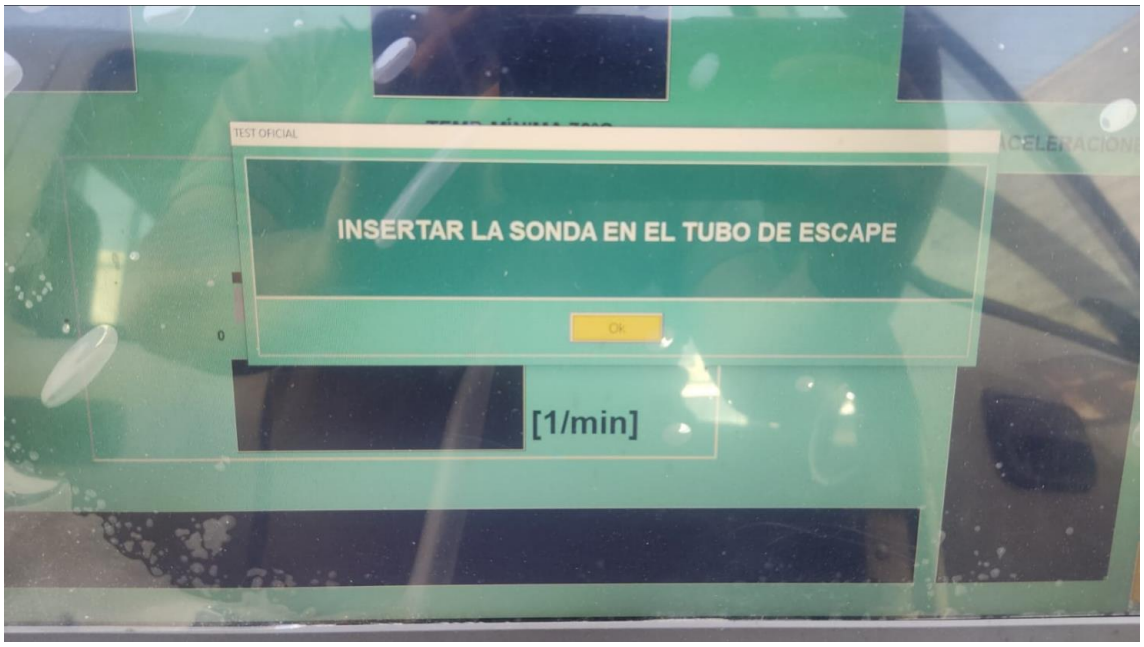


6. Se ingresa la temperatura

7. Posteriormente sale la prueba de opacidad



8. Se inserta la sonda en el tubo de escape



9. Se realizan ciclos de aceleración libre en los que llevamos el motor a su velocidad máxima y la mantenemos durante 2 a 4 segundos

Anexos Resultados y Discusión.

Anexo 20: Caudales con respecto al caudal de la bomba de alimentación.

2. PRE-ADJUSTMENT								Applying 0 V to T.C.V.
	Lever Position (deg)	Pump Speed (rpm)	Absolute Pressure		Fuel Delivery		Max. Spread in Delivery	
			(kPa)	(mmHg)	(mm^3/st)	(cc/200st)	(mm^3)	(cc)
FulLoad High Speed	28.5 ± 5° (Full position)	100	—	—	—	—	—	1.5
		300	—	—	—	—	—	5
		500	—	—	—	—	—	8
		750	—	—	—	—	—	10
		1000	—	—	—	—	—	12
		1300	101.3±0.2	760.0±1.5	—	—	—	15
		1600	101.3±0.2	760.0±1.5	61.9±0.5	12.9±0.1	2.0	12

Anexo 21: Primer resultado de opacidad de acuerdo con la altitud a nivel del mar.

BrainBee AUTOMOTIVE

TEST OFICIAL OPACIDAD HUMO

OPACÍMETRO		OPA-300	TACÓMETRO		
Número de Serie	:	200103000022	Número de Serie	:	
Número de Homologación	:	M00293EST003Ab/NET2	Número de Homologación	:	
Fecha vencimiento calibración	:	12/07/2025	Fecha vencimiento calibración	:	

DATOS TALLER

IMPORTDIESEL GT

CALDERON	2824890
QUITO	importdieselgt

DATOS DEL VEHICULO

Placa	: PDO 0289	Odómetro	:
Marca	: TOYOTA	Año de Construcción	: 2005
Modelo	: HILUX		
No. Chasis	: 8AJ33LNL059116575		

LIMITES PRESCRITOS

Temperatura Motor	:	80	[°C]	Diferencia opacidad	:	10 [%]	Opacidad : 50 [%]

VALORES MEDIDOS

OPACIDAD

Temperatura Motor : #80 [°C]

		Pico opacidad [%]		RPM ralentí [1/min]	RPM max [1/min]
Aceleración 1	:	18.9		#700	#4000
Aceleración 2	:	19.3		#700	#4000
Aceleración 3	:	20.8	•	#700	#4000
Aceleración 4	:	23.7	•	#700	#4000
Aceleración 5	:	24.6	•	#700	#4000
Aceleración 6	:	24.0	•	#700	#4000

RESULTADO DEL TEST: APROBADO SIN FALTAS

Valor diferencia de la opacidad : 2.7

Valor promedio de la opacidad : 21.8

Fecha y hora de inicio prueba : 14/07/2024 09:03:32

Fecha y hora de termine prueba : 14/07/2024 09:05:39

Examinador : D T

Firma

Anexo 22: Segundo resultado de opacidad de acuerdo con la altitud a nivel del mar.

TEST OFICIAL OPACIDAD HUMO

OPACÍMETRO		OPA-300	TACÓMETRO	
Número de Serie	:	200103000022	Número de Serie	:
Número de Homologación	:	M00293EST003Ab/NET2	Número de Homologación	:
Fecha vencimiento calibración	:	12/07/2025	Fecha vencimiento calibración	:

DATOS TALLER

	IMPORTDIESEL GT
CALDERON	2824890
QUITO	importdieselgt

DATOS DEL VEHICULO

Placa	: PDO 0289	Odómetro	:
Marca	: TOYOTA	Año de Construcción	: 2005
Modelo	: HILUX		
No. Chasis	: 8AJ33LNL059116575		

LIMITES PRESCRITOS

Temperatura Motor	: 80 [°C]	Diferencia opacidad	: 10 [%]	Opacidad	: 50 [%]

VALORES MEDIDOS

OPACIDAD

Temperatura Motor : #80 [°C]

	Pico opacidad [%]		RPM ralenti [1/min]	RPM max [1/min]
Aceleración 1 :	22.0		#700	#4000
Aceleración 2 :	18.9		#700	#4000
Aceleración 3 :	21.6	•	#700	#4000
Aceleración 4 :	19.7	•	#700	#4000
Aceleración 5 :	23.2	•	#700	#4000
Aceleración 6 :	20.8	•	#700	#4000
Aceleración 7 :	22.5	•	#700	#4000

RESULTADO DEL TEST: APROBADO SIN FALTAS

Valor diferencia de la opacidad : 5.1

Valor promedio de la opacidad : 21.2

Fecha y hora de inicio prueba : 14/07/2024 09:08:02

Fecha y hora de termine prueba : 14/07/2024 09:10:21

Examinador : D T

Firma

Anexo 23: Tercer resultado de opacidad de acuerdo con la altitud a nivel del mar.

BrainBee AUTOMOTIVE

TEST OFICIAL OPACIDAD HUMO

OPACÍMETRO		OPA-300	TACÓMETRO	
Número de Serie	:	200103000022	Número de Serie	:
Número de Homologación	:	M00293EST003Ab/NET2	Número de Homologación	:
Fecha vencimiento calibración	:	12/07/2025	Fecha vencimiento calibración	:

DATOS TALLER

IMPORTDIESEL GT
CALDERON 2824890
QUITO importdieselgt

DATOS DEL VEHICULO

Placa	: PDO 0289	Odómetro	:
Marca	: TOYOTA	Año de Construcción	: 2005
Modelo	: HILUX		
No. Chasis	: 8AJ33LNL059116575		

LIMITES PRESCRITOS

Temperatura Motor : 80 [°C] Diferencia opacidad : 10 [%] Opacidad : 50 [%]

VALORES MEDIDOS

OPACIDAD

Temperatura Motor : #80 [°C]

	Pico opacidad [%]	RPM ralenti [1/min]	RPM max [1/min]
Aceleración 1 :	17.6	#700	#4000
Aceleración 2 :	20.1	#700	#4000
Aceleración 3 :	19.3 *	#700	#4000
Aceleración 4 :	20.7 *	#700	#4000
Aceleración 5 :	18.4 *	#700	#4000

RESULTADO DEL TEST: APROBADO SIN FALTAS

Valor diferencia de la opacidad : 4.5
Valor promedio de la opacidad : 19.2

Fecha y hora de inicio prueba : 14/07/2024 09:11:56
Fecha y hora de termine prueba : 14/07/2024 09:13:49

Examinador : D T

Firma

Anexo 24: Cuarto resultado de opacidad de acuerdo con la altitud a nivel del mar.

BrainBee AUTOMOTIVE

TEST OFICIAL OPACIDAD HUMO

OPACÍMETRO		OPA-300	TACÓMETRO	
Número de Serie	:	200103000022	Número de Serie	:
Número de Homologación	:	M00293EST003Ab/NET2	Número de Homologación	:
Fecha vencimiento calibración	:	12/07/2025	Fecha vencimiento calibración	:

DATOS TALLER

IMPORTDIESEL GT

CALDERON 2824890

QUITO importdieselgt

DATOS DEL VEHICULO

Placa	: PDO 0289	Odómetro	:
Marca	: TOYOTA	Año de Construcción	: 2005
Modelo	: HILUX		
No. Chasis	: 8AJ33LNL059116575		

LIMITES PRESCRITOS

Temperatura Motor : 80 [°C] Diferencia opacidad : 10 [%] Opacidad : 50 [%]

VALORES MEDIDOS

OPACIDAD

Temperatura Motor : #80 [°C]

	Pico opacidad [%]	RPM ralenti [1/min]	RPM max [1/min]
Aceleración 1 :	20.3	#700	#4000
Aceleración 2 :	18.5	#700	#4000
Aceleración 3 :	17.6 *	#700	#4000
Aceleración 4 :	19.2 *	#700	#4000
Aceleración 5 :	21.7 *	#700	#4000
Aceleración 6 :	20.8 *	#700	#4000

RESULTADO DEL TEST: APROBADO SIN FALTAS

Valor diferencia de la opacidad : 2.5

Valor promedio de la opacidad : 19.6

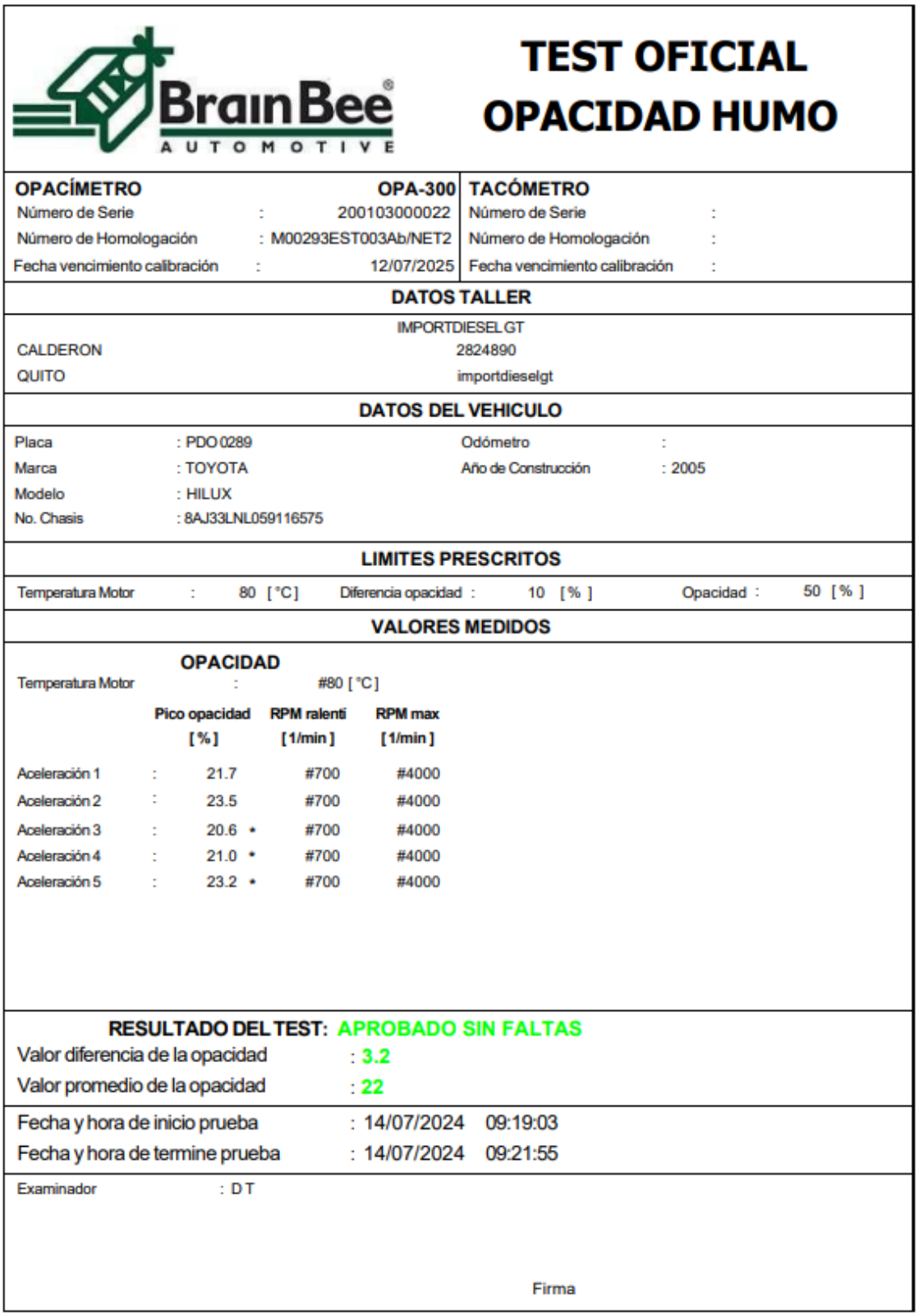
Fecha y hora de inicio prueba : 14/07/2024 09:15:26

Fecha y hora de termine prueba : 14/07/2024 09:17:51

Examinador : D T

Firma

Anexo 25: Quinto resultado de opacidad de acuerdo con la altitud a nivel del mar.



BrainBee AUTOMOTIVE

TEST OFICIAL OPACIDAD HUMO

OPACÍMETRO		OPA-300	TACÓMETRO	
Número de Serie	:	200103000022	Número de Serie	:
Número de Homologación	:	M00293EST003Ab/NET2	Número de Homologación	:
Fecha vencimiento calibración	:	12/07/2025	Fecha vencimiento calibración	:

DATOS TALLER

IMPORTDIESEL GT

CALDERON 2824890

QUITO importdieselgt

DATOS DEL VEHICULO

Placa	: PDO 0289	Odómetro	:
Marca	: TOYOTA	Año de Construcción	: 2005
Modelo	: HILUX		
No. Chasis	: 8AJ33LNL059116575		

LIMITES PRESCRITOS

Temperatura Motor : 80 [°C] Diferencia opacidad : 10 [%] Opacidad : 50 [%]

VALORES MEDIDOS

OPACIDAD

Temperatura Motor : #80 [°C]

	Pico opacidad [%]	RPM ralentí [1/min]	RPM max [1/min]
Aceleración 1 :	21.7	#700	#4000
Aceleración 2 :	23.5	#700	#4000
Aceleración 3 :	20.6 •	#700	#4000
Aceleración 4 :	21.0 •	#700	#4000
Aceleración 5 :	23.2 •	#700	#4000

RESULTADO DEL TEST: APROBADO SIN FALTAS

Valor diferencia de la opacidad : 3.2

Valor promedio de la opacidad : 22

Fecha y hora de inicio prueba : 14/07/2024 09:19:03

Fecha y hora de termine prueba : 14/07/2024 09:21:55

Examinador : D T

Firma

Anexo 26: Sexto resultado de opacidad de acuerdo con la altitud a nivel del mar.

BrainBee AUTOMOTIVE

TEST OFICIAL OPACIDAD HUMO

OPACÍMETRO		OPA-300	TACÓMETRO	
Número de Serie	:	200103000022	Número de Serie	:
Número de Homologación	:	M00293EST003Ab/NET2	Número de Homologación	:
Fecha vencimiento calibración	:	12/07/2025	Fecha vencimiento calibración	:

DATOS TALLER

IMPORTDIESEL GT

CALDERON 2824890

QUITO importdieselgt

DATOS DEL VEHICULO

Placa	: PDO 0289	Odómetro	:
Marca	: TOYOTA	Año de Construcción	: 2005
Modelo	: HILUX		
No. Chasis	: 8AJ33LNL059116575		

LIMITES PRESCRITOS

Temperatura Motor	: 80 [°C]	Diferencia opacidad	: 10 [%]	Opacidad	: 50 [%]

VALORES MEDIDOS

OPACIDAD

Temperatura Motor : #80 [°C]

		Pico opacidad [%]		RPM ralenti [1/min]	RPM max [1/min]
Aceleración 1	:	23.1		#700	#4000
Aceleración 2	:	18.5		#700	#4000
Aceleración 3	:	21.6	*	#700	#4000
Aceleración 4	:	20.9	*	#700	#4000
Aceleración 5	:	17.6	*	#700	#4000
Aceleración 6	:	19.2	*	#700	#4000
Aceleración 7	:	20.0	*	#700	#4000

RESULTADO DEL TEST: APROBADO SIN FALTAS

Valor diferencia de la opacidad : 5.5

Valor promedio de la opacidad : 20.1

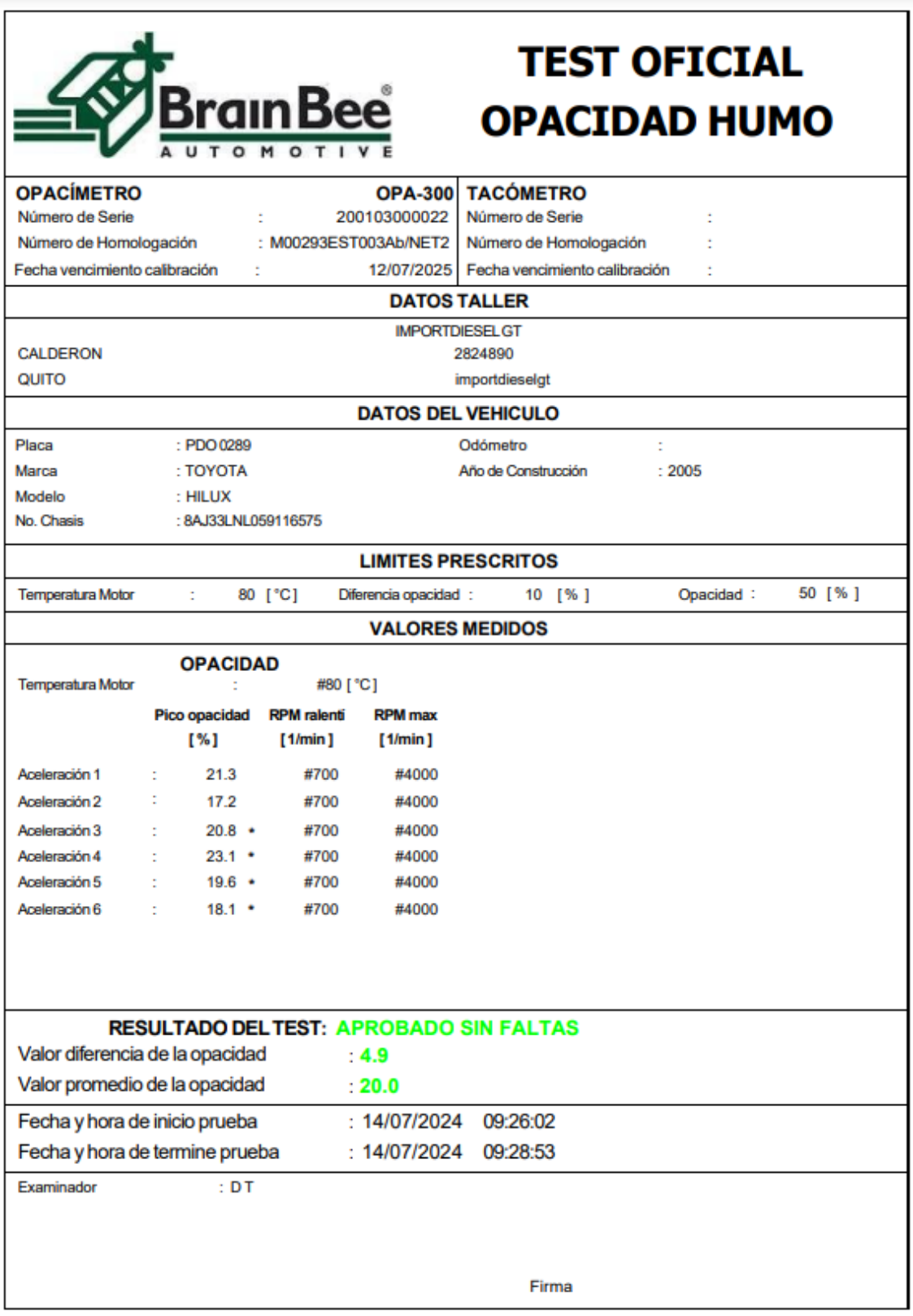
Fecha y hora de inicio prueba : 14/07/2024 09:22:42

Fecha y hora de termine prueba : 14/07/2024 09:25:05

Examinador : D T

Firma

Anexo 27: Séptimo resultado de opacidad de acuerdo con la altitud a nivel del mar.



BrainBee AUTOMOTIVE

TEST OFICIAL OPACIDAD HUMO

OPACÍMETRO		OPA-300	TACÓMETRO	
Número de Serie	:	200103000022	Número de Serie	:
Número de Homologación	:	M00293EST003Ab/NET2	Número de Homologación	:
Fecha vencimiento calibración	:	12/07/2025	Fecha vencimiento calibración	:

DATOS TALLER

IMPORTDIESEL GT

CALDERON	2824890
QUITO	importdieselgt

DATOS DEL VEHICULO

Placa	: PDO 0289	Odómetro	:
Marca	: TOYOTA	Año de Construcción	: 2005
Modelo	: HILUX		
No. Chasis	: 8AJ33LNL059116575		

LIMITES PRESCRITOS

Temperatura Motor	: 80 [°C]	Diferencia opacidad	: 10 [%]	Opacidad	: 50 [%]

VALORES MEDIDOS

OPACIDAD

Temperatura Motor : #80 [°C]

	Pico opacidad [%]	RPM ralenti [1/min]	RPM max [1/min]
Aceleración 1 :	21.3	#700	#4000
Aceleración 2 :	17.2	#700	#4000
Aceleración 3 :	20.8 *	#700	#4000
Aceleración 4 :	23.1 *	#700	#4000
Aceleración 5 :	19.6 *	#700	#4000
Aceleración 6 :	18.1 *	#700	#4000

RESULTADO DEL TEST: APROBADO SIN FALTAS

Valor diferencia de la opacidad : 4.9

Valor promedio de la opacidad : 20.0

Fecha y hora de inicio prueba : 14/07/2024 09:26:02

Fecha y hora de termine prueba : 14/07/2024 09:28:53

Examinador : D T

Firma

Anexo 28: Octavo resultado de opacidad de acuerdo con la altitud a nivel del mar.

BrainBee AUTOMOTIVE

TEST OFICIAL OPACIDAD HUMO

OPACÍMETRO		OPA-300	TACÓMETRO	
Número de Serie	:	200103000022	Número de Serie	:
Número de Homologación	:	M00293EST003Ab/NET2	Número de Homologación	:
Fecha vencimiento calibración	:	12/07/2025	Fecha vencimiento calibración	:

DATOS TALLER

IMPORTDIESEL GT

CALDERON 2824890

QUITO importdieselgt

DATOS DEL VEHICULO

Placa	: PDO 0289	Odómetro	:
Marca	: TOYOTA	Año de Construcción	: 2005
Modelo	: HILUX		
No. Chasis	: 8AJ33LNL059116575		

LIMITES PRESCRITOS

Temperatura Motor : 80 [°C] Diferencia opacidad : 10 [%] Opacidad : 50 [%]

VALORES MEDIDOS

OPACIDAD

Temperatura Motor : #80 [°C]

		Pico opacidad [%]		RPM ralenti [1/min]	RPM max [1/min]
Aceleración 1	:	24.0		#700	#4000
Aceleración 2	:	22.6		#700	#4000
Aceleración 3	:	19.3	*	#700	#4000
Aceleración 4	:	20.4	*	#700	#4000
Aceleración 5	:	18.2	*	#700	#4000
Aceleración 6	:	20.0	*	#700	#4000

RESULTADO DEL TEST: APROBADO SIN FALTAS

Valor diferencia de la opacidad : 4.3

Valor promedio de la opacidad : 20.7

Fecha y hora de inicio prueba : 14/07/2024 09:30:08

Fecha y hora de termine prueba : 14/07/2024 09:32:49

Examinador : D T

Firma

Anexo 29: Noveno resultado de opacidad de acuerdo con la altitud a nivel del mar.

BrainBee AUTOMOTIVE

TEST OFICIAL OPACIDAD HUMO

OPACÍMETRO		OPA-300	TACÓMETRO	
Número de Serie	:	200103000022	Número de Serie	:
Número de Homologación	:	M00293EST003Ab/NET2	Número de Homologación	:
Fecha vencimiento calibración	:	12/07/2025	Fecha vencimiento calibración	:

DATOS TALLER

IMPORTDIESEL GT

CALDERON 2824890

QUITO importdieselgt

DATOS DEL VEHICULO

Placa	: PDO 0289	Odómetro	:
Marca	: TOYOTA	Año de Construcción	: 2005
Modelo	: HILUX		
No. Chasis	: 8AJ33LNL059116575		

LIMITES PRESCRITOS

Temperatura Motor : 80 [°C] Diferencia opacidad : 10 [%] Opacidad : 50 [%]

VALORES MEDIDOS

OPACIDAD

Temperatura Motor : #80 [°C]

	Pico opacidad [%]		RPM ralentí [1/min]	RPM max [1/min]
Aceleración 1 :	18.2		#700	#4000
Aceleración 2 :	20.6		#700	#4000
Aceleración 3 :	17.9	•	#700	#4000
Aceleración 4 :	22.4	•	#700	#4000
Aceleración 5 :	21.5	•	#700	#4000
Aceleración 6 :	18.7	•	#700	#4000

RESULTADO DEL TEST: APROBADO SIN FALTAS

Valor diferencia de la opacidad : 4.1

Valor promedio de la opacidad : 19.8

Fecha y hora de inicio prueba : 14/07/2024 09:34:41

Fecha y hora de termine prueba : 14/07/2024 09:37:03

Examinador : D T

Firma

Anexo 30: Decimo resultado de opacidad de acuerdo con la altitud a nivel del mar.

BrainBee AUTOMOTIVE

TEST OFICIAL OPACIDAD HUMO

OPACÍMETRO		OPA-300	TACÓMETRO	
Número de Serie	:	200103000022	Número de Serie	:
Número de Homologación	:	M00293EST003Ab/NET2	Número de Homologación	:
Fecha vencimiento calibración	:	12/07/2025	Fecha vencimiento calibración	:

DATOS TALLER

IMPORTDIESEL GT

CALDERON 2824890

QUITO importdieselgt

DATOS DEL VEHICULO

Placa	: PDO 0289	Odómetro	:
Marca	: TOYOTA	Año de Construcción	: 2005
Modelo	: HILUX		
No. Chasis	: 8AJ33LNL059116575		

LIMITES PRESCRITOS

Temperatura Motor : 80 [°C] Diferencia opacidad : 10 [%] Opacidad : 50 [%]

VALORES MEDIDOS

OPACIDAD

Temperatura Motor : #80 [°C]

	Pico opacidad [%]	RPM ralenti [1/min]	RPM max [1/min]
Aceleración 1 :	18.2	#700	#4000
Aceleración 2 :	22.6	#700	#4000
Aceleración 3 :	20.4 •	#700	#4000
Aceleración 4 :	22.8 •	#700	#4000
Aceleración 5 :	24.1 •	#700	#4000

RESULTADO DEL TEST: APROBADO SIN FALTAS

Valor diferencia de la opacidad : 5.3

Valor promedio de la opacidad : 21.6

Fecha y hora de inicio prueba : 14/07/2024 09:38:15

Fecha y hora de termine prueba : 14/07/2024 09:40:20

Examinador : D T

Firma

Anexo 31: Decimo primer resultado de opacidad de acuerdo con la altitud a nivel del mar.

BrainBee AUTOMOTIVE

TEST OFICIAL OPACIDAD HUMO

OPACÍMETRO		OPA-300	TACÓMETRO		
Número de Serie	:	200103000022	Número de Serie	:	
Número de Homologación	:	M00293EST003Ab/NET2	Número de Homologación	:	
Fecha vencimiento calibración	:	12/07/2025	Fecha vencimiento calibración	:	

DATOS TALLER

IMPORTDIESEL GT
CALDERON 2824890
QUITO importdieselgt

DATOS DEL VEHICULO

Placa	: PDO 0289	Odómetro	:
Marca	: TOYOTA	Año de Construcción	: 2005
Modelo	: HILUX		
No. Chasis	: 8AJ33LNL059116575		

LIMITES PRESCRITOS

Temperatura Motor : 80 [°C] Diferencia opacidad : 10 [%] Opacidad : 50 [%]

VALORES MEDIDOS

OPACIDAD

Temperatura Motor : #80 [°C]

		Pico opacidad [%]		RPM ralentí [1/min]	RPM max [1/min]
Aceleración 1	:	20.0		#700	#4000
Aceleración 2	:	17.6		#700	#4000
Aceleración 3	:	21.9	•	#700	#4000
Aceleración 4	:	22.1	•	#700	#4000
Aceleración 5	:	19.8	•	#700	#4000
Aceleración 6	:	17.5	•	#700	#4000
Aceleración 7	:	20.3	•	#700	#4000

RESULTADO DEL TEST: APROBADO SIN FALTAS

Valor diferencia de la opacidad : 4.5
Valor promedio de la opacidad : 19.8

Fecha y hora de inicio prueba : 14/07/2024 09:41:33
Fecha y hora de termine prueba : 14/07/2024 09:44:11

Examinador : D T

Firma

Anexo 32: Décimo segundo resultado de opacidad de acuerdo con la altitud a nivel del mar.

BrainBee AUTOMOTIVE

TEST OFICIAL OPACIDAD HUMO

OPACÍMETRO		OPA-300	TACÓMETRO		
Número de Serie	:	200103000022	Número de Serie	:	
Número de Homologación	:	M00293EST003Ab/NET2	Número de Homologación	:	
Fecha vencimiento calibración	:	12/07/2025	Fecha vencimiento calibración	:	

DATOS TALLER

IMPORTDIESEL GT

CALDERON 2824890

QUITO importdieselgt

DATOS DEL VEHICULO

Placa	: PDO 0289	Odómetro	:
Marca	: TOYOTA	Año de Construcción	: 2005
Modelo	: HILUX		
No. Chasis	: 8AJ33LNL059116575		

LIMITES PRESCRITOS

Temperatura Motor	:	80 [°C]	Diferencia opacidad	:	10 [%]	Opacidad	:	50 [%]

VALORES MEDIDOS

OPACIDAD

Temperatura Motor : #80 [°C]

		Pico opacidad [%]		RPM ralentí [1/min]	RPM max [1/min]
Aceleración 1	:	18.6		#700	#4000
Aceleración 2	:	20.8		#700	#4000
Aceleración 3	:	17.9	•	#700	#4000
Aceleración 4	:	21.5	•	#700	#4000
Aceleración 5	:	19.6	•	#700	#4000
Aceleración 6	:	22.7	•	#700	#4000

RESULTADO DEL TEST: APROBADO SIN FALTAS

Valor diferencia de la opacidad : 6.2

Valor promedio de la opacidad : 20.1

Fecha y hora de inicio prueba : 14/07/2024 09:47:36

Fecha y hora de termine prueba : 14/07/2024 09:50:55

Examinador : D T

Firma

Anexo 33: Primer resultado de opacidad de acuerdo con la altitud de 2659 m.s.n.m.

BrainBee AUTOMOTIVE

TEST OFICIAL OPACIDAD HUMO

OPACÍMETRO		OPA-300	TACÓMETRO	
Número de Serie	:	200103000022	Número de Serie	:
Número de Homologación	:	M00293EST003Ab/NET2	Número de Homologación	:
Fecha vencimiento calibración	:	12/07/2025	Fecha vencimiento calibración	:

DATOS TALLER

IMPORTDIESEL GT
CALDERON 2824890
QUITO importdieselgt

DATOS DEL VEHICULO

Placa	: PDO 0289	Odómetro	:
Marca	: TOYOTA	Año de Construcción	: 2005
Modelo	: HILUX		
No. Chasis	: 8AJ33LNL059116575		

LIMITES PRESCRITOS

Temperatura Motor : 80 [°C] Diferencia opacidad : 10 [%] Opacidad : 50 [%]

VALORES MEDIDOS

OPACIDAD

Temperatura Motor : #80 [°C]

	Pico opacidad [%]		RPM ralentí [1/min]	RPM max [1/min]
Aceleración 1	62.3		#700	#4000
Aceleración 2	60.9		#700	#4000
Aceleración 3	61.8	•	#700	#4000
Aceleración 4	61.5	•	#700	#4000
Aceleración 5	63.4	•	#700	#4000
Aceleración 6	62.9	•	#700	#4000
Aceleración 7	60.4	•	#700	#4000
Aceleración 8	62.8	•	#700	#4000
Aceleración 9	63.1	•	#700	#4000

RESULTADO DEL TEST: RECHAZADO FALTA TIPO 3

Valor diferencia de la opacidad : 5.2
Valor promedio de la opacidad : 62.1

Fecha y hora de inicio prueba : 13/07/2024 14:09:15
Fecha y hora de termine prueba : 13/07/2024 14:14:32

Examinador : D T

Firma

Anexo 34: Segundo resultado de opacidad de acuerdo con la altitud de 2659 m.s.n.m.

BrainBee AUTOMOTIVE

TEST OFICIAL OPACIDAD HUMO

OPACÍMETRO		OPA-300	TACÓMETRO	
Número de Serie	:	200103000022	Número de Serie	:
Número de Homologación	:	M00293EST003Ab/NET2	Número de Homologación	:
Fecha vencimiento calibración	:	12/07/2025	Fecha vencimiento calibración	:

DATOS TALLER

IMPORTDIESEL GT

CALDERON 2824890

QUITO importdieselgt

DATOS DEL VEHICULO

Placa	: PDO 0289	Odómetro	:
Marca	: TOYOTA	Año de Construcción	: 2005
Modelo	: HILUX		
No. Chasis	: 8AJ33LNL059116575		

LIMITES PRESCRITOS

Temperatura Motor : 80 [°C] Diferencia opacidad : 10 [%] Opacidad : 50 [%]

VALORES MEDIDOS

OPACIDAD

Temperatura Motor : #80 [°C]

	Pico opacidad [%]		RPM ralenti [1/min]	RPM max [1/min]
Aceleración 1	60.8		#700	#4000
Aceleración 2	62.9		#700	#4000
Aceleración 3	61.6	•	#700	#4000
Aceleración 4	59.8	•	#700	#4000
Aceleración 5	60.6	•	#700	#4000
Aceleración 6	63.8	•	#700	#4000
Aceleración 7	62.6	•	#700	#4000

RESULTADO DEL TEST: RECHAZADO FALTA TIPO 3

Valor diferencia de la opacidad : 4.8

Valor promedio de la opacidad : 61.2

Fecha y hora de inicio prueba : 13/07/2024 14:16:52

Fecha y hora de termine prueba : 13/07/2024 14:20:40

Examinador : D T

Firma

Anexo 35: Tercer resultado de opacidad de acuerdo con la altitud de 2659 m.s.n.m.

BrainBee AUTOMOTIVE

TEST OFICIAL OPACIDAD HUMO

OPACÍMETRO		OPA-300	TACÓMETRO	
Número de Serie	:	200103000022	Número de Serie	:
Número de Homologación	:	M00293EST003Ab/NET2	Número de Homologación	:
Fecha vencimiento calibración	:	12/07/2025	Fecha vencimiento calibración	:

DATOS TALLER

IMPORTDIESEL GT

CALDERON 2824890

QUITO importdieselgt

DATOS DEL VEHICULO

Placa	: PDO 0289	Odómetro	:
Marca	: TOYOTA	Año de Construcción	: 2005
Modelo	: HILUX		
No. Chasis	: 8AJ33LNL059116575		

LIMITES PRESCRITOS

Temperatura Motor	:	80 [°C]	Diferencia opacidad	:	10 [%]	Opacidad	:	50 [%]

VALORES MEDIDOS

OPACIDAD

Temperatura Motor : #80 [°C]

		Pico opacidad [%]		RPM ralenti [1/min]	RPM max [1/min]
Aceleración 1	:	59.5		#700	#4000
Aceleración 2	:	60.6		#700	#4000
Aceleración 3	:	61.9	•	#700	#4000
Aceleración 4	:	58.3	•	#700	#4000
Aceleración 5	:	59.4	•	#700	#4000
Aceleración 6	:	62.1	•	#700	#4000
Aceleración 7	:	60.7	•	#700	#4000
Aceleración 8	:	59.8	•	#700	#4000
Aceleración 9	:	62.3	•	#700	#4000

RESULTADO DEL TEST: RECHAZADO FALTA TIPO 3

Valor diferencia de la opacidad : 3.1

Valor promedio de la opacidad : 60.1

Fecha y hora de inicio prueba : 13/07/2024 14:22:05

Fecha y hora de termine prueba : 13/07/2024 14:26:32

Examinador : D T

Firma

Anexo 36: Cuarto resultado de opacidad de acuerdo con la altitud de 2659 m.s.n.m.

BrainBee AUTOMOTIVE

TEST OFICIAL OPACIDAD HUMO

OPACÍMETRO		OPA-300	TACÓMETRO	
Número de Serie	:	200103000022	Número de Serie	:
Número de Homologación	:	M00293EST003Ab/NET2	Número de Homologación	:
Fecha vencimiento calibración	:	12/07/2025	Fecha vencimiento calibración	:

DATOS TALLER

IMPORTDIESEL GT

CALDERON 2824890

QUITO importdieselgt

DATOS DEL VEHICULO

Placa	: PDO 0289	Odómetro	:
Marca	: TOYOTA	Año de Construcción	: 2005
Modelo	: HILUX		
No. Chasis	: 8AJ33LNL059116575		

LIMITES PRESCRITOS

Temperatura Motor : 80 [°C] Diferencia opacidad : 10 [%] Opacidad : 50 [%]

VALORES MEDIDOS

OPACIDAD

Temperatura Motor : #80 [°C]

	Pico opacidad [%]	RPM ralenti [1/min]	RPM max [1/min]
Aceleración 1 :	57.9	#700	#4000
Aceleración 2 :	59.6	#700	#4000
Aceleración 3 :	58.2 •	#700	#4000
Aceleración 4 :	60.3 •	#700	#4000
Aceleración 5 :	60.9 •	#700	#4000
Aceleración 6 :	62.7 •	#700	#4000

RESULTADO DEL TEST: RECHAZADO FALTA TIPO 3

Valor diferencia de la opacidad : 5.7

Valor promedio de la opacidad : 59.9

Fecha y hora de inicio prueba : 13/07/2024 14:28:21

Fecha y hora de termine prueba : 13/07/2024 14:31:56

Examinador : D T

Firma

Anexo 37: Quinto resultado de opacidad de acuerdo con la altitud de 2659 m.s.n.m.

BrainBee AUTOMOTIVE

TEST OFICIAL OPACIDAD HUMO

OPACÍMETRO		OPA-300	TACÓMETRO	
Número de Serie	:	200103000022	Número de Serie	:
Número de Homologación	:	M00293EST003Ab/NET2	Número de Homologación	:
Fecha vencimiento calibración	:	12/07/2025	Fecha vencimiento calibración	:

DATOS TALLER

IMPORTDIESEL GT

CALDERON 2824890

QUITO importdieselgt

DATOS DEL VEHICULO

Placa	: PDO 0289	Odómetro	:
Marca	: TOYOTA	Año de Construcción	: 2005
Modelo	: HILUX		
No. Chasis	: 8AJ33LNL059116575		

LIMITES PRESCRITOS

Temperatura Motor : 80 [°C] Diferencia opacidad : 10 [%] Opacidad : 50 [%]

VALORES MEDIDOS

OPACIDAD

Temperatura Motor : #80 [°C]

	Pico opacidad [%]	RPM ralenti [1/min]	RPM max [1/min]
Aceleración 1 :	61.5	#700	#4000
Aceleración 2 :	60.9	#700	#4000
Aceleración 3 :	62.1 •	#700	#4000
Aceleración 4 :	59.8 •	#700	#4000
Aceleración 5 :	57.7 •	#700	#4000
Aceleración 6 :	60.3 •	#700	#4000
Aceleración 7 :	61.9 •	#700	#4000

RESULTADO DEL TEST: RECHAZADO FALTA TIPO 3

Valor diferencia de la opacidad : 3.9

Valor promedio de la opacidad : 60.6

Fecha y hora de inicio prueba : 13/07/2024 14:33:03

Fecha y hora de termine prueba : 13/07/2024 14:35:49

Examinador : D T

Firma

Anexo 38: Sexto resultado de opacidad de acuerdo con la altitud de 2659 m.s.n.m.

BrainBee AUTOMOTIVE

TEST OFICIAL OPACIDAD HUMO

OPACÍMETRO		OPA-300	TACÓMETRO	
Número de Serie	:	200103000022	Número de Serie	:
Número de Homologación	:	M00293EST003Ab/NET2	Número de Homologación	:
Fecha vencimiento calibración	:	12/07/2025	Fecha vencimiento calibración	:

DATOS TALLER

IMPORTDIESEL GT

CALDERON 2824890

QUITO importdieselgt

DATOS DEL VEHICULO

Placa	: PDO 0289	Odómetro	:
Marca	: TOYOTA	Año de Construcción	: 2005
Modelo	: HILUX		
No. Chasis	: 8AJ33LNL059116575		

LIMITES PRESCRITOS

Temperatura Motor : 80 [°C] Diferencia opacidad : 10 [%] Opacidad : 50 [%]

VALORES MEDIDOS

OPACIDAD

Temperatura Motor : #80 [°C]

		Pico opacidad [%]		RPM ralenti [1/min]	RPM max [1/min]
Aceleración 1	:	63.2		#700	#4000
Aceleración 2	:	60.5		#700	#4000
Aceleración 3	:	59.8	*	#700	#4000
Aceleración 4	:	62.4	*	#700	#4000
Aceleración 5	:	61.7	*	#700	#4000
Aceleración 6	:	60.9	*	#700	#4000

RESULTADO DEL TEST: RECHAZADO FALTA TIPO 3

Valor diferencia de la opacidad : 4.5

Valor promedio de la opacidad : 61.4

Fecha y hora de inicio prueba : 13/07/2024 14:37:18

Fecha y hora de termine prueba : 13/07/2024 14:40:52

Examinador : D T

Firma

Anexo 39: Séptimo resultado de opacidad de acuerdo con la altitud de 2659 m.s.n.m.

BrainBee AUTOMOTIVE

TEST OFICIAL OPACIDAD HUMO

OPACÍMETRO		OPA-300	TACÓMETRO	
Número de Serie	:	200103000022	Número de Serie	:
Número de Homologación	:	M00293EST003Ab/NET2	Número de Homologación	:
Fecha vencimiento calibración	:	12/07/2025	Fecha vencimiento calibración	:

DATOS TALLER

IMPORTDIESEL GT

CALDERON 2824890

QUITO importdieselgt

DATOS DEL VEHICULO

Placa	: PDO 0289	Odómetro	:
Marca	: TOYOTA	Año de Construcción	: 2005
Modelo	: HILUX		
No. Chasis	: 8AJ33LNL059116575		

LIMITES PRESCRITOS

Temperatura Motor : 80 [°C] Diferencia opacidad : 10 [%] Opacidad : 50 [%]

VALORES MEDIDOS

OPACIDAD

Temperatura Motor : #80 [°C]

	Pico opacidad [%]		RPM ralenti [1/min]	RPM max [1/min]
Aceleración 1 :	57.2		#700	#4000
Aceleración 2 :	61.1		#700	#4000
Aceleración 3 :	63.5	•	#700	#4000
Aceleración 4 :	59.8	•	#700	#4000
Aceleración 5 :	60.3	•	#700	#4000
Aceleración 6 :	62.4	•	#700	#4000
Aceleración 7 :	59.6	•	#700	#4000
Aceleración 8 :	60.7	•	#700	#4000

RESULTADO DEL TEST: RECHAZADO FALTA TIPO 3

Valor diferencia de la opacidad : 3.4

Valor promedio de la opacidad : 60.5

Fecha y hora de inicio prueba : 13/07/2024 14:43:39

Fecha y hora de termine prueba : 13/07/2024 14:46:03

Examinador : D T

Firma

Anexo 40: Octavo resultado de opacidad de acuerdo con la altitud de 2659 m.s.n.m.

BrainBee AUTOMOTIVE

TEST OFICIAL OPACIDAD HUMO

OPACÍMETRO		OPA-300	TACÓMETRO	
Número de Serie	:	200103000022	Número de Serie	:
Número de Homologación	:	M00293EST003Ab/NET2	Número de Homologación	:
Fecha vencimiento calibración	:	12/07/2025	Fecha vencimiento calibración	:

DATOS TALLER

IMPORTDIESEL GT

CALDERON 2824890

QUITO importdieselgt

DATOS DEL VEHICULO

Placa	: PDO 0289	Odómetro	:
Marca	: TOYOTA	Año de Construcción	: 2005
Modelo	: HILUX		
No. Chasis	: 8AJ33LNL059116575		

LIMITES PRESCRITOS

Temperatura Motor : 80 [°C] Diferencia opacidad : 10 [%] Opacidad : 50 [%]

VALORES MEDIDOS

OPACIDAD

Temperatura Motor : #80 [°C]

	Pico opacidad [%]	RPM ralenti [1/min]	RPM max [1/min]
Aceleración 1 :	60.2	#700	#4000
Aceleración 2 :	58.7	#700	#4000
Aceleración 3 :	62.6 *	#700	#4000
Aceleración 4 :	63.1 *	#700	#4000
Aceleración 5 :	59.5 *	#700	#4000

RESULTADO DEL TEST: RECHAZADO FALTA TIPO 3

Valor diferencia de la opacidad : 2.6

Valor promedio de la opacidad : 60.8

Fecha y hora de inicio prueba : 13/07/2024 14:47:49

Fecha y hora de termine prueba : 13/07/2024 14:50:28

Examinador : D T

Firma

Anexo 41: Noveno resultado de opacidad de acuerdo con la altitud de 2659 m.s.n.m.

BrainBee AUTOMOTIVE

TEST OFICIAL OPACIDAD HUMO

OPACÍMETRO		OPA-300	TACÓMETRO		
Número de Serie	:	200103000022	Número de Serie	:	
Número de Homologación	:	M00293EST003Ab/NET2	Número de Homologación	:	
Fecha vencimiento calibración	:	12/07/2025	Fecha vencimiento calibración	:	

DATOS TALLER

IMPORTDIESEL GT

CALDERON 2824890

QUITO importdieselgt

DATOS DEL VEHICULO

Placa	: PDO 0289	Odómetro	:
Marca	: TOYOTA	Año de Construcción	: 2005
Modelo	: HILUX		
No. Chasis	: 8AJ33LNL059116575		

LIMITES PRESCRITOS

Temperatura Motor	:	80	[°C]	Diferencia opacidad	:	10 [%]	Opacidad : 50 [%]

VALORES MEDIDOS

OPACIDAD

Temperatura Motor : #80 [°C]

		Pico opacidad [%]		RPM ralenti [1/min]	RPM max [1/min]
Aceleración 1	:	59.6		#700	#4000
Aceleración 2	:	60.3		#700	#4000
Aceleración 3	:	61.8	*	#700	#4000
Aceleración 4	:	57.2	*	#700	#4000
Aceleración 5	:	60.5	*	#700	#4000
Aceleración 6	:	58.9	*	#700	#4000

RESULTADO DEL TEST: RECHAZADO FALTA TIPO 3

Valor diferencia de la opacidad : 2.3

Valor promedio de la opacidad : 59.7

Fecha y hora de inicio prueba : 13/07/2024 14:52:11

Fecha y hora de termine prueba : 13/07/2024 14:54:49

Examinador : D T

Firma

Anexo 42: Decimo resultado de opacidad de acuerdo con la altitud de 2659 m.s.n.m.

BrainBee AUTOMOTIVE

TEST OFICIAL OPACIDAD HUMO

OPACÍMETRO		OPA-300	TACÓMETRO	
Número de Serie	:	200103000022	Número de Serie	:
Número de Homologación	:	M00293EST003Ab/NET2	Número de Homologación	:
Fecha vencimiento calibración	:	12/07/2025	Fecha vencimiento calibración	:

DATOS TALLER

IMPORTDIESEL GT

CALDERON 2824890

QUITO importdieselgt

DATOS DEL VEHICULO

Placa	: PDO 0289	Odómetro	:
Marca	: TOYOTA	Año de Construcción	: 2005
Modelo	: HILUX		
No. Chasis	: 8AJ33LNL059116575		

LIMITES PRESCRITOS

Temperatura Motor : 80 [°C] Diferencia opacidad : 10 [%] Opacidad : 50 [%]

VALORES MEDIDOS

OPACIDAD

Temperatura Motor : #80 [°C]

	Pico opacidad [%]		RPM ralentí [1/min]	RPM max [1/min]
Aceleración 1 :	61.8		#700	#4000
Aceleración 2 :	63.2		#700	#4000
Aceleración 3 :	59.4	•	#700	#4000
Aceleración 4 :	57.4	•	#700	#4000
Aceleración 5 :	61.6	•	#700	#4000
Aceleración 6 :	60.9	•	#700	#4000
Aceleración 7 :	58.5	•	#700	#4000
Aceleración 8 :	62.1	•	#700	#4000
Aceleración 9 :	59.3	•	#700	#4000

RESULTADO DEL TEST: RECHAZADO FALTA TIPO 3

Valor diferencia de la opacidad : 2.8

Valor promedio de la opacidad : 60.4

Fecha y hora de inicio prueba : 13/07/2024 14:55:31

Fecha y hora de termine prueba : 13/07/2024 14:58:09

Examinador : D T

Firma

Anexo 43: Decimo Primer resultado de opacidad de acuerdo con la altitud de 2659 m.s.n.m.

BrainBee AUTOMOTIVE

TEST OFICIAL OPACIDAD HUMO

OPACÍMETRO		OPA-300	TACÓMETRO		
Número de Serie	:	200103000022	Número de Serie	:	
Número de Homologación	:	M00293EST003Ab/NET2	Número de Homologación	:	
Fecha vencimiento calibración	:	12/07/2025	Fecha vencimiento calibración	:	

DATOS TALLER

IMPORTDIESEL GT

CALDERON 2824890

QUITO importdieselgt

DATOS DEL VEHICULO

Placa	: PDO 0289	Odómetro	:
Marca	: TOYOTA	Año de Construcción	: 2005
Modelo	: HILUX		
No. Chasis	: 8AJ33LNL059116575		

LIMITES PRESCRITOS

Temperatura Motor	:	80 [°C]	Diferencia opacidad	:	10 [%]	Opacidad	:	50 [%]

VALORES MEDIDOS

OPACIDAD

Temperatura Motor : #80 [°C]

		Pico opacidad [%]		RPM ralenti [1/min]	RPM max [1/min]
Aceleración 1	:	57.4		#700	#4000
Aceleración 2	:	60.6		#700	#4000
Aceleración 3	:	58.2	*	#700	#4000
Aceleración 4	:	59.7	*	#700	#4000
Aceleración 5	:	62.6	*	#700	#4000
Aceleración 6	:	61.1	*	#700	#4000

RESULTADO DEL TEST: RECHAZADO FALTA TIPO 3

Valor diferencia de la opacidad : 3.2

Valor promedio de la opacidad : 59.9

Fecha y hora de inicio prueba : 13/07/2024 14:58:52

Fecha y hora de termine prueba : 13/07/2024 15:02:11

Examinador : D T

Firma

Anexo 44: Decimo Segundo resultado de opacidad de acuerdo con la altitud de 2659 m.s.n.m.

TEST OFICIAL OPACIDAD HUMO

OPACÍMETRO		OPA-300	TACÓMETRO	
Número de Serie	:	200103000022	Número de Serie	:
Número de Homologación	:	M00293EST003Ab/NET2	Número de Homologación	:
Fecha vencimiento calibración	:	12/07/2025	Fecha vencimiento calibración	:

DATOS TALLER

IMPORTDIESEL GT
CALDERON 2824890
QUITO importdieselgt

DATOS DEL VEHICULO

Placa	: PDO 0289	Odómetro	:
Marca	: TOYOTA	Año de Construcción	: 2005
Modelo	: HILUX		
No. Chasis	: 8AJ33LNL059116575		

LIMITES PRESCRITOS

Temperatura Motor : 80 [°C] Diferencia opacidad : 10 [%] Opacidad : 50 [%]

VALORES MEDIDOS

OPACIDAD

Temperatura Motor : #80 [°C]

	Pico opacidad [%]	RPM ralenti [1/min]	RPM max [1/min]
Aceleración 1 :	60.2	#700	#4000
Aceleración 2 :	63.1	#700	#4000
Aceleración 3 :	61.9 •	#700	#4000
Aceleración 4 :	57.6 •	#700	#4000
Aceleración 5 :	59.7 •	#700	#4000
Aceleración 6 :	60.5 •	#700	#4000
Aceleración 7 :	62.3 •	#700	#4000

RESULTADO DEL TEST: RECHAZADO FALTA TIPO 3

Valor diferencia de la opacidad : 2.2
Valor promedio de la opacidad : 60.7

Fecha y hora de inicio prueba : 13/07/2024 15:03:01
Fecha y hora de termine prueba : 13/07/2024 15:05:39

Examinador : D T

Firma