



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS**  
**NATURALES**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“DETERMINACIÓN DE LOS CONTAMINANTES PRODUCTO DE LA COMBUSTIÓN  
EN EL PARQUE AUTOMOTOR A DIÉSEL, EN EL CANTÓN PUJILÍ, PERIODO 2017-  
2018”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniera  
en Medio Ambiente.

Autor:

Alcocer Quishpi Edith Patricia

Director:

Ing. Daza Guerra Oscar Rene Mg.

Latacunga – Ecuador

Marzo – 2018

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

Yo **Alcocer Quishpi Edith Patricia** declaro ser autora del presente proyecto de investigación: **“DETERMINACIÓN DE LOS CONTAMINANTES PRODUCTO DE LA COMBUSTIÓN EN EL PARQUE AUTOMOTOR A DIÉSEL, EN EL CANTÓN PUJILÍ, PERIODO 2017-2018”**, siendo el Ing. Oscar Rene Daza Guerra tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

---

**Alcocer Quishpi Edith Patricia**

**C.I.:172275331-4**

## CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte ALCOCER QUISHPI EDITH PATRICIA, identificada con C.C. N° 172275331-4, de estado civil SOLTERA y con domicilio en Quito, Sector Guamaní, Barrio La Venecia, a quien en lo sucesivo se denominará **LA/EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.- LA/EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “**DETERMINACIÓN DE LOS CONTAMINANTES PRODUCTO DE LA COMBUSTIÓN EN EL PARQUE AUTOMOTOR A DIÉSEL, EN EL CANTÓN PUJILÍ, PERIODO 2017-2018**”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico.

Fecha de inicio: Septiembre 2012

Fecha de finalización: Marzo 2018

Aprobación HCA.:

Tutor. Ing. Oscar René Daza Guerra

Tema: “**DETERMINACIÓN DE LOS CONTAMINANTES PRODUCTO DE LA COMBUSTIÓN EN EL PARQUE AUTOMOTOR A DIÉSEL, EN EL CANTÓN PUJILÍ, PERIODO 2017-2018**”.

**CLÁUSULA SEGUNDA.- LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA.-** Por el presente contrato, **LA/EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA.- OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LA/EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA.-** El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA/EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.-** El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA.- CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.-** Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA/EL CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA.- LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS.-** **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA/EL CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.-** El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en las cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.-** En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.-** Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, al 01 día del mes de Marzo del 2018.

---

Alcocer Quishpi Edith Patricia.

**LA CEDENTE**

---

Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez

**EL CESIONARIO**

## **AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

**“DETERMINACIÓN DE LOS CONTAMINANTES PRODUCTO DE LA COMBUSTIÓN EN EL PARQUE AUTOMOTOR A DIÉSEL, EN EL CANTÓN PUJILÍ, PERIODO 2017-2018”**, de Alcocer Quishpi Edith Patricia, de la carrera de Ingeniería de Medio Ambiente, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Marzo 2018

El Tutor

---

Ing. Daza Guerra Oscar Rene Mg.

**CI: 0400689790**

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante, Alcocer Quishpi Edith Patricia, con el título de Proyecto de Investigación: **Determinación de los Contaminantes producto de la combustión en el parque automotor a diésel, en el cantón Pujilí, Periodo 2017-2018**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, Marzo 2018

Para constancia firman:

---

**Lector 1 (Presidente)**

**Nombre:** Ing. José Andrade Mg.

**CC:** 050252448-1

---

**Lector 2**

**Nombre:** Ing. Kalina Fonseca Mg.

**CC:** 172353445-7

---

**Lector 3**

**Nombre:** MSc. Patricio Clavijo

**CC:** 050144458-2

## AGRADECIMIENTO

A Dios por ser mi guía y por darme la fortaleza para superar todas las pruebas que se presentaron a lo largo de mi vida y de mi carrera universitaria.

A mis padres, un infinito agradecimiento por el amor, el cariño y la confianza que depositaron en mí a lo largo de mi vida; a mi hija, mis hermanas, mis cuñados, mis sobrinos y a toda mi familia por sus consejos, sus palabras de aliento y por estar siempre a mi lado brindándome su apoyo incondicional.

A mis amigas y amigos, en especial a ti mi amiga Alexandra Amores gracias por tu amistad, compañía y apoyo a lo largo de mi carrera universitaria.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi, y de manera especial a la Carrera de Ingeniería de Medio Ambiente, a los docentes, miembros del tribunal y mi Tutor, quienes compartieron sus conocimientos, sabiduría y experiencia en contribución a mi formación académica y personal.

A la Empresa Pública de Movilidad de la Mancomunidad de Cotopaxi, por el apoyo que me brindaron para hacer posible la realización de este proyecto.

*Edith Patricia Alcocer Quishpi*

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo se lo dedico a mi padre José a su esfuerzo, y perseverancia; a mi compañera de lucha mi madre María, por brindarme siempre su amor, su comprensión, sus consejos, sus palabras de aliento, por su apoyo moral y económico a lo largo de mi carrera, este logro es por ustedes.

A mi pequeña hija Paula, gracias por brindarme siempre esa sonrisa que me enseña a seguir a pesar de los problemas, a ti por ser mi motivación e inspiración para conseguir todas mis metas.

A mis hermanas Sonia, Adriana, y Liliana, por el amor y el apoyo que nos brindaron a mi hija y a mí a lo largo de mi carrera universitaria.

*Edith Patricia Alcocer Quishpi*

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**TITULO:” DETERMINACIÓN DE LOS CONTAMINANTE PRODUCTOS DE LA COMBUSTIÓN EN EL PARQUE AUTOMOTOR A DIÉSEL, EN EL CANTÓN PUJILÍ, PERIODO 2017-2018”**

**Autor: Alcocer Quishpi Edith Patricia**

## RESUMEN

El presente proyecto tuvo como finalidad determinar la posible contaminación atmosférica producto de la combustión incompleta de los vehículos con motor de diésel en el cantón Pujilí, mediante la medición del porcentaje de opacidad. En este cantón, se estima que existen 1618 vehículos a diésel, por tal razón se monitoreo 150 vehículos y se seleccionaron cinco puntos para los respectivos monitoreos: La Empresa Pública de Movilidad de la Mancomunidad de Cotopaxi, Parada Integrada de Pujilí, “El Rancho” garaje de vehículos del GAD Pujilí, Oficina de la Cooperativa La Merced, Sindicato de choferes Profesionales de Pujilí.

Para el monitoreo de Opacidad se utilizó el equipo AVL DITEST gas 1000 con accesorio a diésel Opacímetro DISMOKE 480 BT, aplicando el método de aceleración libre como indica la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 202- 2000. Los resultados del monitoreo de opacidad indican que el 67 % de vehículos monitoreados superan los límites máximos permisibles (LPM) de opacidad de emisiones para fuentes móviles con motor de diésel, es decir que más de la mitad NO CUMPLEN con la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2 207:2002, generando un deterioro en la calidad del aire. Los resultados obtenidos constituyen una herramienta fundamental para que el Municipio de Pujilí, Ministerio del Ambiente, Agencia Nacional de Tránsito y la Empresa Pública de Movilidad de Mancomunidad de Cotopaxi, planteen estrategias de control y mitigación de la contaminación emitida por fuentes móviles a diésel, mejorando la calidad del aire y la calidad de vida de la población del cantón Pujilí.

**Palabras claves:** Calidad de Aire, vehículos, diésel, opacímetro, monitoreo.

**UNIVERSITY TECHNICAL OF COTOPAXI**

**AGRICULTURAL AND NATURAL RESOURCES FACULTY**

**TITLE:** "DETERMINATION OF THE CONTAMINANTS PRODUCTS IN THE COMBUSTION PROCESS AT THE AUTOMOTIVE PARK IN DIESEL OF PUJILI CANTON, PERIOD 2017-2018".

**Author: Alcocer Quishpi Edith Patricia**

**ABSTRACT**

The purpose of this project was to determine the possible air pollution caused by the incomplete combustion of vehicles with diesel engines at Pujilí Canton, by measuring the percentage of opacity. In this canton, it is estimated that there are 1618 diesel engine vehicles, for that reason 150 vehicles were monitored and five points were selected for the respective monitoring: The Public Mobility Company of the Commonwealth of Cotopaxi, Pujilí Integrated Stop, "El Rancho "Garage of vehicles of the GAD Pujilí, Office of the Cooperative La Merced, Syndicate of professional drivers of Pujilí. For the Opacity monitoring, the AVL DITEST gas 1000 equipment with diesel accessory DISMOKE 480 BT Opacimeter was used, applying the free acceleration method as indicated by the Ecuadorian Technical Standard NTE INEN 2 202-2000. The opacity monitoring results indicate that 67% of monitored vehicles exceed the maximum permissible limits (LPM) of emissions opacity for mobile sources with diesel engines, it means that more than half DO NOT COMPLY with the Ecuadorian Technical Standard INEN 2 207: 2002, generating a deterioration in air quality. The results obtained are a fundamental tool for the Municipality of Pujilí, Ministry of the Environment, National Traffic Agency and the Public Mobility Company of the Commonwealth of Cotopaxi, to plan pollution control and mitigation strategies emitted by mobile sources to diesel, improving air quality and the quality of life of the population at Pujilí Canton.

**Keywords:** Air quality, vehicles, diesel, opacimeter, monitoring,

**ÍNDICE**

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	vi
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	vii
AGRADECIMIENTO .....	viii
DEDICATORIA .....	ix
RESUMEN .....	x
ABSTRACT .....	xi
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO. ....	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	3
3.1. Beneficiarios Directos. ....	3
3.2. Beneficiarios Indirectos. ....	3
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	4
5. OBJETIVOS:.....	5
5.1. Objetivo General. ....	5
5.2. Objetivo Específicos.....	5
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS. ....	6
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA. ....	7
7.1. El Aire. ....	7
7.2. Calidad del aire. ....	7
7.3. Contaminación del aire. ....	7
7.4. Contaminación del aire por Fuentes Móviles. ....	9
7.5. Emisiones Contaminantes producidas por el Parque Automotor a Diésel. ....	10
7.6. Marco Legal.....	19
8. PREGUNTA CIENTÍFICA. ....	24
9. METODOLOGÍA: .....	24
9.1. Área de Estudio.....	24
9.2. Unidad de estudio.....	26

9.3.	Tipo de Investigación. ....	29
9.4.	Métodos:.....	29
9.5.	Técnicas:.....	30
9.6.	Procedimiento para la medición de la Opacidad con el equipo AVL DI TEST GAS 1000 con accesorio a diésel Opacímetro DISMOKE 480 .....	30
9.7.	Equipos para la Medición. ....	31
10.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS: .....	34
10.1.	Diagnóstico de la situación actual del parque automotor a diésel .....	34
10.2.	Monitoreo de Opacidad.....	38
10.3.	Propuesta de estrategia de Mitigación de la opacidad de los vehículos con motor de diésel en el cantón Pujilí .....	46
10.3.1.	Introducción .....	46
10.3.2.	Justificación. ....	47
10.3.3.	Objetivo General. ....	47
10.3.4.	Alcance de la Propuesta. ....	47
10.3.5.	Fundamentación Legal.....	48
10.3.6.	Matriz de elaboración de propuesta de estrategia de Mitigación. ....	52
11.	IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS): .....	54
11.1.	Técnicos. ....	54
11.2.	Sociales. ....	54
11.3.	Ambientales.....	54
11.4.	Económicos .....	54
12.	PRESUPUESTO DEL PROYECTO:.....	55
13.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	56
13.1.	Conclusiones. ....	56
13.2.	Recomendaciones. ....	57
14.	BIBLIOGRAFÍA.....	58

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos de los beneficiarios directos. ....	3
Tabla 2. Datos de los beneficiarios indirectos. ....	3
Tabla 3. Actividades de los objetivos. ....	6
Tabla 4. Datos Técnicos del Equipo. ....	18
Tabla 6. Porcentaje de vehículos según el tipo de combustible en la provincia de Cotopaxi .....	27
Tabla 7. Porcentaje de vehículos según el tipo de combustible en el cantón Pujilí. ....	27
Tabla 8. Situación Actual Del Parque Automotor en el Cantón Pujilí .....	34
Tabla 9. Vehículos clasificados por año de fabricación .....	36
Tabla 10. Vehículos medidos clasificados por carga. ....	37
Tabla 11. Análisis de opacidad vehículos fabricados en el año 1999 y anteriores. ....	39
Tabla 12. Análisis de opacidad vehículos fabricados en el año 2000 y posteriores. ....	41
Tabla 13. Análisis de opacidad del total de vehículos con motor de diésel. ....	42
Tabla 14. Análisis de opacidad de los vehículos con motor de diésel por tipo de carga. ....	44
Tabla 15. Matriz de Medida 1 de Mitigación. ....	52
Tabla 16. Presupuesto para la elaboración del proyecto .....	55

## **ÍNDICE DE GRÁFICOS**

Gráfico 1. Ciclo Diésel .....	14
Gráfico 2. Equipo AVL DITEST .....	17
Gráfico 3. Punto de monitoreo en el cantón Pujilí. ....	25
Gráfico 4. Puntos de monitoreo en el cantón Salcedo. ....	25
Gráfico 5. Situación Actual del Parque automotor en el cantón Pujilí .....	34
Gráfico 6. Vehículos clasificados por año de fabricación. ....	36
Gráfico 7. Vehículos clasificados por tipo de carga .....	37
Gráfico 8. Análisis de opacidad vehículos fabricados en el año 1999 y anteriores. ....	39
Gráfico 9. Análisis de opacidad vehículos fabricados en el año 2000 y posteriores. ....	41
Gráfico 10. Análisis de opacidad del total de vehículos con motor de diésel. ....	42
Gráfico 11. Análisis de opacidad de los vehículos con motor de diésel por tipo de carga. ....	44

## **1. INFORMACIÓN GENERAL.**

**Título del Proyecto:** Determinación de los contaminantes producto de la combustión en el parque automotor a diésel en el cantón Pujilí.

**Fecha de inicio:** Abril 2017

**Fecha de finalización:** Febrero - 2018

**Lugar de ejecución:** Empresa Pública de Movilidad de la Mancomunidad de Cotopaxi y el cantón Pujilí.

**Facultad que auspicia:** Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

**Carrera que auspicia:** Ingeniería en Medio Ambiente

**Proyecto de investigación vinculado:** Contaminación atmosférica.

**Equipo de Trabajo:**

**Coordinadora:** Alcocer Quishpi Edith Patricia.

**Tutor:** Ing. Oscar René Daza Guerra Mg.

**Lector 1:** Ing. José Andrade Mg.

**Lector 2:** Ing. Kalina Fonseca Mg.

**Lector 3:** MSc. Patricio Clavijo.

**Área de Conocimiento:**

Servicio - Protección del Medio Ambiente - Control de la Contaminación Atmosférica

**Línea de investigación:** Gestión de la Calidad y Seguridad Laboral

**Sub líneas de investigación de la Carrera:** Salud, Seguridad y Ambiente.

## **2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.**

En el cantón Pujilí, se estima que las fuentes principales de contaminación son las industrias, y el parque automotor. Con respecto al parque automotor, los vehículos a diésel generan mayor cantidad de gases contaminantes que afectan principalmente a la calidad del aire y provocan enfermedades en la población, por esta razón es importante determinar la opacidad emitida por los vehículos a diésel que circulan en el cantón Pujilí.

Esta investigación surge de la necesidad de conocer el porcentaje de opacidad que se genera por la combustión de los vehículos a diésel. La información que se obtuvo en esta investigación, se comparó con la normativa vigente y esta podrá ser acogida por las autoridades pertinentes en el tema, para que posteriormente se establezcan acciones relacionadas a la reducción de la contaminación ambiental, teniendo así una alta relevancia en cuanto al aspecto ambiental y social. Adicionalmente es de gran utilidad práctica porque esta información constituirá una herramienta fundamental para impulsar proyectos que contribuyan al mejoramiento de la calidad del aire y la calidad de vida de la población del cantón Pujilí.

Los resultados de esta investigación benefician directamente a los propietarios de los vehículos, a la población del cantón de Pujilí y a la Empresa Pública de movilidad de la Mancomunidad de Cotopaxi, empresa que brindó la ayuda necesaria para la ejecución de esta investigación; adicionalmente esta investigación benefició indirectamente a toda la provincia de Cotopaxi.

### 3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.

#### 3.1. Beneficiarios Directos.

**Tabla 1.** Datos de los beneficiarios directos.

<b>EMPRESA PÚBLICA DE MOVILIDAD DE LA MANCOMUNIDAD DE COTOPAXI</b>	
<b>SEXO</b>	<b>CANTIDAD DE HABITANTES</b>
Hombres	23
Mujeres	20
<b>TOTAL</b>	<b>43 habitantes.</b>

*Fuente:* Empresa Pública de Movilidad de la Mancomunidad de Cotopaxi

*Elaborado por:* Edith Alcocer (2018).

#### 3.2. Beneficiarios Indirectos.

**Tabla 2.** Datos de los beneficiarios indirectos.

<b>RESULTADOS DEL CENSO DE POBLACIÓN 2010</b>	
<b>SEXO</b>	<b>CANTIDAD DE HABITANTES</b>
Hombres	32736
Mujeres	36319
<b>TOTAL</b>	<b>69055 Habitantes</b>

*Fuente:* INEC

*Elaborado por:* Edith Alcocer (2018).

#### **4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.**

La contaminación vehicular es el principal problema ambiental en todo el mundo y tiene un efecto importante en la salud de la población ya que puede provocar daños irreversibles en la salud humana, en el último informe sobre calidad del aire realizado por la Organización Mundial de Salud, se estima que la contaminación en las ciudades es responsable de la muerte prematura de más de 7 millones de personas al año y que los contaminantes emitidos por los motores a diésel a diferencia de los motores a gasolina, generan mayor contaminación atmosférica, al emitir niveles superiores de dióxido de nitrógeno, por ende causa más daño a la salud de la población y contribuye al aumento de la contaminación atmosférica (Organización Mundial de la Salud , 2014).

En el Ecuador no se ha registrado una disminución en cuanto a la contaminación vehicular, según la Asociación Ecuatoriana Automotriz esto se debe a que en el país no todos los ciudadanos pueden tener un vehículo de última generación. El país cuenta con un parque automotor de más de 2'200,000 vehículos, pero de estos, 218.000 tendrían más de 35 años. Alrededor de 60.000 tienen entre 25 y 30 años, 160.000 entre 20 y 25 y así la lista continúa. En general, se estima que el 35% de los vehículos que circulan en el país sería altamente contaminante debido a su antigüedad. (Telegrafo, 2015)

A nivel local en el cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi, la única fuente de contaminación que se ha investigado es la fabricación de cerámica, actividad que emite gases contaminantes que afectan a la salud de la población aledaña, sin embargo otra de las fuentes de contaminación que no se ha investigado, es el parque automotor, principalmente de los vehículos de motor a diésel que emiten partículas como Hollín, humo negro, HC, CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>. Siendo los que generan mayores contaminantes a la atmosfera y a la vez daños irreversibles en la salud de la población, por lo que es de gran importancia determinar el nivel de opacidad emitida por este parque automotor, estos datos constituirán una herramienta fundamental para el planteamiento de estrategias de mitigación, prevención y control de la contaminación del aire.

## **5. OBJETIVOS:**

### **5.1. Objetivo General.**

Determinar los contaminantes producto de la combustión en el parque automotor a Diésel, en el cantón Pujilí.

### **5.2. Objetivo Específicos.**

- Diagnosticar la situación actual del parque automotor a diésel en el cantón Pujilí.
- Monitorear el porcentaje de opacidad generado por el parque automotor a diésel del cantón Pujilí, mediante el uso del equipo AVL DITEST Gas 1000.
- Comparar los resultados del monitoreo con la normativa vigente, para el planteamiento de medidas de mitigación y control ambiental.

## 6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.

**Tabla 3.** Actividades de los objetivos.

OBJETIVOS	ACTIVIDAD	RESULTADO DE LA ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD
Objetivo 1			
Diagnosticar la situación actual del parque automotor a diésel en el cantón Salcedo.	<p><b>1.1.</b> Recopilación de información de la situación actual del parque automotor a diésel.</p> <p><b>1.2.</b> Determinación del número de automotores a diésel que se utilizarán para el monitoreo.</p>	<p>Información de la situación actual del parque automotor.</p> <p>-Número de automotores a diésel para el análisis.</p>	<p>-Revisión bibliográfica de análisis estadísticos del INEC sobre Vehículos motorizados matriculados por uso, según provincia y tipo de combustible en el año 2016.</p> <p>-Cálculo de la muestra a partir de datos de estudios realizados por el INEC.</p>
Objetivo 2			
Monitorear el porcentaje de opacidad generado por el parque automotor a diésel de cantón Salcedo mediante el uso del medidor de gases AVL DITEST Gas 1000.	<b>2.1</b> Medición del porcentaje de opacidad de los vehículos con motor de diésel, con el equipo AVL DITEST con accesorio a diésel (Opacímetro DISMOKE 480).	-Obtención de los porcentajes de opacidad de los vehículos con motor de diésel.	-Mediante el método de aceleración libre se realizó la medición del porcentaje de opacidad, utilizando el equipo AVL DITEST Gas 1000 con accesorio a diésel (Opacímetro DISMOKE 480).
Objetivo 3			
Comparar los resultados obtenidos en el monitoreo con la normativa vigente, para el planteamiento de estrategias de mitigación.	<p><b>3.1</b> Comparación de los resultados obtenidos en el monitoreo con la Normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 207:2002.</p> <p><b>3.2</b> Planteamiento de estrategias de mitigación.</p>	<p>-Resultados que se encuentran dentro y fuera de los límites permisibles.</p> <p>Propuesta elaborada de estrategias de mitigación</p>	<p>-Se clasificó los resultados por año de fabricación de los vehículos para ser comparados con la tabla de Límites máximos de opacidad de emisiones para fuentes móviles a diésel, como se determina en la Normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 207:2002</p> <p>-De acuerdo a los resultados obtenidos se planteó estrategias de mitigación para que sean acogidas por las autoridades pertinentes en el tema, para que se establezcan medidas de control, y mitigación.</p>

*Elaborado por: Edith Alcocer (2018).*

## **7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.**

### **7.1. El Aire.**

El aire es una mezcla de varios gases, principalmente y en mayor proporción, nitrógeno y oxígeno, sin olor ni sabor que llena todos los espacios ordinariamente considerados como vacíos (Nuñez, 2011).

### **7.2. Calidad del aire.**

Se entiende por guía de calidad del aire al valor estimado del nivel de concentración de un contaminante del aire al cual pueden estar expuestos los seres humanos durante un tiempo determinado sin riesgos apreciables para la salud. Estos estimados son recomendaciones o sugerencias y no se encuentran respaldados por normas legales. La norma de calidad del aire trata de un instrumento legal que establece el límite máximo permisible de concentración de un contaminante del aire durante un tiempo promedio de muestreo determinado, medido de acuerdo a métodos de referencia o equivalentes a éste debidamente documentados, definido con el propósito de proteger la salud y el ambiente (Sbarato, Sbarato, & Ortega, 2016)

### **7.3. Contaminación del aire.**

La contaminación atmosférica se define como la presencia de sustancias extrañas en el aire, sean estas gaseosas, solidas, o una combinación de ambas, en cantidad o concentración suficiente (Pousa, 2005).

Adicionalmente la contaminación atmosférica se define también como la perturbación de un ecosistema, por introducción de energía o materia, y esta puede ser inorgánica u orgánica y viva o no viva. Precisamente según la naturaleza del agente contaminante se suele distinguir entre:

contaminación física: como el calor, radiación, ruido; contaminación química: producida por metales, plaguicidas, hidrocarburos, etc.; y contaminación biológica: generada básicamente por virus, bacterias, hongos, parásitos, etc. (Ezpeleta, 2003).

### **7.3.1. Tipos de contaminantes.**

Los contaminantes atmosféricos que causan el deterioro de la atmosfera consisten en una gran variedad de gases, vapores y partículas. Algunos de los contaminantes más comunes del aire, consisten en gases inorgánicos, especialmente óxidos de nitrógeno, azufre y carbono. Vapores orgánicos de varios tipos, constituyen una clase importante de contaminantes atmosféricos, como por ejemplo los responsables del neblumo o smog fotoquímico (Manahan, 2007).

Los contaminantes primarios en la atmosfera son aquellos que se emiten directamente. Un ejemplo de contaminante primario es el dióxido de azufre,  $\text{SO}_2$ , que daña directamente la vegetación y es un irritante pulmonar. De importancia mayor en la mayoría de los casos son los contaminantes secundarios, que se forman por medio de procesos químicos atmosféricos que actúan sobre los contaminantes primarios o incluso sobre especies no contaminantes en la atmosfera. Generalmente, los contaminantes secundarios son producidos por la tendencia natural de la atmosfera a oxidar los gases traza en ella. El ácido sulfúrico,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  que es un contaminante secundario, se genera por oxidación del contaminante primario  $\text{SO}_2$ , mientras que el, contaminante secundario  $\text{NO}_2$  se produce cuando se oxida el contaminante primario  $\text{NO}$ . Uno de los contaminantes secundarios más importantes en la troposfera es el ozono,  $\text{O}_3$ , para el que la materia prima es el oxígeno atmosférico,  $\text{O}_2$ . En la troposfera se producen niveles contaminantes de ozono por medio de procesos fotoquímicos en presencia de hidrocarburos u otros compuestos carbonosos y  $\text{NO}_x$  ( $\text{NO} + \text{NO}_2$ ). Otro tipo importante de contaminante secundario consiste en la materia particulada generada por reacciones químicas atmosféricas que operan sobre los contaminantes primarios gaseosos (Manahan, 2007).

### **7.3.2. Fuentes de Contaminación del Aire.**

Las fuentes de contaminación del aire proceden de dos fuentes de emisión principales:

- **Naturales:** son emitidos por fenómenos naturales que ocurren en la dinámica geográfica, tales como erupción de volcanes, incendios forestales, descomposición de materia orgánica en el suelo, erosión por el viento, ciclones, relámpagos, etc.
- **Antropogénicas:** son las emisiones producidas por la actividad humana y se pueden clasificar en dos tipos:
  - a) Fuentes fijas: industrias, hogares y actividades localizadas.
  - b) Fuentes móviles: automóviles, barcos, aviones, entre otros (Solís & Amado, 2003).

### **7.4. Contaminación del aire por Fuentes Móviles.**

Las fuentes móviles se definen como aquellas que tienen la capacidad de auto desplazamiento, emitiendo contaminantes en su trayectoria. Estas pueden ser automóviles, autobuses, camiones, trenes, aviones, barcos, entre otros. Dentro de este grupo, los vehículos son los que producen la mayor contaminación debido a la gran cantidad existente en el mundo. Los motores de combustión interna usados en vehículos, tanto de gasolina como de diésel, emiten gases como monóxido de carbono, hidrocarburos, óxidos de nitrógeno, dióxido de azufre y partículas en suspensión, emitidos al exterior por parte del sistema de escape, afectando de esta manera la salud de las personas y el ambiente que los rodea. (Vintimilla, 2015).

#### **7.4.1. Parque automotor.**

El parque automotor, es uno de los principales causantes en los últimos tiempos del deterioro ambiental global y uno de los autores del efecto invernadero que existe en la actualidad en nuestro planeta, debido a que los motores de los autos tanto gasolina como diésel emiten gases contaminantes como lo es el monóxido de carbono, esta contaminación también ha provocado

efectos negativos en la salud de la población causándoles enfermedades como: reacción alérgica, agotamiento físico, irritabilidad, insomnio, enfermedades respiratorias, digestivas entre otras. (Herrera, 2016).

#### **7.4.1.1. Clasificación del Parque Automotor.**

La Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 207:2002, clasifica los vehículos automotores en:

**Vehículo liviano.** Es aquel vehículo automotor tipo automóvil o derivado de éste, diseñado para transportar hasta 12 pasajeros.

**Vehículo mediano.** Es aquel vehículo automotor cuyo peso bruto vehicular es menor o igual a 3 860 kg, cuyo peso neto vehicular es menor o igual a 2 724 kg y cuya área frontal no exceda de 4,18 m<sup>2</sup>. Este vehículo debe estar diseñado para:

Transportar carga o para convertirse en un derivado de vehículos de este tipo

Transportar más de 12 pasajeros

Ser utilizado u operado fuera de carreteras o autopistas y contar para ello con características especiales.

**Vehículo pesado.** Es aquel vehículo automotor cuyo peso bruto del vehículo sea superior a 3 860 kg, o cuyo peso neto del vehículo sea superior a 2 724 kg, o cuya área frontal excede de 4,18 m<sup>2</sup>.

#### **7.5. Emisiones Contaminantes producidas por el Parque Automotor a Diésel.**

La combustión perfecta libera, al igual que en el motor a gasolina, gases no contaminantes como el CO<sub>2</sub> y N<sub>2</sub>. En este caso debido al funcionamiento del motor no se da siempre una combustión completa y se expulsan, además de los gases liberados en los motores a gasolina explicados

anteriormente, dióxidos de azufre (SO<sub>2</sub>) y partículas sólidas, los cuales también son tóxicos. El proceso de combustión en un motor de encendido por compresión se produce al mezclar el aire con diésel, a diferencia del motor de gasolina en este caso no se produce el encendido por chispa sino por la alta presión y temperatura dentro del cilindro debido a la compresión de la mezcla (Vintimilla, 2015).

### **7.5.1. Diésel.**

Combustible derivado del petróleo constituido básicamente por hidrocarburos. Puede además contener compuestos metálicos, azufre y hidrocarburos. Puede además contener compuestos metálicos, azufre, nitrógeno etc. (Ferreira, 2009).

El gasoil es un combustible líquido de gran calidad obtenido como producto intermedio en la columna de destilación atmosférica del petróleo. En el campo de la automoción, se utiliza en motores de encendido por compresión, que siguen ciclo Diésel, tanto para vehículos ligeros como para vehículos pesados (Perez, 2012).

#### **7.5.1.1. Propiedades del Diésel.**

Es un combustible de mayor masa molecular, densidad y menor volatilidad que la gasolina. El gasoil es un líquido viscoso de un tono entre transparente y ligeramente rojizo. Las propiedades físico-químicas más relevantes que definen su uso en motores de ciclo Diésel son: número de Cetano, viscosidad.

- **Número de Cetano:** para obtener un funcionamiento suave del motor Diésel se necesita una inflamación rápida del combustible a medida que va entrando en contacto con el aire de la cámara de combustión.

- **Viscosidad:** una disminución de la viscosidad del gasoil hace más fácil la pulverización del combustible, sin embargo si es demasiado baja no se consigue la lubricidad adecuada en la bomba de inyección.

Su uso en motores de encendido por compresión requiere de una elevada lubricidad y una elevada facilidad de autoencendido (medida gracias al número de cetano), y también ha de tener facilidad de vaporización en el cilindro (Perez, 2012).

#### 7.5.1.2. Características medioambientales del Diésel.

Uno de los puntos destacables que plantean la diversificación de los combustibles tradicionales son sus características medioambientales. La utilización del gasoil en motores alternativos de combustión interna provoca altas emisiones de  $\text{NO}_{xy}$  de partículas sólidas en suspensión que afectan negativamente a la calidad atmosférica y a la salud (Perez, 2012).

La calidad de diésel en términos medioambientales está definida básicamente por:

- **Contenido de Azufre:** Presente principalmente en el diésel en forma de benzotiofenos y de dibenzotiofenos, es un elemento indeseable debido a la acción corrosiva de sus compuestos y por la formación de gases tóxicos  $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$  en la combustión, en presencia de agua los  $\text{SO}_3$  llevan a la formación de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , ácido sulfúrico.
- **Número De Cetanos:** Mide la calidad de ignición de un combustible en un motor Diésel, tiene influencia directa en la partida del motor y en su funcionamiento en sobrecarga. Cuánto menor es el Nro. de Cetano, mayor es el retardo en la ignición (Ferreira, 2009).

#### 7.5.2. Combustión de los vehículos a diésel.

El motor diésel es un motor de combustión interna alternativo de encendido por compresión. La combustión de la mezcla se inicia por el autoencendido del combustible que tras ser inyectado en la cámara de combustión al final de la fase de compresión se ha evaporado y mezclado con el aire.

Los motores Diésel son los motores de combustión interna alternativos más eficientes, pudiendo sobrepasar un rendimiento del 50% en el caso de los grandes motores lentos (Castillejo, 2014).

El menor consumo de combustible tiene como resultado un menor nivel de contaminación, esto destaca la importancia del motor diésel. Pueden ser diseñados para trabajar con un ciclo de 2 o de 4 tiempos dependiendo de su aplicación. En la automoción casi siempre se usa el de 4 tiempos (Castillejo, 2014).

### 7.5.2.1. Ciclo Diésel.

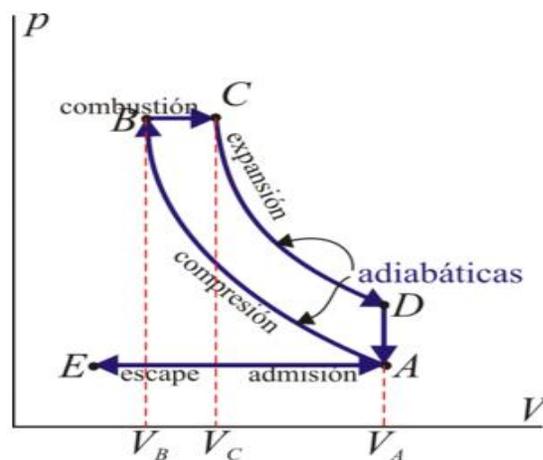
Un ciclo Diésel ideal es un modelo simplificado de lo que ocurre en un motor diésel. En un motor de esta clase, a diferencia de lo que ocurre en un motor de gasolina la combustión no se produce por la ignición de una chispa en el interior de la cámara. En su lugar, aprovechando las propiedades químicas del gasóleo, el aire es comprimido hasta una temperatura superior a la de auto ignición del gasóleo y el combustible es inyectado a presión en este aire caliente, produciéndose la combustión de la mezcla. Puesto que sólo se comprime aire, la relación de compresión (cociente entre el volumen en el punto más bajo y el más alto del pistón) puede ser mucho más alta que la de un motor de gasolina (que tiene un límite, por ser indeseable la auto ignición de la mezcla). La relación de compresión de un motor diésel puede oscilar entre 12 y 24, mientras que el de gasolina puede rondar un valor de 8 (Universidad de Sevilla , 2013).

Para modelar el comportamiento del motor diésel se considera un ciclo Diésel de seis pasos, dos de los cuales se anulan mutuamente:

- **Admisión E→A:** El pistón baja con la válvula de admisión abierta, aumentando la cantidad de aire en la cámara. Esto se modela como una expansión a presión constante (ya que al estar la válvula abierta la presión es igual a la exterior). En el diagrama PV aparece como una recta horizontal.
- **Compresión A→B:** El pistón sube comprimiendo el aire. Dada la velocidad del proceso se supone que el aire no tiene posibilidad de intercambiar calor con el ambiente, por lo que el proceso es adiabático. Se modela como la curva adiabática reversible A→B, aunque en realidad no lo es por la presencia de factores irreversibles como la fricción.

- **Combustión B→C:** Un poco antes de que el pistón llegue a su punto más alto y continuando hasta un poco después de que empiece a bajar, el inyector introduce el combustible en la cámara. Al ser de mayor duración que la combustión en el ciclo Otto, este paso se modela como una adición de calor a presión constante. Éste es el único paso en el que el ciclo Diésel se diferencia del Otto.
- **Expansión C→D:** La alta temperatura del gas empuja al pistón hacia abajo, realizando trabajo sobre él. De nuevo, por ser un proceso muy rápido se aproxima por una curva adiabática reversible.
- **Escape D→A y A→E:** Se abre la válvula de escape y el gas sale al exterior, empujado por el pistón a una temperatura mayor que la inicial, siendo sustituido por la misma cantidad de mezcla fría en la siguiente admisión. El sistema es realmente abierto, pues intercambia masa con el exterior. No obstante, dado que la cantidad de aire que sale y la que entra es la misma podemos, para el balance energético, suponer que es el mismo aire, que se ha enfriado. Este enfriamiento ocurre en dos fases. Cuando el pistón está en su punto más bajo, el volumen permanece aproximadamente constante y tenemos la isócora D→A. Cuando el pistón empuja el aire hacia el exterior, con la válvula abierta, empleamos la isobara A→E, cerrando el ciclo.

Gráfico 1. Ciclo Diésel



Fuente: (Universidad de Sevilla , 2013)

En total, el ciclo se compone de dos subidas y dos bajadas del pistón, razón por la que es un ciclo de cuatro tiempos, aunque este nombre se suele reservar para los motores de gasolina (Universidad de Sevilla , 2013).

### **7.5.3. Contaminantes emitidos por los motores a diésel.**

Está demostrado que los motores diésel son más eficientes que los de gasolina desde el punto de vista de convertir combustible en movimiento. Esto implica un menor consumo a costa de motores con menor potencia. Volkswagen y otras marcas, para incrementar la potencia de sus motores diésel inyectan mucho más aire en la mezcla con el combustible, de ahí el hecho de que al día de hoy casi todos los diésel tengan turbo. Esta inyección de aire sirve para aumentar la proporción de oxígeno en la mezcla, sin embargo este incremento de oxígeno implica también un incremento de nitrógeno. La combustión del oxígeno y el combustible no es perfecta y parte del oxígeno queda sin quemar, entonces debido a las altas presiones y temperaturas usadas por este tipo de motores el nitrógeno se combina con el oxígeno no quemado generando los perniciosos óxidos y dióxidos de nitrógeno normalmente llamados  $\text{NO}_x$ . Además, el diésel contiene partículas, algunas de ellas nano partículas que no se queman y van junto con el  $\text{NO}_x$  a la atmósfera (Ferraz, 2015).

Los motores diésel transforman la energía química contenida en el combustible en fuerza mecánica. El combustible es inyectado bajo presión al cilindro del motor, donde se mezcla con aire y produce la combustión. Los gases del escape que descarga el motor contienen componentes que son nocivos para la salud humana y el medio ambiente (Tamés, 2013).

Más de un siglo después de ser patentado, el motor diésel juega un papel clave en el mantenimiento y desarrollo de la sociedad actual. Este motor equipa a una amplia gama de automóviles, camiones, autobuses, barcos y buques, maquinaria agrícola, industrial, de construcción y de generación eléctrica, entre otros. Su principal ventaja es la eficiencia energética, ya que convierte más energía química o calorífica en mecánica que otros tipos de motores de combustión interna. Los costes de fabricación son superiores a los de motores de gasolina equivalentes debido a las exigencias superiores en lo referente a la presión superior a la que han de trabajar y el mayor coste de los sistemas auxiliares como la inyección o la sobrealimentación. Sin embargo, tanto la mayor eficiencia energética y por tanto menor consumo de los motores diésel hacen que su utilización sea preferente debido a su mayor rentabilidad, aunque en aplicaciones estacionarias y de vehículos de uso urbano se plantea el gas natural como una alternativa viable y atractiva. La clave del motor diésel es su ignición por compresión, lo que requiere de mayores temperaturas de combustión con

llamas de difusión y mezcla heterogénea durante la combustión. Ello incrementa la eficiencia energética pero también presenta un problema en cuanto a las emisiones de contaminantes. Aunque este tipo de motores emitan menos monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos (HC) que sus equivalentes en gasolina o gas natural, las emisiones de óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y de material particulado (PM) son muy superiores. La Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos (US-EPA) ha calificado a las emisiones de material particulado (PM) procedentes del diésel como una de las principales fuentes móviles de emisión de contaminantes atmosféricos tóxicos. (Querol, y otros, 2006)

#### **7.5.4. Opacidad.**

La opacidad es el nivel de oscuridad con el que salen los humos de la combustión y está formada por partículas sólidas y hollín sobrante de dicha combustión, la opacidad de los humos aparecerá en mayor proporción cuanto más denso sea el combustible utilizado (Anonimo, s.f).

Es la condición en la cual una materia impide parcial o totalmente el paso del haz de luz. (Instituto Ecuatoriano de Normalización , 2000).

Para la medición de la opacidad se utilizan opacímetros que son analizadores de humos de cámara cerrada que funcionan bajo el procedimiento de muestreo de descargas parciales utilizados en los Programas de Verificación Vehicular y de acuerdo a lo indicado en la norma técnica vigente.

Tienen dos escalas de medición:

- Una de ellas en unidades de absorción de luz expresada en m-1
- La otra lineal de 0 % a 100 % de opacidad

Ambas escalas de medición se extienden desde cero con el flujo total de luz hasta el valor máximo de la escala con obscurecimiento total (Asociados Metas y Metrologos, 2008).

#### **7.5.5. Efectos en la Salud por las emisiones de Diésel.**

Durante años se ha dicho que los motores diésel son mejores para el medio ambiente dado que generan menos CO<sub>2</sub> y así inciden en menor medida en el calentamiento global. Sin embargo hay que decir que el CO<sub>2</sub> es inocuo para nosotros mientras que el NO<sub>x</sub> y las partículas afectan directamente a nuestra salud. Obviamente hay muchos más gases tóxicos en el humo que desprenden estos motores, sin embargo el NO<sub>x</sub> y las nano partículas han tomado especial relevancia por sus efectos (Ferraz, 2015).

Por ejemplo el NO<sub>x</sub> tiene la capacidad de combinarse con otros compuesto que hay en la atmósfera y genera dificultades respiratorias en personas sensibles, inflama los pulmones pudiendo desencadenar asma y bronquitis, aumenta el riesgo de ataques cardíacos, accidentes cerebrovasculares, etc. Por otro lado las nano partículas, de las cuales nuestro cuerpo es incapaz de protegerse, van taponando los bronquios y alvéolos al respirarlas, lo cual produce una disminución de la capacidad de oxigenación de la sangre (Ferraz, 2015).

## **7.5.6. Equipo para la Medición de Opacidad.**

### **7.5.6.1. Opacímetro**

**Gráfico 2.** Equipo AVL DITEST



*Fuente:* (AVL DITEST, 2015)

Instrumento que mide la opacidad de una muestra de gases de un escape y lo expresa en porcentaje. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2009).

Instrumento de medición que opera sobre el principio de reducción de la intensidad de la luz que se utiliza para determinar el porcentaje de opacidad. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2000).

#### 7.5.6.2. Datos Técnicos del Equipo.

**Tabla 4.** Datos Técnicos del Equipo.

<b>Principio de medición</b>	Medición de la extinción
<b>Temperatura de funcionamiento</b>	5...+45° C La adhesión a la medición de precisión
	1...+50 ° C Listo para la medición
<b>Temperatura de almacenamiento</b>	-20...+60 ° C
<b>Humedad del aire</b>	Max. 90%, sin condensación.
<b>Fuente de alimentación</b>	AVL DiSmoke 480: de AVL DiLink 480 AVL DiSmoke 480 BT: 90-230 V de red eléctrica
<b>Poder de dibujo</b>	AVL DiSmoke 480: Aprox. 55 VA (con calefacción) AVL DiSmoke 480 BT: Aprox. 78 VA (con calefacción)
<b>Dimensiones</b>	AVL DiSmoke 480: 395 x285x 136 (anchura x altura x profundidad) AVL DiSmoke 480 BT: 490 x 285 x 136 (anchura x altura x profundidad )

<b>Peso</b>	AVL DiSmoke 480: 3,5 kg AVL DiSmoke 480 BT: 4,6 kg
<b>Cámara de medición de turbidez</b>	
<b>Calefacción cámara de medición</b>	100 ° C
<b>Longitud efectiva</b>	0.215 ± 0.002 m
<b>Temperatura máxima de escape</b>	200 ° C
<b>Rango de medición – Resolución</b>	
<b>Turbidez</b>	0-100% 0,1%
<b>Absorción</b>	0-99.99 1/m 0.01 1/m

*Fuente:* (AVL DITEST, 2015)

## **7.6. Marco Legal.**

### **7.6.1. Normativa Ecuatoriana.**

#### **7.6.1.1. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 202:2000.**

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

## **1. OBJETO**

**1.1** 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 diésel mediante el método de aceleración libre.

## **2. ALCANCE**

**1.2** Esta norma se aplica a los vehículos automotores cuyo combustible es diésel.

## **4. DISPOSICIONES GENERALES**

**4.1** 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.

**4.2** Los importadores y distribuidores, están obligados a suministrar copia de la certificación establecida en el numeral 4.1, a quienes adquieran los opacímetros

## **5. MÉTODO DE ENSAYO**

### **5.1 Fundamento.**

**5.1.1** 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.

### **5.2 Equipos**

**5.2.1** Ver numeral 4, Disposiciones Generales.

**5.2.2** Capacidad de auto calibración. Los opacímetros deben tener incorporada esta función propia, la cual se debe realizar automáticamente cada vez que el opacímetro es encendido, o manualmente, cada vez que el usuario lo requiera.

**5.2.3** Los opacímetros deben contar con un dispositivo de impresión directa de los resultados y de la identificación del vehículo automotor medido.

**5.2.4** El equipo debe disponer de las características de seguridad que garanticen la protección del operador.

### **5.3 Calibración**

**5.3.1** 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.

**5.3.2** 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.

**5.3.3** 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.

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

**5.3.3.2** El error de lectura no deberá superar a  $\pm 1$  % del valor conocido.

**5.3.4** La calibración del opacímetro se debe realizar siguiendo estrictamente las especificaciones de frecuencia del fabricante del equipo.

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

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

## **5.4 Procedimiento de medición**

**5.4.1** Antes de la prueba.

**5.4.1.1** Verificar que el sistema de escape del vehículo se encuentre en perfectas condiciones de funcionamiento y sin ninguna salida adicional a las del diseño, que provoque dilución de los gases de escape o fugas de los mismos. Las salidas adicionales a las contempladas en el diseño original no deben ser aceptadas, aunque éstas se encuentren bloqueadas al momento de la prueba.

**5.4.1.2** Verificar que el nivel de aceite en el cárter del motor del vehículo esté entre el mínimo y el máximo recomendado por el fabricante del vehículo, con el motor apagado y el vehículo en posición horizontal.

**5.4.1.3** Verificar que el motor del vehículo se encuentre en la temperatura normal de operación.

**5.4.1.4** Verificar que la transmisión del vehículo se encuentre en neutro (transmisión manual) o en parqueo (transmisión automática).

**5.4.1.5** Si el vehículo no cumple con las condiciones determinadas anteriormente, la prueba no se debe realizar, hasta que se corrijan las fallas correspondientes.

**5.4.1.6** Someter al equipo de medición a un período de calentamiento y estabilización, según las especificaciones del fabricante.

**5.4.1.7** Verificar que se haya realizado el proceso de auto calibración en el equipo.

**5.4.1.8** Verificar que el opacímetro marque cero en la lectura.

## **5.4.2 Medición**

**5.4.2.1** Verificar que no exista ningún impedimento físico para el libre movimiento del acelerador.

**5.4.2.2** Con el motor funcionando en "ralenti", realizar por lo menos tres aceleraciones consecutivas, desde la posición de "ralenti" hasta la posición de máximas revoluciones, con el fin de limpiar el tubo de escape.

**5.4.2.3** Conectar la sonda de prueba a la salida del sistema de escape del vehículo.

**5.4.2.4** Aplicar aceleración libre al vehículo y permitir que el motor regrese a condición de "ralenti".

**5.4.2.5** Repetir lo indicado en el numeral 5.4.2.4, por lo menos seis veces, consecutivamente.

**5.4.2.6** En cada ciclo, registrar el valor del porcentaje de opacidad máximo obtenido. No se deben tener en cuenta los valores leídos mientras el motor está en marcha mínima, después de cada aceleración.

**5.4.2.7** Para el resultado final, considerar como mínimo tres lecturas tomadas en estado estable, es decir, cuando al menos estas tres lecturas consecutivas se sitúen dentro de un rango del 10 %, y no formen una secuencia decreciente.

## **5.5 Informe de resultados**

**5.5.1** El resultado final será la media aritmética de los valores de las tres lecturas obtenidas en el numeral 5.4.2.7.

**5.5.2** 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.

**7.6.1.2. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 207:2002.**

GESTIÓN AMBIENTAL. AIRE. VEHÍCULOS AUTOMOTORES. LÍMITES PERMITIDOS DE EMISIONES PRODUCIDAS POR FUENTES MÓVILES TERRESTRES DE DIÉSEL.

**1. OBJETO**

**1.1** Esta norma establece los límites permitidos de emisiones de contaminantes producidas por fuentes móviles terrestres (vehículos automotores) de diésel.

**2. ALCANCE**

**2.1** Esta norma se aplica a las fuentes móviles terrestres de más de tres ruedas o a sus motores, según lo definido en los numerales 3.26 y 3.27.

**2.2** Esta norma no se aplica a las fuentes móviles que utilicen combustibles diferentes a diésel.

**2.3** Esta norma no se aplica a motores de pistón libre, motores fijos, motores náuticos, motores para tracción sobre rieles, motores para aeronaves, motores para tractores agrícolas, maquinarias y equipos para uso en construcciones y aplicaciones industriales.

**6. REQUISITOS**

**6.3** Requisitos máximos de opacidad de humos para fuentes móviles de diésel. Prueba de aceleración libre.

**6.3.1** Toda fuente móvil con motor de diésel, en condición de aceleración libre, no podrá descargar al aire humos en cantidades superiores a las indicadas en la tabla 3.

**Tabla 3. Límites máximos de opacidad de emisiones para fuentes móviles con motor de diesel (prueba de aceleración libre)**

<b>Año modelo</b>	<b>% Opacidad</b>
2000 y posteriores	50
1999 y anteriores	60

Fuente: NTE INEN 2 207:2002

## **8. PREGUNTA CIENTÍFICA.**

¿El porcentaje de opacidad producto de la combustión en el parque automotor a diésel del cantón Pujilí supera los límites máximos permisibles que establece la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 2007:2002?

Se realizó la medición del porcentaje de opacidad a 150 vehículos en los 5 puntos de monitoreo, los resultados indican que el 67 % de vehículos del parque automotor a diésel del cantón Pujilí, superan los límites máximos permisibles que establece la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 2007:2002, ocasionando impactos negativos en la calidad de aire y en la salud de la población, por lo que es necesario ejecutar acciones, medidas y estrategias para el control y mitigación de la contaminación ambiental.

## **9. METODOLOGÍA:**

### **9.1. Área de Estudio.**

El cantón Pujilí está ubicado en la Provincia de Cotopaxi, en las Coordenadas 78°43'20''W y 00°57'26''S. a 2.870 metros sobre el nivel del mar, la temperatura varía entre los 8 y 23 °C. Tiene un área de 1.305 km<sup>2</sup> y se encuentra a 10 Km. de Latacunga (Municipio de Pujili, 2013).

#### **9.1.1. Ubicación de los puntos de Monitoreo**

**Gráfico 4.** Puntos de monitoreo en el cantón Salcedo.

*Elaborado por: Edith Alcocer*

**Gráfico 3.** Punto de monitoreo en el cantón Pujilí.

*Elaborado por: Edith Alcocer*

En el cantón de Pujilí se estima que existen aproximadamente 1618 vehículos con motor de diésel, para esta investigación se tomó una muestra de 150, las mediciones de opacidad se realizaron en 5 puntos que se determinaron con la información obtenida por parte de la Empresa Pública de Movilidad de la Mancomunidad de Cotopaxi, estos fueron estratégicos, debido a que existe mayor afluencia de vehículos con motor de diésel:

- **Punto 1:** La Empresa Pública de Movilidad de la Mancomunidad de Cotopaxi se encarga de la planificación, organización, funcionamiento, regulación, control del transporte terrestre de tránsito y seguridad de los cantones de Saquisilí, Pujilí, Salcedo, La Mana, Pangua, y Sigchos.

En este punto se realizó la medición de opacidad a los vehículos con motor a diésel del cantón Pujilí que acuden a la matriculación vehicular.

- **Punto 2:** Parada Integrada de Pujilí, se realizaron las mediciones a los buses intercantonales de las Cooperativas 14 de Marzo, Vivero, y de la Cooperativa Pujilí.

- **Punto 3:** “El Rancho” garaje de vehículos del GAD Pujilí, en este lugar se realizó la medición de opacidad a las volquetas, un tanquero y la maquinaria pesada con la que cuenta el GAD de Pujilí

- **Punto 4:** Oficina de la Cooperativa La Merced, este fue un punto clave para realizar la medición de opacidad a las unidades de la Cooperativa de buses Urbanos La Merced.
- **Punto 5:** Sindicato de choferes Profesionales de Pujilí, en este punto se coordinó la medición de opacidad para las unidades de la Cooperativa de Transporte Escolar Patrimonio Pujilense.

## **9.2. Unidad de estudio.**

### **9.2.1. Población Total.**

La población total de vehículos para la medición de la opacidad producto de la combustión del parque automotor a diésel, se calculó en base a datos e información del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos debido a la falta de documentos para validar la información.

Se calculó el número de vehículos en el cantón Pujilí, en base al análisis estadístico del INEC, en el que se determina que en el Ecuador existe un indicador de 124 vehículos matriculados por cada 1000 habitantes (Instituto Nacional de Estadísticas y Censo, 2016).

El cantón Pujilí tiene 76795 habitantes según la proyección poblacional del INEC para el año 2016, por lo tanto se estima que existen 9522 vehículos en este cantón.

### **9.2.2. Población de vehículos a diésel.**

El número de vehículos a diésel se determinó en base al anuario de transporte realizado por el INEC en el que se determina el NÚMERO DE VEHÍCULOS MOTORIZADOS MATRICULADOS POR USO, SEGÚN PROVINCIA Y TIPO DE COMBUSTIBLE EN EL AÑO 2016, en esta tabla se detalla el porcentaje de vehículos por tipo de combustible. (Instituto Nacional de Estadísticas y Censo, 2016).

**Tabla 5. Porcentaje de vehículos según el tipo de combustible en la provincia de Cotopaxi**

<b>PROVINCIA DE COTOPAXI</b>		
<b>TIPO DE COMBUSTIBLE</b>	<b>NÚMERO DE VEHÍCULOS</b>	<b>PORCENTAJE</b>
Diésel	6.201	17
Gasolina	30.278	82
Híbrido	25	0.068
Gas Licuado de Petróleo	7	0.019
<b>TOTAL</b>	<b>36.511</b>	<b>100</b>

*Fuente: INEC*

*Elaborado por: Edith Alcocer*

Con esta información se determinó el número de vehículos a Diésel del cantón Pujilí.

**Tabla 6. Porcentaje de vehículos según el tipo de combustible en el cantón Pujilí.**

<b>NÚMERO DE VEHÍCULOS POR TIPO DE COMBUSTIBLE EN EL CANTÓN PUJILÍ 2016</b>		
<b>TIPO DE COMBUSTIBLE</b>	<b>NÚMERO DE VEHÍCULOS</b>	<b>PORCENTAJE</b>
Híbrido	6,48	0,068
Gas Licuado de Petróleo	1,81	0,019
Gasolina	7808,52	82
<b>Diésel</b>	<b>1618,84</b>	<b>17</b>
<b>TOTAL VEHÍCULOS</b>	<b>9522,58</b>	<b>100</b>

*Fuente: INEC*

*Elaborado por: Edith Alcocer*

Por lo tanto para la población 2016 de Pujilí el número de vehículos a diésel son aproximadamente **1618**.

### 9.2.3. Muestra.

La población estimada de vehículos a diésel de esta investigación es de 1618. Para calcular la muestra se aplicó la siguiente formula, (Asesoría Económica y Marketing, 2009):

$$n = \frac{(k)^2 * [p * q] * N}{(e^2) * (N - 1) + [(k)^2 * [p * q]]}$$

**n:** es el tamaño de la población o universo (número total de posibles encuestados).

**k:** es una constante que depende del nivel de confianza que asignemos. El nivel de confianza indica la probabilidad de que los resultados de nuestra investigación sean ciertos. El valor de k más utilizados y sus niveles de confianza son:

Nivel de confianza 99% es decir el valor de k=2,58

**e:** es el error muestral deseado. El error muestral es la diferencia que puede haber entre el resultado que obtenemos preguntando a una muestra de la población y el que obtendríamos si preguntáramos al total de ella. Porcentaje de 10%

**p:** es la proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio. Este dato es generalmente desconocido y se suele suponer que p=q=0.5 que es la opción más segura.

**q:** es la proporción de individuos que no poseen esa característica, es decir, es 1-p.

**n:** es el tamaño de la muestra (número de encuestas que vamos a hacer).

### Aplicación de la formula

$$n = \frac{(2,58)^2 * [(0.5)(0.5)] * 1618}{(0.10^2) * (1618 - 1) + [(2,58)^2 * [(0.5)(0.5)]]}$$

$$n = \frac{6.65 * [(0.25)] * 1618}{(0.01) * (1617) + [6.65 * [(0.25)]]}$$

**n=150 vehículos**

### **9.3. Tipo de Investigación.**

#### **9.3.1. Investigación bibliográfica:**

Se empleó este tipo de investigación para obtener diferentes fuentes de información documental, y para el análisis de la información recopilada en la fundamentación teórica, que facilitó la identificación del problema de estudio, y nos sirvió para poseer información verídica en el proceso de investigación, además de adquirir conocimientos para la ejecución de este proyecto.

#### **9.3.2. Investigación de campo.**

La investigación de campo se aplicó para la toma y recopilación de datos e información, a través de la utilización de los equipos para el monitoreo de la opacidad en vehículos a diésel, adicionalmente la investigación de campo nos permitió conocer más acerca del objeto de estudio.

#### **9.3.3. Investigación Analítica.**

A través de la investigación analítica se comprobó y analizó los resultados de las emisiones de gases de los vehículos a diésel; y posterior a esto se realizó comparaciones con la normativa vigente, esto nos ayudó a determinar si las emisiones de los vehículos que circulan en el cantón Pujilí, se encuentran o no dentro de los límites permisibles.

### **9.4. Métodos:**

#### **9.4.1. Método Inductivo:**

Este método permitió obtener datos generales mediante el análisis de los datos obtenidos en el monitoreo de cada vehículo a diésel, estos resultados se compararon con los límites máximos

permisibles vigentes de la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 207:2000, esto fue útil para determinar el número de vehículos según el año de fabricación que cumplen y no cumplen con el porcentaje de opacidad establecido en la normativa. Para este propósito se siguió el proceso didáctico del método inductivo que es: observación, demostración, análisis, comparación, generalización y conclusión o ley.

## **9.5. Técnicas:**

### **9.5.1. Observación:**

La técnica de observación directa permitió identificar el problema de estudio, desde una perspectiva real. Adicionalmente permitió tener un acercamiento con las áreas de estudio, donde se llevó a cabo la ejecución del proyecto.

### **9.5.2. Monitoreo:**

Se empleó esta técnica para recopilar los datos in situ del nivel de opacidad generada por el parque automotor a diésel del cantón Pujilí.

## **9.6. Procedimiento para la medición de la Opacidad con el equipo AVL DI TEST GAS 1000 con accesorio a diésel Opacómetro DISMOKE 480**

### **9.6.1. Procedimiento para el encendido**

a) Conectar los cables y sensores a las conexiones del equipo / Conectar el cable a un regulador de voltaje / Verificar que esté conectado a 110 Voltios/ Presionar el botón de encendido.

b) Ingresar los datos del propietario del vehículo/ Ingresar los datos del vehículo / Vincular los datos.

### **9.6.2. Procedimiento para la colocación del sensor y la sonda de medición de opacidad.**

#### **a) Sensor de Revoluciones por minuto (RPM).**

El sensor mide las revoluciones por minuto del motor del vehículo, tiene un imán que se adhiere a cualquier parte metálica del motor. La luz roja del sensor indica que el sensor no está midiendo las RPM, La luz naranja indica que el sensor mide las RPM en estado de ralentí, y la Luz verde se enciende cuando el sensor está midiendo las aceleraciones.

#### **b) Sonda de medición de opacidad.**

Esta sonda mide la opacidad en porcentaje, emitida por el vehículo, se la coloca después de haber realizado las tres aceleraciones para la limpieza del tubo de escape.

### **9.6.3. Procedimiento para la toma de datos.**

a) Para la toma de datos se cumplió con la metodología y procedimientos establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2 202:2000 Gestión Ambiental. Aire. Vehículos Automotores. Determinación de la Opacidad de Emisiones de Escape de Motores de Diésel Mediante la Prueba Estática. Método de Aceleración Libre.

## **9.7. Equipos para la Medición.**

### **9.7.1. Descripción del equipo AVL DITEST GAS 1000.**

Es un instrumento para la medición de gases de escape para vehículos a gasolina y diésel, diseñado para las pruebas de emisiones oficiales. Por esta razón es invencible por su robustez, rapidez y

eficiencia. El equipo tiene una gran cantidad de características que lo hacen ideal para el manejo del usuario.

### **9.7.2. Descripción del accesorio a diésel Opacímetro Dismoke 480**

El Opacímetro Dismoke 480 es un instrumento destinado a medir la opacidad de los vehículos permite valorar la cantidad de hidrocarburos sin quemar y, por lo tanto, deducir la eficacia de la bomba de inyección.

El opacímetro, está equipado con una bomba de vacío, que arrastra los gases de escape a través de una manguera de muestra insertada en el tubo de escape del vehículo y de ahí al opacímetro, donde una muestra de gas de escape pasa al interior del analizador; una emisión de luz infrarroja es proyectada a través de la muestra de gas de escape.

AVL DiSmoke 480 BT puede comunicarse de forma inalámbrica con el AVL DITEST CDS.

### **9.7.3. Equipo de Protección Personal**

#### **a) Mascarilla.**

La mascarilla se utilizó como protección respiratoria, durante la medición de la opacidad, esta mascarilla tiene filtros que ayudan en la protección contra ciertas partículas.

La mascarilla utilizada está aprobada por NIOSH: P100, tiene el 99,97% mínimo de eficiencia de filtración contra aerosoles sólidos y líquidos incluidos aceites.

#### **b) Guantes de Nitrilo.**

En la medición de la opacidad es necesario mantener contacto con partes del motor y el tubo de escape, por lo que los guantes de Nitrilo fueron útiles para la protección de las manos.

Los guantes de nitrilo son fabricados a partir de polímeros sintéticos, y proporcionan alto confort y sentido del tacto, además de ser una perfecta opción para evitar problemas alérgicos, protección de barrera y resistencia química.

**c) Gafas.**

Se utilizaron gafas protectoras que cumplen con los requisitos para gafas protectoras industriales y brindan protección limitada para los ojos. Estas gafas se utilizaron para la protección de los ojos de objetos o partículas transportadas por el aire.

**d) Calzado de seguridad.**

El calzado de seguridad se utilizó para la protección de probables lesiones que puedan ocasionar los accidentes.

**e) Overol.**

El overol es una prenda que se utiliza por encima de la ropa para proteger el cuerpo, consta de una sola pieza y sirve para proteger de polvo, salpicaduras, etc.

**f) Orejeras.**

Estas orejeras están diseñadas para ofrecer los niveles más elevados de confort, durabilidad y protección disponibles en una orejera.

**g) Casco de protección.**

El casco de protección diseñado para proporcionar protección limitada a la cabeza de caída de objetos pequeños que pueden impactar la parte superior del casco.

## 10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS:

### 10.1. Diagnóstico de la situación actual del parque automotor a diésel

El número de vehículos con motor de diésel del cantón de Pujilí, fue calculado a partir de análisis estadísticos del INEC, teniendo así un total de 9522 vehículos en relación a su población. De este total el 17% corresponde a los vehículos que tienen motores a diésel.

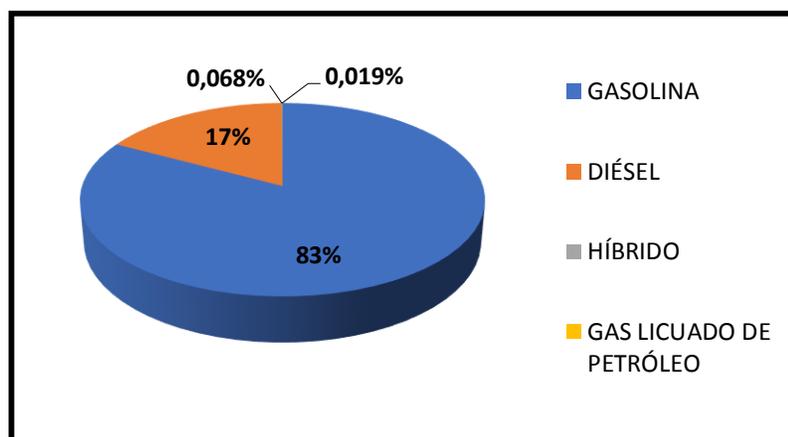
**Tabla 7. Situación Actual Del Parque Automotor en el Cantón Pujilí**

<b>SITUACIÓN ACTUAL DEL PARQUE AUTOMOTOR EN EL CANTÓN PUJILÍ</b>		
<b>TIPO DE COMBUSTIBLE</b>	<b>NUMERO DE VEHÍCULOS</b>	<b>PORCENTAJE</b>
Híbrido	6,48	0,068
Gas Licuado de Petróleo	1,81	0,019
Gasolina	7808,52	82
Diésel	1618.84	17 %
<b>TOTAL DE VEHÍCULOS</b>	<b>9522.58</b>	<b>100%</b>

*Fuente: INEC*

*Elaborado por: Edith Alcocer (2018).*

**Gráfico 5.Situación Actual del Parque automotor en el cantón Pujilí**



*Elaborado por: Edith Alcocer (2018).*

### **Análisis e Interpretación:**

La situación actual del parque automotor del cantón Pujilí, de acuerdo al tipo de combustible: indica que el 83 % corresponde a los vehículos con motor a gasolina, 17% corresponde a los vehículos a diésel, el 0,068% corresponde a vehículos híbridos, el 0,019 % corresponde a vehículos con gas licuado de petróleo.

### **Discusión:**

Los vehículos con motores a gasolina ocupan el porcentaje más alto en el parque automotor en el cantón Pujilí, debido a que los motores a gasolina constituyen en gran parte a los vehículos livianos como son: automóviles particulares, taxis, camionetas, etc. que son los vehículos que más se utilizan para las actividades de comercio y transporte, seguido de los vehículos con motor a diésel estos son los vehículos medianos y pesados como son: camionetas, buses, camiones, furgonetas, volquetas, tráileres, etc. que son utilizados en menor porcentaje.

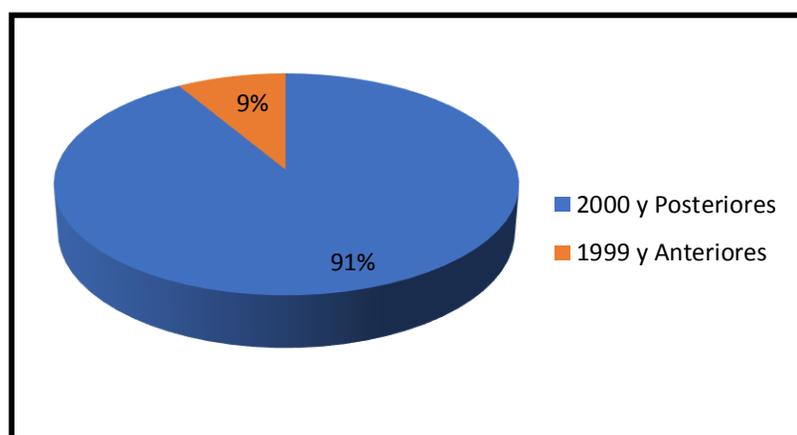
- **Número de vehículos a diésel analizados clasificados por año de fabricación.**

**Tabla 8. Vehículos clasificados por año de fabricación**

VEHÍCULOS POR AÑO DE FABRICACIÓN	
AÑO	N° DE VEHÍCULOS
2000 y Posteriores	137
1999 y Anteriores	13
<b>TOTAL DE VEHÍCULOS</b>	<b>150</b>

*Elaborado por: Edith Alcocer (2018).*

**Gráfico 6. Vehículos clasificados por año de fabricación.**



*Elaborado por: Edith Alcocer (2018).*

### **Análisis e Interpretación:**

En la investigación se realizó la medición de opacidad de 150 vehículos con motor de diésel, para ser comparados con la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 207:2002 es necesario clasificar los vehículos medidos por año de fabricación como se menciona en esta norma. El 91% de vehículos analizados que corresponden a 137 vehículos pertenecen a la categoría de vehículos fabricados en el año 2000 y posteriores, y el 9% de vehículos que corresponden a 13 vehículos pertenecen a la categoría de fabricados en el año 1999 y anteriores.

### **Discusión:**

Se estima que el 91 % del parque automotor del cantón Pujilí, pertenecen a la categoría de vehículos fabricados en el año 2000 y posteriores; este es un aspecto positivo ya que los vehículos fabricados antes de 1999, tienden a emanar un nivel más alto de contaminación.

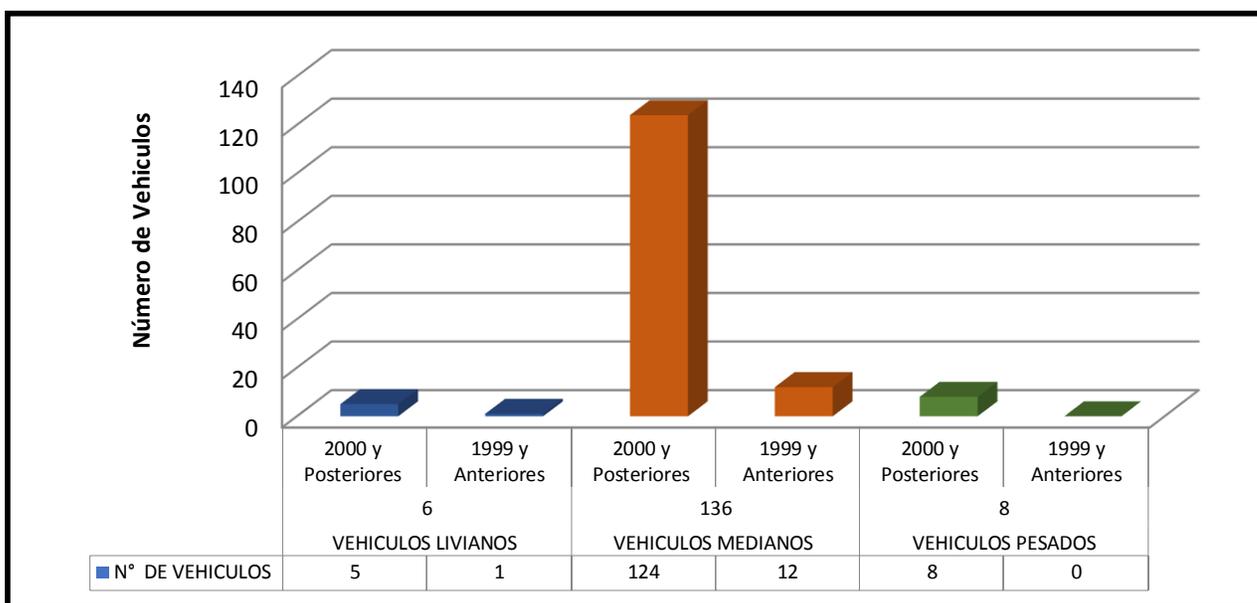
- **Número de vehículos a diésel analizados clasificados por tipo de carga**

**Tabla 9. Vehículos medidos clasificados por carga.**

<b>VEHÍCULOS CLASIFICADOS POR CARGA</b>			
<b>TIPO DE CARGA</b>	<b>AÑO</b>	<b>N° DE VEHÍCULOS</b>	<b>TOTAL</b>
VEHÍCULOS LIVIANOS	2000 y Posteriores	5	6
	1999 y Anteriores	1	
VEHÍCULOS MEDIANOS	2000 y Posteriores	124	136
	1999 y Anteriores	12	
VEHÍCULOS PESADOS	2000 y Posteriores	8	8
	1999 y Anteriores	0	
<b>TOTAL VEHÍCULOS</b>	<b>150</b>		

*Elaborado por: Edith Alcocer (2018).*

**Gráfico 7. Vehículos clasificados por tipo de carga**



*Elaborado por: Edith Alcocer (2018).*

### **Análisis e Interpretación:**

Se monitorearon 150 vehículos a diésel de los cuales: dentro de la clasificación de vehículos livianos 5 vehículos son del año 2000 y posteriores, 1 vehículo es del año 1999 y anteriores, en la categoría de vehículos medianos 124 vehículos son del año 2000 y posteriores, 12 vehículos son del año 1999 y anteriores, en los vehículos pesados fueron medidos 8 vehículos del año 2000 y posteriores.

### **Discusión:**

Se monitoreo un número mayor de vehículos de la categoría de vehículos medianos, estos constituyen camionetas, furgonetas, busetas, ómnibuses, etc. estos vehículos son los más utilizados ya que corresponde al transporte público, escolar, y comercial del parque automotor a diésel del cantón Pujilí,

## **10.2. Monitoreo de Opacidad.**

### 10.2.1. Estadística de la medición de opacidad.

Para la medición de la Opacidad, se realizó la toma de las tres lecturas, con estas lecturas registradas se realizó la media aritmética, los resultados obtenidos fueron comparados con límite máximo permisible de opacidad establecido en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 207:2002 Gestión Ambiental. Aire. Vehículos Automotores. Límites Permitidos de Emisiones producidas por Fuentes Móviles Terrestres de Diésel. Anexo 6

### 10.2.2. Interpretación del análisis de opacidad de los vehículos con motor de diésel clasificado por el año de fabricación.

Se analizó la opacidad de 150 vehículos con motor de diésel del cantón Pujilí, estos vehículos fueron clasificados por el año de fabricación y comparados con la tabla del límite máximo permisible de opacidad establecido en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 207:2002, teniendo como resultado lo siguiente:

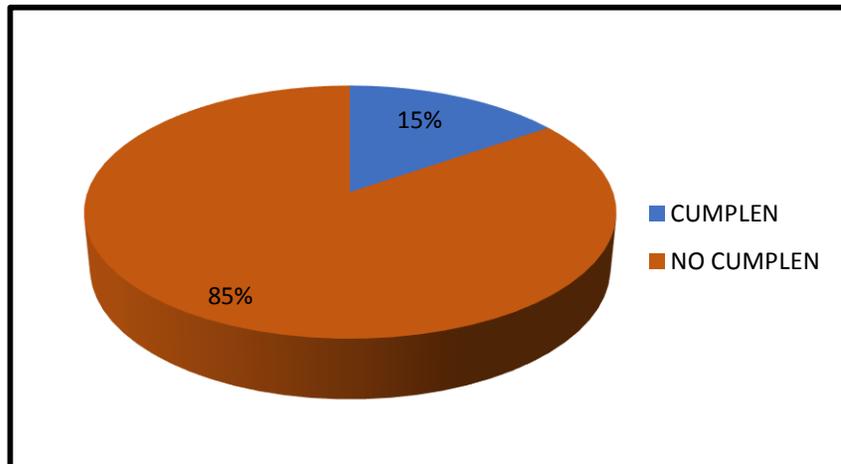
#### a) Análisis de la opacidad de los vehículos con motor de diésel fabricados en el año 1999 y anteriores.

Tabla 10. Análisis de opacidad vehículos fabricados en el año 1999 y anteriores.

<b>ANÁLISIS DE OPACIDAD DE VEHÍCULOS DE AÑO DE FABRICACIÓN 1999 Y ANTERIORES</b>		
<b>CUMPLIMIENTO DE LA NORMA</b>	<b>NÚMERO DE VEHÍCULOS</b>	<b>PORCENTAJE DE VEHÍCULOS</b>
CUMPLEN	2	15%
NO CUMPLEN	11	85%
<b>TOTAL</b>	<b>13</b>	<b>100%</b>

*Elaborado por: Edith Alcocer (2018).*

Gráfico 8. Análisis de opacidad vehículos fabricados en el año 1999 y anteriores.



*Elaborado por: Edith Alcocer (2018).*

### **Análisis e Interpretación:**

Se realizó la medición de opacidad a 13 vehículos que están en la categoría de vehículos fabricados en el año 1999 y anteriores, de los cuales el 15 % que corresponden a 2 vehículos se encuentran dentro de los límites máximos permitidos de opacidad de emisiones para fuentes móviles con motor de diésel (prueba de aceleración libre) establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2 207:2002 ;y el 85% que corresponden a 11 vehículos superan los límites máximos permitidos de opacidad de emisiones para fuentes móviles con motor de diésel (prueba de aceleración libre) establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2 207:2002.

### **Discusión:**

EL 85% de vehículos de la categoría de vehículos fabricados en el año 1999 y anteriores, superan los límites máximos permisibles debido a que los dueños de los vehículos no realizan mantenimientos preventivos ni correctivos en sus vehículos, y principalmente porque no existe una entidad que realice el control de emisiones.

Solo el 15% de vehículos de esta categoría, emiten un nivel de opacidad dentro de los límites permisibles, esto según opiniones de los propietarios de los vehículos debido a que realizan la matriculación y los permisos de operación en la Agencia Nacional de Tránsito y se les exige pasar el control de emisiones.

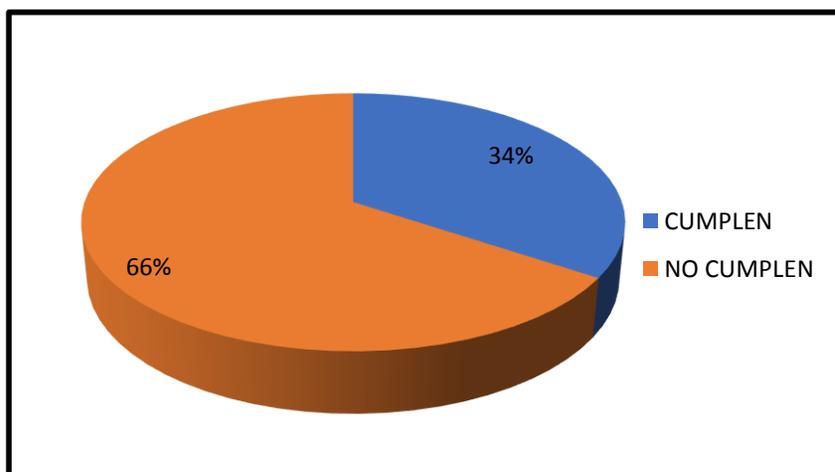
b) Análisis de la opacidad de los vehículos con motor de diésel fabricados en el año 2000 y posteriores.

Tabla 11. Análisis de opacidad vehículos fabricados en el año 2000 y posteriores.

ANÁLISIS DE OPACIDAD DE VEHÍCULOS DE AÑO DE FABRICACIÓN 2000 Y POSTERIORES		
CUMPLIMIENTO DE LA NORMA	NÚMERO DE VEHÍCULOS	PORCENTAJE DE VEHÍCULOS
CUMPLEN	47	34%
NO CUMPLEN	90	66%
TOTAL	137	100%

*Elaborado por: Edith Alcocer (2018).*

Gráfico 9. Análisis de opacidad vehículos fabricados en el año 2000 y posteriores.



*Elaborado por: Edith Alcocer (2018).*

**Análisis e Interpretación:**

Se realizó la medición de opacidad a 137 vehículos que están en la categoría de vehículos fabricados en el año 2000 y posteriores, de los cuales el 34 % que corresponden a 47 vehículos que se encuentran dentro de los límites máximos permitidos de opacidad de emisiones para fuentes móviles con motor de diésel (prueba de aceleración libre) establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2 207:2002 ;y el 66 % que corresponden a 90 vehículos superan los límites máximos permitidos de opacidad de emisiones para fuentes móviles con motor de diésel (prueba de aceleración libre) establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2 207:2002.

### **Discusión:**

El 66% de los vehículos fabricados en el año 2000 y posteriores, superan los límites máximos permisibles, la gran parte de estos, por causas como el desconocimiento de la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2 207:2002, la falta de mantenimiento mecánico del vehículo, y la falta de control por parte de las autoridades competentes.

El 34% de los vehículos que cumplen la normativa es porque sus propietarios han tomado conciencia de que el mantenimiento mecánico preventivo es importante no solo para que el funcionamiento del vehículo sea el correcto sino también porque evitan emitir en exceso gases contaminantes.

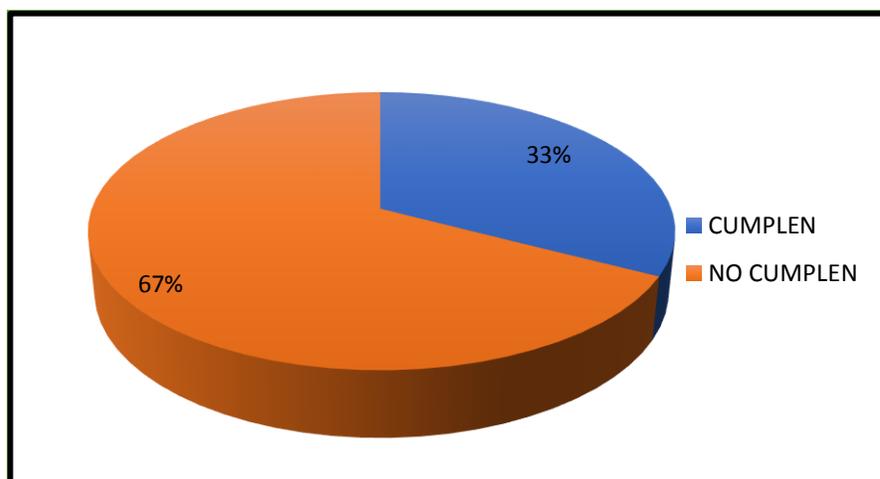
### **c) Resultado General**

**Tabla 12. Análisis de opacidad del total de vehículos con motor de diésel.**

<b>ANÁLISIS DE OPACIDAD DEL TOTAL DE VEHÍCULOS CON MOTOR DE DIÉSEL</b>		
<b>OBSERVACIÓN</b>	<b>NÚMERO DE VEHÍCULOS</b>	<b>PORCENTAJE DE VEHÍCULOS</b>
CUMPLEN	49	34%
NO CUMPLEN	101	66%
<b>TOTAL</b>	<b>150</b>	<b>100%</b>

*Elaborado por: Edith Alcocer (2018).*

**Gráfico 10. Análisis de opacidad del total de vehículos con motor de diésel.**



*Elaborado por: Edith Alcocer (2018).*

### **Análisis e Interpretación:**

Se realizó la medición de opacidad a 150 vehículos, de los cuales el 33 % que corresponden a 49 vehículos que se encuentran dentro de los límites máximos permitidos de opacidad de emisiones para fuentes móviles con motor de diésel (prueba de aceleración libre) establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2 207:2002; y el 67 % que corresponden a 101 vehículos superan los límites máximos permitidos de opacidad de emisiones para fuentes móviles con motor de diésel (prueba de aceleración libre) establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 207:2002.

### **Discusión:**

El análisis general indica que el 67 % del parque automotor a diésel supera los límites máximos permisibles establecido en la Norma técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 207:2002; afectando así a la calidad del aire del cantón.

Las causas más comunes son: la falta de concientización por parte de los propietarios de los vehículos, los mantenimientos preventivos y correctivos en los vehículos, no existe un ente de control, y no existen ordenanzas que exijan el cumplimiento de la norma y precautelen la calidad de aire del cantón.

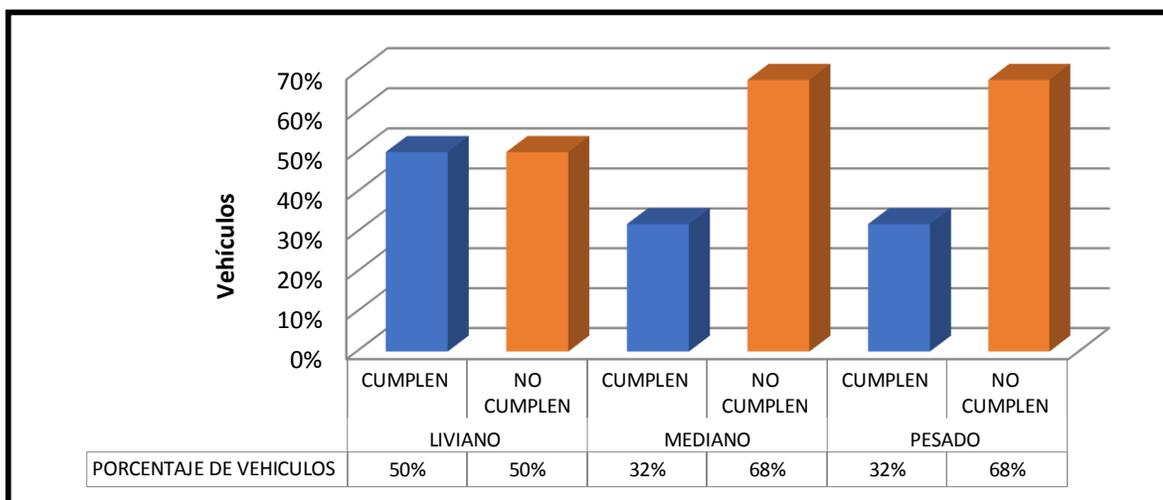
### 10.2.3. Interpretación del análisis de opacidad de los vehículos con motor de diésel clasificado por el tipo de carga.

Tabla 13. Análisis de opacidad de los vehículos con motor de diésel por tipo de carga.

ANÁLISIS DE OPACIDAD DE LOS VEHÍCULOS POR TIPO DE CARGA				
TIPO DE CARGA	TOTAL DE VEHÍCULOS	OBSERVACIÓN	NÚMERO DE VEHÍCULOS	PORCENTAJE DE VEHÍCULOS
LIVIANO	6	CUMPLEN	3	50%
		NO CUMPLEN	3	50%
MEDIANO	22	CUMPLEN	7	32%
		NO CUMPLEN	15	68%
PESADO	122	CUMPLEN	39	32%
		NO CUMPLEN	83	68%
<b>TOTAL</b>	<b>150</b>			

*Elaborado por: Edith Alcocer (2018).*

Gráfico 11. Análisis de opacidad de los vehículos con motor de diésel por tipo de carga.



*Elaborado por: Edith Alcocer (2018).*

#### Análisis e Interpretación:

Dentro de la categoría de vehículos livianos el 50 % correspondiente a 3 vehículos se encuentran dentro de los límites máximos permitidos de opacidad de emisiones para fuentes móviles con motor de diésel (prueba de aceleración libre) establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2

207:2002, y el 50 % que corresponden a 3 vehículos superan los límites máximos permitidos de opacidad de emisiones para fuentes móviles con motor de diésel (prueba de aceleración libre) establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2 207:2002. En la categoría de vehículos medianos el 32 % que corresponde a 7 vehículos se encuentran dentro de los límites máximos permitidos de opacidad de emisiones para fuentes móviles con motor de diésel (prueba de aceleración libre) establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2 207:2002, y el 68 % que corresponden a 3 vehículos superan los límites máximos permitidos de opacidad de emisiones para fuentes móviles con motor de diésel (prueba de aceleración libre) establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2 207:2002. De la categoría de los vehículos pesados el 32 % que corresponde a 39 vehículos se encuentran dentro de los límites máximos permitidos de opacidad de emisiones para fuentes móviles con motor de diésel (prueba de aceleración libre) establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2 207:2002, y el 68 % que corresponden a 83 vehículos superan los límites máximos permitidos de opacidad de emisiones para fuentes móviles con motor de diésel (prueba de aceleración libre) establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2 207:2002.

### **Discusión:**

En la categoría de vehículos según el tipo de carga, los vehículos medianos y pesados son los que emiten un mayor porcentaje de opacidad; una de las causas puede ser que en el caso de los vehículos medianos que son en gran los omnibuses, en esta categoría se analizaron: los buses de transporte urbano La Merced, una gran parte de las unidades de esta cooperativa son vehículos fabricados antes de 1999 razón por lo cual emiten un porcentaje más alto de opacidad; y los buses que circulan por la Parada Integrada de Pujilí, de estos la mayoría son vehículos fabricados en años posteriores al 2000, no obstante el nivel de contaminación producto de la emisión de opacidad también supera los límites permisibles debido a la falta de mantenimiento de los vehículos, como el cambio de filtros, cambio de aceite, etc.

Lo mismo ocurre con los vehículos de la categoría de vehículos pesados.

### **10.3. Propuesta de estrategia de Mitigación de la opacidad de los vehículos con motor de diésel en el cantón Pujilí**

#### **10.3.1. Introducción**

En el cantón Pujilí el aumento de la población urbana y la necesidad de transportarse, han ocasionado el crecimiento constante del parque automotor, siendo los vehículos con motor de diésel los que contribuyen a la contaminación atmosférica existente en las zonas urbanas, ocasionado efectos nocivos para la salud humana, la flora y fauna del cantón.

La opacidad generada por los vehículos con motor de diésel ocasionan impactos negativos en el medio ambiente, el humo es causado por el exceso de combustible que ha entrado en los cilindros del motor, que provoca una combustión de la mezcla aire-combustible que no puede ser quemada completamente, el combustible sin quemar que sufre una combustión incompleta se transforma en partículas muy pequeñas de carbón, de color negro a negruzco, que junto con otros gases contaminantes son liberadas por el tubo de escape de los vehículos, este humo negro mezclado con gases tóxicos producen afecciones en la salud de la población y contribuyen al aumento de la contaminación atmosférica. (Ernesto Martinez Ataz, 2004)

El problema de la contaminación por parte del parque automotor en la actualidad no es controlada a pesar de que la Ley Orgánica de Transporte Transito y Seguridad Vial en el Capítulo IV Sección 1 de acuerdo al Art.211.- Todos los automotores que circulen dentro del territorio ecuatoriano deberán estar provistos de partes, componentes y equipos que aseguren que no rebasen los límites máximos permisibles de emisión de gases y ruidos contaminantes establecidos en el Reglamento.

En la actualidad las empresas públicas a cargo de las competencias del Transporte, Transito y Seguridad Vial del cantón Pujilí, no poseen las condiciones adecuadas para realizar la revisión técnica vehicular, por lo que no existe un control de emisiones de contaminantes en las fuentes móviles.

### **10.3.2. Justificación.**

A nivel de la provincia de Cotopaxi, el control de emisiones contaminantes no se ejecuta en su totalidad por parte de los organismos de control y regulación de la contaminación, de tal manera existe información escasa con respecto a los daños que genera la contaminación del aire por parte del parque automotor a diésel.

El análisis de opacidad se aplicó a una muestra de 150 vehículos , se analizó que el 33 % que corresponden a 49 vehículos se encuentran dentro de los límites máximos permitidos de opacidad de emisiones para fuentes móviles con motor de diésel (prueba de aceleración libre) establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2 207:2002 ;y el 67 % que corresponden a 101 vehículos superan los límites máximos permitidos de opacidad de emisiones para fuentes móviles con motor de diésel (prueba de aceleración libre) establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2 207:2002.

Es por ello que para reducir la opacidad generada por el parque automotor a diésel del cantón Pujilí, se propone las siguientes medidas como estrategias de mitigación.

### **10.3.3. Objetivo General.**

Elaborar una propuesta de mitigación de la opacidad generada por el parque automotor a diésel del cantón Pujilí.

### **10.3.4. Alcance de la Propuesta.**

La propuesta se enmarca al parque automotor a diésel del cantón Pujilí.

### **10.3.5. Fundamentación Legal**

#### **Constitución de la República del Ecuador**

En la Constitución del 2008, responden al reclamo por vincular la naturaleza y el ser humanos: El Buen Vivir, la Plurinacionalidad y los derechos propios de la Naturaleza.:

**Art. 14.-** Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

**Art. 276.** El régimen de desarrollo tendrá los siguientes objetivos 4. Recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural.

**Art. 396.-** El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas.

La responsabilidad por daños ambientales es objetiva. Todo daño al ambiente, además de las sanciones correspondientes, implicará también la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas e indemnizar a las personas y comunidades afectadas.

Cada uno de los actores de los procesos de producción, distribución, comercialización y uso de bienes o servicios asumirá la responsabilidad directa de prevenir cualquier impacto ambiental, de mitigar y reparar los daños que ha causado, y de mantener un sistema de control ambiental permanente.

Las acciones legales para perseguir y sancionar por daños ambientales serán imprescriptibles.

# **LEY DE TRANSPORTE TERRESTRE, TRÁNSITO, Y SEGURIDAD VIAL**

## **LIBRO I DE LA ORGANIZACIÓN DEL SECTOR**

### **TITULO I**

**DE LOS ORGANISMOS DEL TRANSPORTE TERRESTRE, TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL.**

### **CAPITULO III**

**DE LOS GOBIERNOS AUTÓNOMOS DESCENTRALIZADOS**

**Art. 29.-** Sin perjuicio de las competencias reservadas a la Agencia Nacional de Tránsito y a la CTE, los Gobiernos Autónomos Descentralizados ejercerán las competencias en materia de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial señaladas en la Ley, una vez que las asuman de conformidad con el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización y demás normas aplicables.

## **LIBRO II DEL TRANSPORTE TERRESTRE AUTOMOTOR.**

### **TITULO I**

**DE LAS CONDICIONES DE TRANSPORTE TERRESTRE.**

**Art. 40.-** El transporte terrestre de personas y bienes es un servicio esencial que responde a las condiciones de:

**RESPONSABILIDAD.-** Es responsabilidad del Estado generar las políticas, regulaciones y controles necesarios para propiciar el cumplimiento, por parte de los usuarios y operadores del transporte terrestre, de lo establecido en la Ley, los reglamentos y normas técnicas aplicables.

**ESTANDARIZACION.-** A través del proceso técnico de homologación establecido por la ANT, se verificará que los vehículos que ingresan al parque automotor cumplan con las normas y reglamentos técnicos de seguridad, ambientales y de comodidad emitidos por la autoridad, permitiendo establecer un estándar de servicio a nivel nacional.

MEDIO AMBIENTE.- El estado garantizará que los vehículos que ingresan al parque automotor a nivel nacional cumplan con normas ambientales y promoverá la aplicación de nueva tecnologías que permitan disminuir la emisión de gases contaminantes de los vehículos.

## **TITULO V**

**SISTEMA DE RENOVACIÓN, CHATARRIZACIÓN Y VIDA ÚTIL.**

**Art. 109.-** Los vehículos de servicio de transporte terrestre que hubieren cumplido su vida útil, de acuerdo al cuadro emitido por la Agencia Nacional de Tránsito fundamentado un estudio técnico y económico del tipo de unidades que operan dentro de cada clase de servicio; deberán someterse obligatoriamente al proceso de renovación y chatarrización del parque automotor. El cuadro de vida útil será revisado periódicamente, conforme a los avances de innovación tecnológica vigente.

## **LIBRO IV DE LA PREVENCIÓN**

### **TITULO IV**

**REVISIÓN TÉCNICA VEHICULAR.**

#### **CAPITULO I**

**GENERALIDADES**

**Art. 307.-** La revisión técnica vehicular es el procedimiento con el cual, la Agencia Nacional de Tránsito o los GADs, según el ámbito de sus competencias, verifican las condiciones técnico mecánico, de seguridad, ambiental, de confort de los vehículos, por sí mismos a través de los centros autorizados para el efecto.

#### **CAPITULO III**

**DE LOS CENTROS DE REVISIÓN Y CONTROL VEHICULAR.**

**Art. 314.-** Los centros de revisión y control vehicular serán los encargados de verificar que los vehículos sometidos a revisión técnica, mecánica y de gases contaminantes, posean las condiciones óptimas que garanticen las vidas del conductor, ocupantes y terceros, así como su normal

funcionamiento y circulación, de acuerdo a lo que establezca el reglamento que expida la Agencia Nacional de Tránsito y las normas técnicas INEN vigentes.

## **TITULO VI**

**DEL AMBIENTE Y DE LA CONTAMINACIÓN POR FUENTES MÓVILES.**

### **CAPITULO II**

**DE LA CONTAMINACIÓN POR EMISIÓN DE GASES DE COMBUSTIÓN.**

Art. 326.- Todos los motores de los vehículos que circulan por el territorio ecuatoriano, no deberán sobrepasar los niveles máximos permitidos de emisión de gases contaminantes, exigidos en la normativa correspondiente.

#### **NORMA ECUATORIANA INEN 2 207 – 2000**

Gestión ambiental. Aire: vehículos automotores. Límites permitidos de emisiones producidas por fuentes móviles terrestres de diésel.

### 10.3.6. Matriz de elaboración de propuesta de estrategia de Mitigación.

**Tabla 14.** Matriz de Medida 1 de Mitigación.

<b>MEDIDAS DE MITIGACIÓN</b>					
<b>Alcance</b>	La propuesta se enmarca al parque automotor a diésel del cantón Pujilí				
<b>Objetivo</b>	Implementar medidas de mitigación necesarias para el control, monitoreo y mejora de la calidad del aire.				
<b>MEDIDA 1</b>					
<b>Medidas de Mitigación</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Efectos Esperados</b>	<b>Beneficiarios</b>	<b>Responsables de la Ejecución</b>	<b>Tiempo de Ejecución</b>
Creación de Ordenanzas Municipales.	Contar con una Ordenanza Municipal que contemple la prevención y control de la contaminación ambiental.	Cumplimiento de lo estipulado en la ordenanza, y sanciones económicas en el caso del incumplimiento.	-Población del cantón Pujilí.	-Municipio del cantón Pujilí.	El tiempo de ejecución es competencia del Municipio de Pujilí.

*Elaborado por: Edith Alcocer*

**Tabla 15.** Matriz de Medida 2 de Mitigación

<b>MEDIDA 2</b>					
<b>Medidas de Mitigación</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Efectos Esperados</b>	<b>Beneficiarios</b>	<b>Responsables de la Ejecución</b>	<b>Tiempo de Ejecución</b>
Implementación del área de Control de emisión de gases contaminantes en la EPMC.	Controlar que los vehículos a diésel no superen los límites máximos permisibles de opacidad.	Lograr que el disminuya el número de vehículos que incumplen la norma.	-Población del cantón Pujilí. -Propietarios de los vehículos.	-Municipio del cantón Pujilí. -La Empresa Pública de la Mancomunidad de Cotopaxi (EPMC).	Implementación del área de Control de emisión de gases contaminantes en la EPMC.

*Elaborado por: Edith Alcocer*

Tabla 16. Matriz de Medida 3 de Mitigación

<b>MEDIDA 3</b>					
<b>Medidas de Mitigación</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Efectos Esperados</b>	<b>Beneficiarios</b>	<b>Responsables de la Ejecución</b>	<b>Tiempo de Ejecución</b>
Controles Aleatorios.	Verificar por medio de operativos de control, que los vehículos que circulan en el cantón cumplan con lo establecido en la Norma y en las ordenanzas.	Lograr que el nivel de emisiones de los vehículos siempre se mantenga dentro de los Límites Máximos Permisibles (LMP).	-Población del cantón Pujilí. -Propietarios de los vehículos.	-Municipio del cantón Pujilí. -La Empresa Pública de la Mancomunidad de Cotopaxi (EPMC). -Policía Nacional.	Luego de la implementación del área de control de emisión y de la creación de las ordenanzas municipales.

*Elaborado por: Edith Alcocer*

Tabla 17. Matriz de Medida 4 de Mitigación

<b>MEDIDA 4</b>					
<b>Medidas de Mitigación</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Efectos Esperados</b>	<b>Beneficiarios</b>	<b>Responsables de la Ejecución</b>	<b>Tiempo de Ejecución</b>
Mantenimientos preventivos y correctivos en los vehículos a diésel.	Realizar mantenimientos preventivos y correctivos en los vehículos a diésel, de forma periódica.	Lograr un rendimiento correcto y eficaz del vehículo, evitando así que se emita un porcentaje elevado de opacidad.	-Población del cantón Pujilí.	-Propietarios de los vehículos a diésel del cantón Pujilí.	Depende de cada uno de los propietarios de los vehículos.

*Elaborado por: Edith Alcocer*

## **11. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS):**

### **11.1. Técnicos.**

- El mantenimiento automotriz del vehículo, y la implementación de las revisiones técnicas mecánicas y control de emisiones de gases de los vehículos automotores, previo a su matriculación permitirá la reducción del porcentaje de opacidad de los vehículos con motor de diésel.

### **11.2. Sociales.**

- La población puede conocer la contaminación emitida por el parque automotor a diésel del cantón Pujilí, a partir de los resultados de las mediciones de opacidad del parque automotor a diésel, estos datos podrán ser acogido por las autoridades y entes encargados para que se tomen medidas para el control y mitigación de los impactos, que a futuro mejorará la calidad del aire y el bienestar de la población.

### **11.3. Ambientales.**

- Esta investigación permite conocer la contaminación emitida por las fuentes móviles a diésel del cantón Pujilí por medio de la medición del porcentaje de opacidad, los datos obtenidos pueden ser acogidos por las autoridades y entes de control para ejecutar medidas de mitigación y control de impactos ambientales, además de promover el cumplimiento de las leyes y normativas que existen con relación a la prevención, control y mitigación de impactos provocados por la emisión de gases contaminantes en fuentes móviles a diésel.

### **11.4. Económicos**

- El manteniendo periódico de los vehículos para mantener el porcentaje de opacidad dentro del límite máximo permisible genera un costo económico para sus propietarios, así como el pago que deberán realizar los propietarios de los vehículos para la matriculación incluido el rubro por la revisión técnica y el control de emisión de gases contaminantes, por parte de los propietarios de los vehículos.

## 12. PRESUPUESTO DEL PROYECTO:

**Tabla 18.** Presupuesto para la elaboración del proyecto

<b>PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO</b>				
<b>Recursos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>V. Unitario \$</b>	<b>Valor Total \$</b>
<b>Equipos</b>				
AVL DITEST Gas 1000 con accesorio a diésel (Opacímetro DISMOKE 480).	20 días	día	25,00	500,00
Flash memory	1		8,00	8,00
<b>Transporte y salida de campo</b>				
Vehículo (alquiler)	20		5,00	100,00
<b>Material de oficina</b>				
Libreta de campo	2		2,00	4,00
Resma de papel bond	4		3,00	12,00
Tinta para impresora	4		4	16,00
Esferos	4		0,50	2,00
Impresiones	500		0,15	75,00
Copias	200		0,02	4,00
<b>Equipo de protección personal</b>				
Casco	1		15,00	15,00
Zapatos (punta de acero)	1		35,00	35,00
Overol	1		40,00	40,00
Guantes	1		27,00	27,00
Gafas	1		25,00	25,00
Mascarillas	1		50,00	50,00
<b>Sub Total</b>				<b>913,00</b>
<b>10%</b>				<b>91,30</b>
<b>TOTAL</b>				<b>1004,30</b>

*Elaborado por: Edith Alcocer*

## **13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

### **13.1. Conclusiones.**

- La situación actual del cantón Pujilí se determinó en base a la información estadística del Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC) y en relación a la proyección poblacional del cantón para el año 2016, por lo que se estima que existen 1618 vehículos con motor de diésel, que representa el 17 % del total de vehículos del parque automotor del cantón.
- El monitoreo de opacidad se aplicó a una muestra de 150 vehículos a diésel en 5 puntos estratégicos: La Empresa Pública de Movilidad de la Mancomunidad de Cotopaxi, Parada Integrada de Pujilí, “El Rancho” garaje de vehículos del GAD Pujilí, Oficina de la Cooperativa La Merced, Sindicato de choferes Profesionales de Pujilí, la metodología y el procedimiento para el monitoreo de opacidad en fuentes móviles a diésel se aplicó en base a la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 202:2000.
- Los resultados de la medición indican que el 33 % que corresponden a 49 vehículos a diésel se encuentran dentro de los límites máximos permitidos; y el 67 % que corresponden a 101 vehículos superan los límites máximos permitidos de emisiones de opacidad para fuentes móviles con motor de diésel (prueba de aceleración libre) establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 207:2002, generando un deterioro en la calidad del aire, para lo cual se plantea una matriz de medidas en las que se establece: la medida de mitigación, el objetivo correspondiente, el efecto esperado, los beneficiarios, los responsables de la ejecución y el tiempo de ejecución, estas medidas serán una herramienta fundamental para reducir el nivel de contaminación atmosférica en el cantón Pujilí.

### **13.2. Recomendaciones.**

- Para conocer la situación real del parque automotor a diésel se recomienda a la Empresa Pública de Movilidad de la Mancomunidad de Cotopaxi, como entidad responsable de las competencias de regulación y control del transporte, tránsito y seguridad vial, contar con una base de datos actualizada de los vehículos matriculados clasificándolos por: cantón de procedencia, tipo de combustible, tipo de vehículo, etc., con el fin de contar con información veraz y confiable.
- Para realizar el monitoreo de opacidad en los vehículos a diésel, se recomienda utilizar el equipo de protección personal, equipos que cuenten con la certificación y la calibración correspondiente, la utilización de la metodología y el procedimiento correcto, para obtener datos exactos y reales, con el fin de conocer el porcentaje real de opacidad generado por el parque automotor a diésel.
- Los resultados de la medición indican que es necesaria la ejecución de las siguientes medidas de mitigación: Implementación del área de control de emisiones en la Empresa Pública de Movilidad de la Mancomunidad de Cotopaxi, creación de ordenanzas municipales que promuevan el control de emisiones y que exijan el cumplimiento de los límites máximos permisibles que se estipulan en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 207 2002, y la realización de mantenimientos periódicos preventivos y correctivos en los vehículos para minimizar el nivel de emisiones y lograr el rendimiento correcto del vehículo, esto con el fin de controlar y regular el nivel de emisiones contaminantes a la atmosfera.

## 14. BIBLIOGRAFÍA

- Anonimo. (s.f). *Instrumento Testo S.A.* Recuperado el 1 de 08 de 2017, de <http://analizador-gases.es/test-2/>
- Asesoría Económica y Marketing. (2009). *Calculadora de muestras.* Recuperado el 08 de 11 de 2017, de [http://www.corporacionaem.com/tools/calc\\_muestras.php](http://www.corporacionaem.com/tools/calc_muestras.php)
- Asociados Metas y Metrologos. (2008). *La Guía Metas.* Recuperado el 1 de 08 de 2017, de <http://www.metas.com.mx/guiametras/la-guia-metas-08-02-opacidad.pdf>
- AVL DITEST. (2015). *AVL DITEST.* Obtenido de <https://www.avlditest.com/index.php/en/emt-cds-450.html>
- Decreto Ejecutivo 1196. (25 de 06 de 2012). *Reglamento a la Ley de Transporte Terrestre Tránsito y Seguridad Vial .* Obtenido de [http://www.usfq.edu.ec/sobre\\_la\\_usfq/servicios/autoclub/consultoria/Documents/reglamento\\_ley\\_de\\_transito.pdf](http://www.usfq.edu.ec/sobre_la_usfq/servicios/autoclub/consultoria/Documents/reglamento_ley_de_transito.pdf)
- Ezpeleta, A. (2003). *Clima y calidad ambiental.* Santiago de Compostela: Universidad Santiago de Compostela.
- Ferraz, L. (2015). *Motores Diesel.* Recuperado el 17 de 07 de 2017, de Contaminación: <http://www.eoi.es/blogs/redinnovacionEOI/2015/10/08/los-motores-diesel-y-la-contaminacion/>
- Ferreira, M. (2009). *Tendencias Globales para el Combustible Diesel.* Recuperado, de Seminario ecocombustible II: [http://staging.unep.org/transport/pcfV/PDF/ecofuel\\_tendencias.pdf](http://staging.unep.org/transport/pcfV/PDF/ecofuel_tendencias.pdf)
- Herrera, F. (2016). *Eumed.net.* Obtenido de Revista Caribeña de Ciencias Sociales, ISSN:2254-7630: <http://www.eumed.net/rev/caribe/2016/10/automotor.html>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización . (2000). *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 202:2000.* Obtenido de [www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/11/rte\\_002.pdf](http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/11/rte_002.pdf)
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2009). *Reglamento Ecuatoriano.* Obtenido de [http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/11/rte\\_38\\_1.pdf](http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/11/rte_38_1.pdf)
- Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC). (2010). *Ecuador en cifras .* Obtenido de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>

- Instituto Nacional de Estadísticas y Censo. (2016). *Anuario de estadísticas de Transporte 2016*.  
Obtenido de  
[http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Estadisticas\\_Economicas/Estadistica%20de%20Transporte/2016/2016\\_AnuarioTransportes\\_Resumen%20Metodol%C3%B3gico.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Estadisticas_Economicas/Estadistica%20de%20Transporte/2016/2016_AnuarioTransportes_Resumen%20Metodol%C3%B3gico.pdf)
- Jarrín, P. (2015). *REPOSITORIO UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA*. Obtenido de  
TESIS DE GRADO-CARRERA DE INGENIERÍA MECANICA AUTOMOTRIZ :  
<http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7647/1/UPS-CT004530.pdf>
- Manahan, S. (2007). *Introducción a la Química Ambiental*. Mexico: Editorial Reverté, S.A.
- Municipio de Pujili. (2013). *Cantón Pujilí*. Obtenido de  
<http://www.municipiopujili.gob.ec/pujili/images/turismo2013/lugaresturisticospujili.pdf>
- Núñez, S. (2011). *Aire SlideShare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/soulr34v3r/aire-8131348>
- Organización Mundial de la Salud . (2014). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de  
<http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2014/air-pollution/es/>
- Perez, A. (2012). *Gnblog- Todo sobre el gas natural vehicular*. Recuperado el 10 de 07 de 2017,  
de <https://gnblog.wordpress.com/2012/02/03/caracteristicas-del-gasoil/>
- Pousa, X. (2005). *La gestión medioambiental: un objetivo común* (Vol. 1). España: Ideaspropias.
- Querol, X., Alastuey, A., Moreno, T., Viana, M. d., Casanova, J., Perez, L., & Sunyer, J. (2006).  
*Estudio de calidad del aire Urbano*. (F. G. Natural, Ed.) Recuperado el 18 de 01 de 2018,  
de Instituto de Ciencias de la Tierra:  
[https://www.sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2016-01-09\\_10-01-40130967.pdf](https://www.sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2016-01-09_10-01-40130967.pdf)
- Sbarato, D., Sbarato, V., & Ortega, J. (2016). *Predicción y evaluación de impactos ambientales sobre la atmósfera*. (E. G. editor, Ed.) Obtenido de  
[https://books.google.com.ec/books?id=xNnHxgwU\\_toC&pg=PA19&lpg=PA19&dq=Se+entiende+por+gu%C3%ADa+de+calidad+del+aire+al+valor+estimado+del+nivel+de+concentraci%C3%B3n+de+un+contaminante+del+aire+al+cual+pueden+estar+expuestos+los+seres+humanos+durante+un+t](https://books.google.com.ec/books?id=xNnHxgwU_toC&pg=PA19&lpg=PA19&dq=Se+entiende+por+gu%C3%ADa+de+calidad+del+aire+al+valor+estimado+del+nivel+de+concentraci%C3%B3n+de+un+contaminante+del+aire+al+cual+pueden+estar+expuestos+los+seres+humanos+durante+un+t)
- Solís, L., & Amado, J. (2003). *Principios básicos de contaminación ambiental*. México, Toluca :  
Universidad Autónoma de México .

- Tamés, D. (2013). *Seguridad y Salud en el trabajo*. Recuperado el 18 de 07 de 2017, de [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/PUBLICACIONES%20PERIODICAS/Rev\\_INSHT/2013/73/SST\\_73\\_enlaces2.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/PUBLICACIONES%20PERIODICAS/Rev_INSHT/2013/73/SST_73_enlaces2.pdf)
- Telegrafo (2015). *AEA: El 35% de autos en Ecuador causa altos niveles de contaminación*. Obtenido de Diario El Telegrafo : <http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/8/aea-el-35-de-autos-en-ecuador-causa-altos-niveles-de-contaminacion>
- Universidad de Sevilla . (2013). *Departamento de Fisica Aplicada III*. Recuperado el 16 de 07 de 2017, de [http://laplace.us.es/wiki/index.php/Ciclo\\_Diesel](http://laplace.us.es/wiki/index.php/Ciclo_Diesel)
- Vintimilla, P. (2015). *Análisis de resultados de la medición de emisionesde gases contaminates de fuentes moviles a partir de la implementacion de la Revisión Técnica Vehicular en Cuenca*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7647/1/UPS-CT004530.pdf>

## ANEXOS

### **ANEXO 1.** Aval de Ingles

**ANEXO2.** Hoja de vida del tutor del proyecto de investigación

**DAZA GUERRA OSCAR RENE**

**1.- DATOS PERSONALES**

NOMBRES: Daza Guerra Oscar Rene

**CEDULA DE IDENTIDAD:** 0400689790

**DIRECCIÓN DOMICILIARIA:** Calle Alejandro Villamar

2- 17 y Maldonado (Ibarra)

**NÚMEROS TELEFÓNICOS:**(06) 2 644 – 247 - 095058997

**E-MAIL:** [oscaryrene@yahoo.es](mailto:oscaryrene@yahoo.es)



**2.- EDUCACION FORMAL**

<b>Universidad Técnica de Cotopaxi</b>	Diplomado en <b>DIDÁCTICA DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR</b>	2009-2010
<b>Universidad Técnica de Cotopaxi</b>	<b>MASTER “EN GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN”</b>	31 DE ENERO 2007
<b>CONESUP</b>	Certificado de registro de cuarto nivel	Noviembre 2007
<b>U. Técnica del Norte</b>	Ingeniero Forestal	03-05-98

**3.EXPERIENCIA DE TRABAJO**

<b>CARGO</b>	<b>INSTITUCIÓN</b>	<b>FECHA</b>
Catedrático	Universidad Técnica de Cotopaxi	1999 hasta la fecha
Catedrático	Universidad Tecnológica Equinoccial	04 al 09 - 2.001
Consultor Ambiental	Fundación “ DEINCO”	1.998 – 2002

.....  
Ing. Oscar Daza  
CI: 0400689790

### ANEXO 3. Hoja de vida

#### EDITH PATRICIA ALCOCER QUISHPI

##### 1. DATOS PERSONALES

**DOCUMENTO DE IDENTIDAD:** 172275331-4

**FECHA DE NACIMIENTO:** 03 de Enero de 1994

**LUGAR DE NACIMIENTO:** Quito

**ESTADO CIVIL:** Soltera

**DIRECCIÓN:** Guamaní, Quito

**TELÉFONOS:** 0982569722

**E-MAIL:** [edith.alcocer4@utc.edu.ec](mailto:edith.alcocer4@utc.edu.ec)



##### 2.- ESTUDIOS REALIZADOS

NIVEL	TITULO OBTENIDO	UNIDAD EDUCATIVA
PRIMARIA		Escuela Fiscal de Niñas “Virgina Larena”
SECUNDARI A	ESPECIALIDAD QUÍMICO BIÓLOGO	Unidad Educativa Municipal “Oswaldo Lombeyda”
SUPERIOR	INGENIERA EN MEDIO AMBIENTE	Universidad Técnica de Cotopaxi

##### 3.- SEMINARIOS ASISTIDOS

AÑO	SEMINARIO
2016	Seminario de Capacitación en Calidad Ambiental.
2016	Talleres de Transferencia de Información Ambiental.
2016	III Congreso Internacional de Ingeniería Ambiental, Forestal y Ecoturismo.

.....  
Edith Patricia Alcocer Quishpi  
172275331-4

## ANEXO 4. Procedimiento para la medición de la Opacidad.

**Fotografía 1.** Encendido del equipo



*Fuente: Edith Alcocer (2018).*

**Fotografía 2.** Ingreso de Datos

NOMBRE DEL PROPIETARIO MINIGUANO TIPANQUIZA RAUL OLIVO			0009585		
C.I. / PASAPORTE / RUC 0601055149	PROVINCIA COTOPAXI	CANTÓN SALCEDO			
DOMICILIO CUSUBAMBA		TELÉFONO 032806149			
CLASE DE TRANSPORTE PUBLICO	TIPO DE TRANSPORTE(MODALIDAD) TRANSPORTE MASIVO	ÁMBITO DE OPERACIÓN INTRAPROVINCIAL			
OPERADOR DE TRANSPORTE CIA. LA MERCED DE PUJILI S.A		DISCO 09		FECHA COMPRA	
VALOR 5378	VALOR MATRÍCULA 36,00	FECHA EMISIÓN 03-JUN-2016			
FIRMA RESPONSABLE	DIGITADOR HUITERI	FECHA CADUCA 02-JUN-2021			
LUGAR EMISIÓN MANCOMUNIDAD COTOPAXI					

*Fuente: Edith Alcocer (2018).*

**Fotografía 3.** Datos vinculados



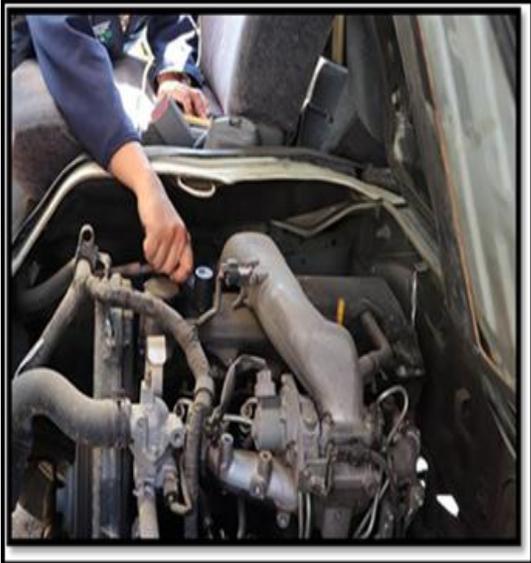
*Fuente: Edith Alcocer (2018).*

**Fotografía 4.** Sensor de RPM .



*Fuente: Edith Alcocer (2018).*

**Fotografía 5.** Colacion del sensor de RPM



*Fuente: Edith Alcocer (2018).*

**Fotografía 6.** Sonda de Medicion de Opacidad.



*Fuente: Edith Alcocer (2018).*

**Fotografía 7.** Colocacion de la sonda de medicion de Opacidad.



*Fuente: Edith Alcocer (2018).*

**Fotografía 8.** Medicion, impresion y sociabilización de los resultados.



*Fuente: Edith Alcocer (2018).*

**ANEXO 5.** Informe de la medición de Opacidad.

<b>Informe del resultado</b> <b>Medición continua de opacidad</b>	
11/01/2018 15:50	

Teléfono: Fax:
-------------------

<b>Matrícula:</b>	QAA1426	<b>Fabricante:</b>	HYUNDAI
<b>Kilometraje:</b>	170000	<b>Tipo vehículo:</b>	OMNIBUS
<b>Número identificación vehículo:</b>	ALC001	<b>Código motor:</b>	D4DDD528958
<b>Registration date:</b>	30/11/2017	<b>Tipo motor:</b>	Motor diésel N.a. motor

<b>Valores medidos</b>			
<b>Parámetro</b>		<b>Valor Real</b>	<b>Valor máx</b>
Número de revoluciones	[RPM]	700	2050
Opacidad	[%]	12.6	43.7
Absorción	[1/m]	0.31	1.34
Temperatura del Aceite	[°C]	0	

*Fuente: Equipo AVL DI TEST (2015)*

### ANEXO 6: Datos de medición de opacidad

<b>DATOS DE MEDICIÓN DE OPACIDAD</b>										
<b>DATOS DEL VEHÍCULO</b>				<b>DATOS DE OPACIDAD</b>				<b>COMPARACIÓN DE DATOS</b>		
N .	CLASE / TIPO DE VEHÍCULO	PLACA	FABRICANTE	LECTURA 1	LECTURA 2	LECTURA 3	PROMEDIO	AÑO	LÍMITE PERMITIDO %	CUMPLIMIENTO DE LA NORMA
1	CAMION	NAE0434	HINO	40,5	42,8	49,9	44,40	2002	50	CUMPLE
2	CAMION	ADV0097	HINO	55,8	60,6	67,4	61,27	2003	50	<b>NO CUMPLE</b>
3	CAMION	XMA1397	HINO	49,5	64,3	72,3	62,03	2015	50	<b>NO CUMPLE</b>
4	CAMION	PCI0691	HINO	56,7	61	68	61,90	2004	50	<b>NO CUMPLE</b>
5	CAMION	TBB5949	HINO	45,8	33,1	40,5	39,80	2013	50	CUMPLE
6	CAMION	XAI0197	HINO	85	84,5	79,5	83,00	2005	50	<b>NO CUMPLE</b>
7	CAMION	XEA0698	CHEVROLET	48	52,3	55	51,77	2012	50	<b>NO CUMPLE</b>
8	CAMION	XEA0713	CHEVROLET	68,3	70,3	72,5	70,37	2012	50	<b>NO CUMPLE</b>
9	CAMION	XEA0714	CHEVROLET	48,6	40,8	45,4	44,93	2012	50	CUMPLE
10	CAMION	PBR5608	CHEVROLET	46,5	32,5	38,2	39,07	2011	50	CUMPLE
11	CAMION	XBA7080	CHEVROLET	31,5	34,8	36	34,10	2011	50	CUMPLE
12	CAMION	XMA0449	CHEVROLET	90	95,3	96,8	94,03	2007	50	<b>NO CUMPLE</b>
13	CAMION	XEA0600	MERCEDES BENZ	81	85	86,3	84,10	2006	50	<b>NO CUMPLE</b>
14	CAMION	XBA6157	MITSUBISHI	75	80,1	85,6	80,23	2011	50	<b>NO CUMPLE</b>
15	CAMIONETA	QBA0438	CHEVROLET	49,3	54,9	50,6	51,60	2006	50	<b>NO CUMPLE</b>
16	CAMIONETA	PCC4880	CHEVROLET	48,7	42,7	34,2	41,87	2010	50	CUMPLE
17	CAMIONETA	PCB1942	CHEVROLET	40,2	39,7	36,5	38,80	2012	50	CUMPLE
18	CAMIONETA	PIE0079	KIA	32,8	25,4	24,8	27,67	2004	50	CUMPLE
19	CAMIONETA	TAV0090	MAZDA	68,3	70,9	65,5	68,23	2009	50	<b>NO CUMPLE</b>

*Fuente: Edith Alcocer (2018).*

20	CAMIONETA	TAO0262	MAZDA	78	84	93	85,00	1998	60	NO CUMPLE
21	CAMIONETA /FURGONETA	XAA2277	GOLDEN DRAGON	68	73	72,5	71,17	2016	50	NO CUMPLE
22	CAMIONETA /FURGONETA	IBB2548	HYUNDAI	85	89,6	90,1	88,23	2012	50	NO CUMPLE
23	CAMIONETA /FURGONETA	PZQ0001	HYUNDAI	56,5	60,4	58,5	58,47	2004	50	NO CUMPLE
24	CAMIONETA /FURGONETA	PNU0605	HYUNDAI	62	68,9	58	62,97	2003	50	NO CUMPLE
25	CAMIONETA /FURGONETA	PZQ0585	HYUNDAI	50,4	55,1	58,6	54,70	2004	50	NO CUMPLE
26	CAMIONETA /FURGONETA	PAO0252	HYUNDAI	78,5	75,3	76	76,60	2004	50	NO CUMPLE
27	CAMIONETA /FURGONETA	XAI0790	KIA	25	16,8	28	23,27	2011	50	CUMPLE
28	CAMIONETA /FURGONETA	XAI1003	KIA	58,6	61,7	68	62,77	2011	50	NO CUMPLE
29	CAMIONETA /FURGONETA	XBB4309	KIA	38	28,5	36,4	34,30	2014	50	CUMPLE
30	CAMIONETA /FURGONETA	XAI1230	KIA	35,8	33,9	42,6	37,43	2012	50	CUMPLE
31	CAMIONETA /FURGONETA	XAI1037	KIA	78,5	74,2	80	77,57	2011	50	NO CUMPLE
32	CAMIONETA /FURGONETA	XAI0875	KIA	55,8	67,4	75,3	66,17	2011	50	NO CUMPLE
33	CAMIONETA /FURGONETA	XAI1166	KIA	35,6	23,2	34,2	31,00	2011	50	CUMPLE
34	CAMIONETA /FURGONETA	TAT05003	KIA	43,2	32	38,2	37,80	2005	50	CUMPLE
35	CAMIONETA /FURGONETA	PAB0808	KIA	68,5	72,6	65,4	68,83	2002	50	NO CUMPLE
36	CAMIONETA /FURGONETA	XAI1065	KIA	58,5	65,1	69,7	64,43	2011	50	NO CUMPLE
37	CAMIONETA /FURGONETA	XAI1008	KIA	54,6	60,8	66,4	60,60	2011	50	NO CUMPLE
38	CAMIONETA /FURGONETA	XAI0573	KIA	35,6	16,3	25,3	25,73	2010	50	CUMPLE
39	CAMIONETA /FURGONETA	ABB4059	KIA	57,8	63,4	78,3	66,50	2010	50	NO CUMPLE

Fuente: Edith Alcocer (2018).

40	CAMIONETA /FURGONETA	PIK0638	MERCEDES BENZ	65,7	74,6	80,2	73,50	2004	50	<b>NO CUMPLE</b>
41	CAMIONETA /FURGONETA	GMS0762	MERCEDES BENZ	58,4	63,7	75,3	65,80	2004	50	<b>NO CUMPLE</b>
42	CAMIONETA /FURGONETA	PQM0566	TOYOTA	25,4	13,6	23,8	20,93	2007	50	CUMPLE
43	OMNIBUS	TAA1574	CHEVROLET	12,4	3,9	8,5	8,27	2012	50	CUMPLE
44	OMNIBUS	IAH0044	CHEVROLET	56,8	47,6	52,6	52,33	2004	50	<b>NO CUMPLE</b>
45	OMNIBUS	PUC0620	DONGFENG	68,4	61,1	66,4	65,30	2005	50	<b>NO CUMPLE</b>
46	OMNIBUS	TAV0670	HINO	32,8	34	38,4	35,07	2009	50	CUMPLE
47	OMNIBUS	TAO0338	HINO	25,3	16,3	23,8	21,80	2004	50	CUMPLE
48	OMNIBUS	PZI0644	HINO	48,9	43,8	45,6	46,10	2008	50	CUMPLE
49	OMNIBUS	TAV1151	HINO	57,8	67,1	49,8	58,23	2011	50	<b>NO CUMPLE</b>
50	OMNIBUS	XAF0597	HINO	68	51,9	54,3	58,07	2002	50	<b>NO CUMPLE</b>
51	OMNIBUS	SAD0340	HINO	25,6	13,4	18,4	19,13	2010	50	CUMPLE
52	OMNIBUS	XAI0207	HINO	71,5	80,3	83,4	78,40	2008	50	<b>NO CUMPLE</b>
53	OMNIBUS	RAA5601	HINO	89,5	96,9	94,5	93,63	2004	50	<b>NO CUMPLE</b>
54	OMNIBUS	TAO0318	HINO	60,2	57,1	54,3	57,20	2004	50	<b>NO CUMPLE</b>
55	OMNIBUS	TAO0112	HINO	88,9	87	79,5	85,13	2003	50	<b>NO CUMPLE</b>
56	OMNIBUS	PAA5904	HINO	58,5	62,7	67,3	62,83	2010	50	<b>NO CUMPLE</b>
57	OMNIBUS	XAG0122	HINO	54,3	62,4	70,5	62,40	2001	50	<b>NO CUMPLE</b>
58	OMNIBUS	XAA1362	HINO	25,8	17,8	32,1	25,23	2014	50	CUMPLE
59	OMNIBUS	HAK0398	HINO	35,9	47,1	54,2	45,73	2002	50	CUMPLE
60	OMNIBUS	TAU0610	HINO	89,5	80,2	79,4	83,03	2007	50	<b>NO CUMPLE</b>
61	OMNIBUS	KAB0171	HINO	72,5	68,4	66,4	69,10	2004	50	<b>NO CUMPLE</b>

*Fuente: Edith Alcocer (2018).*

62	OMNIBUS	CAE0880	HINO	35,8	42,4	50,5	42,90	2007	50	CUMPLE
63	OMNIBUS	JAA0426	HINO	78,5	75,1	79,2	77,60	2010	50	NO CUMPLE
64	OMNIBUS	TAR0597	HINO	73,1	68,8	70	70,63	2002	50	NO CUMPLE
65	OMNIBUS	TAV0895	HINO	58,4	60,6	52,1	57,03	2010	50	NO CUMPLE
66	OMNIBUS	TAU0844	HINO	77,8	75,4	65,9	73,03	2008	50	NO CUMPLE
67	OMNIBUS	PUH0450	HINO	80	72,3	74,3	75,53	2008	50	NO CUMPLE
68	OMNIBUS	XAA1151	HINO	35,8	25	28,9	29,90	2011	50	CUMPLE
69	OMNIBUS	TAU0356	HINO	69	73,7	70,8	71,17	2007	50	NO CUMPLE
70	OMNIBUS	TAO0571	HINO	72	79,8	78,6	76,80	2006	50	NO CUMPLE
71	OMNIBUS	TAT0726	HINO	56,4	58,1	65,2	59,90	2006	50	NO CUMPLE
72	OMNIBUS	TAU0595	HINO	25,8	14,5	19,8	20,03	2007	50	CUMPLE
73	OMNIBUS	XAI0377	HINO	40,6	32,6	38,5	37,23	2009	50	CUMPLE
74	OMNIBUS	XAI0965	HINO	78	75,8	74,5	76,10	2011	50	NO CUMPLE
75	OMNIBUS	TAR0802	HINO	56	58,1	52,3	55,47	2002	50	NO CUMPLE
76	OMNIBUS	TAR0324	HINO	35,8	27,6	39,4	34,27	2002	50	CUMPLE
77	OMNIBUS	TAO0817	HINO	80	82,6	81,5	81,37	2007	50	NO CUMPLE
78	OMNIBUS	TAO0924	HINO	80,5	85,2	78,9	81,53	2007	50	NO CUMPLE
79	OMNIBUS	PZM0433	HINO	79,8	83,9	81,5	81,73	2002	50	NO CUMPLE
80	OMNIBUS	TAV1006	HINO	48,5	53,7	65,4	55,87	2010	50	NO CUMPLE
81	OMNIBUS	TAO0523	HINO	70	75,5	73,2	72,90	2005	50	NO CUMPLE
82	OMNIBUS	TAO0700	HINO	69,8	77,7	78,5	75,33	2006	50	NO CUMPLE
83	OMNIBUS	TAA1197	HINO	84,6	83	79,8	82,47	2012	50	NO CUMPLE
84	OMNIBUS	TAV0741	HINO	54,5	41,8	48,2	48,17	2010	50	CUMPLE

Fuente: Edith Alcocer (2018).

85	OMNIBUS	XAA1016	HINO	46,5	40	42,5	43,00	2012	50	CUMPLE
86	OMNIBUS	TAL00809	HINO	56,4	60,6	62,5	59,83	2002	50	NO CUMPLE
87	OMNIBUS	CAE0924	HINO	56,2	31	48,5	45,23	2007	50	CUMPLE
88	OMNIBUS	AAM0609	HINO	59,3	68,9	70	66,07	1999	60	NO CUMPLE
89	OMNIBUS	BAE0820	HINO	48,9	57,9	55,8	54,20	2011	50	NO CUMPLE
90	OMNIBUS	EAG0135	HINO	75,2	77,3	78,9	77,13	2002	50	NO CUMPLE
91	OMNIBUS	PZR0874	HINO	85,6	90,7	89,5	88,60	1999	60	NO CUMPLE
92	OMNIBUS	IAF0874	HINO	48,5	47,3	58,6	51,47	2004	50	NO CUMPLE
93	OMNIBUS	TAA2081	HINO	45,8	39,6	38,4	41,27	2011	50	CUMPLE
94	OMNIBUS	TAO0982	HINO	58,9	57,6	60	58,83	2008	50	NO CUMPLE
95	OMNIBUS	XAH0378	HINO	35,2	22,3	29,8	29,10	2005	50	CUMPLE
96	OMNIBUS	XAA1140	HINO	48,5	47,7	54,8	50,33	2013	50	NO CUMPLE
97	OMNIBUS	TAT0018	HINO	62,3	72,8	68,5	67,87	2005	50	NO CUMPLE
98	OMNIBUS	TAU0120	HINO	35,6	30,1	35,1	33,60	2007	50	CUMPLE
99	OMNIBUS	IAI0005	HINO	48,6	53,7	61	54,43	2005	50	NO CUMPLE
100	OMNIBUS	SAC0352	HINO	66,1	67,5	68,5	67,37	2001	50	NO CUMPLE
101	OMNIBUS	BAC0771	HINO	90,5	93,4	87,9	90,60	1998	60	NO CUMPLE
102	OMNIBUS	BBG0995	HINO	78,5	75,3	66,5	73,43	2002	50	NO CUMPLE
103	OMNIBUS	PZQ0661	HINO	58,9	68,6	70	65,83	2005	50	NO CUMPLE
104	OMNIBUS	CAD0882	HINO	58,9	68,9	78,5	68,77	2001	50	NO CUMPLE
105	OMNIBUS	HAG0704	HINO	85,9	84,6	83	84,50	2003	50	NO CUMPLE
106	OMNIBUS	TAL0551	HINO	90,8	95,9	98,8	95,17	1998	60	NO CUMPLE
107	OMNIBUS	TAP0770	HINO	50,8	59,1	65,8	58,57	2002	50	NO CUMPLE

*Fuente: Edith Alcocer (2018).*

108	OMNIBUS	PZY0659	HINO	68,7	54,3	58,7	60,57	2002	50	NO CUMPLE
109	OMNIBUS	CAE0850	HINO	56,8	54,9	60,7	57,47	2007	50	NO CUMPLE
110	OMNIBUS	TAS0344	HINO	15,2	8,9	20,8	14,97	2004	50	CUMPLE
111	OMNIBUS	TAN0755	HINO	90,7	93,6	85,9	90,07	1999	60	NO CUMPLE
112	OMNIBUS	TAO0299	HINO	49,8	60,1	65,4	58,43	2004	50	NO CUMPLE
113	OMNIBUS	XAF0016	HINO	68,9	76,5	77,5	74,30	1998	60	NO CUMPLE
114	OMNIBUS	HAF0628	HINO	82,5	88,2	90	86,90	1998	60	NO CUMPLE
115	OMNIBUS	TAN0425	HINO	85,9	93,8	90,7	90,13	1998	60	NO CUMPLE
116	OMNIBUS	SAC0702	HINO	65,4	73,9	78,9	72,73	2004	50	NO CUMPLE
117	OMNIBUS	XAI0329	HINO	45,8	50,3	58,5	51,53	2009	50	NO CUMPLE
118	OMNIBUS	TAL0750	HINO	48	57,4	58,6	54,67	1999	60	CUMPLE
119	OMNIBUS	TAV1400	HINO	15,7	11,8	25,4	17,63	2011	50	CUMPLE
120	OMNIBUS	XAA2211	HINO	20,4	21,8	25,4	22,53	2017	50	CUMPLE
121	OMNIBUS	XAA2122	HINO	58,9	51,1	45,9	51,97	2016	50	NO CUMPLE
122	OMNIBUS	XAI0544	HINO	35,6	31,3	38,5	35,13	2010	50	CUMPLE
123	OMNIBUS	TAA3258	HINO	37,6	38,6	40,8	39,00	2014	50	CUMPLE
124	OMNIBUS	TAO0766	HINO	48,9	43,3	58,5	50,23	2007	50	NO CUMPLE
125	OMNIBUS	XAA1229	HINO	39,6	34,4	45,2	39,73	2013	50	CUMPLE
126	OMNIBUS	XAA1385	HINO	72,5	78,8	80,5	77,27	2014	50	NO CUMPLE
127	OMNIBUS	TAQ0006	HINO	89,4	90,5	92,6	90,83	2008	50	NO CUMPLE
128	OMNIBUS	PZI0025	HINO	75,1	81,7	85,2	80,67	1993	60	NO CUMPLE
129	OMNIBUS	TAV0769	HINO	25,8	23,8	29,4	26,33	2009	50	CUMPLE
130	OMNIBUS	HAL0050	HINO	36,8	32,4	33,5	34,23	2008	50	CUMPLE

*Fuente: Edith Alcocer (2018).*

131	OMNIBUS	QAA1426	HYUDAI	48,6	43,7	42,5	44,93	2013	50	CUMPLE
132	OMNIBUS	XAA2275	HYUNDAI	25,6	13,6	23,4	20,87	2016	50	CUMPLE
133	OMNIBUS	PZK0017	ISUZU	75,6	78	79,9	77,83	1998	60	NO CUMPLE
134	OMNIBUS	HAK0370	MERCEDES BENZ	90,5	96,8	94,8	94,03	2006	50	NO CUMPLE
135	OMNIBUS	AAU0872	MERCEDES BENZ	85,1	92,8	90,5	89,47	2004	50	NO CUMPLE
136	OMNIBUS	TAU0113	MERCEDES BENZ	72,3	79	84,5	78,60	2006	50	NO CUMPLE
137	OMNIBUS	XAG0167	MERCEDES BENZ	88,5	87,1	90	88,53	2004	50	NO CUMPLE
138	OMNIBUS	HAJ0822	MERCEDES BENZ	66,2	64,7	59,8	63,57	2005	50	NO CUMPLE
139	OMNIBUS	TAO0740	MERCEDEZ BENZ	70,8	79,9	68,9	73,20	2006	50	NO CUMPLE
140	OMNIBUS	MAT0183	VOLKSWAGEN	85,7	91,2	90,5	89,13	2003	50	NO CUMPLE
141	OMNIBUS	SAD0453	YUTONG	39,4	35,1	45,5	40,00	2012	50	CUMPLE
142	JEEP	GKK0515	FORD	54,2	48,2	45,5	49,30	1998	60	CUMPLE
143	TANQUERO	PYS0870	HINO	29,8	31,7	35,8	32,43	2003	50	CUMPLE
144	TRAILER	XAI1269	KENWORTH	28,9	23,2	32,4	28,17	2012	50	CUMPLE
145	VOLQUETA	XEA0601	CHEVROLET	87,5	85	82,5	85,00	2008	50	NO CUMPLE
146	VOLQUETA	PYQ0301	HINO	45,7	53,6	59,8	53,03	2002	50	NO CUMPLE
147	VOLQUETA	XMA0096	CHEVROLET	69,7	89,8	78,9	79,47	2007	50	NO CUMPLE
148	ESPECIAL / GRUA	GPT0450	HINO	35,8	29,2	30,8	31,93	2007	50	CUMPLE
149	MOTONIVEL ADORA	6-5-001587	MAQUINARIA PESADA	54,7	64,3	70	63,00	2005	50	NO CUMPLE
150	MOTONIVEL ADORA	161- PC0280	MAQUINARIA PESADA	58,2	69,8	78,5	68,83	2005	50	NO CUMPLE

*Elaborado: Edith Alcocer (2018).*