



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ

**TEMA: ANÁLISIS DE LA EFECTIVIDAD DE LAS POLÍTICAS DEL
PLAN DE RENOVACIÓN VEHICULAR Y CHATARRIZACIÓN EN LA
FLOTA DE AUTOBUSES URBANOS DE LA PROVINCIA DE
IMBABURA**

AUTOR: MIGUEL LEONARDO MEJÍA ANDRADE

DIRECTOR: ING. RAMIRO ANDRÉS ROSERO AÑAZCO, MSc.

Ibarra - 2019

CERTIFICADO

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

En mi calidad de director del plan de trabajo de grado, previo a la obtención del título de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, nombrado por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas.

CERTIFICO:

Que una vez analizado el plan de grado cuyo título es "ANÁLISIS DE LA EFECTIVIDAD DE LAS POLÍTICAS DEL PLAN DE RENOVACIÓN VEHICULAR Y CHATARRIZACIÓN EN LA FLOTA DE AUTOBUSES URBANOS DE LA PROVINCIA DE IMBABURA." presentado por el señor: Mejía Andrade Miguel Leonardo con número de cédula 100201011-2, doy fe que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte de los señores integrantes del jurado examinador que se designe.

En la ciudad de Ibarra, a los 14 días del mes de febrero del 2019.

Atentamente



Ing. Ramiro Rosero MSc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1002010112		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Mejía Andrade Miguel Leonardo		
DIRECCIÓN:	Flores Vásquez y Camilo Pompeyo		
EMAIL:	mlmejia@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	(06) 2550719	TELÉFONO MÓVIL:	0991425019

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	ANÁLISIS DE LA EFECTIVIDAD DE LAS POLÍTICAS DEL PLAN DE RENOVACIÓN VEHICULAR Y CHATARRIZACIÓN EN LA FLOTA DE AUTOBUSES URBANOS DE LA PROVINCIA DE IMBABURA.
AUTOR:	Miguel Leonardo Mejía Andrade
FECHA:	15/02/2019
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	PREGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA	INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ
ASESOR/DIRECTOR	Ing. Ramiro Andrés Rosero Añazco MSc.

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos del autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 15 días del mes de febrero de 2019

EL AUTOR:



Miguel Leonardo Mejía Andrade

DEDICATORIA

El presente trabajo de grado es dedicado a Doménica Isabel, quien, con su forma inspiradora y la manera de afrontar las circunstancias que se presentan, ha logrado ser inspiración para llegar a concluir esta etapa de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a los docentes de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, que durante esta etapa fueron un pilar primordial de ayuda para culminar esta meta y también agradecer a todas las instituciones que brindaron apoyo para el desarrollo del trabajo de grado.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
RESUMEN	xvi
INTRODUCCIÓN	xviii
1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Planteamiento del problema	3
1.3. Formulación del problema	4
1.4. Delimitación	4
1.4.1. Temporal	4
1.4.2. Espacial	4
1.5. Objetivos	5
1.5.1. Objetivo General	5
1.5.2. Objetivos Específicos	5
1.6. Justificación	6
1.7. Crecimiento parque automotor	7
1.8. Ciclo de vida	9
1.8.1. Vida útil	10
1.8.2. Etapa de uso	11
1.8.3. Mantenimiento vehicular	12
1.8.4. Mantenimiento preventivo	12
1.8.5. Mantenimiento correctivo	13
1.8.6. Consumo de combustible	13
1.8.7. Emisiones vehiculares	14
1.8.8. Final de vida útil	15
1.9. Combustible diésel	17
1.9.1. Calidad diésel ecuatoriano	17
1.9.2. Subsidio al combustible	18
1.10. Calidad del servicio transporte público	19
1.10.1. Criterios para calidad de servicio	19
1.11. Plan de renovación y chatarrización vehicular	23
1.11.1. Objetivos	23
1.11.2. Entidades involucradas	23
1.11.3. Beneficiados cupos e incentivos	24
1.11.4. Proceso de renovación vehicular plan RENOVA	26

2.	MATERIALES Y MÉTODOS	28
2.1.	Metodología	28
2.2.	Recopilación de información	29
2.2.1.	Año de fabricación flota de autobuses urbanos	29
2.2.2.	Marca de chasis flota de autobuses urbanos	31
2.2.3.	Modelos representativos flota de autobuses urbanos	33
2.2.4.	Especificaciones técnicas	34
2.2.5.	Tecnologías existentes en los autobuses urbanos	34
2.2.6.	Carrocerías autobuses urbanos	35
2.3.	Autobuses urbanos renovados plan RENOVA	37
2.4.	Encuesta costos de mantenimiento	39
2.4.1.	Costos mantenimiento autobuses urbanos	40
2.4.2.	Mantenimiento por kilometraje autobuses urbanos	40
2.4.3.	Procesamiento encuesta costos de mantenimiento	46
2.5.	Distancia recorrida	47
2.6.	Determinación vida útil autobús urbano	48
2.6.1.	Costo de mantenimiento vs kilometraje	48
2.6.2.	Depreciación autobús urbano	49
2.7.	Criterios de calidad de servicio transporte urbano	51
2.8.	Consumo diésel	52
2.8.1.	Consumo estimado de diésel flota 2017	52
2.8.2.	Consumo estimado de diésel flota 2007	53
2.8.3.	Consumo por modelo de autobús	54
2.8.4.	Consumo por marca de carrocería	54
2.8.5.	Emisiones flota de autobuses urbanos	55
2.9.	Subsidio al diésel	55
2.1.1.	Racionalización del subsidio de combustible	56
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	58
3.1.	Calidad del servicio de transporte urbano	58
3.2.	Edad flota de autobuses urbanos	61
3.2.1.	Comparación edad flota actual y flota previa al plan RENOVA	62
3.2.2.	Mejora edad flota autobuses urbanos mediante plan RENOVA	63
3.3.	Autobuses renovados	65
3.3.1.	Año de fabricación autobuses plan RENOVA	67
3.3.2.	Mejora edad autobuses flota RENOVA	68
3.4.	Valores acreditados mediante plan RENOVA	70
3.4.1.	Certificados de chatarrización	70
3.5.	Análisis costos de mantenimiento	72
3.6.	Análisis distancia recorrida	75
3.7.	Análisis vida útil de los autobuses urbanos	78

3.7.1.	Determinación costo de mantenimiento vs kilometraje	78
3.7.2.	Depreciación autobús urbano por kilómetro recorrido	81
3.8.	Análisis consumo de combustible	84
3.8.1.	Estimación ahorro subsidio al diésel	86
3.8.2.	Estimación ahorro plan RENOVA con autobuses nuevos	89
3.8.3.	Consumo por marca de autobús urbano	90
3.8.4.	Consumo estimado modelos Chevrolet	91
3.8.5.	Comparación consumo de combustible	92
3.8.6.	Consumo por carrocería	93
3.9.	Análisis emisiones autobuses urbanos	94
3.10.	Reactivación aparato productivo	95
3.10.1.	Venta de autobuses provincia de Imbabura	96
3.10.2.	Empresas chatarrizadoras plan RENOVA	97
3.11.	Análisis efectividad plan RENOVA	98
3.11.1.	Análisis económico	100
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	103
4.1.	Conclusiones	103
4.2.	Recomendaciones	105
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	106
	ANEXOS	111

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA NÚM.	PÁGINA
2.1 Año de fabricación autobuses de transporte urbano año 2017	30
2.2 Año de fabricación autobuses de transporte urbano año 2007	30
2.3 Marca chasis flota de autobuses año 2017	32
2.4 Marca chasis flota de autobuses año 2007	32
2.5 Modelos marca Chevrolet flota de autobuses urbanos 2017	33
2.6 Modelos marca Hino flota de autobuses urbanos año 2017	34
2.7 Especificaciones técnicas modelos representativos flota año 2017	35
2.8 Empresas carroceras homologadas por la ANT Ecuador	35
2.9 Marca carrocerías autobuses urbanos ciudad de Ibarra flota año 2017	37
2.10 Vehículos chatarrizados en Ecuador durante la vigencia del plan RENOVA	38
2.11 Valores certificados de chatarrización en Imbabura por plan RENOVA	38
2.12 Mantenimiento preventivo 4 000 km	41
2.13 Mantenimiento preventivo 8 000 km	42
2.14 Mantenimiento preventivo 24 000 km	42
2.15 Mantenimiento preventivo 40 000 km	43
2.16 Mantenimiento preventivo 100 000 km	44
2.17 Mantenimiento preventivo 200 000 km	45
2.18 Mantenimiento preventivo 300 000 km	46
2.19 Modelo para registro de consumo de combustible	52
2.20 Valores de emisiones autobuses urbanos año 2007 y 2015	55
3.1 Porcentaje mejoramiento edad flota con plan RENOVA	64
3.2 Resultados encuesta costos de mantenimiento	72
3.3 Costo mantenimiento año 2007 y 2015	75
3.4 Kilometraje anual y costo de mantenimiento encuesta 2017	77
3.5 Costo mantenimiento acumulado por kilometraje	79
3.6 Costo depreciación por kilometraje	81
3.7 Consumo promedio de combustible autobuses	85
3.8 Galones ahorrados flota año 2017	87
3.9 Subsidio al combustible diésel Premium Ecuador año 2007-2018	88

3.10	Ahorro en dólares del subsidio al diésel automotriz año 2016-2023	89
3.11	Ahorro estimado con unidades nuevas en plan RENOVA	89
3.12	Consumo estimado plan RENOVA con modelo Chevrolet	92
3.13	Consumo estimado por carrocería	93
3.14	Estimación flujo neto plan RENOVA previa su implementación	99
3.15	Flujo neto plan RENOVA Imbabura al año 2014	100
3.16	Ingresos económicos plan RENOVA año 2011-2017 y proyección al año 2021	102
AII.1	Autobuses chatarrizados y renovados RENOVA Imbabura	113

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA NÚM.	PÁGINA
2.1 Metodología utilizada	28
3.1 Tendencia a percibir confort en los viajes	58
3.2 Percepción de seguridad durante un viaje	59
3.3 Contaminación visual de los gases de escape	59
3.4 Vibraciones percibidas durante el uso del autobús	60
3.5 Desgaste excesivo interior de la carrocería	60
3.6 Edad unidades flota autobuses urbanos año 2015	61
3.7 Edad unidades flota autobuses urbanos año 2007	62
3.8 Comparación edades flota 2015 vs flota 2007	63
3.9 Mejora edad media flota de autobuses mediante plan RENOVA	64
3.10 Porcentaje de autobuses plan RENOVA	65
3.11 Autobuses renovados de flota año 2007	66
3.12 Edad autobuses al ser chatarrizados	66
3.13 Año de fabricación autobuses plan RENOVA	67
3.14 Edad promedio flota RENOVA	68
3.15 Mejora edad promedio flota RENOVA	69
3.16 Porcentaje mejora edad flota RENOVA	69
3.17 Valor acreditado CFN por certificados de chatarrización	71
3.18 Edad autobuses al ser renovados	71
3.19 Costo mantenimiento por año	74
3.20 Costo de mantenimiento año 2005 y 2017	74
3.21 Kilometraje promedio anual flota autobuses año 2017	76
3.22 Kilometraje por año de fabricación flota año 2017	76
3.23 Costos de mantenimiento flota año 2017	78
3.24 Costo mantenimiento acumulado vs kilometraje	80
3.25 Curva de costo mantenimiento acumulado por kilómetro vs kilometraje	80
3.26 Depreciación por kilómetro vs kilometraje	82
3.27 Determinación vida útil autobús urbano	82
3.28 Consumo promedio estimado flota año 2017	85

3.29	Consumo combustible por marca de autobús flota año 2017	90
3.30	Consumo estimado con renovación de modelo Chevrolet	91
3.31	Comparación casos de consumo de combustible unidades plan RENOVA	92
3.32	Consumo de combustible por carrocería	94
3.33	Comparación de emisiones flota de autobuses 2007 y 2015	95
3.34	Venta de autobuses en Ecuador año 2008-2016	96
3.35	Venta de autobuses provincia de Imbabura 2008-2014	97
3.36	Unidades receptadas mediante plan RENOVA a nivel nacional	98
AI.1	Formulario para la renovación parque automotor	112

ÍNDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN NÚM.		PÁGINA
2.1	Cálculo tamaño de la muestra	39
2.2	Costo de mantenimiento anual	47
2.3	Kilometraje anual autobús urbano	47
2.4	Kilometraje promedio flota año 2017	48
2.5	Costo mantenimiento por kilómetro vs kilometraje	48
2.6	Ecuación costo de mantenimiento por kilometraje	49
2.7	Costo depreciación anual por kilómetro vs kilometraje	49
2.8	Ecuación depreciación por kilometraje	49
2.9	Consumo combustible en galones	52
2.10	Consumo combustible en litros	52
2.11	Consumo combustible autobús (l/100km)	53
2.12	Consumo combustible promedio estimado flota año 2017	53
2.13	Consumo combustible por modelo de autobús	54
2.14	Consumo combustible por marca de carrocería	55
2.15	Subsidio diésel promedio anual	56
2.16	Consumo diésel anual en galones	56
2.17	Disminución consumo de combustible diésel	56
2.18	Disminución de galones diésel anual flota RENOVA	57
2.19	Ahorro anual subsidio diésel	57
3.1	Estimación costo de mantenimiento	75

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO NÚM.		PÁGINA
AI.1	Formulario para la renovación parque automotor	112
AII.1	Autobuses chatarrizados vs renovados plan RENOVA Imbabura	113
AIII.1	Formato encuesta mantenimiento autobuses urbanos anverso	116
AIII.2	Formato encuesta mantenimiento autobuses urbanos reverso	117
AIV.1	Formato encuesta criterios de calidad del servicio de transporte urbano	118

RESUMEN

El presente trabajo de estudio hace referencia a la línea de investigación de transporte que radica en el análisis de la efectividad de las políticas del plan de renovación vehicular y chatarrización en la flota de autobuses urbanos de la provincia de Imbabura con el objetivo de evaluar la efectividad de la aplicación del plan de renovación vehicular en función de la vida útil de los vehículos y el subsidio de combustible del transporte público. Se empezó realizando lectura bibliográfica para determinar la metodología adecuada a los objetivos planteados y proceder al levantamiento de datos. El estudio fue realizado en la ciudad de Ibarra que dispone del 99% de los autobuses renovados mediante el plan RENOVA en la provincia de Imbabura. Los datos se obtuvieron mediante el uso de encuestas sobre costos de mantenimiento a los choferes de las unidades y toma de muestras de abastecimiento de combustible diario y verificando su rendimiento con base en los datos registrados por el odómetro determinando el consumo promedio de un autobús urbano en la ciudad de Ibarra determinando el ahorro de galones al año, para determinar la vida útil se calcularon los costos anuales de mantenimiento y se igualaron a los costos de la unidad por kilómetro recorrido, para determinar la calidad del servicio de transporte urbano se empleó los criterios basados en la norma española UNE-EN 13816:2003. En cuanto al análisis financiero y económico se empleó criterios de mejora de calidad de vida, menor contaminación ambiental y seguridad vial. Para el procesamiento y análisis de datos se utilizó el programa informático Excel. Se estimó en 46,58 l/100 km el consumo de diésel por unidad de la flota del año 2017 con un recorrido anual de 50 000 km determinando un ahorro de 1 040 galones de diésel por unidad renovada, la Corporación Financiera Nacional pagó 795 129 dólares en certificados de chatarrización por los 81 autobuses renovados en la provincia de Imbabura, según los resultados de costos de mantenimiento se determinó en 11 años la vida útil de un autobús urbano en la ciudad de Ibarra y se estimó un VAN de \$ 275 752 para el plan RENOVA en la provincia de Imbabura.

ABSTRACT

The present work of study makes reference to the transport and Automotive research group that lies in the analysis of the effectiveness of the policies of the plan of vehicle renovation and scrap the fleet of urban buses of the province of Imbabura to evaluate the effectiveness of the application of the plan of vehicle renovation in function of the useful life of the vehicles and the subsidy of fuel of the public transport. Bibliographic reading was started to determine the appropriate methodology for the proposed objectives and to proceed with the data collection. The study was carried out in the city of Ibarra, which has 99% of the buses renovated through the RENOVA plan in the province of Imbabura. The data was obtained through the use of surveys on maintenance costs to the drivers of the units and taking samples of daily fuel supply and verifying their performance based on the data recorded by the odometer determining the average consumption of an urban bus in the city of Ibarra, thus determining the savings of gallons per year, to determine the useful life the annual maintenance costs were calculated and were equaled to the costs of the unit per kilometer traveled, to determine the quality of urban transport service was used the criteria based on the Spanish standard UNE-EN 13816:2003. In terms of financial and economic analysis, criteria were used to improve quality of life, less environmental pollution and road safety. The Excel software was used for data processing and analysis. It was estimated at 46.58 l/100 km diesel consumption per unit of the fleet in 2017 with an annual travel of 50 000 km determining a saving of 1 040 gallons of diesel per renewed unit, the National Finance Corporation paid \$ 795 129 dollars in scrap certificates for the 81 buses renovated in the province of Imbabura, According to the results of maintenance costs, the useful life of an urban bus in the city of Ibarra was determined at 11 years and a NPV of \$ 275 752 was estimated for the RENOVA plan in the province of Imbabura.

INTRODUCCIÓN

El ciclo de vida útil de los autobuses urbanos está determinado en 20 años como tiempo de uso para brindar un servicio a los usuarios en las mejores condiciones, evitando de esta forma que los índices de emisiones no sobrepasen las normativas establecidas.

Mediante un análisis al Plan de renovación vehicular que se produjo en la provincia de Imbabura, en el cual participaron algunas instituciones del Gobierno y la empresa privada para llegar a renovar la mayor cantidad de unidades vehiculares que se encontraban en el fin de su vida útil.

Se investiga los costos de mantenimiento que invierten los dueños de autobuses en sus unidades, así como las características de las rutas y el subsidio que el Estado invierte por el consumo de diésel de los autobuses urbanos que luego se transforma en emisiones al ambiente.

Existen normas internacionales para establecer criterios de calidad para seguridad y confort durante la movilización de los usuarios del transporte urbano, al analizar los años de vida útil que la entidad de control plantea para un autobús urbano y determinar si son adecuados para el transporte urbano en la provincia de Imbabura.

CAPÍTULO I

1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. ANTECEDENTES

La protección del ambiente y el desarrollo sostenible están adquiriendo cada vez más atención en las industrias del automóvil. Según experiencias internacionales en Corea se tiene “el método de prueba y evaluación que se utiliza para seleccionar las dimensiones y criterios más importantes para la selección de una alternativa sostenible” (Ahmed, 2016, pág. 3). A continuación, se ha construido una jerarquía para desarrollar una técnica sistemática para el problema de selección de alternativas.

El sistema de depósito y reembolso del sistema tiene dos objetivos, reducir el volumen de los residuos mediante la aplicación del principio de contaminación y fomentar la recuperación de artículos reutilizables en la recuperación, durante los últimos años, Corea ha incrementado la cantidad de residuos generados provenientes de la chatarrización de vehículos.

“La industria del automóvil coreano se ha desarrollado notablemente en los últimos 30 años. En el año 2000, Corea produjo 3 millones de vehículos y el número de vehículos registrados superó los 12 millones” (Oh, 2002, pág. 8). El rápido crecimiento en los registros ha dado lugar a problemas de congestión del tráfico y la contaminación ambiental. “En el año 2000, un total de 455 592 automóviles fueron chatarrizados” (Oh, 2002, pág. 8). Los motores y las transmisiones se desmontan y reciclan para su uso como materia prima. Aunque hay algunas empresas de chatarra de automóviles en Corea, solo pocas emplean el sistema de desmantelamiento integrado desmenuzado. “La tasa de reciclaje de metales en los automóviles es muy alta (más del 90%)” (Oh, 2002, pág. 9).

“La ciudad de México hizo concesiones costosas para los operadores existentes en su corredor, la creación creó expectativa de los operadores existentes para conservar derecho para operar en los futuros corredores de tránsito” (Paget-Seekins, 2015, pág. 12). Los gobiernos han instituido mecanismos burocráticos para evitar que los subsidios de capital lleven a una anticipada chatarrización de autobuses.

El servicio de tránsito urbano en Ontario proviene principalmente de las municipalidades y son operados por comisiones casi independientes. Todos los sistemas comenzaron a recibir subsidios de funcionamiento de sus gobiernos durante la década anterior a 1972. Estos subsidios municipales no son preocupantes porque no proporcionan un incentivo para cambiar el comportamiento de desguace de los autobuses. Desde diciembre de 1972, el Gobierno provincial de Ontario ha pagado el 75% del costo de la compra de autobuses de tránsito urbano.

La conciencia ambiental ha aumentado y la sostenibilidad se ha convertido en un requisito importante para la gestión de los vehículos al final de su vida útil. La gestión adecuada puede mejorar el rendimiento de la sociedad u organización. Un modelo de selección apropiado para sostener en el entorno dinámico, competitivo y regulador puede permitir a una empresa satisfacer las necesidades económicas, ambientales, sociales y tecnológicas. Existen varias opciones para la gestión de los vehículos al final de su vida útil como reutilización, reparación, reacondicionamiento, remanufacturado y reciclaje.

En nuestro país las políticas de renovación que con el fin de contribuir a la seguridad ciudadana, reducir la contaminación ambiental, racionalizar el subsidio de los combustibles, mejorar el transporte urbano, intraprovincial, interprovincial, e internacional, de personas y mercancías por vía terrestre; el Gobierno Nacional, conjuntamente con sectores de la industria y la transportación, el 14 de septiembre de 2007, suscribieron el Convenio por el que se establece el Programa de Renovación del Parque Automotor, el mismo que fue renovado mediante adendum

del 28 de septiembre del 2010 ampliando el plazo del programa hasta el año 2013 (MTOPI, 2008, pág. 1).

El Gobierno Nacional se encarga de promover la producción y la adquisición de vehículos ensamblados y carrozados en el país, así como sus componentes y piezas especialmente destinados al transporte público terrestre dependiendo de las condiciones de volumen, precio y calidad ofertada por la industria nacional para poner en manifiesto en este programa. El Ministerio de Industrias y Competitividad debe definir los criterios necesarios que logren una distribución equitativa de la producción de carrocerías calificadas de autobuses y microbuses para el sector de autobuses urbanos dentro de este programa establecido.

El plan RENOVA estaba dirigido a los siguientes tipos de unidades de transporte: taxi, escolar, urbano, interprovincial, intraprovincial, de carga liviana y pesada. Las instituciones que se encontraron involucradas son: el Ministerio de Transporte y Obras Públicas, la Agencia Nacional de Tránsito, la Corporación Financiera Nacional, la Secretaría de Aduanas y las empresas Andec y Adelca.

El programa de renovación vehicular y chatarrización del transporte público empieza desde que se firma el Decreto Ejecutivo N.º 636 el 17 de septiembre de 2007 ampliando la vigencia hasta el 31 de diciembre de 2015. Según datos de la ANT en la provincia de Imbabura se procedió a destruir 236 unidades que se acogieron a los beneficios.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El plan RENOVA ha sido evaluado mediante algunos criterios financieros y económicos de análisis, existe la necesidad de realizar un análisis técnico sobre la efectividad con base en un modelo que identifique procesos técnicos que puedan ser evaluados y aplicados al panorama que existe en nuestra localidad. Según datos estadísticos, el índice demográfico ha crecido en la provincia de Imbabura,

pero el parque automotor de autobuses no refleja un crecimiento acorde a la demanda del servicio.

El tiempo de vida útil para un autobús de transporte urbano se encuentra establecido en 20 años, con las tecnologías existentes y los sistemas de mantenimiento a los que son sometidos no todos llegan a cumplir este periodo, por lo que es necesario establecer un análisis de los costos de mantenimiento en función de la distancia recorrida para definir si el plan RENOVA fue efectivo en la provincia de Imbabura.

1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La falta de un análisis del plan RENOVA para la provincia de Imbabura y en especial al transporte urbano de la ciudad de Ibarra que posea una base de datos de las unidades que existen en la actualidad, para determinar si los objetivos del programa de renovación vehicular y chatarrización contribuyeron a mejorar la calidad en el servicio de transporte público, determinando si los mecanismos establecidos para su desarrollo fueron acertados.

1.4. DELIMITACIÓN

1.4.1. TEMPORAL

Este proyecto se llevará a cabo desde el mes de octubre de 2017 hasta el mes de febrero de 2018.

1.4.2. ESPACIAL

Se realizará un análisis de las unidades del transporte urbano de la ciudad de Ibarra que se acogieron a los beneficios del plan de renovación vehicular, realizando una comparativa de las unidades que fueron destinadas al proceso de chatarrización

por parte de las empresas siderúrgicas y analizarlas con las unidades al año 2017. Buscando un punto de comparación del factor de mantenimiento y la distancia recorrida en las rutas que aplican en el perímetro urbano para determinar la relación costo – beneficio durante su vida útil.

Se establecerá una base de datos de los autobuses de transporte urbano de la ciudad de Ibarra que contenga autobuses del año en que entra en vigencia el plan RENOVA y el año 2017. Se analizará los valores del subsidio del combustible diésel en función del consumo de combustible del transporte urbano, generando características de calidad de servicio, consumos de combustible y emisiones. Se utilizará un software de estadística de datos llamado R para la manipulación de los datos obtenidos.

Se determinará la efectividad de ahorro de los subsidios de combustible vigente con la política del proceso de renovación vehicular enmarcada al bienestar de los usuarios y el desarrollo sostenible del ambiente al contribuir con la reducción de emisiones contaminantes de los autobuses de transporte urbano de la ciudad de Ibarra.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. OBJETIVO GENERAL

Analizar la efectividad de las políticas del plan de renovación vehicular y chatarrización en la flota de autobuses urbanos de la provincia de Imbabura.

1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar la flota actual de autobuses urbanos y compararla con la flota existente previa a la aplicación del programa de renovación vehicular y chatarrización.

- Analizar la vida útil de los vehículos en función del costo de mantenimiento y la distancia recorrida.
- Analizar la racionalización del subsidio de combustible del transporte público mediante la renovación vehicular y chatarrización.
- Evaluar la efectividad de la aplicación del plan de renovación vehicular en función de la vida útil de los vehículos y el subsidio de combustible del transporte público.

1.6. JUSTIFICACIÓN

El Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 Toda una Vida en su objetivo número 3 “Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones”. Las nuevas tendencias mundiales apuntan a hacer de las ciudades lugares más seguros, que cuenten con servicios básicos, con espacios de convivencia que mejoren la calidad de vida de sus habitantes, con capacidad para reducir la vulnerabilidad a los efectos adversos del cambio climático y a otros fenómenos naturales y antrópicos, controlando el desarrollo de actividades humanas que alteran directa o indirectamente la composición de la atmósfera mundial (SENPLADES, 2018, pág. 65).

Por otro lado, garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad al evitar producir menos emisiones contaminantes al ambiente y mejorar la calidad del aire para no incurrir en el calentamiento global, cumpliendo las normas establecidas por entes calificados que regulan las actividades del transporte público en nuestro país.

La realización de un estudio que analice los procesos técnicos que conllevan a la producción de emisiones contaminantes al ambiente, donde se podrán poner en práctica nuevas técnicas de evaluación o recomendar cambios a las normas establecidas en nuestro país que regulan el transporte urbano. De esta forma poder establecer la seguridad vial a los usuarios del transporte urbano y brindar un servicio de calidad a la sociedad.

Al tener una base de datos que proporcione la relación de la vida útil de los autobuses de transporte urbano con el subsidio de combustible de las unidades que aplicaron al proceso de renovación vehicular, se establecerán sistemas técnicos que cualifiquen y cuantifiquen las emisiones contaminantes del transporte urbano.

El uso de programas computacionales ayuda a establecer criterios de comparación para determinar que autobuses de transporte urbano arrojan más emisiones contaminantes al ambiente, las antiguas unidades o las actuales unidades, teniendo en cuenta el periodo de años de vida útil de estos automotores.

En marzo del 2005, ingenieros de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Escuela Superior Politécnica del Ejército elaboraron una tesis con una metodología en la que determinaron la vida útil de un autobús de transporte público de la ciudad de Quito, analizaron parámetros como el costo de mantenimiento en relación con el kilometraje de recorrido, concluyeron que la vida útil de un autobús de servicio urbano es de 10 años con base en el costo de mantenimiento y la distancia que recorre diariamente.

Además, el costo de mantenimiento de un vehículo automotor de menos años de vida en comparación a los que poseían los socios de las cooperativas de transporte urbano de la localidad al momento de acatarse al plan de renovación vehicular es representativo.

1.7. CRECIMIENTO PARQUE AUTOMOTOR

Según datos del Anuario de Transporte del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, en el año 2015 se matricularon 1 925 368 vehículos motorizados en Ecuador, que equivale al 57% más al año 2010 cuando el número fue de 1 226 349 vehículos.

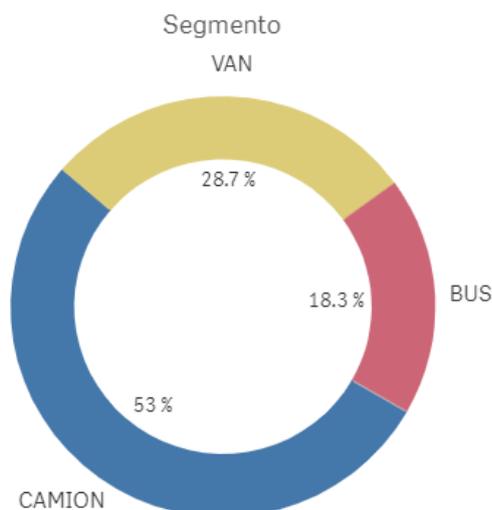


Figura 1.1 Venta de vehículos comerciales año 2017
(AEADE, 2017, pág. 1)

Los vehículos matriculados motorizados son vehículos con propulsión propia que se encuentran destinados al transporte terrestre de personas o cosas, están sujetos a la obligación de obtener permiso de circulación para transitar a nivel nacional (INEC, 2016).

Las cifras relacionadas a la edad del parque automotor de vehículos en nuestro país según datos de (AEADE, 2018, pág. 18), de un total de 2 267 344 vehículos a enero del 2017, el 10,43 % tiene entre 10 y 15 años y el 10,54 % más de 35 años de antigüedad.



Figura 1.2 Número de unidades transporte comercial Ecuador año 2016
(AEADE, 2018, pág. 18)

La edad promedio del parque automotor según datos de AEADE con base en la matriculación vehicular del año 2015 es de 14,94 años. Imbabura registra un total de 67 732 vehículos matriculados.

1.8. CICLO DE VIDA

“El ciclo de vida completo de un vehículo incluye las etapas de obtención de materiales, fabricación de componentes y vehículos, utilización y fin de vida de los vehículos, así como todos los transportes intermedios de las diferentes etapas” (Fedit, 2012, pág. 11).

Utilizando software especializado se puede obtener los siguientes datos como “consumo de energía primaria y emisiones de la producción de diferentes materiales que componen el autobús, así como del ensamblaje mantenimiento y final de vida útil de este, con los cuales se obtienen los factores de energía y emisiones” (López, García, Sánchez, & Flores, 2010, pág. 10).

En el ciclo de vida se analizan los impactos ambientales que generan los vehículos desde su fabricación, pasando por el periodo de utilización y llegando al fin de su vida, analizando los materiales utilizados, agua, el consumo energético y las emisiones contaminantes al ambiente, llegando al vertedero.

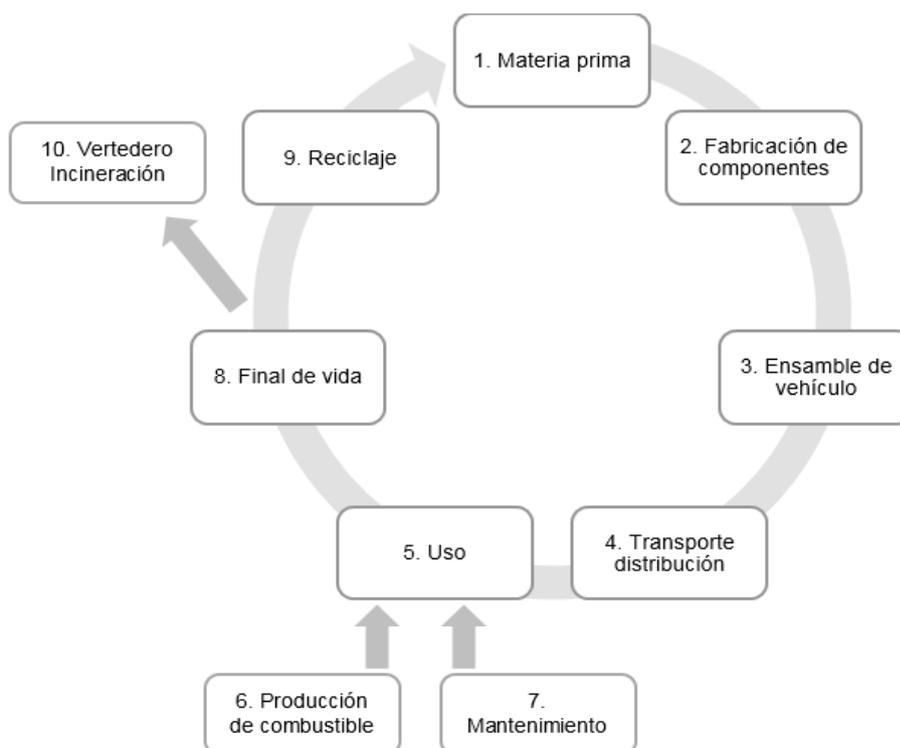


Figura 1.3 Ciclo de vida vehículo
(Rosero R. , 2015, pág. 22)

Los automotores con tecnologías de reducción de emisiones han logrado bajar el nivel de gases entre un 70 y 90 % en contaminantes como CO, HC, NOx y material particulado (MP) mediante la introducción de sistemas de control como los convertidores catalíticos y recirculación de gases de escape (EGR) y el uso de biocombustibles como el biodiesel, el etanol y metanol. El peso también es un factor dominante que ha sufrido cambios en los últimos años, sobre todo por el incremento en la participación de materiales más livianos en su fabricación, como los polímeros y metales como el aluminio (Vergara & Varela, 2013, pág. 81).

1.8.1. VIDA ÚTIL

El ACV (Análisis del Ciclo de Vida) trata los aspectos e impactos ambientales potenciales a lo largo de todo el ciclo de vida de un producto desde la adquisición de la materia prima, pasando por la producción, utilización, tratamiento final, reciclado, hasta su disposición final (Conservación & Carbono S.A.S., 2016).

Según la SETAC (Sociedad de Química y Toxicología Ambiental), el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) es un proceso objetivo para evaluar las cargas ambientales asociadas a un producto, proceso o actividad. El estudio debe incluir el ciclo completo, teniendo en cuenta todas las etapas de la vida de este, desde la adquisición de materias primas, fabricación, transporte, uso y fin de vida.

Un autobús de 60 pasajeros pesa alrededor de 12 000 kg de los cuales el 90 % es acero y hierro, 1,5 % polímeros, 1 % vidrio, 1 % aluminio y el resto otros materiales. Con esta distribución, la energía requerida para fabricarlo está en el orden de los 30 000 MJ, asumiendo como local la fabricación de los componentes (motor, chasis, etc.); si se considera una vida útil de 15 años, la energía requerida por mes sería de 1 700 MJ/mes, es decir, una participación del 3 % en las etapas de fabricación y operación combinadas (Vergara & Varela, 2013, pág. 85).

La entidad que se encarga de realizar las normativas y establecer metodologías es la Comisión Nacional del Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial

(CNTTTTSV), la misma que mediante Resolución No. 131-DIR-2010-CNTTTTSV aprobó el cuadro de vida útil para las unidades que prestan el servicio de transportación pública en buses urbanos, especificando la vida útil de un autobús urbano en 20 años (CNTTTTSV, 2010, pág. 2).

En marzo del 2005, Christian Andrade y Fausto Loyo, de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Escuela Superior Politécnica del Ejército (ESPE) analizaron parámetros como el costo de mantenimiento en relación al kilometraje de recorrido, es así que determinaron la vida útil de un autobús urbano según la distancia recorrida diariamente. En gráficos de sus investigaciones, demostraron que la vida útil de un autobús de servicio urbano es de 684 438 kilómetros, cantidad que, al dividir por el kilometraje anual de 67 200 kilómetros, determinan en 10 años la vida útil de un autobús urbano.

1.8.2. ETAPA DE USO

La fase más conocida, y en el caso del automóvil la que más atención atrae, es la del uso del producto. En esta fase - manejando el carro - son de interés el consumo de combustibles y aceites, el ruido, los impactos del lavado, de las reparaciones, del reemplazo de partes como las llantas, y las necesidades y el consumo de la infraestructura vial, imprescindibles para el funcionamiento del vehículo. La infraestructura incluye la red vial, los semáforos, las estaciones de gasolina, los talleres automotrices, los guardas de tránsito con sus propios vehículos, entre otros (Moller, 2006, pág. 198).

La etapa de utilización representa cerca del 80 % del consumo de energía total del vehículo considerando todas las etapas de su ciclo de vida. Esta etapa incluye no solo la utilización del vehículo, sino que hay que tener en cuenta además las operaciones de reparación y mantenimiento, así como los impactos procedentes de la infraestructura necesaria por la que circulan.

1.8.3. MANTENIMIENTO VEHICULAR

El mantenimiento adecuado de la flota es clave para el funcionamiento de esta, afectando a la seguridad de los vehículos, su disponibilidad y consumo de carburante. Un incorrecto o deficiente mantenimiento de un vehículo puede incidir directamente en un aumento de su consumo de combustible y, de no ser corregido diligentemente, puede dar origen a averías mecánicas que disparen los costes (Moscardó, 2015, pág. 108).

Los procedimientos de mantenimiento y reparación de vehículos que se los realiza en las instalaciones de talleres especializados generan impacto ambiental entre los que se puede distinguir a los siguientes.

- “Consumos energéticos: responsables de las emisiones de CO₂ y otros contaminantes.
- Consumo de agua limpia y vertido de aguas contaminadas: espumas, aceites y restos de otros fluidos de motor usados.
- Generación de residuos peligrosos y no peligrosos” (Fedit, 2012, pág. 64).

Un mantenimiento adecuado del vehículo se traduce en ahorro de combustible, al estar en condiciones eficientes de funcionamiento, el vehículo consume la cantidad correcta de combustible. En la flota de autobuses urbanos se presentan el mantenimiento preventivo y el mantenimiento correctivo.

1.8.4. MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El mantenimiento preventivo permite maximizar la eficiencia de los vehículos, incrementar su vida útil y reducir el impacto ambiental negativo, ya que se logra ahorro de combustible y la reducción de las emisiones contaminantes de los vehículos al ambiente.

Este tipo de mantenimiento se lo realiza sobre la base de las recomendaciones del fabricante y la planificación del personal a cargo, se evita que puntos vulnerables fallen mediante una intervención oportuna, en este caso el vehículo no necesariamente debe tener síntomas de averías.

1.8.5. MANTENIMIENTO CORRECTIVO

El mantenimiento correctivo tiene la función de corregir fallas en el vehículo mediante el reemplazo de piezas dañadas por otras para lograr que el vehículo vuelva a operar normalmente. A diferencia del mantenimiento preventivo este tipo de mantenimiento correctivo no se lo tiene planificado y sus impactos en cuestión de costos se incrementan. La edad de los autobuses influye para que se susciten este tipo de fallos que necesitan ser corregidos.

1.8.6. CONSUMO DE COMBUSTIBLE

En la etapa de uso de un vehículo el elemento que tiene mayor uso es el combustible en el caso de los autobuses urbanos que brindan su servicio diariamente utilizan en esta etapa miles de galones de diésel que se transforman en emisiones al ambiente.

En el ámbito mundial el consumo de combustible generado por el tráfico de transporte cada día sigue aumentando, y el consumo diario se prevé que llegará a 60 millones de barriles en 2035, lo que representa el 61 % de la producción total de petróleo. El sector del transporte es responsable de más del 20 % de todo el consumo mundial de energía, en especial los derivados del petróleo (Rosero, León, Mera, & Rosero, 2017, pág. 3).

Las dimensiones que dispone un autobús afectan el consumo de combustible, los autobuses más largos implican mayor capacidad de pasajeros y ocasiona autobuses de mayor peso, además de tener una carrocería de mayor tamaño, el

motor tiene que generar la potencia necesaria para romper la resistencia a la rodadura lo que incide en el consumo de combustible. Otro factor que influye en el consumo de combustible son los neumáticos, un neumático en buenas condiciones proporciona una rodadura normal, si tuviese deficiente presión ocasiona que se eleve el consumo de combustible.

1.8.7. EMISIONES VEHICULARES

El mayor porcentaje de emisiones de dióxido de carbono (CO_2) durante el ciclo de vida de un vehículo corresponde a la etapa de uso, en esta etapa los automotores desprenden al ambiente más emisiones de CO_2 .

Las emisiones provenientes de los vehículos “están formadas por una compleja mezcla de sustancias cuya composición depende del combustible, del tipo y condiciones de operación del motor y de la utilización de los dispositivos de control de emisiones” (Rico, López, & Figueroa, 2001, pág. 382). Estas sustancias contaminantes con sus respectivos derivados producen determinados efectos adversos a la salud, causando alteraciones en los procesos tanto fisiológicos como bioquímicos del cuerpo humano.

Los factores que se deben tomar a consideración durante las emisiones de los automotores son: el tipo de combustible, la tecnología de los vehículos, la misma que está relacionada con el modelo y año, la velocidad de recorrido y la temperatura ambiente.

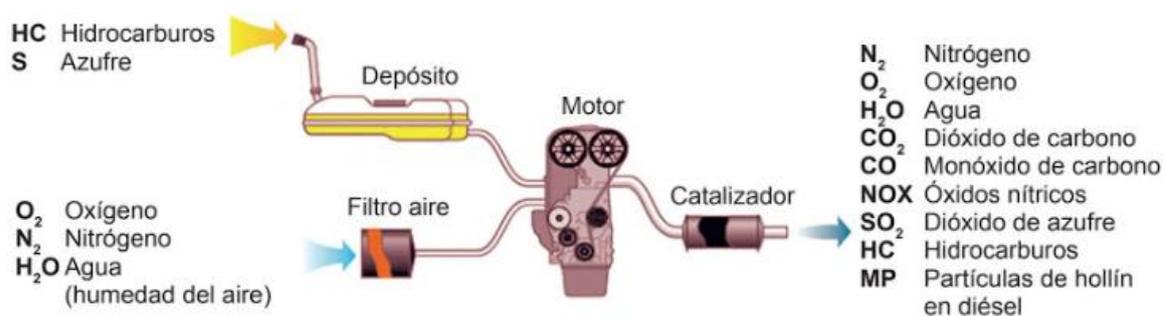


Figura 1.4 Gases que el motor diésel genera
(Perez Bello, 2017, pág. 376)

Según la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2207:2002, establece que “toda fuente móvil de diésel que se importe o se ensamble en el país no podrá emitir al aire monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC), óxidos de nitrógeno (NO_x) y partículas en cantidades superiores a las indicadas” (INEN, 2016, pág. 5). La Tabla 1.1 presenta los valores límites de emisiones permitidos para fuentes móviles a diésel.

Tabla 1.1 Límite máximo permitido de emisiones para fuentes móviles con motor diésel con peso bruto mayor a 3500 kg según Norma INEN NTE 2207:2016

CO g/kWh	HC g/kWh	NO _x g/kWh	Partículas g/kWh
2,1	0,66	5	0,10

Fuente: (INEN, 2016, pág. 5)

A partir del año 2000 los valores máximos de emisiones para vehículos automotores a diésel en circulación no podrán emitir humos con opacidad superior del 50 % al aplicar el método de aceleración libre. Si el vehículo dispone de más de un escape la prueba se define por el mayor valor del escape que genere. Las entidades de control realizan este procedimiento semestralmente a todo vehículo de uso intensivo de transporte de carga y público en el caso del transporte urbano.

Las emisiones que generan los vehículos diésel tienen relación con la calidad del combustible diésel, la tecnología de los vehículos especialmente de transporte público que circula en la ciudad y con la potencia que erogan. En la actualidad las nuevas normas anticontaminación son más estrictas, en el caso de las normas EURO limita las emisiones a punto de que los nuevos motores diésel se diseñen para poder cumplir dichas normas.

1.8.8. FINAL DE VIDA ÚTIL

La Resolución No. 131-DIR-2010-CNTTTSV establece los años de vida útil para los vehículos que prestan el servicio de transportación pública en autobuses urbanos, también del número de años como requisito dentro del proceso de cambios e incrementos. Los vehículos saldrán de circulación una vez que cumplan con su vida

útil total y no podrán ser matriculados como vehículos particulares. La Tabla 1.2 presenta el cuadro de aplicación de la vida útil modalidad de transporte urbano.

Tabla 1.2 Cuadro vida útil resolución N° 131-2010 CNTTTSV

CUADRO DE APLICACIÓN DE LA VIDA ÚTIL TOTAL					
Modalidad de Transporte	Tipo de vehículo	Clase de servicio	Constitución jurídica y permiso de operación	Incrementos y cambios	Vida útil Total
Urbano	Bus	Ejecutivo	0	10	15
		Popular	No aplica	No aplica	20

Fuente: (CNTTTSV, 2010, pág. 2)

Cuando el vehículo llega al fin de su vida útil, después de realizar su fragmentación, se puede recuperar “el 75 % de su peso que consistía en metales férricos y no férricos (cobre, zinc y aluminio). El 25 % restante, una mezcla constituida por plásticos, vidrio, caucho y textiles formaba el denominado residuo” (Fedit, 2012, pág. 70).

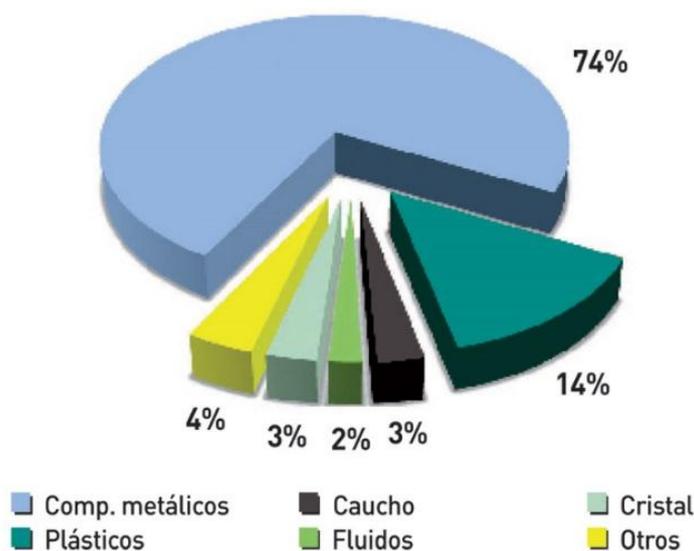


Figura 1.5 Porcentaje de elementos obtenidos en el proceso de reciclaje de vehículos
(Alique & Muñoz, 2013, pág. 41)

Los porcentajes de materiales de un vehículo varían dependiendo del modelo y el peso del mismo, el componente metálico que posee el mayor porcentaje es el material que se procesa como materia prima para la elaboración de nuevos

productos. Durante el plan Renova el hierro de la chatarrización de los vehículos se utilizó como materia prima para la elaboración de varillas de hierro para construcción.

1.9. COMBUSTIBLE DIÉSEL

1.9.1. CALIDAD DIÉSEL ECUATORIANO

El contenido de azufre en el diésel está establecido en la Norma NTE INEN 1489:2016–Derivados del petróleo. Los requisitos para el diésel Premium se establecen que debe tener un máximo de contenido de azufre de 500 ppm. La Tabla 1.3 presenta los requisitos que el diésel Premium debe poseer para poder ser comercializado en el Ecuador según la Norma NTE INEN 1489:2016 octava revisión.

Tabla 1.3 Requisitos diésel Premium NTE INEN 1489:2016 octava revisión

Requisitos Diésel Premium	Unidad	Mín.	Máx.
Punto de Inflamación	°C	51	--
Contenido de agua y sedimento	%	--	0,05
Contenido de ceniza	%	--	0,01
Contenido de azufre	%	--	0,05
Contenido de residuo carbonoso sobre el 10 % de residuo destilado	%	--	0,1
Viscosidad cinemática a 40 °C	mm ² /s	2,0	5,0
Temperatura de destilación del 90 %	°C	--	360
Corrosión a la lámina de cobre	--	--	1a
Índice de cetano calculado	--	45	--
Contenido de biodiesel	%	5	10

Fuente: (INEN, 2016)

Según el informe de los resultados emitidos por el Laboratorio de Hidrocarburos de la Facultad de Química de la Escuela Politécnica Nacional, del análisis de 100 muestras tomadas en 37 estaciones de servicio, revelan que el Diésel Premium que se está suministrando al sector automotriz del país, contiene azufre en un promedio

de 462 partes por millón (ppm) muy por debajo del tope máximo que establece la norma INEN de 500 ppm, por lo que califican al combustible de confiable (Ministerio de Hidrocarburos, 2017, pág. 1).

El contenido de azufre en el combustible diésel limita a los vehículos a utilizar sistemas de control de emisiones, para que estos sistemas tengan la eficiencia adecuada se necesita un diésel con cantidades mínimas de azufre. En Europa se distribuye diésel con 10 ppm de contenido de azufre.

1.9.2. SUBSIDIO AL COMBUSTIBLE

El Subsidio, entendido como “Prestación pública asistencial de carácter económico y de duración determinada” en el campo energético es una política que incluye la regulación de precios, subvenciones a las empresas, subvenciones a los usuarios, entre otras medidas. La determinación de los sujetos del subsidio otorgado puede ser universal o segmentado. El subsidio puede ser directo, quedando a cargo del Estado o las empresas prestadoras cubrir la diferencia entre el precio y el costo de un bien energético o cruzado, cuando una reducción en ciertas tarifas o precios menores al costo son compensadas por otras tarifas o precios superiores al costo (OLADE, 2013, pág. 13).

El sector del transporte es donde existe mayor consumo de diésel en nuestro país. En Ecuador para el año 2015, el 2,51% del PIB nacional se destinó a subsidios al GLP, diésel y gasolina (Espinoza Echeverría & Guayanlema, 2017, pág. 11).

Petroecuador realiza el cálculo del subsidio sobre la base de la diferencia entre ingresos y costos en la comercialización de los derivados, totaliza el resultado de la diferencia ente todos los combustibles que comercializa y el resultado de la suma total es el subsidio que tiene que cubrir el Estado (Avilés, 2010, pág. 7). La Tabla 1.4 presenta el valor del subsidio al diésel automotriz a diciembre 2017.

Tabla 1.4 Subsidio al diésel Premium Ecuador diciembre 2017

EPETROECUADOR SUBGERENCIA DE FINANZAS RESOLUCIÓN N° 3184 DEL SRI		
SUBSIDIO PROVISIONAL POR PRODUCTO DICIEMBRE 2017		
PRODUCTO	SECTOR	SUBSIDIO (USD/gal)
DIÉSEL PREMIUM	AUTOMOTRIZ	0,926243

Fuente: (Petroecuador, 2018, pág. 1)

Según EP Petroecuador, el subsidio provisional a diciembre 2017 para el producto diésel Premium en el sector automotriz es de 0,926243 dólares por galón, el valor del subsidio al diésel se determina según el valor internacional del diésel. El precio de vigencia a diciembre 2017 según EP Petroecuador para diésel Premium en las estaciones de servicio fue de 1,037 dólares por galón.

1.10. CALIDAD DEL SERVICIO TRANSPORTE PÚBLICO

La Fundación Europea para la Gestión de la Calidad (EFQM), define calidad como: “todas las formas a través de las cuales la organización satisface las necesidades y expectativas de sus clientes, su personal, las entidades implicadas financieramente y toda la sociedad en general” (Zambrana Martínez, 2015, pág. 283).

1.10.1. CRITERIOS PARA CALIDAD DE SERVICIO

Para establecer la calidad de servicio en el transporte público se define la norma UNE-EN 13816:2003 este tipo de normativa va dirigida a percibir de los usuarios la calidad de servicio del transporte público de pasajeros, para esto se basa en ocho aspectos para mejorar el servicio: servicio ofertado, accesibilidad, información, atención al cliente, tiempos, confort, impacto ambiental y seguridad.

Esta norma europea especifica los requisitos para definir, establecer objetivos y realizar mediciones de la calidad de servicio en el transporte público de pasajeros, proporciona las directrices para la selección de los métodos de medición correspondientes.

La utilización de esta norma permite interpretar las expectativas de los clientes y su percepción de la calidad en parámetros realistas, medibles y fáciles de utilizar. Es importante destacar que es el servicio y no el proveedor del servicio, quién debe cumplir la norma.

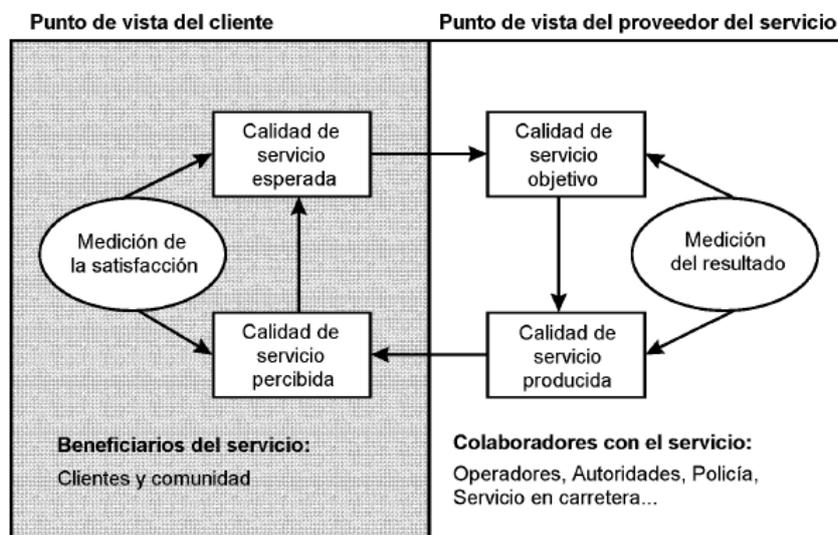


Figura 1.6 Ciclo de la calidad de servicio

Fuente: (AENOR, 2003, pág. 8)

La calidad global del transporte público de pasajeros está constituida por un gran número de criterios. Estos criterios representan el punto de vista del cliente sobre el servicio prestado, los criterios están divididos en ocho categorías.

- Servicio ofertado: alcance del servicio ofertado en términos de zona geográfica, horarios, frecuencia y modo de transporte.
- Accesibilidad: acceso al sistema de transporte público de pasajeros incluyendo la conexión con otros modos de transporte.

- Información: provisión sistemática de toda la información referente al sistema de transporte público de pasajeros para que los pasajeros puedan programar y efectuar sus desplazamientos.
- Tiempo: aspectos relativos al tiempo necesario para programar y efectuar los desplazamientos.
- Atención al cliente: elementos del servicio introducidos para asegurar la mejor adecuación posible entre el servicio de referencia y los requisitos de cada cliente individual.
- Confort: elementos del servicio introducidos para conseguir desplazamientos en transporte público de pasajeros relajantes y agradables.
- Seguridad: sensación de protección personal experimentado por el cliente, derivado de las medidas actualmente implantadas y de las actividades diseñadas para asegurar que los clientes son conscientes de las mismas.
- Impacto medioambiental: efecto sobre el ambiente provocado por un servicio de transporte público de pasajeros (AENOR, 2003, pág. 10).

Estas ocho categorías contienen criterios de calidad que pueden ser aplicados a la realidad del servicio de transporte urbano de la localidad de estudio, cada criterio se subdivide en dos niveles adicionales. La Tabla 1.5 presenta la lista de criterios de calidad de cada categoría para la localidad de estudio.

Los criterios de evaluación de calidad que presenta la norma UNE EN 13816:2002, deben adaptarse al sistema urbano de la localidad de análisis, y debe aplicarse a cualquier tipo de usuario del sistema de transporte urbano.

Tabla 1.5 Criterios de calidad del servicio de transporte urbano según norma española UNE EN 13816:2003

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Servicio ofertado	Red	Cobertura
	Explotación	Horario Frecuencia
	Fiabilidad del servicio	-
Accesibilidad	Accesibilidad interna	entradas/salidas
Información	Información general	Sobre el confort Sobre la seguridad Sobre el impacto ambiental
Duración	Duración del viaje	subidas/bajadas
	Cumplimiento de horarios/frecuencias	Puntualidad Regularidad
Atención al cliente	Cobro de tarifa	Tarifas especiales
Confort	Confort del viaje	Conducción arranque/parada
	Condiciones ambientales	Limpieza Luminosidad Ruido
Seguridad	Prevención de accidentes	Protección activa de las personas
Impacto ambiental	Contaminación	Contaminación visual Vibración Polvo y suciedad

Fuente: (AENOR, 2003, págs. 14-16)

La calidad de percepción de los clientes de un sistema de transporte de pasajeros es general y no la perciben con especial detalle en todos los criterios que se les proponga.

1.11. PLAN DE RENOVACIÓN Y CHATARRIZACIÓN VEHICULAR

1.11.1. OBJETIVOS

El 14 de septiembre de 2007 el Gobierno Nacional firma el Convenio para realizar un programa de renovación de los vehículos automotores, al que se denominó plan RENOVA, dentro de este programa se tuvo como objetivos:

- Promover la reactivación productiva de la industria automotriz.
- Mejorar la competitividad del sector de la transportación terrestre.
- Contribuir a la seguridad y confort ciudadano.
- Reducir la contaminación ambiental (MTOP, 2011, pág. 1).

En 2008 para contrarrestar la contaminación ambiental, se crea mediante el Decreto Ejecutivo N.º 1145 el “Programa de Reducción de la Contaminación Ambiental, Racionalización del Subsidio de Combustibles del Transporte Público y su Chatarrización” (MTOP, 2008, pág. 2).

El programa de renovación del parque automotor estuvo vigente hasta el 31 de diciembre de 2015 y el propósito fue “renovar el parque automotor del sector público o comercial, mediante el reemplazo de los vehículos que han cumplido su vida útil según lo dispuesto por la Agencia Nacional de Tránsito, por unidades nuevas que garanticen las condiciones de seguridad, calidad, servicio y condiciones amigables hacia el medio ambiente” (MTOP, 2015, pág. 9).

1.11.2. ENTIDADES INVOLUCRADAS

Las instituciones que representaron al Gobierno en este Convenio fueron: El Ministerio de Industrias y Competitividad, Ministerio de Transporte y Obras Públicas, Ministerio de Economía y Finanzas, la Corporación Financiera Nacional. Los representantes de la industria nacional fueron: Cámara de la Industria Automotriz Ecuatoriana, Cámara Nacional de Fabricantes Carroceros, industria

llantera ERCO, industria de fundición FEDIMETAL. Y el sector de transportistas: transporte pesado, transporte pesado urbano, transporte pesado intercantonal e interprovincial, transporte escolar, transporte de carga liviana y transporte de taxi.

1.11.3. BENEFICIADOS CUPOS E INCENTIVOS

El plan de renovación vehicular estuvo dirigido al transporte público o comercial entre los que se encuentran al sector de los taxistas, el transporte de servicio escolar e institucional, el transporte de autobuses urbanos, el transporte de autobuses interprovinciales e intraprovinciales, el transporte de servicio de carga liviana y el transporte de carga pesada.

La antigüedad que debía tener como mínimo un vehículo para acceder al programa de chatarrización era de 10 años. “El Consejo Nacional de Tránsito y Transporte Terrestre deberá retirar el permiso de operación a los vehículos con una antigüedad de veinte años o más que no hubieren sido objeto de chatarrización” (MTOP, 2008, pág. 3).

Para brindar facilidades a los transportistas se establece “en forma temporal un diferimiento arancelario a cero por ciento (0%) de la tarifa arancelaria total para la importación anual de vehículos terminados, chasis y carrocerías para transporte público, que participan en el Programa de Renovación del Parque Automotor” (CAE, 2008, pág. 1).

Los incentivos financieros “están dirigidos a los transportistas de servicio público urbano que cambien su unidad actual, por autobuses nuevos: "Cama Baja" (Low Entry), o autobuses nuevos convencionales que cumplan con lo estipulado en las normas técnicas vigentes nacionales o internacionales” (MTOP, 2011, pág. 1).

Como incentivo financiero en el proceso de chatarrización, dependiendo del número de años de antigüedad que posea el vehículo automotor, el plan RENOVA entregó

certificados de chatarrización, la Tabla 1.6 presenta los valores que la CFN asignó a los dueños de transporte de autobuses urbanos por certificados de chatarrización.

Tabla 1.6 Valores que la Corporación Financiera Nacional acreditaba como bono de chatarrización durante la vigencia del plan Renova

RANGO AÑOS	AUTOBÚS	
	Decreto 1145 (06/2008)	Decreto 1110 (03/2012)
MÁS DE 30	\$ 12 755	\$ 17 755
DE 25 A 29	\$ 11 596	\$ 17 755
DE 20 A 24	\$ 10 542	\$ 17 755
DE 15 A 19	\$ 9 583	\$ 9 583
DE 10 A 14	\$ 8 712	\$ 9 583

Fuente: (MTO, 2008) (MTO, 2012)

Al realizar el cambio de unidad, esta debe tener los requerimientos necesarios para poder brindar el servicio conforme el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 038 donde se “establece los requisitos que deben cumplir los autobuses y minibuses urbanos de transporte de pasajeros con la finalidad de proteger la vida y la seguridad de las personas, el ambiente y la propiedad” (INEN, 2010, pág. 2).

El plan RENOVA entregaba un incentivo financiero a los propietarios de autobuses urbanos que chatarrizaron sus unidades para que las renovaran con unidades nuevas. La Tabla 1.7 presenta los valores asignados como incentivo financiero para el transporte según el tipo de vehículo.

Tabla 1.7 Incentivo financiero para adquirir unidades nuevas durante el plan RENOVA

TIPO DE VEHÍCULO	COMPENSACIÓN TRANSPORTE URBANO (USD)
Bus Cama Baja Low Entry 90 pasajeros	\$ 25 920
Bus Cama Baja Low Entry 70 pasajeros	\$ 20 160
Bus Tipo más 60 pasajeros	\$ 7 500
Minibús de capacidad de más de 40 hasta 60 pasajeros y con un peso bruto vehicular (PBV) mayor o igual a 9 ton.	\$ 5 000
Taxi Híbrido HEV	\$ 3 944

Fuente: (MTO, 2011, pág. 3)

1.11.4. PROCESO DE RENOVACIÓN VEHICULAR PLAN RENOVA

Los requisitos para que los transportistas que presten el servicio de transporte urbano puedan acceder al Programa de Chatarrización del plan RENOVA fueron los siguientes.

- El año de fabricación de sus unidades deberá ser mínimo de diez años anteriores a la fecha de la solicitud
- El propietario y el vehículo deben estar registrados en una operadora de transporte que se encuentre legalmente reconocida y registrada en la Comisión Nacional de Transporte Terrestre Tránsito y Seguridad Vial (CNTTTSV) que le permita contar con el respectivo documento de operación
- Matrículas del vehículo vigentes
- Estar en condiciones operativas para movilizarse (CAE, 2011, pág. 2).

El formulario que llenaban los dueños de autobuses urbanos se encuentra en el Anexo I, después de ser calificado el formulario por parte de la Agencia Nacional de Tránsito y emitir el Informe Técnico Favorable el siguiente paso se lo realizaba en la Corporación Financiera Nacional para ser acreedor del bono de chatarrización y solicitar financiamiento para adquirir un vehículo nuevo.

Los requisitos para entregar el vehículo a la chatarrización en los lugares de acopio de las empresas siderúrgicas fueron los siguientes:

- Matrícula original vigente y fotocopia.
- Fotocopia de la cédula de ciudadanía del propietario.
- Placas originales del vehículo.
- Improntas del número de chasis y motor.
- El vehículo deberá llegar propulsado por sus propios sistemas mecánicos y eléctricos en condiciones normales de operación.
- La entrega debe ser realizada por el propietario.

En la figura 1.7 se describe el proceso que realizaban los propietarios de autobuses urbanos para chatarrizar sus unidades mediante el plan RENOVA.

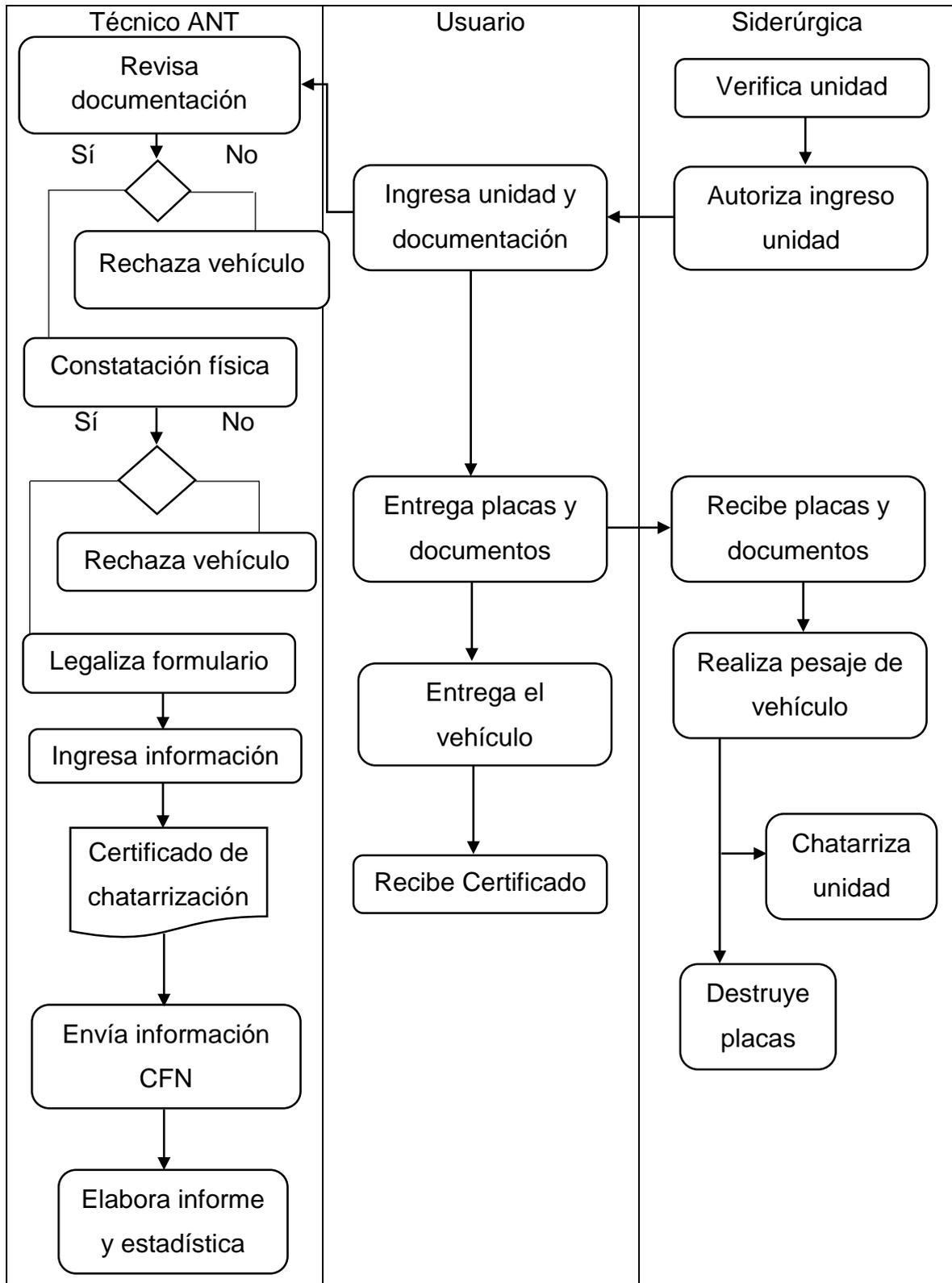


Figura 1.7 Proceso para chatarrizar un vehículo plan RENOVA
(ANT, 2012, pág. 1)

CAPÍTULO II

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. METODOLOGÍA

La presente investigación se basó en cinco etapas que recopilaron información de referencias bibliográficas y trabajo de campo para analizarlas y proceder a determinar la eficiencia del plan de chatarrización y renovación vehicular en la flota de autobuses urbanos de la provincia de Imbabura efectuado durante los años 2008 a 2015 que duró este plan.

La provincia de Imbabura está constituida por 6 cantones, Ibarra es la ciudad más grande y poblada, cuenta con 287 autobuses urbanos que representa el 80% de los autobuses urbanos en la provincia de Imbabura. El 99% de autobuses chatarrizados mediante el plan RENOVA en la provincia de Imbabura corresponden a la ciudad de Ibarra, razón por la que se tomó a Ibarra como muestra estadística para el presente estudio.

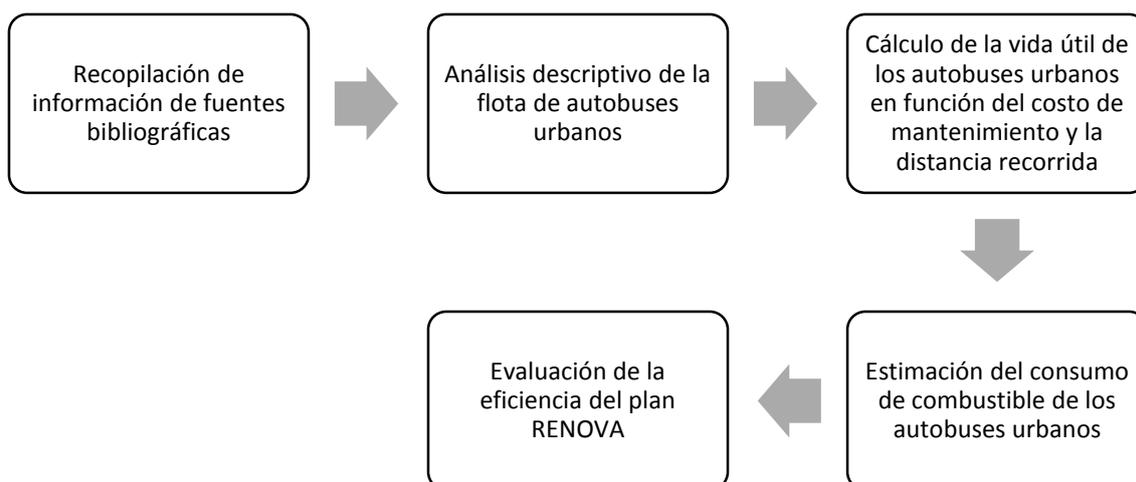


Figura 2.1 Metodología utilizada

2.2. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

En esta etapa de investigación se procedió a realizar la recolección de la información de las diferentes fuentes como son repositorios digitales, estudios que contengan información relevante para el análisis de las características de los autobuses urbanos como: emisiones contaminantes, consumo de combustible y costos de mantenimiento.

Se examinaron estudios relacionados al transporte urbano en otras provincias del Ecuador, que permitan extraer información para analizar las variables de costo de mantenimiento, emisiones y consumo de combustible.

Para obtener información de las unidades de transporte urbano que se encuentran habilitadas se enviaron oficios a la Empresa Pública de Movilidad MOVIDELNOR EP (MEP), que es la empresa que otorga los permisos de operación a las cooperativas de transporte urbano en la provincia de Imbabura. Se obtuvieron datos sobre las unidades de autobuses urbanos actuales que prestan servicio en la ciudad de Ibarra y los permisos de operación de años anteriores para realizar el análisis histórico.

2.2.1. AÑO DE FABRICACIÓN FLOTA DE AUTOBUSES URBANOS

La información que proporcionaron las entidades de control y las cooperativas de transporte urbano de la ciudad de Ibarra fueron una lista de socios con sus respectivos tipos de autobuses urbanos, indicando la marca, modelo y año de fabricación de los autobuses que conforman la flota al año 2017, también facilitaron los números de las matrículas. Al disponer del número de matrícula de los autobuses, se accedieron a las páginas web de las entidades de control, en este caso a la página web del Servicio de Rentas Internas (SRI) donde se verificaron los datos proporcionados y se fue depurando la información. La Tabla 2.1 presenta el número de autobuses urbanos por su año de fabricación obtenidos de la flota al año 2017.

Tabla 2.1 Año de fabricación autobuses de transporte urbano año 2017

AÑO DE FABRICACIÓN	CANTIDAD	PORCENTAJE (%)
1998	12	4,18
1999	16	5,57
2001	30	10,45
2002	79	27,53
2003	73	25,44
2004	45	15,68
2005	16	5,57
2006	8	2,79
2007	2	0,70
2008	3	1,05
2011	2	0,70
2012	1	0,35
TOTAL	287	100%

Fuente: (MEP, 2017, pág. 2)

Con datos registrados de los permisos de operación de las cooperativas donde se encuentran registrados los autobuses se obtuvieron datos informativos como: el número de disco, la marca de la unidad y el año de fabricación. La Tabla 2.2 presenta el año de fabricación de las unidades de la flota al año 2007.

Tabla 2.2 Año de fabricación autobuses de transporte urbano año 2007

AÑO DE FABRICACIÓN	CANTIDAD	PORCENTAJE (%)
1979	1	0,36
1980	4	1,43
1981	6	2,14
1982	1	0,36
1983	1	0,36
1984	2	0,71
1986	1	0,36
1987	8	2,86
1988	11	3,93
1989	7	2,50

Tabla 2.2 Año de fabricación autobuses de transporte urbano año 2007 (**Continuación...**)

AÑO DE FABRICACIÓN	CANTIDAD	PORCENTAJE (%)
1990	33	11,79
1991	15	5,36
1992	15	5,36
1993	9	3,21
1994	19	6,79
1995	38	13,57
1996	26	9,29
1997	18	6,43
1998	27	9,64
1999	10	3,57
2001	7	2,50
2002	7	2,50
2003	2	0,71
2004	4	1,43
2005	6	2,14
2006	2	0,7
TOTAL	280	100%

Fuente: (MEP, 2017, pág. 3)

Los datos de autobuses se obtuvieron de los permisos de funcionamiento de años anteriores proporcionados por la entidad que los emitía, en este caso era el Municipio de Ibarra.

2.2.2. MARCA DE CHASIS FLOTA DE AUTOBUSES URBANOS

La marca de chasis de las unidades que conforman la flota de autobuses urbanos al año 2017 se tomaron en cuenta para el análisis del consumo de combustible por marcas de chasis con más unidades dentro de la flota. Al disponer de una marca representativa en la flota de autobuses urbanos, se analizaron los valores de ahorro del subsidio al combustible diésel al realizar la estimación del consumo de combustible en la flota de autobuses renovados utilizando esta marca de chasis.

Al disponer de la marca de chasis de los autobuses urbanos, se realizó un análisis de la edad de la marca de chasis representativa. La Tabla 2.3 presenta el listado de las marcas de chasis de los autobuses urbanos de la ciudad de Ibarra al año 2017.

Tabla 2.3 Marca chasis flota de autobuses año 2017

MARCA	CANTIDAD	PORCENTAJE (%)
CHEVROLET	194	67,60
HINO	43	14,98
VOLKSWAGEN	23	8,01
MERCEDES BENZ	13	4,53
VOLVO	5	1,74
HYUNDAI	2	0,70
JIANGTE	2	0,70
MAN	2	0,70
INTERNACIONAL	1	0,35
KING LONG	1	0,35
SCANIA	1	0,35
TOTAL	287	100%

Fuente: (MEP, 2017, pág. 2)

Realizando la recopilación bibliográfica de las marcas de las unidades antes del plan RENOVA, se obtuvieron la siguiente información de los autobuses de esa fecha en los documentos de los permisos de operación que las cooperativas disponían para brindar el servicio a la comunidad. La Tabla 2.4 presenta las marcas de chasis de los autobuses de la flota al año 2007.

Tabla 2.4 Marca chasis flota de autobuses año 2007

MARCA	CANTIDAD	PORCENTAJE (%)
FORD	83	29,64
HINO	40	14,29
CHEVROLET	38	13,57
ISUZU	21	7,50
NISSAN	15	5,36
INTERNACIONAL	15	5,36

Tabla 2.4 Marca chasis flota de autobuses año 2007 (Continuación...)

MARCA	CANTIDAD	PORCENTAJE (%)
MERCEDEZ BENZ	10	3,57
ASIA	10	3,57
HYUNDAI	9	3,21
ENCAVA	7	2,50
ÍKARUS	6	2,14
BOTAR	6	2,14
DIMEX	4	1,43
FIAT	3	1,07
OMNIBUS	2	0,71
THOMAS	2	0,71
VOLKSWAGEN	2	0,71
IVECO FIAT	2	0,71
TOYOTA	1	0,36
CUMMINS	1	0,36
VOLVO	1	0,36
SCANIA	1	0,36
KAMAZ	1	0,36

Fuente: (MEP, 2017, pág. 3)

2.2.3. MODELOS REPRESENTATIVOS FLOTA DE AUTOBUSES URBANOS

Cada marca dispone de varios modelos, la Tabla 2.5 presenta los modelos de la marca Chevrolet que es la marca más representativa de la flota año 2017. El modelo más representativo de la marca Chevrolet es el modelo FTR que corresponde el 50,87% de la flota de autobuses urbanos al año 2017.

Tabla 2.5 Modelos marca Chevrolet flota de autobuses urbanos 2017

MODELO CHEVROLET	CANTIDAD
FTR	146
CHR	47
FSR	1
TOTAL	194

Fuente: (MEP, 2017, pág. 1)

La Tabla 2.6 presenta los modelos de la marca HINO, la segunda marca representativa de la flota año 2017, esta marca dispone de 9 modelos de los cuales el modelo RK1JSTL es el más representativo.

Tabla 2.6 Modelos marca Hino flota de autobuses urbanos año 2017

MODELO HINO	CANTIDAD
RK1JSTL	14
FD2HPSZ	9
FF1JPTZ	6
GD1JPTZ	5
GD1JLTZ	3
FF1JP6Z	2
FG1JPUZ	2
FF2HMSA	1
FF1JPSZ	1
TOTAL	43

Fuente: (MEP, 2017, pág. 1)

2.2.4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Las especificaciones técnicas de los modelos característicos de la flota urbana año 2017 se consideraron para establecer datos técnicos para comparar en los análisis de consumo de combustible y costos de mantenimiento de las unidades, la Tabla 2.7 presenta datos extraídos de cuatro fichas técnicas.

2.2.5. TECNOLOGÍAS EXISTENTES EN LOS AUTOBUSES URBANOS

La flota de autobuses dispone de cuatro modelos característicos, estos autobuses cuentan con la norma de emisiones Euro II. La calidad del diésel Premium es la razón que impide que los vehículos se desempeñen con normas de mayor exigencia en emisiones, la norma NTE INEN 1489 octava revisión establece la cantidad máxima de azufre en 500 ppm para el diésel Premium.

Tabla 2.7 Especificaciones técnicas modelos representativos flota año 2017

	Chevrolet	HINO	Volkswagen	Mercedes Benz
Modelo	FTR 32 M	FG1JPUZ	17.210 OD	OF-1721
Año	2003	2008	2003	2004
Motor	Isuzu 6HE1-TC	J08E-TL	Cummins B 5.9 205	OM 366 LA
Número de cilindros	6 en línea	6 en línea	6 en línea	6 en línea
Cilindraje (cc)	7127	7961	9583	7200
Potencia	169.2 kW a 2500 rpm	194 kW a 2500 rpm	206 kW a 2600 rpm	155 kW a 2600 rpm
Par motor	666.4 Nm a 1500 rpm	710 Nm a 1600 rpm	657 Nm a 1700 rpm	660 Nm a 1400 rpm
Norma de emisiones	Euro II	Euro II	Euro II	Euro II

Fuente: (ISUZU, 2017, pág. 1) (AUTEC, 2017, pág. 1)

2.2.6. CARROCERÍAS AUTOBUSES URBANOS

En nuestro país existen diferentes empresas carroceras autorizadas por la ANT para fabricar las carrocerías con modelos homologados para autobuses urbanos. La norma que regula las carrocerías metálicas de los autobuses urbanos es la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 1323:2009. La Tabla 2.8 presenta el listado de las empresas carroceras homologadas por la ANT en el Ecuador al año 2016.

Tabla 2.8 Empresas carroceras homologadas por la ANT Ecuador

N.º	NOMBRE EMPRESA	N.º	NOMBRE EMPRESA
1	ALTAMIRANO	18	PICOSA
2	BUSCARS	19	RODRÍGUEZ
3	CEPEDA	20	SANTA GEMA
4	IBIMCO	21	SANABRIA
5	ICEDCA	22	VARMA
6	IMCE	23	ALVARADO
7	IMETAM	24	CARLUIS
8	IMPA	25	ECUACAR

Tabla 2.8 Empresas carroceras homologadas por la ANT Ecuador (**Continuación...**)

N.º	NOMBRE EMPRESA	N.º	NOMBRE EMPRESA
9	IMPEDSA	26	INMAY
10	JÁCOME	27	LEMAN'S
11	M&L	28	MAYORGA
12	MARIELBUS	29	MODELO
13	MIRAL	30	MONCAYO
14	OLÍMPICA	31	SANABRIA
15	PAREGO	32	MANBUSS
16	CEPEDA	33	SOLIS
17	PAPER'S	34	VIPESA

Fuente: (ANT, 2016, págs. 1-6)

Los autobuses urbanos de Imbabura que fueron adquiridos con el plan RENOVA poseen algunos de los tipos de carrocerías mencionadas en la Tabla 2.8. El proceso de adquisición de las marcas de carrocerías que disponen estos autobuses renovados fue realizado mediante encuesta a los propietarios y trabajo de campo mediante observación visual, algunas carrocerías disponen de placas o nombre en alto relieve en algún lugar visible del autobús, este trabajo se realizó en los lugares de abastecimiento de combustible de las cooperativas de autobuses urbanos. Los autobuses realizan la carga de combustible en los horarios antes de empezar la jornada de trabajo diaria o al terminar la ruta asignada, de esta manera se adquirieron los datos referentes a las carrocerías de los autobuses urbanos en la ciudad de Ibarra.

Como ciertas rutas circulan por un mismo sector de la ciudad en el caso de Ibarra, el sector céntrico de la ciudad fue un punto estratégico para la recolección de información referente al nombre de la carrocería de las unidades para su posterior análisis, la Tabla 2.9 presenta el listado de las carrocerías de los autobuses de transporte urbano año 2017.

Las empresas carroceras disponen de modelos para carrozar los diferentes chasis, se tomaron los nombres de las carrocerías como modelo general de la empresa carrocera para el presente estudio.

Tabla 2.9 Marca carrocerías autobuses urbanos ciudad de Ibarra flota año 2017

NOMBRE	N.º	NOMBRE	N.º	NOMBRE	N.º
MIRAL	34	FIALLOS	4	SCANIA	1
IMETAM	29	IMEG	4	AMATOUR	1
OLÍMPICA	24	BUSCARS	3	GERMAN	1
PICOSA	15	CAMENU	3	MAN	1
VARMA	13	JM	3	VILLASBUS	1
MONCAYO	11	FUERTES	3	ECUACAR	1
IMCE	8	VELASTEGUI	2	IMBABUS	1
NEOTHOMAS	7	CAIO	2	NICOLALDE	1
MARIELBUS	6	REYCAR	2	TORINO	1
OCCIDENTAL	6	ALVARADO	2	AEROCITY	1
CEPEDA	5	GUZMÁN	2	OMNIBUS	1
CAPABA	5	RINOBUS	2	CV	1
IBIMCO	5	ML	2	GAMENO	1
INTERBUS	5	VOLKBUS	2	ALTAMIRANO	1
THOMAS	4	LLERENA	2	CARLUIS	1
UNIÓN	4	MODELO	2	PERALVO	1
COMIL	4	HERRERA	2	INMAY	1
MARCOPOLO	4	VELASCO	1	ARANDI	1

Se recopilaron 54 marcas de carrocerías distribuidas en la flota de autobuses urbanos de Ibarra al año 2017.

2.3. AUTOBUSES URBANOS RENOVADOS PLAN RENOVA

A la Corporación Financiera Nacional (CFN) sede Ibarra se enviaron oficios para conocer el listado de los autobuses urbanos que aplicaron al plan RENOVA, los montos que fueron acreditados por concepto de certificados de chatarrización y la fecha de renovación. La CFN facilitó los nombres de las personas propietarias de los autobuses urbanos de la provincia de Imbabura que accedieron a los beneficios del plan RENOVA y realizaron la sustitución de sus unidades, la fecha en que aplicaron la solicitud y los valores que recibieron por los certificados de chatarrización. La Tabla 2.10 presenta el total de vehículos chatarrizados en todo el país durante la vigencia del plan RENOVA.

Tabla 2.10 Vehículos chatarrizados en Ecuador durante la vigencia del plan RENOVA

Modalidad	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	TOTAL
Taxi	42	911	2 622	2 037	1 007	852	510	548	8 529
Carga liviana		77	294	351	154	123	47	115	1 161
Escolar		284	475	484	284	184	105	143	1 959
Urbano	1	263	61	247	318	248	152	302	1 592
Inter e Intraprovincial		22	132	271	427	123	100	151	1 226
Carga pesada	2	22	119	149	475	324	294	500	1 885
TOTAL	45	1 579	3 703	3 539	2 665	1 854	1 208	1 759	16 352

Fuente: (CFN, 2017, pág. 1)

Según datos de la CFN, se renovaron autobuses urbanos en todo el país durante el periodo que duró el plan RENOVA, el total de autobuses urbanos que aplicaron al plan RENOVA desde el año 2008 al 2015 en Ecuador fue de 1 592 unidades con una inversión de 17 442 464 dólares (CFN, 2017, pág. 1).

En la provincia de Imbabura empezaron a renovar los autobuses urbanos desde el año 2011, según oficio enviado a la CFN no se registraron créditos para adquisición de nuevos autobuses urbanos en la provincia de Imbabura. La Tabla 2.11 presenta el número de certificados de chatarrización que la CFN acreditó durante la vigencia del plan RENOVA en la provincia de Imbabura.

Tabla 2.11 Valores certificados de chatarrización en Imbabura por plan RENOVA

AÑO	Nº UNIDADES	VALOR ACREDITADO (USD)
2011	44	\$ 440 558
2012	24	\$ 229 992
2013	12	\$ 114 996
2014	1	\$ 9 583
TOTAL	81	\$ 795 129

Fuente: (CFN, 2017, pág. 1)

El Anexo II presenta el listado de los 81 autobuses chatarrizados en la provincia de Imbabura durante la vigencia del plan RENOVA con los respectivos modelos que fueron renovados.

2.4. ENCUESTA COSTOS DE MANTENIMIENTO

Para la obtención de datos primarios se recurrieron al uso de encuestas en el lugar de concentración de los autobuses, fueron encuestados los conductores de los autobuses urbanos sobre los intervalos y costos del mantenimiento preventivo que han realizado a sus respectivas unidades, el lugar más idóneo para la realización de la encuesta fueron las estaciones de abastecimiento de combustible donde se concentran diariamente los autobuses. Para definir el número mínimo de personas que fueron encuestadas, se aplicó la fórmula para determinar el tamaño de la muestra para una población finita.

$$n = \frac{NZ^2pq}{e^2(N - 1) + Z^2pq} \quad [2.1]$$

Fuente: (Rodríguez Moguel, 2005, pág. 85)

Donde:

n = Tamaño de la muestra

N = Tamaño de la población

Z = Nivel de confianza deseado

e = Margen de error dispuesto a cometer

p = Proporción de la población con la característica deseada

q = Proporción de la población sin la característica deseada

Para el cálculo de la muestra se emplearon como datos: el tamaño de la población N = 287, para un nivel de confianza de 95%, el valor de Z = 1,96 y un margen de error del 5% el valor de e = 0,05. Para p y q un valor de 0,5.

$$n = \frac{287 * 1,96^2 * 0,5 * 0,5}{0,05^2(287 - 1) + 1,96^2 * 0,5 * 0,5}$$

$$n = 165$$

El tamaño de la muestra es 165, la encuesta fue dirigida a los señores conductores de los autobuses de transporte urbano de la ciudad de Ibarra, el formato de encuesta se encuentra en el Anexo III.

La encuesta fue elaborada para obtener datos sobre los costos de mantenimiento que incurren los propietarios de autobuses urbanos relacionados a la carrocería y chasis, al motor, al sistema de refrigeración y distribución, al sistema eléctrico, al sistema de inyección, al sistema de transmisión, al sistema de frenos y al sistema de dirección y suspensión. Se establecieron intervalos de mantenimiento: mensual, trimestral, semestral y anual, se recopilaron valores y frecuencias de los cambios de consumibles en cada intervalo, procedimientos de mantenimiento preventivo regular de cada unidad.

2.4.1. COSTOS MANTENIMIENTO AUTOBUSES URBANOS

Para un correcto funcionamiento de los vehículos se tiene un plan de mantenimiento preventivo, el estudio de Andrade y Loyo realizado en el año 2005 a autobuses urbanos de la ciudad de Quito, servirá de referencia para proyectar los valores de costos que incurren los autobuses urbanos en relación a los valores adquiridos en la encuesta realizada en el presente estudio. Al tener dos puntos referenciales se proceden a determinar la ecuación lineal y mediante esta función se determinaron los costos de mantenimiento para los años que estuvo vigente el plan RENOVA.

2.4.2. MANTENIMIENTO POR KILOMETRAJE AUTOBUSES URBANOS

El mantenimiento que se realizan a los autobuses urbanos se encuentra establecido en función del kilometraje recorrido, las tablas de mantenimiento preventivo que se muestran a continuación están sobre la base del estudio de Andrade y Loyo (2005).

Tabla 2.12 Mantenimiento preventivo 4 000 km

Chequeo	Fugas de aire	
	Terminales	
	Guardapolvos	
	Barra estabilizadora y bujes de goma	
	Radiadores e intercooler	
	Ventiladores	
	Mangueras	
	Bomba de combustible	
Mano de obra		\$ 80,00
Cambio aceite de motor		\$ 80,00
TOTAL		\$ 160,00
Costo año 2007		\$ 165,41
Costo año 2015		\$ 187,04

Fuente: (Andrade & Loyo, 2005, pág. 94)

El cambio de aceite en los autobuses urbanos se realiza cada mes, en promedio recorren 4 000 km al mes, el cambio de aceite representa un gasto importante durante la vida de un autobús urbano, al tener que realizar un cambio cada mes al término del año se tiene un gasto representativo por este rubro que en promedio y según encuesta se llega a invertir anualmente 1 600 dólares.

Las revisiones de fugas de aire se realizan con los otros chequeos en los días de descanso que disponen los autobuses urbanos, donde se procede a realizar chequeos de guardapolvos y terminales.

Los chequeos del radiador son necesarios para identificar si disponen de anomalías que puedan causar fallos, el radiador es un elemento importante que forma parte del sistema de refrigeración, recibe el refrigerante caliente proveniente del motor y procede a disminuir su temperatura mediante la ayuda de un ventilador de aletas, el nivel del líquido refrigerante se verifica con el motor apagado, el líquido refrigerante depende de la marca del vehículo, la revisión de fugas en el radiador es necesario para evitar un sobrecalentamiento que dañe el motor.

Tabla 2.13 Mantenimiento preventivo 8 000 km

Chequeo	Crucetas	
	Cubos	
	Diferencial	
	Catalinas	
	Templado de la banda del alternador	
Cambio	Aceite de motor	\$ 80,00
	Filtro separador de agua / combustible	\$ 23,27
	Filtro de aceite	\$ 11,20
	Filtros de aire	\$ 140,75
Mano de obra		\$ 100,00
TOTAL		\$ 355,22
Costo año 2007		\$ 367,23
Costo año 2015		\$ 415,25

Fuente: (Andrade & Loyo, 2005, pág. 95)

El mantenimiento de los ejes articulados de accionamiento como es el caso de un eje cardán es necesario tener presente, realizar el chequeo de las crucetas para evitar daños o la existencia de fugas de grasa.

El diferencial es un componente que ayuda a compensar las diferencias de velocidad de las ruedas motrices y debe tener un chequeo adecuado durante el mantenimiento. El chequeo de la tensión de correas es indispensable en el mantenimiento, en el caso de la banda del alternador esta puede aflojarse con el uso que recibe al tener un trabajo en conjunto de otros dispositivos que se encuentren conectados.

Tabla 2.14 Mantenimiento preventivo 24 000 km

Chequeo compresor de aire	\$ 43,54
Mantenimiento de 8 000 km	\$ 355,22
Sub total	\$ 398,76
Mano de obra	\$ 100,00
TOTAL	\$ 498,76
Costo año 2007	\$ 515,62
Costo año 2015	\$ 583,05

Fuente: (Andrade & Loyo, 2005, pág. 96)

El aire comprimido es indispensable para el sistema de frenos neumáticos en un autobús urbano, el compresor está accionado por el motor del vehículo, este sufre desgaste y debe entrar en fase de mantenimiento. El compresor de aire puede generar una presión incorrecta y no ser la necesaria en el sistema de frenos.

Tabla 2.15 Mantenimiento preventivo 40 000 km

Cambio	Cilindro maestro del freno	\$ 169,16
	Cilindros de freno (delanteros y posteriores)	\$ 990,16
	Banda del alternador	\$ 110,00
Empaquetado zapatas		\$ 70,00
Rectificación tambores		\$ 50,00
Mantenimiento de 8000 km		\$ 355,22
Sub total		\$ 1 744,54
Mano de obra		\$ 120,00
TOTAL		\$ 1 864,54
Costo año 2007		\$ 1 927,56
Costo año 2015		\$ 2 179,65

Fuente: (Andrade & Loyo, 2005, pág. 96)

En los mantenimientos de frenos, los cilindros deben tener el cambio necesario al momento de llegar al kilometraje establecido por el fabricante, se debe realizar el cambio para evitar posibles fallas durante la operatividad del vehículo. El sistema de frenos tiene que encontrarse en perfecto funcionamiento, razón por la que no se debe escatimar costos.

Realizar el empaquetado de zapatas y no tenerlas al límite, evita sufrir fallos y daños en el tambor. Las zapatas mediante fricción detienen al tambor giratorio y los tambores sufren abrasión por parte de las zapatas. En el mercado de repuestos existen zapatas que el fabricante dispone para el vehículo, pero también se puede utilizar reemplazos a estos repuestos que difieren en calidad y precio.

El tambor debe ser rectificado para que la superficie de fricción sea la mejor al momento de realizar el frenado de un autobús. Otro elemento que se debe realizar el cambio es la banda del alternador, que al sufrir el desgaste debe ser reemplazada

para que accione correctamente los dispositivos que se encuentren conectados a este elemento de una forma efectiva.

Tabla 2.16 Mantenimiento preventivo 100 000 km

Cambio	Amortiguadores	\$ 284,84
	Rodamientos y retenedores	\$ 80,00
	Llantas	\$ 2200,00
Reparación	Alternador	\$ 38,00
	Sistema de arranque	\$ 125,00
Mantenimiento de 4000 km		\$ 80,00
Sub total		\$ 2 807,84
Mano de obra		\$ 130,00
TOTAL		\$ 2 937,84
Costo año 2007		\$ 3 037,14
Costo año 2015		\$ 3 434,33

Fuente: (Andrade & Loyo, 2005, pág. 97)

Los amortiguadores son elementos del sistema de suspensión de un vehículo que sufre desgaste y llegado a este kilometraje requiere ser sustituido el juego de amortiguadores.

Los rodamientos y retenedores son indispensables para que las llantas giren adecuadamente. Cuando el labrado de los neumáticos llega a las tolerancias, necesitan ser cambiados por juegos nuevos de neumáticos, en el caso de un autobús urbano las llantas delanteras se cambian con un juego de llantas nuevas y las llantas traseras pueden ser reencauchadas.

El alternador es el dispositivo que transforma la energía mecánica procedente del motor en energía eléctrica, proporcionando el suministro de corriente a los sistemas del vehículo y en especial la carga de las baterías, sufre desgaste por lo que debe entrar en proceso de mantenimiento en el kilometraje indicado para que siga operando en forma continua. Al sistema de arranque se debe realizar el mantenimiento correspondiente al llegar al kilometraje y evitar fallas al momento de encender el vehículo.

Tabla 2.17 Mantenimiento preventivo 200 000 km

Cambio	Amortiguadores	\$ 300,00
	Llantas	\$ 2 200,00
	Filtros de aire	\$ 140,00
	Filtro de aceite	\$ 12,00
	Aceite de motor	\$ 80,00
	Filtro separador de agua / combustible	\$ 25,00
	Cilindro maestro del freno	\$ 170,00
	Cilindros de freno	\$ 990,00
	Banda del alternador	\$ 110,00
	Rodamientos y retenedores	\$ 80,00
Reparación	Alternador	\$ 40,00
	Sistema de arranque	\$ 125,00
Limpieza tanque de combustible		\$ 40,00
Rectificación tambores		\$ 50,00
Empaquetado zapatas		\$ 70,00
Mantenimiento de 8000 km		\$ 355,22
Sub total		\$ 4 787,22
Mano de obra		\$ 200,00
TOTAL		\$ 4 987,22
Costo año 2007		\$ 5 155,79
Costo año 2015		\$ 5 830,06

Fuente: (Andrade & Loyo, 2005, pág. 98)

Los filtros son elementos que deben estar en óptimas condiciones de trabajo y se deben realizar el cambio según especificaciones de los fabricantes.

El tanque de combustible almacena impurezas que provienen del combustible y se debe proceder a limpiar el tanque para evitar que se acumulen las impurezas y realizar chequeos visuales de deterioro.

Los costos de mantenimiento se incrementan por los mantenimientos de los tambores, el cambio de llantas, el empaquetado de zapatas y las reparaciones del sistema de arranque junto con el alternador.

Tabla 2.18 Mantenimiento preventivo 300 000 km

Cambio	Relé del arranque	\$ 12,00
	Amortiguadores	\$ 300,00
	Llantas	\$ 1 200,00
	Rodamientos y retenedores	\$ 80,00
Reparación	Alternador	\$ 40,00
	Sistema de arranque	\$ 125,00
Limpieza tanque de combustible		\$ 40,00
Mantenimiento de 4000 km		\$ 80,00
Sub total		\$ 1 877,00
Mano de obra		\$ 150,00
TOTAL		\$ 2 027,00
Costo año 2007		\$ 2 095,51
Costo año 2015		\$ 2 369,56

Fuente: (Andrade & Loyo, 2005, pág. 99)

Un elemento indispensable en el mantenimiento son los neumáticos que deben estar en condiciones adecuadas, según la norma establecida para el transporte urbano, los neumáticos deben tener un labrado mínimo de 3 milímetros y no tener desgastes laterales por causa de una mala alineación.

2.4.3. PROCESAMIENTO ENCUESTA COSTOS DE MANTENIMIENTO

La encuesta sobre costos de mantenimiento y sus respectivos intervalos se enfocaron en la carrocería, sistema de refrigeración y distribución, reparación de motor, sistema de inyección, sistema eléctrico, sistema de transmisión, sistema de frenos y sistema de dirección y suspensión. Los intervalos que se realizan los mantenimientos se encuentran establecidos en meses.

Para determinar los valores de costo de mantenimiento de los autobuses urbanos, se dispuso de la información que los encuestados brindaron acorde a los intervalos de tiempo y precios, se realizó un promedio en tiempo con su respectivo costo.

Los datos obtenidos mediante la realización de la encuesta a los choferes de autobuses urbanos se encuentran en periodos de meses con su valor promedio estimado, estos valores pueden variar dependiendo del estado de la unidad, su modelo y año de fabricación.

El costo de mantenimiento anual se determina realizando la suma de todos los valores que se encuentren dentro de cada año, de esta forma se determina el valor del mantenimiento en cada año utilizando la ecuación 2.2.

$$\text{Costo mantenimiento año} = \sum \text{Costos meses año} \quad [2.2]$$

2.5. DISTANCIA RECORRIDA

Según información de los dispositivos GPS que se encuentran instalados en los autobuses de las cooperativas, se obtuvieron datos de la distancia que recorren los autobuses urbanos durante un mes de recorrido y poder estimar la distancia recorrida durante un año. Con esta información se aplicaron los costos de mantenimiento para los autobuses, según encuesta aplicada a los conductores donde manifestaban los mantenimientos en función de tiempo y no por kilometraje, los meses fueron expresados en kilómetros con los datos de recorrido mensual.

El sistema GPS que disponen los autobuses urbanos almacena la información de los kilómetros recorridos durante el día, se ha establecido un promedio de kilometraje anual de los datos registrados en esta base de datos.

$$\text{Kilometraje anual autobús} = \text{Odómetro fin año} - \text{Odómetro inicio año} \quad [2.3]$$

Para determinar la distancia que recorren en promedio los autobuses urbanos, se obtiene con la ecuación 2.4 que determina el promedio de los kilometrajes de las unidades que se encuentran registrados en la página web de la siguiente manera.

$$\text{Kilometraje anual flota} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Kilometraje anual autobús}}{n} \quad [2.4]$$

Donde n es el número de unidades que disponen registro de odómetro anual.

2.6. DETERMINACIÓN VIDA ÚTIL AUTOBÚS URBANO

Para determinar la vida útil de un autobús urbano en la provincia de Imbabura, se utilizaron la metodología propuesta por Andrade y Loyo (2005) que establecen los valores del costo de mantenimiento de los determinados sistemas de un autobús en función del kilometraje recorrido y los valores de depreciación expresados de la misma forma con base en los kilómetros recorridos.

Se confrontaron la curva de los valores que el vehículo se deprecia anualmente en relación con los kilómetros que el vehículo recorre y la curva de costo de mantenimiento por kilómetro recorrido, esta es la metodología utilizada para determinar la vida útil de un autobús urbano.

2.6.1. COSTO DE MANTENIMIENTO VS KILOMETRAJE

Los costos de mantenimiento vs kilometraje se obtuvieron con los datos de los costos de mantenimiento acumulados de la encuesta, estos valores se los coloca en el eje vertical, dividido para el kilometraje en que se generaron los costos, en el eje horizontal se expresan los valores del kilometraje para los que fueron divididos los costos acumulados.

$$\text{Costo por kilómetro año} = \frac{\text{Costo mantenimiento acumulado año}}{\text{Kilometraje año}} \quad [2.5]$$

Los valores de costos de mantenimiento acumulado se establecen para cada kilómetro recorrido, de esta forma se determina la curva de tendencia a la que mejor se ajustan los valores, una curva de la forma:

$$y_1 = ax^b \quad [2.6]$$

Al tener la curva de los costos de mantenimiento por kilómetro se procede a encontrar la curva del costo de depreciación por kilómetro para determinar el punto de intersección.

2.6.2. DEPRECIACIÓN AUTOBÚS URBANO

La depreciación de un vehículo consiste en un determinado valor anual que el dueño del autobús ahorra hasta el final de la vida útil del vehículo, dotando de un presupuesto para la renovación de otra unidad.

Para efectuar el cálculo se necesitaron conocer el costo de un autobús y proceder a realizar la depreciación por kilómetro recorrido, de esta forma se establece el valor de la unidad por cada kilómetro que recorre. El precio de un autobús nuevo según datos proporcionados por las casas concesionarias en Imbabura al año 2017 redondea los 100 000 dólares, este precio puede variar según la carrocería que se le incorpore, las empresas carroceras se encargan de carrozar el chasis.

$$\text{Costo depreciación año} = \frac{\text{Precio adquisición autobús}}{\text{Kilometraje año}} \quad [2.7]$$

De esta forma se obtiene la depreciación autobús por kilómetro recorrido, estos valores de los coloca en el eje vertical y el kilometraje anual en el eje horizontal para determinar la ecuación de la forma:

$$y_2 = cx^{-d} \quad [2.8]$$

Se confrontan las curvas del costo de mantenimiento por kilómetro vs kilometraje y la curva de depreciación vs kilometraje, encontrando el punto donde se cortan las ecuaciones y_1 e y_2 determinando la vida útil de un autobús urbano.

Se aplica el método de igualación para resolver ecuaciones y obtener el valor de la variable x que representa el valor del kilometraje que los autobuses urbanos deben recorrer antes de que los costos de mantenimiento por kilómetro superen a los costos de depreciación por kilómetro.

$$y_1 = ax^b$$

$$y_2 = cx^{-d}$$

Resolución:

$$y_1 = y_2$$

$$ax^b = cx^{-d}$$

$$\frac{ax^b}{cx^{-d}} = 1$$

$$x^{b+d} = \frac{c}{a}$$

$$\log(x^{b+d}) = \log \frac{c}{a}$$

$$(b + d) \log x = \log \frac{c}{a}$$

$$\log x = \frac{\log \frac{c}{a}}{b + d}$$

$$x = \text{antilog} \left(\frac{\log \frac{c}{a}}{b + d} \right)$$

$x = \text{Número de kilómetros en que se cortan las ecuaciones}$

$\text{Años vida útil} = x \div \text{Kilometraje anual}$

Al tener el valor de la variable x que corresponde a la intersección de las dos ecuaciones, se ha encontrado el valor correspondiente al kilometraje donde se igualan los costos de mantenimiento y costo depreciación en función de la distancia

recorrida, dividiendo este valor por el kilometraje anual de recorrido se determina la vida útil del autobús.

2.7. CRITERIOS DE CALIDAD DE SERVICIO TRANSPORTE URBANO

Para la obtención de datos concernientes a la calidad de servicio se estableció una encuesta con base en los criterios que la norma UNE EN 13816 - 2003 determina y se los adaptaron a la realidad del transporte urbano de la provincia de Imbabura. Se enfatizaron los criterios de calidad para establecer si existe un cambio percibido por los usuarios.

Al existir una población elevada que utiliza el servicio de transporte urbano para movilizarse en la ciudad de Ibarra, se establecieron una muestra de la población para ser encuestada utilizando la ecuación 2.1.

El tamaño de la población es $N = 139\ 721$, para un nivel de confianza de 95%, el valor de $Z = 1,96$ y un margen de error del 5% el valor de $e = 0,05$. Para p y q se toma el valor de 0,5.

$$n = \frac{139\ 721 * 1,96^2 * 0,5 * 0,5}{0,05^2(139\ 721 - 1) + 1,96^2 * 0,5 * 0,5}$$

$$n = 384$$

El tamaño de la muestra es 384, la encuesta fue dirigida a los usuarios del servicio de transporte urbano en la ciudad de Ibarra, el formato de encuesta se encuentra en el Anexo IV. La encuesta se basa en el criterio de confort percibido por los usuarios, el nivel de seguridad que reflejan las unidades, la contaminación visual provocada por las emisiones al ambiente, los ruidos y vibraciones que se percibe durante el uso del servicio de transporte urbano.

2.8. CONSUMO DIÉSEL

2.8.1. CONSUMO ESTIMADO DE DIÉSEL FLOTA 2017

Con los datos de consumo diario de los autobuses urbanos en litros de diésel, se establecieron las medidas de dispersión para realizar el cálculo de galones anuales que el Estado subsidia a la flota de autobuses urbanos de Imbabura. Para la toma de datos de consumo de combustible se utilizó una tabla que contenía el número de disco de la unidad y una casilla para registrar el consumo diario en dólares.

Tabla 2.19 Modelo para registro de consumo de combustible

Nº	Consumo
1	
2	
3	
⋮	
159	
160	

Con los datos registrados de consumo de combustible, se obtiene el valor de kilometraje de la fecha de toma de muestras y se procede a determinar el consumo de combustible de los autobuses.

El valor registrado en dólares se convierte a galones dividiendo este dato para el precio del galón del diésel Premium, en este caso fue de 1,037 dólares.

$$\text{Consumo combustible galones} = \frac{\text{Pago consumo dólares}}{1,037 \frac{\text{dólares}}{\text{galón}}} \quad [2.9]$$

Luego se procede a transformar los galones a litros multiplicando por el valor equivalente en litros, 3.7854 litros por cada galón.

$$\text{Consumo combustible litros} = \text{Consumo combustible galones} \times 3.7854 \quad [2.10]$$

El odómetro registra mediante el dispositivo GPS de los autobuses el kilometraje desde el inicio del día hasta su finalización, los autobuses urbanos tienen la siguiente manera de trabajar, comienza su jornada de trabajo y se dirigen desde el lugar de estacionamiento al lugar de inicio de ruta, después de finalizar la jornada se dirige al lugar de abastecimiento de combustible y luego al lugar de estacionamiento del autobús, el valor de abastecimiento de combustible equivale al kilometraje recorrido esa jornada registrado por el odómetro.

Finalmente se determina el consumo de combustible en la unidad litros cada 100 kilómetros (l/100km), el valor de consumo de combustible en litros se multiplica por 100 y se divide para el kilometraje recorrido del autobús.

$$\text{Consumo (l/100km) autobús} = \frac{\text{Consumo combustible litros} \times 100}{\text{Kilometraje recorrido autobús}} \quad [2.11]$$

Para establecer el consumo de combustible promedio de la flota de autobuses urbanos, se estima el valor medio de consumo de combustible de todas las unidades de la flota.

$$\text{Consumo flota} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Consumo (l/100km) autobús}}{n} \quad [2.12]$$

Donde n es el número de autobuses registrados en trabajo de campo.

El valor promedio de consumo de la flota se utilizará para determinar el ahorro de combustible en relación a la flota anterior al plan RENOVA.

2.8.2. CONSUMO ESTIMADO DE DIÉSEL FLOTA 2007

Para el consumo de combustible de la flota de autobuses antes del plan RENOVA se recopilaron información de referencias bibliográficas, en lo referente al kilometraje anual, las distancias recorridas por los autobuses corresponden a las

rutas establecidas por la entidad reguladora, no ha existido cambios significativos en las rutas que emplean y se utilizará la información proporcionada por la empresa Movidelnor EP que entrega los permisos de operación.

2.8.3. CONSUMO POR MODELO DE AUTOBÚS

Para la estimación del consumo de combustible por modelo de los autobuses urbanos, se emplearon el valor de compra diaria de combustible en dólares y la distancia de recorrido del sistema GPS del día en que se tomaron las muestras, de esta manera se realizaron la conversión a las unidades de litros por cada 100 kilómetros (l/100km).

$$Consumo\ modelo = \frac{\sum_{i=1}^n Consumo\ modelo_i}{n} \quad [2.13]$$

Donde n es el número de muestras adquiridas por modelo.

El consumo de combustible de cada autobús varía de acuerdo con la ruta que se encuentre operativa en el día de trabajo, los conductores de autobuses tratan de llenar el tanque de combustible independientemente de la ruta en la que se encuentre, también disponen de una tarifa que la relacionan con la ruta en la que se encuentran y depende también del modelo de autobús que dispongan. La tarifa diaria con la que se abastecen para los recorridos es 20 dólares en promedio.

2.8.4. CONSUMO POR MARCA DE CARROCERÍA

Para el análisis del consumo de combustible, se consideraron la marca de las carrocerías de los autobuses urbanos que fueron analizadas durante la toma de datos del trabajo de campo en las estaciones de abastecimiento de la flota.

$$\text{Consumo carrocería} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Consumo carrocería}_i}{n} \quad [2.14]$$

Donde n es el número de muestras adquiridas por carrocería.

La carrocería puede afectar el rendimiento en el consumo de combustible debido al peso que dispone y también al diseño aerodinámico, con nuevos modelos aerodinámicos que vencen de mejor manera la fuerza de fricción del aire, sin embargo, existen otros factores que influyen en el consumo de combustible como: patrones de conducción, porcentaje de pendiente de la carretera, número de pasajeros, presión de los neumáticos, estado mecánico del motor entre otros.

2.8.5. EMISIONES FLOTA DE AUTOBUSES URBANOS

Los datos de emisiones de la flota previa al plan RENOVA y la flota actual se basan en estudios que se realizaron en nuestro país y en otros como Colombia y México. La Tabla 2.20 presenta los valores estimados de emisiones para autobuses urbanos en los años 2007 y 2015.

Tabla 2.20 Valores de emisiones autobuses urbanos año 2007 y 2015

Autobús	CO₂ (kg/km)	CO (g/km)	NO_x (g/km)	PM (g/km)
2007	0,9396	2,6531	10,0683	0,3931
2015	0,9048	2,8194	9,8869	0,1965

Fuente: (Ceballos Marcillo, 2016, págs. 34-39)

2.9. SUBSIDIO AL DIÉSEL

Los valores de subsidio al diésel automotriz se obtuvieron de la página web de EP Petroecuador que posee un inventario del valor de subsidio a los combustibles por año distribuidos en meses. Para definir el valor por galón que el Estado ecuatoriano invierte en subsidiar al diésel se tomaron los valores promedios de cada año desde

que empezó el plan RENOVA hasta la fecha de finalización de esta investigación y de esta forma se establecieron los márgenes de ahorro que el país obtuvo al haber renovado la flota de autobuses urbanos en la provincia de Imbabura.

$$\text{Subsidio año} = \frac{\sum_{i=1}^{12} \text{Subsidio mensual}_i}{12} \quad [2.15]$$

Los valores que el Estado Ecuatoriano subsidia al diésel automotriz fluctúan según el valor del precio del barril de petróleo, para los siguientes años se estima que el precio comience a tender al alza, entonces el país tendría que subsidiar un monto mayor por cada galón de diésel que se consuma en el transporte urbano.

2.1.1. RACIONALIZACIÓN DEL SUBSIDIO DE COMBUSTIBLE

La racionalización del subsidio al diésel automotriz en el sector de transporte público se determina por el ahorro que el Estado realiza al no pagar este subsidio por la disminución del consumo de galones de este combustible entre la unidad que fue chatarrizada y la unidad renovada. El consumo anual de galones de un autobús se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Consumo diésel año} = \frac{\text{Consumo flota año} \times \text{Kilometraje anual}}{3,7854 \times 100} \quad [2.16]$$

$$\text{Disminución consumo diésel} = \text{Consumo año A} - \text{Consumo año B} \quad [2.17]$$

Donde:

Consumo año A: Consumo diésel año 2007

Consumo año B: Consumo diésel año 2017

El total de galones diésel al año que ya no consume la flota renovada se obtiene multiplicando el número de unidades renovadas por el número de galones disminuidos en el consumo anual.

$$\text{Galones ahorro diésel año} = \text{Disminución consumo diésel} \times n \quad [2.18]$$

Donde n es el número de unidades renovadas.

El monto estimado que el Estado ya no subsidia al diésel automotriz en un año se determina multiplicando el número de galones diésel al año por el valor del subsidio de este combustible registrado en ese año.

$$\text{Ahorro subsidio diésel} = \text{Galones ahorro diésel año} \times \text{subsidio diésel} \quad [2.19]$$

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. CALIDAD DEL SERVICIO DE TRANSPORTE URBANO

Con los criterios calidad establecidos en la encuesta se obtuvieron los resultados referentes al servicio que brinda la flota de autobuses urbanos en la provincia de Imbabura, estableciendo que no están conformes con el servicio de transporte urbano y que es necesario renovar la flota de autobuses urbanos para que cambie la percepción que tienen los usuarios del servicio ofertado.

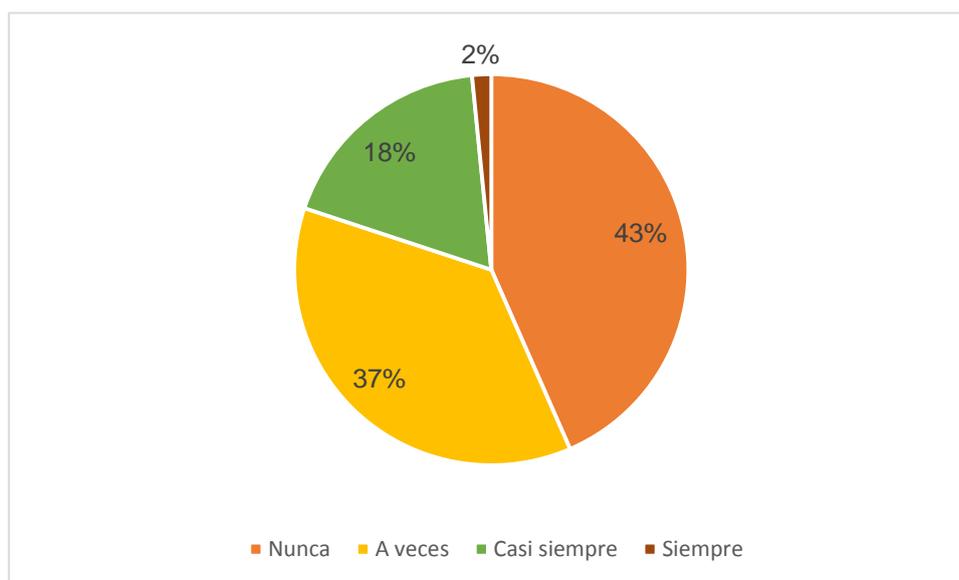


Figura 3.1 Tendencia a percibir confort en los viajes

El confort tiene una tendencia a no ser percibido durante un viaje, esto se debe a que los autobuses urbanos no brindan las expectativas que los usuarios esperan, la razón que son unidades que están por cumplir su periodo de vida útil y en general estas unidades no reflejan un mantenimiento en la infraestructura interna que promueva sensaciones de confort al usuario, el 43% de encuestados no siente confort al usar el servicio de transporte urbano.

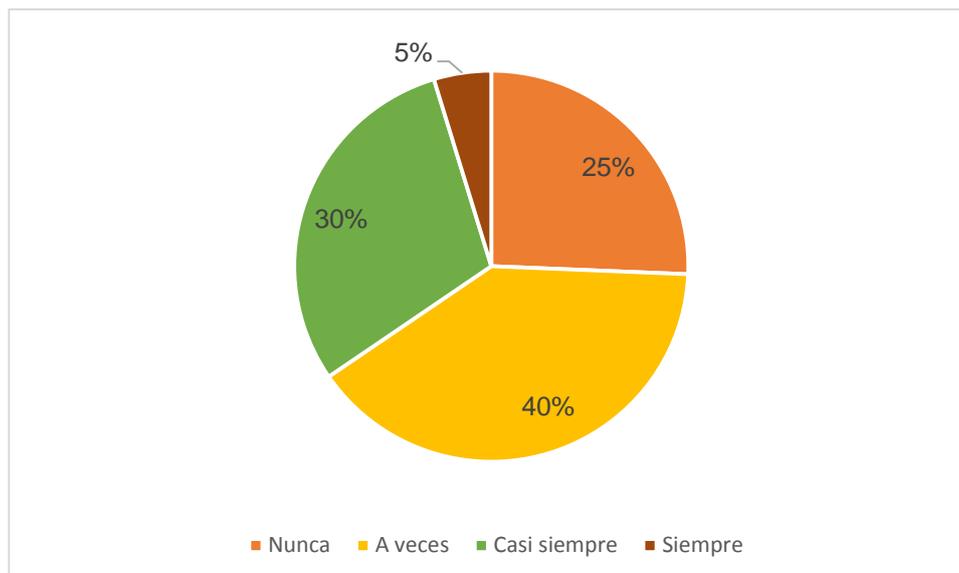


Figura 3.2 Percepción de seguridad durante un viaje

La percepción de seguridad durante un viaje no es apreciada por los encuestados, solamente el 30% manifestaron sentirse seguros al utilizar el servicio de transporte urbano, un 25% sienten inseguridad, el resto relacionan su percepción de seguridad acorde a las unidades que han utilizado para trasladarse teniendo en consideración que existen unidades que si brindan sensación de seguridad a los usuarios.

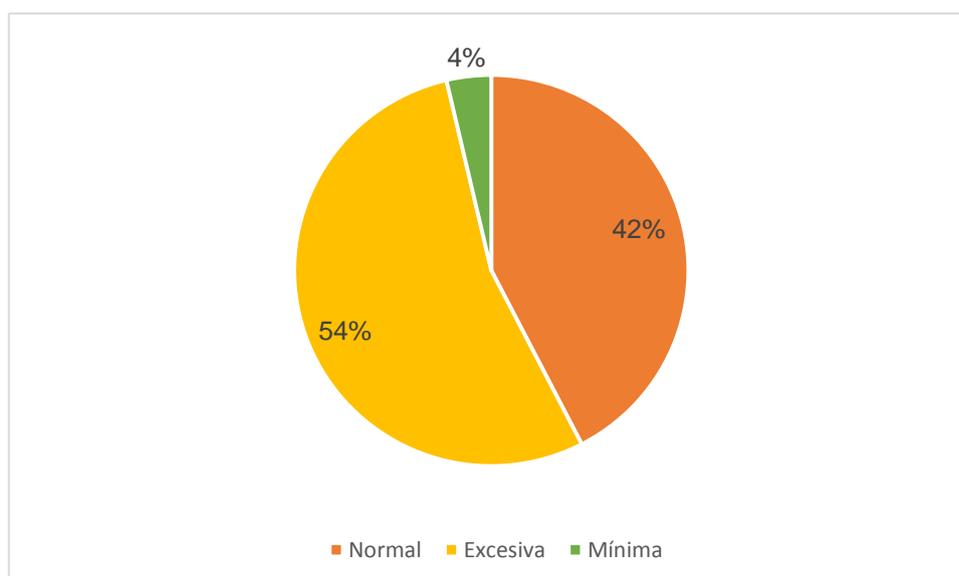


Figura 3.3 Contaminación visual de los gases de escape

El grado de contaminación ambiental percibido por los usuarios de transporte urbano se analiza en la contaminación visual de los gases de escape que pueden

ser observados por los usuarios, el 54% manifestaron que es excesiva, esto se debe a las unidades que no calibran el sistema de inyección provocando humaradas excesivas al ambiente.

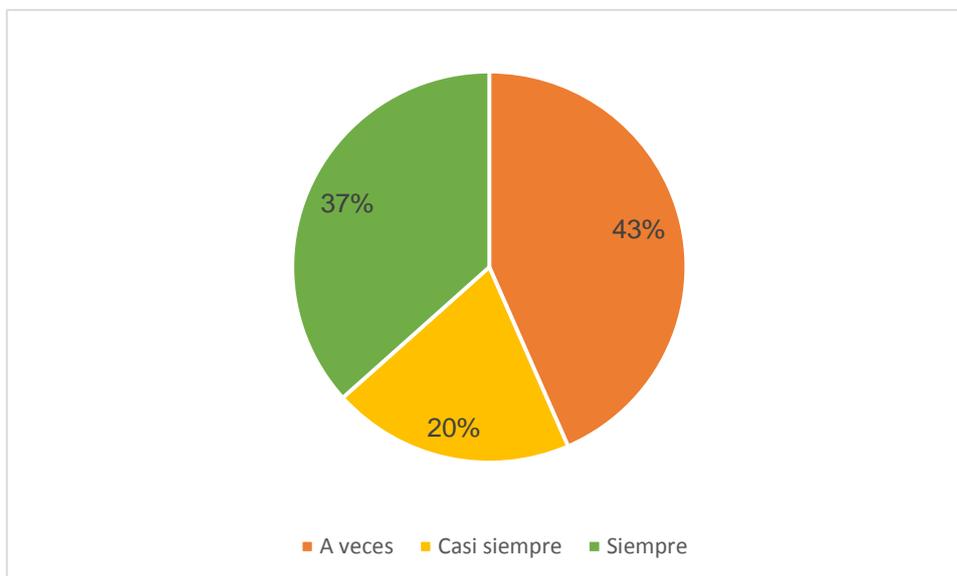


Figura 3.4 Vibraciones percibidas durante el uso del autobús

Debido a que el parque automotor de autobuses urbanos es antiguo, la edad media es 15 años, disponen de elementos internos en sus carrocerías que necesitan ajustes o ser reemplazados para evitar vibraciones y ruidos, estos elementos distorsionan la percepción que tiene el usuario de un servicio de calidad.

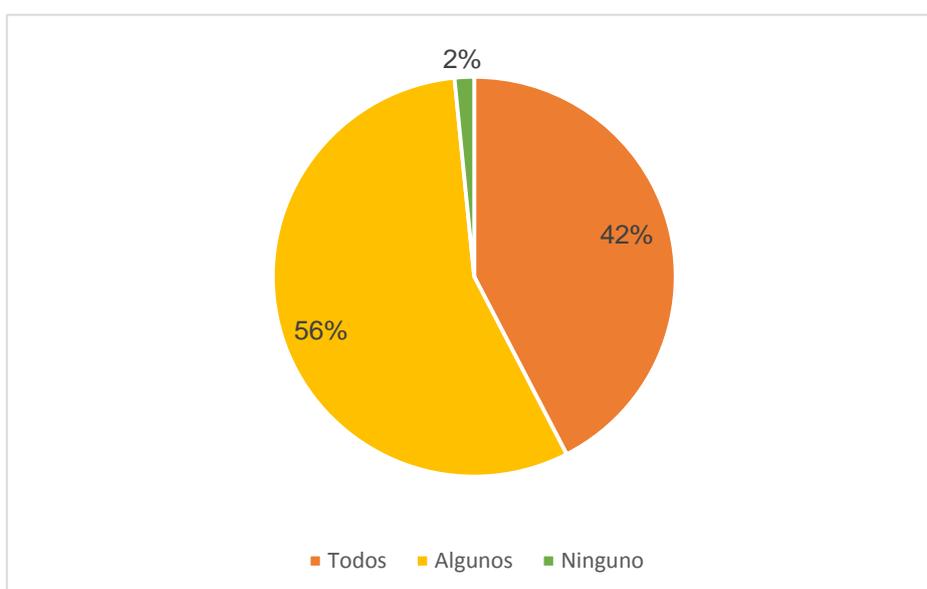


Figura 3.5 Desgaste excesivo interior de la carrocería

En lo referente a la percepción de desgaste en el interior de la carrocería, el 56% perciben que los autobuses tienen dispositivos que por causa del uso deben ser reemplazados para brindar un servicio de calidad, unidades que no son tan antiguas y disponen de carrocerías en buenas condiciones provocan en los usuarios una percepción de buen servicio.

Las percepciones sobre la calidad de servicio de transporte urbano que disponen los usuarios reflejaron tendencias similares que concuerdan en que los autobuses de servicio urbano deben ser renovados o repotenciar las carrocerías que disponen las unidades para lograr una mejor percepción de la calidad, confort, seguridad e imagen que brindan al usuario en el servicio.

3.2. EDAD FLOTA DE AUTOBUSES URBANOS

Con los datos de año de fabricación de los autobuses urbanos se analizaron la distribución de las edades de las unidades que posee la flota al año 2007 versus la flota al finalizar el plan RENOVA en el año 2015.

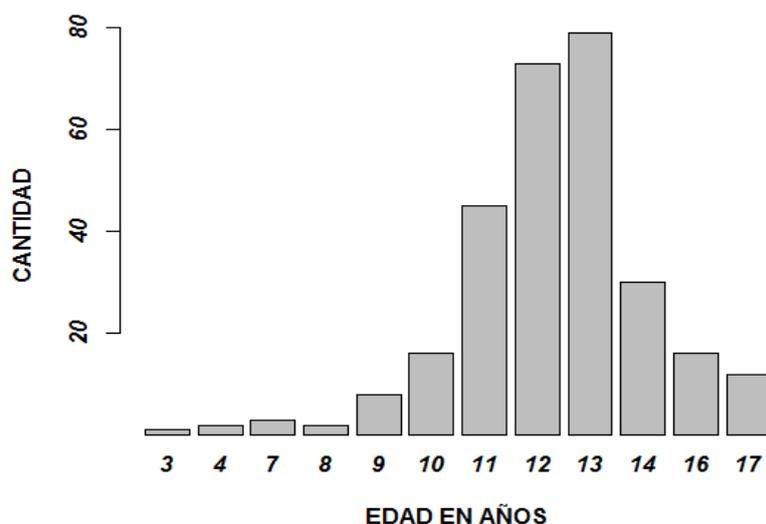


Figura 3.6 Edad unidades flota autobuses urbanos año 2015

La edad media de la flota al término del plan RENOVA es de 12 años, existen autobuses con edades menores a 8 años que fue el tiempo que estuvo vigente el plan de renovación vehicular, pero según entrevistas con los presidentes de las

cooperativas no hubo unidades que fueron renovadas de alguna casa concesionaria, todas las unidades que fueron renovadas dentro del plan RENOVA disponían de ciertos años de uso. La flota al año 2015 registraba unidades que disponían de más de 10 años que hubiesen podido aplicar al proceso de renovación.

De la misma forma se establecieron las edades de la flota al año 2007 para comparar y establecer la ganancia de años mediante la renovación de la flota.

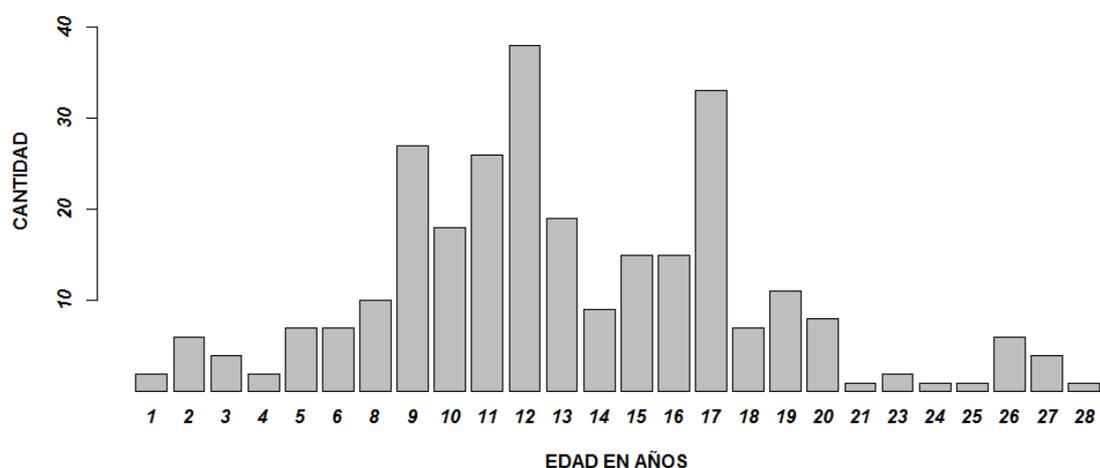


Figura 3.7 Edad unidades flota autobuses urbanos año 2007

La edad media de la flota al inicio del plan RENOVA es de 13 años, existen autobuses con edad de 28 años, según datos proporcionados por las cooperativas en los permisos de operación del año 2005, al año 2007 la flota de autobuses cuenta con unidades nuevas, estas son las unidades que no se han renovado por disponer de edades menores a 10 años durante la vigencia del plan RENOVA.

3.2.1. COMPARACIÓN EDAD FLOTA ACTUAL Y FLOTA PREVIA AL PLAN RENOVA

Para el análisis comparativo de las flotas se tomaron en cuenta los años de fabricación de las unidades, para determinar la edad promedio de la flota, la edad

máxima de las unidades y la edad mínima de las unidades que disponen para proceder a compararles mediante estadística descriptiva.

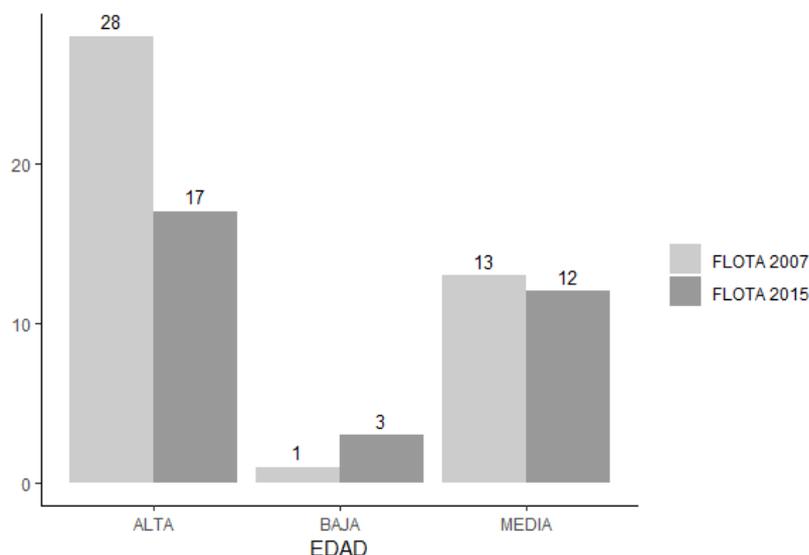


Figura 3.8 Comparación edades flota 2015 vs flota 2007

La flota previa al plan de renovación vehicular en la provincia de Imbabura tenía en promedio una edad de 13 años, en comparación con la flota al término del plan RENOVA que tiene una edad media de 12 años, con la renovación de las unidades existe ganancia en la edad media de la flota, la flota 2007 poseía autobuses nuevos a comparación de la flota 2015 que no disponía de unidades nuevas y como se considera los 20 años de servicio, la flota 2015 disponía de unidades próximas a cumplir su vida útil de servicio, a diferencia de la flota 2007 que disponía de unidades con más de 20 años que brindaban servicio.

3.2.2. MEJORA EDAD FLOTA AUTOBUSES URBANOS MEDIANTE PLAN RENOVA

Con el plan RENOVA ingresaron unidades con menos años en la flota que conllevaron a una disminución en la edad media de las unidades, como cada año ingresan unidades se aprecia en la Tabla 3.1 el porcentaje de mejora en la edad media de la flota. Al año que termina el plan RENOVA sin tener ninguna unidad renovada, la edad media tendría que haber sido de 21 años, con la aplicación del

plan y renovación de las 81 unidades termina con una edad media de 15 años que representa una mejora de 28,57%.

En el año 2011 existe el mayor porcentaje de mejora de la edad media de la flota con la sustitución de 34 unidades con una edad media de 15 años, el siguiente año se renuevan 20 unidades que ayudan a mejorar la edad media de la flota, de esta forma se produjo la renovación de la flota hasta el año 2014.

Tabla 3.1 Porcentaje mejoramiento edad flota con plan RENOVA

AÑO	MEJORA (%)
2011	8,71
2012	3,92
2013	1,26
2014	0,06

El ingreso de unidades que disponía de menos años que las unidades chatarrizadas, ayuda a disminuir la edad media de la flota durante la vigencia del plan RENOVA, desde el año 2011 hasta el 2014 con cada unidad renovada se mejora la edad promedio de la flota de autobuses. La Figura 3.9 presenta el mejoramiento de la edad promedio de la flota.

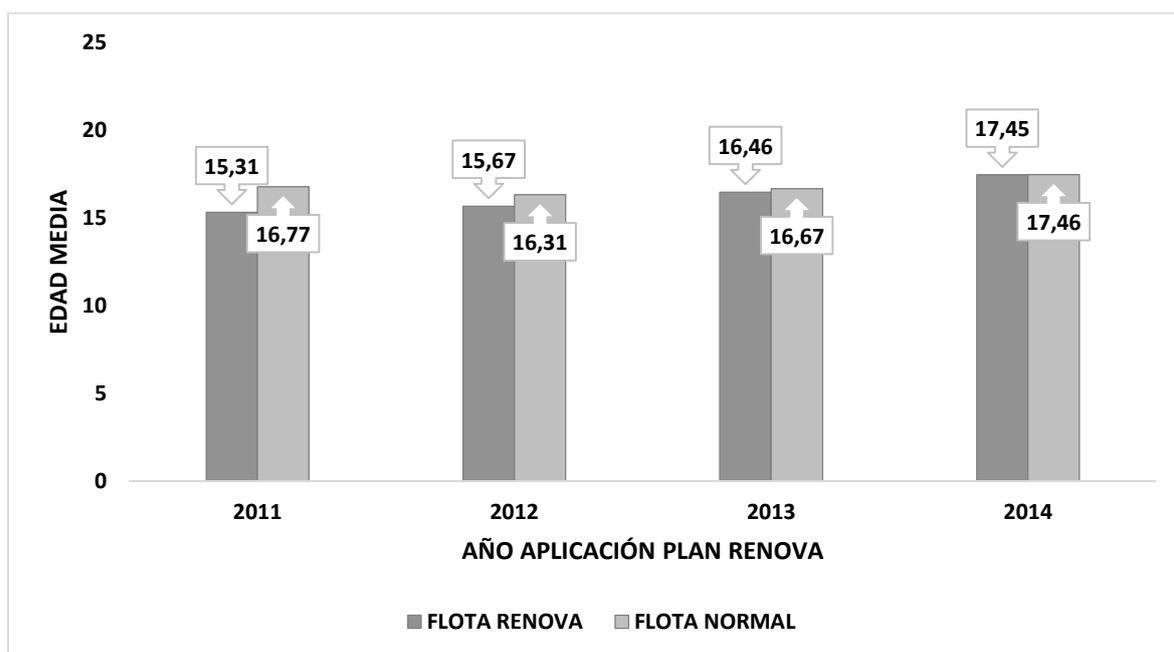


Figura 3.9 Mejora edad media flota de autobuses mediante plan RENOVA

3.3. AUTOBUSES RENOVADOS

Solo el 28% de la flota de autobuses urbanos en la ciudad de Ibarra se acogió al plan RENOVA, solamente los autobuses que fueron adquiridos durante los años previos al comienzo de este plan no disponían de la edad de 10 años para ser chatarrizados. Sin embargo, el 30% de la flota fue renovada en otras condiciones diferentes a las del programa del Gobierno. Al año 2015 solo el 2% de la flota no disponía de la edad de 10 años para aplicar al plan RENOVA.

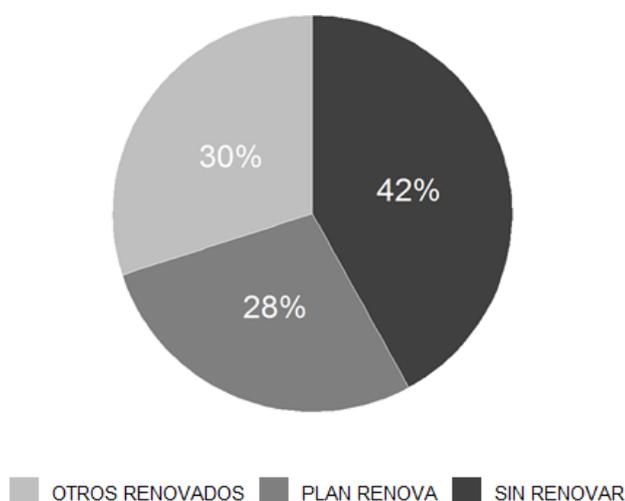


Figura 3.10 Porcentaje de autobuses plan RENOVA

Los dueños de los autobuses de transporte urbano no poseen una planificación para renovar sus unidades antes de que cumplan con sus años de vida útil, esperan que estas lleguen a cumplir el máximo de años de servicio y solamente renovarlas cuando cumplan los 20 años de servicio.

El año de vida promedio de los autobuses que fueron chatarrizados fue de 17 años, según la ley ecuatoriana los autobuses tienen una vida útil de 20 años, después de este tiempo ya no pueden ser utilizados para otra actividad. En la flota de estudio, las unidades prestan servicio hasta llegar al fin de su vida útil establecida o si se encuentran inmersas en algún accidente que evite continuar con el servicio, en este caso reemplazan la unidad con otra para continuar brindando el servicio a la sociedad.



Figura 3.11 Autobuses renovados de flota año 2007

La figura 3.11 presenta en forma de área los autobuses renovados de la flota 2007, solo el 28% de la flota de autobuses urbanos en la ciudad de Ibarra fue renovada mediante el plan RENOVA hasta el año 2014, después de 8 años que estuvo vigente el plan, los beneficiados no se incrementaron a pesar de que ya disponían de unidades con 8 años más de edad que cuando empezó el plan.

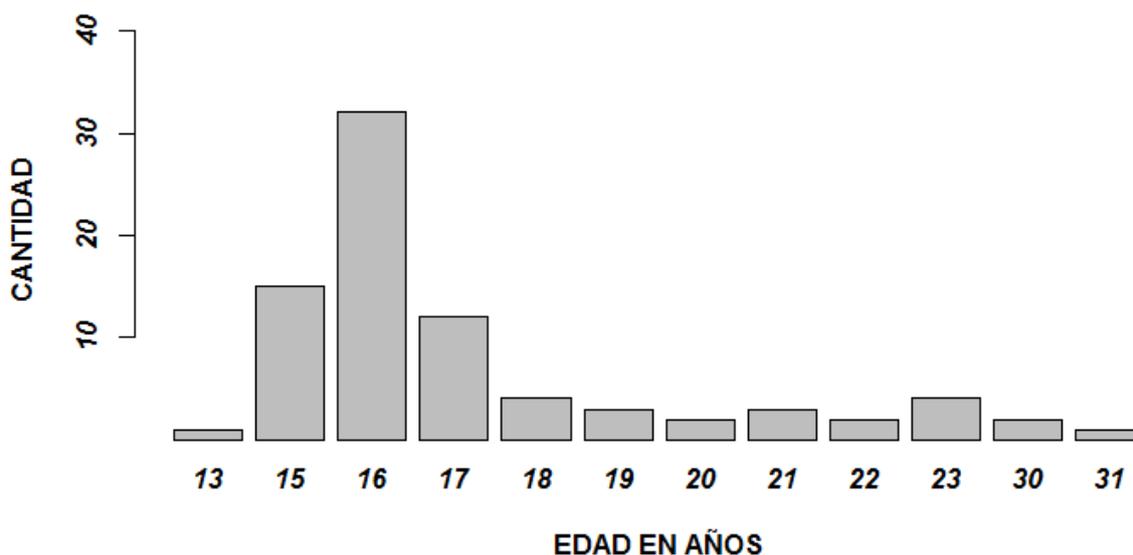


Figura 3.12 Edad autobuses al ser chatarrizados

La edad que poseían las unidades al ser chatarrizadas es variada, tenían entre 13 y 31 años, la tendencia de edad para ser renovada en el plan RENOVA se

encuentra comprendida entre 15 y 17 años, existiendo casos en los que tenían más de 20 años al ser chatarrizadas.

3.3.1. AÑO DE FABRICACIÓN AUTOBUSES PLAN RENOVA

Los autobuses que adquirieron tenían 9 años en promedio a la fecha que realizaron la adquisición, fueron renovados entre el año 2011 hasta el año 2014. La edad media de la flota chatarrizada fue de 17 años, la nueva flota renovada de autobuses disminuyó 8 años la edad promedio de las unidades que intervinieron en el plan RENOVA.

El 85% de los autobuses que fueron renovados mediante el plan RENOVA provienen según su número de placa de la provincia de Pichincha, dentro de los autobuses renovados existen casos donde el autobús ya disponía de una edad de 12 años, estos son los autobuses del año 1999 que fueron renovados en el año 2011.

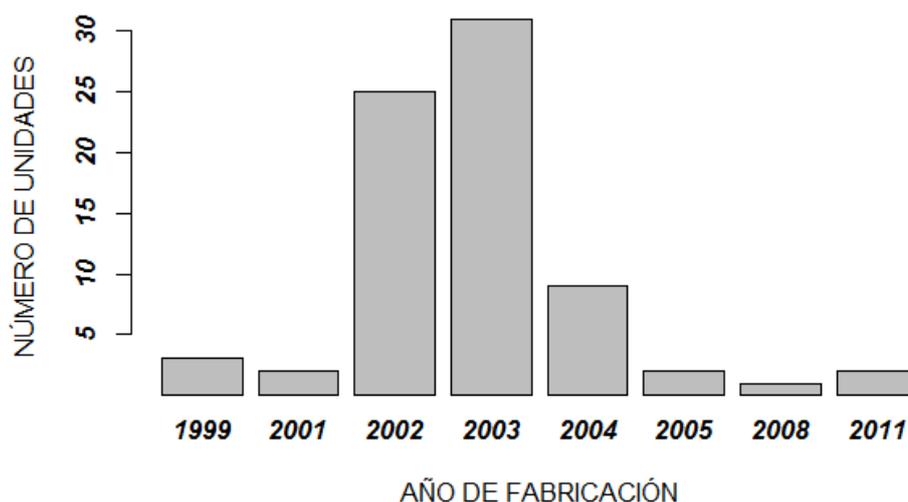


Figura 3.13 Año de fabricación autobuses plan RENOVA
(CFN, 2017)

Los autobuses que fueron renovados con el plan RENOVA en la ciudad de Ibarra poseen como año de fabricación característico al 2002 y 2003 con 25 y 31 unidades

respectivamente, estos años de fabricación también poseían las unidades de la flota año 2007 cuando es puesto en marcha el plan de renovación vehicular.

3.3.2. MEJORA EDAD AUTOBUSES FLOTA RENOVA

Los autobuses que fueron renovados con el plan RENOVA tenían una edad promedio de 12,96 en el año 2007, en Imbabura empiezan a realizar la renovación de las unidades desde el año 2011 y termina en al año 2014, la Figura 3.14 presenta la mejora en edad promedio de la flota RENOVA.

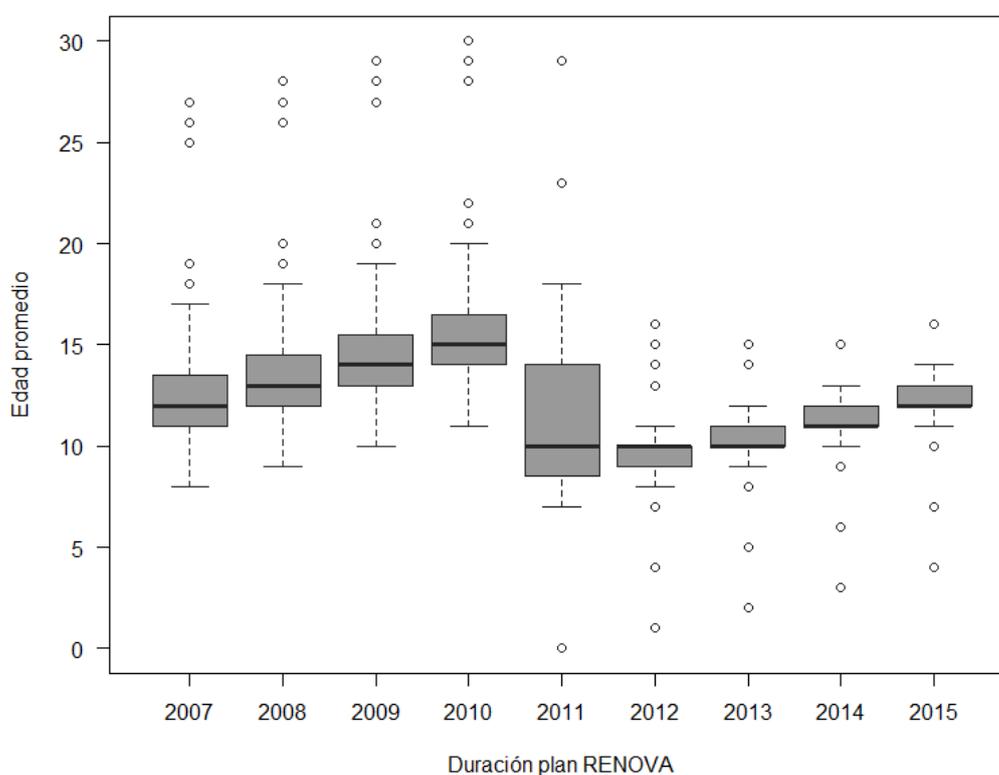


Figura 3.14 Edad promedio flota RENOVA

La edad promedio de la flota se incrementa anualmente, al reemplazar las unidades por otras de menor edad, la flota disminuye su edad promedio y esto se refleja al final del plan RENOVA donde se obtuvo una edad promedio de 12,09 años que después de 8 años transcurridos la flota renovada disminuyó su edad promedio. La Figura 3.15 presenta la cronología del mejoramiento de la edad promedio en la flota RENOVA durante la vigencia del plan.

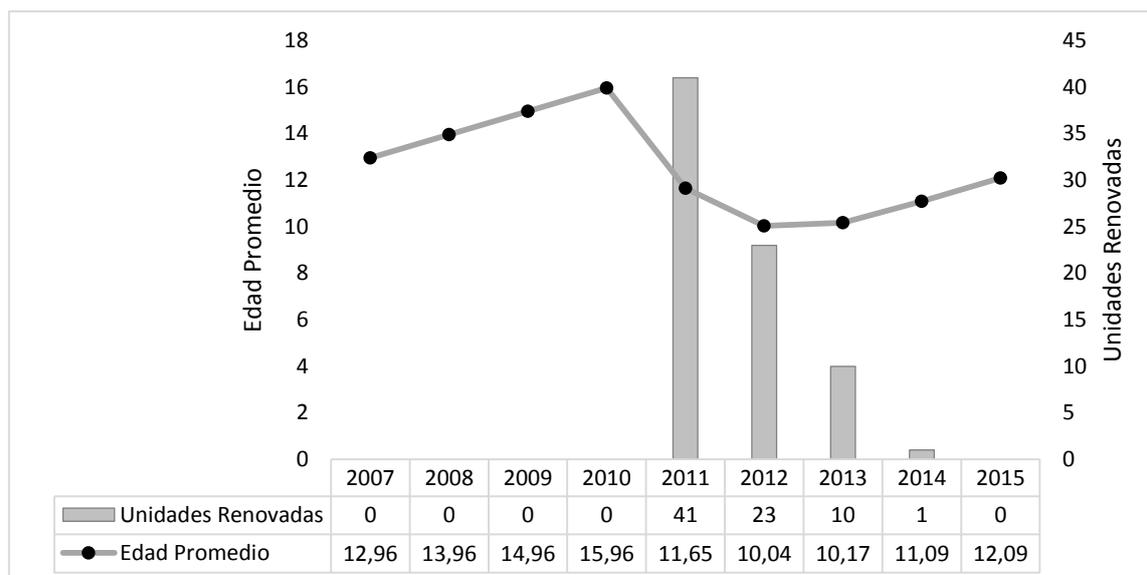


Figura 3.15 Mejora edad promedio flota RENOVA

Cada unidad que ingresó mediante el plan RENOVA a la flota de autobuses urbanos disminuyó un porcentaje de la edad inicial del año 2007, el porcentaje de incremento anual es de 7,72% a la edad inicial, la Figura 3.16 presenta el porcentaje de ganancia en la edad promedio de la flota RENOVA de autobuses urbanos.

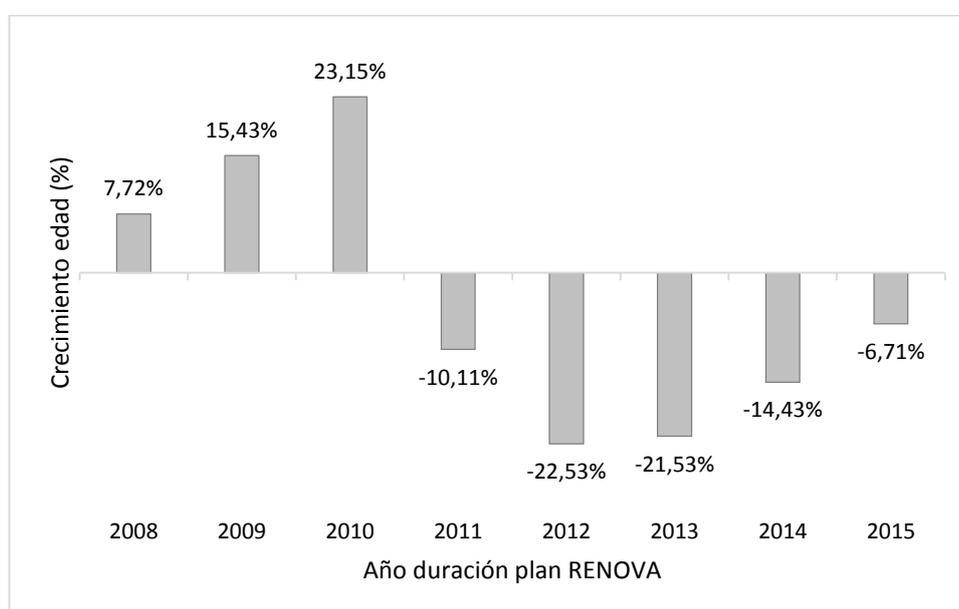


Figura 3.16 Porcentaje mejora edad flota RENOVA

En relación a la edad inicial del año 2007, la flota RENOVA termina con un 6,71 % de mejora en su edad promedio, en el año 2011 que se registró 41 unidades

renovadas comienza a disminuir la edad promedio de la flota hasta el año 2013 donde comienza a incrementarse la edad en su porcentaje normal.

3.4. VALORES ACREDITADOS MEDIANTE PLAN RENOVA

Durante los años de vigencia del plan RENOVA existió un proceso continuo de renovación de la flota de autobuses urbanos en todo el país, la Figura 3.17 muestra el desarrollo de las etapas de vigencia del plan RENOVA que tuvo dos ampliaciones a los plazos establecidos, la primera fue en el año 2010, luego otra en el año 2013, durante la vigencia del plan en el país se renovaron 1 592 unidades del transporte urbano, en el caso de la provincia de Imbabura el proceso se lo realizó durante los años 2011 al 2014 y fueron renovadas 81 unidades según datos de la CFN.

Al cuarto año de estar en vigencia el plan RENOVA los dueños de los autobuses de transporte urbano en la provincia de Imbabura empezaron a realizar los trámites necesarios para ser beneficiarios del bono de chatarrización por parte del Estado, en el año 2011 se renuevan los permisos de operación a las cooperativas, razón por la que en este año fue conveniente renovar las unidades que se encontraban en el fin de su vida útil.

Desde el año 2008 que empezó el plan RENOVA, al haber dos ampliaciones, el tiempo de duración fue de 8 años, tiempo suficiente para que las unidades que no fueron nuevas al empezar el plan, opten por renovar las unidades mediante el plan RENOVA.

3.4.1. CERTIFICADOS DE CHATARRIZACIÓN

El monto en dólares de los certificados de chatarrización que canceló la CFN para el sector de segmento de transporte de autobuses urbano en la provincia de Imbabura fue de 795 129 dólares distribuidos en 81 certificados.



Figura 3.17 Valor acreditado CFN por certificados de chatarrización

Durante la vigencia del plan RENOVA en Imbabura comienza la renovación de autobuses urbanos en el año 2011, año en que la Corporación Financiera Nacional entregó la cantidad de 440 558 dólares por certificados de chatarrización, en esta ampliación del plan fue renovada el 98,77 % de la flota RENOVA, en la siguiente ampliación ya no aplicaron los socios de las cooperativas, solo un autobús fue renovado con 16 años de antigüedad.

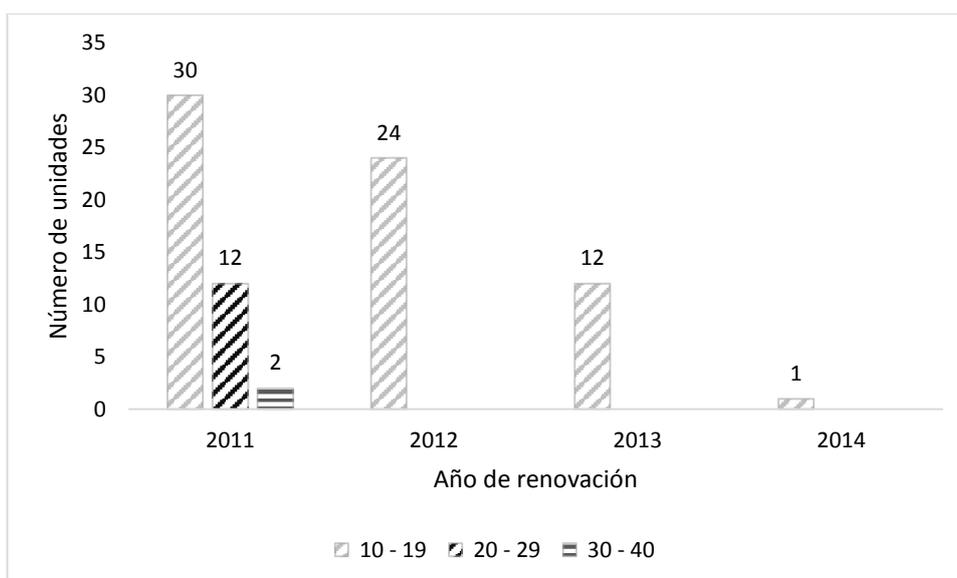


Figura 3.18 Edad autobuses al ser renovados

Los valores que fueron acreditados por la CFN dependieron de la edad del autobús urbano al momento de ser chatarrizado, los autobuses urbanos chatarrizados tenían edades comprendidas entre 13 a 31 años, los valores entregados fueron de 9 583 dólares a los autobuses menores de 20 años, los autobuses entre 20 y 30 años recibieron 10 542 dólares y los autobuses de 30 años en adelante recibieron 12 755 dólares.

3.5. ANÁLISIS COSTOS DE MANTENIMIENTO

Al realizar el análisis del costo de mantenimiento basándose en el valor que se dispone de la encuesta realizada, se procedió a determinar el porcentaje de incremento de los valores de costos por mantenimiento anual en las unidades.

La tabla 3.2 presenta los resultados de la encuesta a los conductores de autobuses urbanos de la ciudad de Ibarra referente a los costos y tiempo de mantenimiento preventivo.

Tabla 3.2 Resultados encuesta costos de mantenimiento

SISTEMA	DISPOSITIVO/ELEMENTO	CAMBIO / REPARACIÓN (MESES)	COSTO MEDIO (USD)
CHASIS Y CARROCERÍA	Limpia parabrisas	16	\$ 36
	Tapicería	26	\$ 925
	Arreglo de piso	34	\$ 1 457
	Engrasado	2	\$ 20
MOTOR, REFRIGERACIÓN Y DISTRIBUCIÓN	Líquido refrigerante	11	\$ 33
	Calibración de válvulas	7	\$ 49
	Banda de accesorios	20	\$ 61
	Tapa de radiador	24	\$ 38
	Aceite y filtro	1	\$ 104
	Filtro de aire	6	\$ 45
	Turbo	60	\$ 750
	Motor	55	\$ 4 930

Tabla 3.2 Resultados encuesta costos de mantenimiento (**Continuación...**)

SISTEMA	DISPOSITIVO/ELEMENTO	CAMBIO REPARACIÓN (MESES)	COSTO MEDIO (USD)
ELÉCTRICO	Baterías	14	\$ 307
	Luces generales	12	\$ 58
	Alternador	13	\$ 92
	Arranque	14	\$ 92
FRENOS	Secador de aire	9	\$ 108
	Tambores	30	\$ 580
	Zapatas	10	\$ 161
	Mantenimiento compresor	12	\$ 87
INYECCIÓN	Calibración bomba inyección	10	\$ 307
	Filtros de combustible	1	\$ 18
	Limpieza tanque de combustible	21	\$ 49
	Reparación bomba de inyección	50	\$ 1 560
TRANSMISIÓN	Lubricante caja de cambios	8	\$ 62
	Lubricación Diferencial	8	\$ 68
	Kit embrague	18	\$ 765
	Junta y soporte cardan	12	\$ 147
	Engrasado punta de ejes	10	\$ 181
	Reparación caja de cambios	39	\$ 1 500
	Reparación diferencial	34	\$ 584
DIRECCIÓN Y SUSPENSIÓN	Amortiguador	6	\$ 160
	Hojas de ballesta	9	\$ 94
	Líquido hidráulico	9	\$ 22
	Rótula de dirección	20	\$ 148
	Neumáticos	12	\$ 2 500
	Reencauche	11	\$ 1 176

El mayor costo efectuado en el mantenimiento de los autobuses es la reparación del motor que se lo realiza cada 5 años con un costo estimado de 5 000 dólares, los neumáticos son otro rubro estimado en 2 500 dólares al año. Con los valores de la encuesta realizada se determina el costo de mantenimiento por año, realizando la suma de los costos de mantenimiento mensual de cada año con base en los resultados de la encuesta.

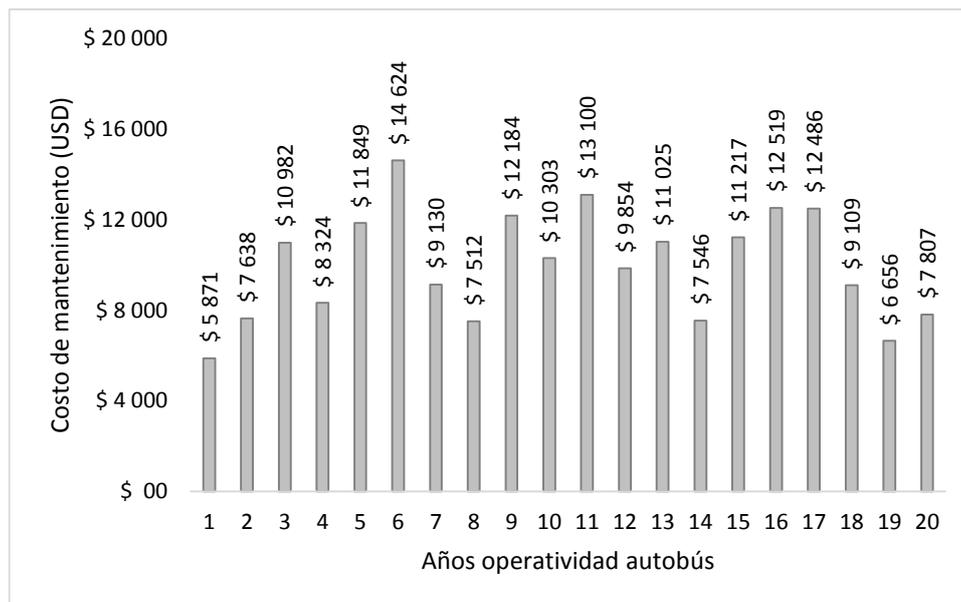


Figura 3.19 Costo mantenimiento por año

Con los datos de mantenimiento de la encuesta y los datos del estudio de Andrade y Loyo año 2005 se determinaron una ecuación para estimar los valores de los costos de mantenimiento al año 2008 en que empezó el plan RENOVA y para el año 2015 donde finalizó.

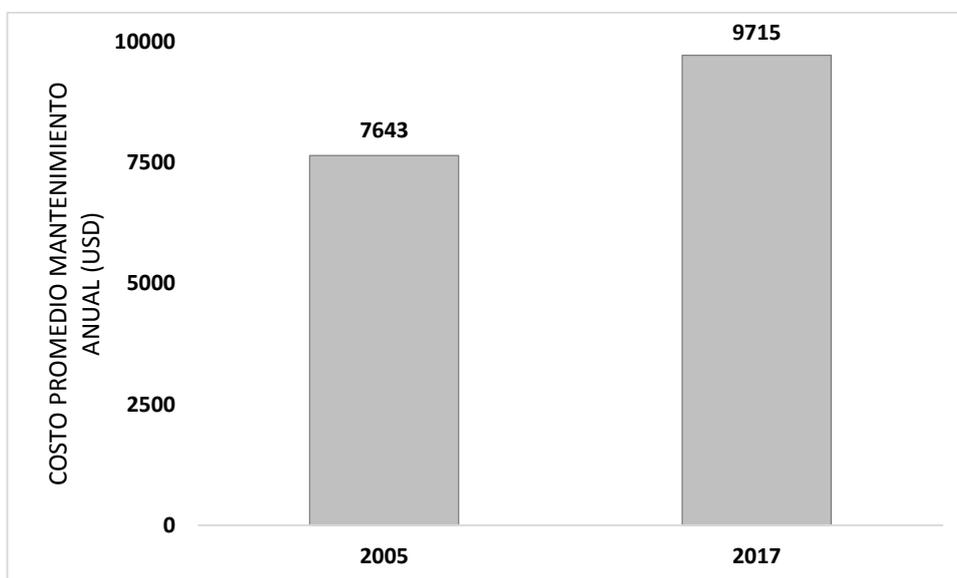


Figura 3.20 Costo de mantenimiento año 2005 y 2017

Con estos valores se determinaron una ecuación para estimar el costo de mantenimiento de los autobuses urbanos en los años en que inició y terminó el plan RENOVA, se determinó la siguiente ecuación:

$$y = 172,7x - 338629 \quad [3.1]$$

Donde:

y= Costo de mantenimiento anual

x= Año de mantenimiento

Aplicando la ecuación 3.1 en la Tabla 3.3 se presentan los valores de los costos de mantenimiento para el año 2007 y 2015. Los costos de mantenimiento de las unidades tuvieron un incremento del 14,83 % desde el año que empezó el plan de renovación vehicular y chatarrización, los costos de los repuestos y la mano de obra se incrementaron anualmente durante los 8 años de la implementación del plan RENOVA en el país.

Tabla 3.3 Costo mantenimiento año 2007 y 2015

AÑO	COSTO MANTENIMIENTO ANUAL (USD)
2007	\$ 7 980
2015	\$ 9 362

Al disponer de los valores de costos de mantenimiento se procede a determinar la distancia que recorren los autobuses durante un año utilizando los valores de los dispositivos GPS que disponen las unidades.

3.6. ANÁLISIS DISTANCIA RECORRIDA

El recorrido de las unidades está determinado por las rutas que le asigna la MEP a cada cooperativa en su permiso de operación, cada una de estas rutas tiene su distancia y las frecuencias en las que las unidades deben realizar los recorridos diariamente.

Al tener incorporado un dispositivo GPS en los vehículos se tiene los datos que registra el odómetro. Cada unidad al año debe registrar un promedio similar de recorrido, con los datos que se obtuvieron del año 2017 se determinaron que existe

diferencia significativa en los registros del kilometraje recorrido entre algunas unidades de la flota. Con los datos obtenidos de los odómetros de 245 autobuses de la flota del año 2017 se determinó el valor promedio de recorrido anual.

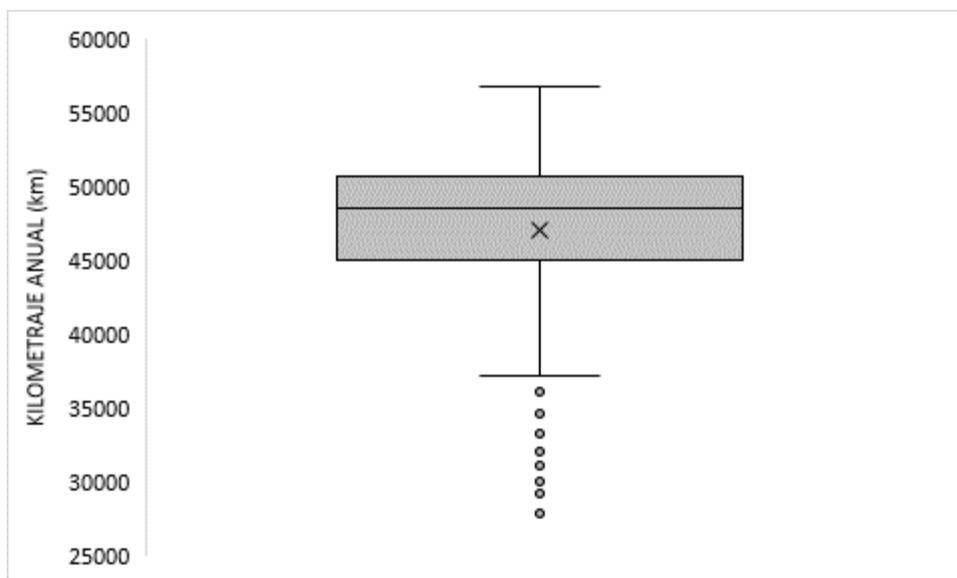


Figura 3.21 Kilometraje promedio anual flota autobuses año 2017

La distancia que recorren los autobuses se estimó en 47 088 kilómetros al año, los autobuses de menor edad registran kilometrajes sobre la media estimada, pero existen autobuses que tienen 20 años y registran kilometrajes sobre el promedio.

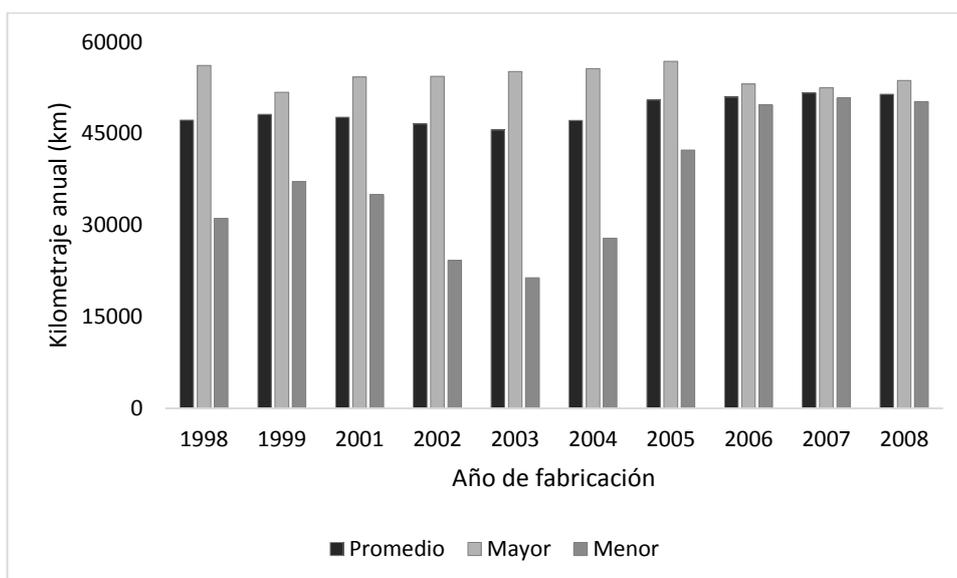


Figura 3.22 Kilometraje por año de fabricación flota año 2017

Los kilometrajes menores registrados se encuentran distribuidos en los autobuses correspondientes del año 2003, también el menor promedio registrado lo tienen los autobuses de este año. Las unidades que registraron menos kilometraje al año son vehículos con más años de servicio y debido a esto son más propensas a sufrir daños mecánicos que ocasionan dejen de prestar servicio y por consecuencia reducen su kilometraje en el registro del dispositivo GPS.

Tabla 3.4 presenta el kilometraje anual de un autobús con sus respectivos costos de mantenimiento.

Tabla 3.4 Kilometraje anual y costo de mantenimiento encuesta 2017

AÑO	KILOMETRAJE ANUAL (km)	COSTO MANTENIMIENTO (USD)
1	47 088	\$ 5 871
2	94 176	\$ 7 638
3	141 264	\$ 10 982
4	188 352	\$ 8 324
5	235 440	\$ 11 849
6	282 528	\$ 14 624
7	329 616	\$ 9 130
8	376 704	\$ 7 512
9	423 792	\$ 12 184
10	470 880	\$ 10 303
11	517 968	\$ 13 100
12	565 056	\$ 9 854
13	612 144	\$ 11 025
14	659 232	\$ 7 546
15	706 320	\$ 11 217
16	753 408	\$ 12 519
17	800 496	\$ 12 486
18	847 584	\$ 9 109
19	894 672	\$ 6 656
20	941 760	\$ 7 807

Al disponer del kilometraje anual este lo podemos dividir en kilometraje mensual y con los valores de costos de mantenimiento con base en la encuesta realizada se establece la siguiente gráfica.

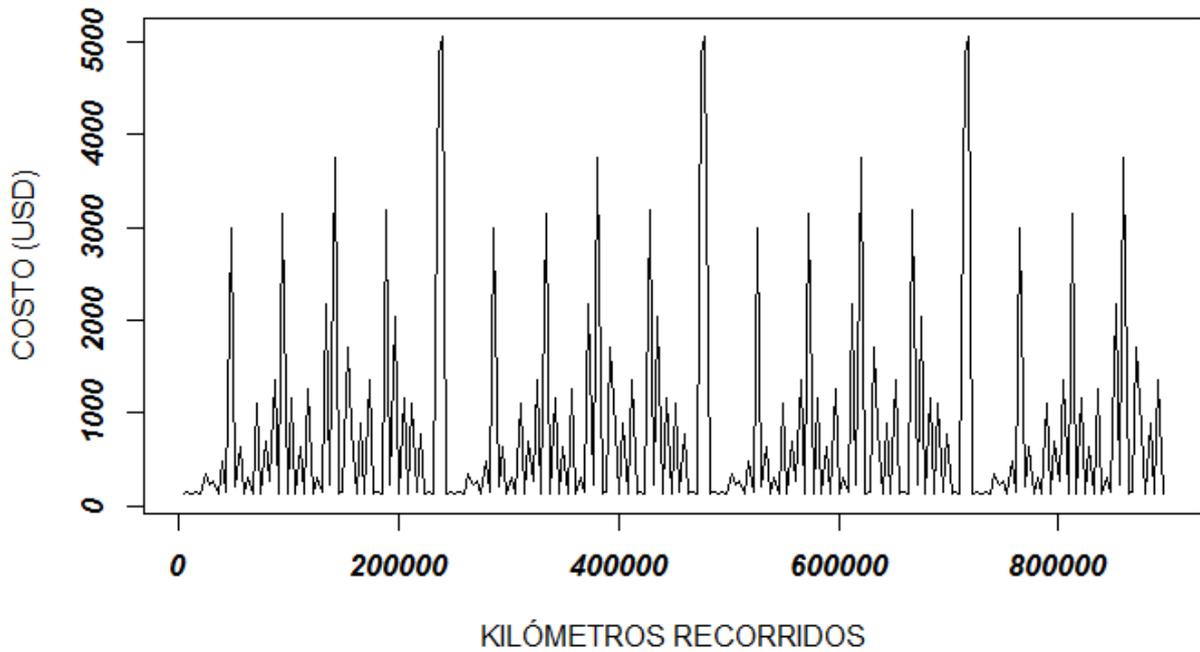


Figura 3.23 Costos de mantenimiento flota año 2017

En la gráfica se puede apreciar los valores que incurren en relación a los costos de mantenimiento de acuerdo al kilometraje recorrido durante la operatividad de un autobús urbano, se tiene picos de gastos en ciertos kilometrajes que representan los costos más elevados que deben ser efectuado para un correcto mantenimiento de la unidad.

3.7. ANÁLISIS VIDA ÚTIL DE LOS AUTOBUSES URBANOS

3.7.1. DETERMINACIÓN COSTO DE MANTENIMIENTO VS KILOMETRAJE

Con los valores de costos acumulados de mantenimiento por año dividido para el kilometraje de ese año se determina el costo de mantenimiento por kilómetro recorrido.

Tabla 3.5 Costo mantenimiento acumulado por kilometraje

AÑO	KILOMETRAJE ANUAL (km)	COSTO ACUMULADO (USD)	COSTO MANTENIMIENTO X KM (USD/km)
1	47 088	\$ 5 871	\$ 0,13
2	94 176	\$ 13 509	\$ 0,15
3	141 264	\$ 24 491	\$ 0,18
4	188 352	\$ 32 815	\$ 0,18
5	235 440	\$ 44 664	\$ 0,19
6	282 528	\$ 59 288	\$ 0,21
7	329 616	\$ 68 418	\$ 0,21
8	376 704	\$ 75 930	\$ 0,21
9	423 792	\$ 88 114	\$ 0,21
10	470 880	\$ 98 417	\$ 0,21
11	517 968	\$ 111 517	\$ 0,22
12	565 056	\$ 121 371	\$ 0,22
13	612 144	\$ 132 396	\$ 0,22
14	659 232	\$ 139 942	\$ 0,22
15	706 320	\$ 151 159	\$ 0,22
16	753 408	\$ 163 678	\$ 0,22
17	800 496	\$ 176 164	\$ 0,23
18	847 584	\$ 185 273	\$ 0,22
19	894 672	\$ 191 929	\$ 0,22
20	941 760	\$ 199 736	\$ 0,22

Con los valores de costo de mantenimiento acumulado por kilometraje recorrido se procede a determinar la línea de tendencia a la que mejor se ajustan estos valores y determinar la ecuación.

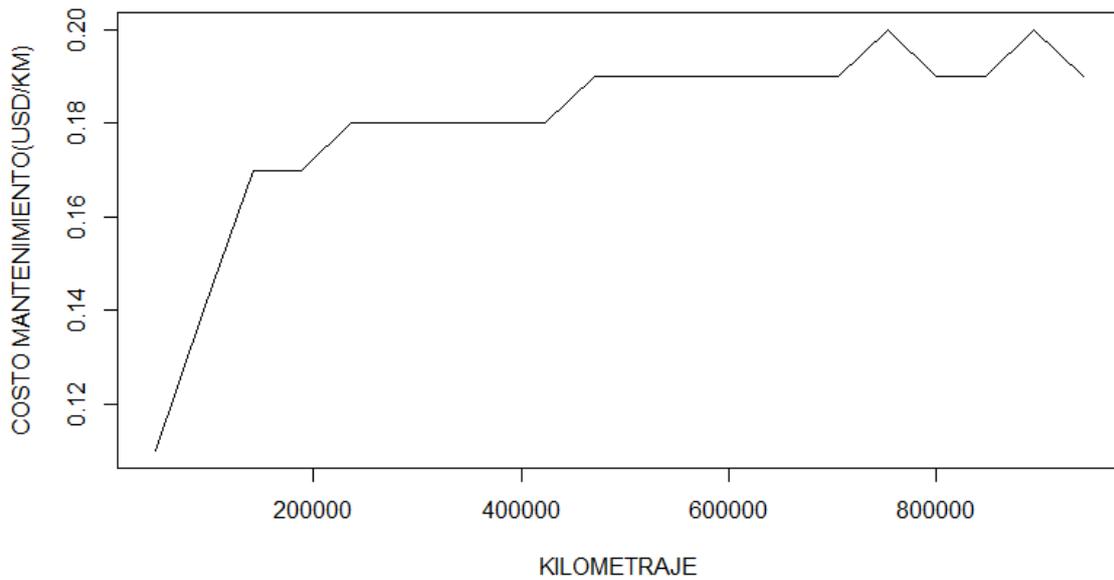


Figura 3.24 Costo mantenimiento acumulado vs kilometraje

Con los valores de costo mantenimiento x km (USD/km) de la Tabla 3.5 se determina la ecuación a la que mejor se ajustan estos valores obteniendo la ecuación y_1 , la Figura 3.25 presenta la gráfica costo de mantenimiento acumulado por kilómetro vs kilometraje.

$$y_1 = 0,0237x^{0,1663}$$

$$R^2 = 0,8739$$

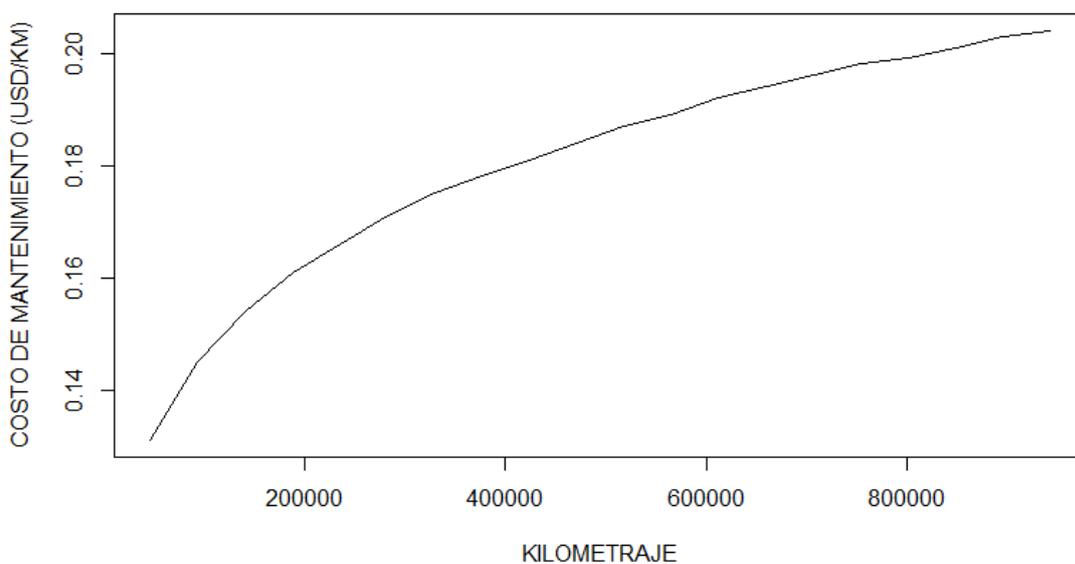


Figura 3.25 Curva de costo mantenimiento acumulado por kilómetro vs kilometraje

3.7.2. DEPRECIACIÓN AUTOBÚS URBANO POR KILÓMETRO RECORRIDO

A abril de 2018 el precio de un autobús urbano adquirido en Grupo Mavesa que distribuye los modelos Hino con un chasis AK y carrocería Varma es de 100 000 dólares, con este valor se obtuvo la curva de tendencia con su gráfica del costo por kilómetro recorrido de la depreciación del vehículo.

Tabla 3.6 Costo depreciación por kilometraje

AÑO	KILOMETRAJE ANUAL (km)	COSTO DEPRECIACIÓN X KM (USD/km)
1	47 088	\$ 2,13
2	94 176	\$ 1,07
3	141 264	\$ 0,71
4	188 352	\$ 0,54
5	235 440	\$ 0,43
6	282 528	\$ 0,36
7	329 616	\$ 0,31
8	376 704	\$ 0,27
9	423 792	\$ 0,24
10	470 880	\$ 0,22
11	517 968	\$ 0,20
12	565 056	\$ 0,18
13	612 144	\$ 0,17
14	659 232	\$ 0,16
15	706 320	\$ 0,15
16	753 408	\$ 0,14
17	800 496	\$ 0,13
18	847 584	\$ 0,12
19	894 672	\$ 0,12
20	941 760	\$ 0,11

Con los valores de costo depreciación por kilómetro de cada año se establece la siguiente ecuación:

$$y_2 = 81\,955x^{-0,982}$$

$$R^2 = 0,9997$$

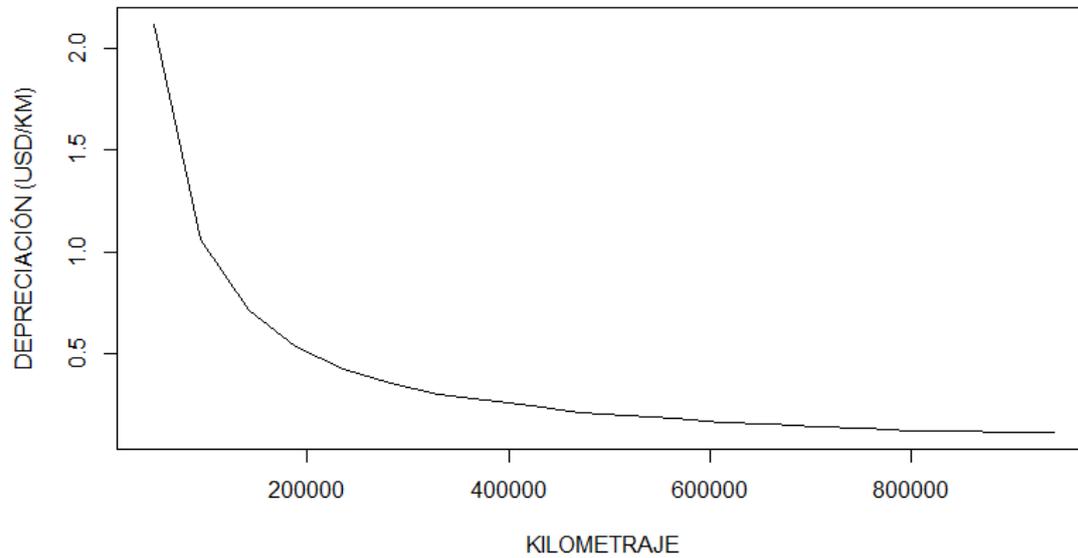


Figura 3.26 Depreciación por kilómetro vs kilometraje

Con las ecuaciones definidas de costo acumulado por kilómetro y costo depreciación por kilómetro se procede a determinar el valor de corte de las dos ecuaciones utilizando el método de igualación. La figura 3.27 presenta las curvas con su punto de corte.

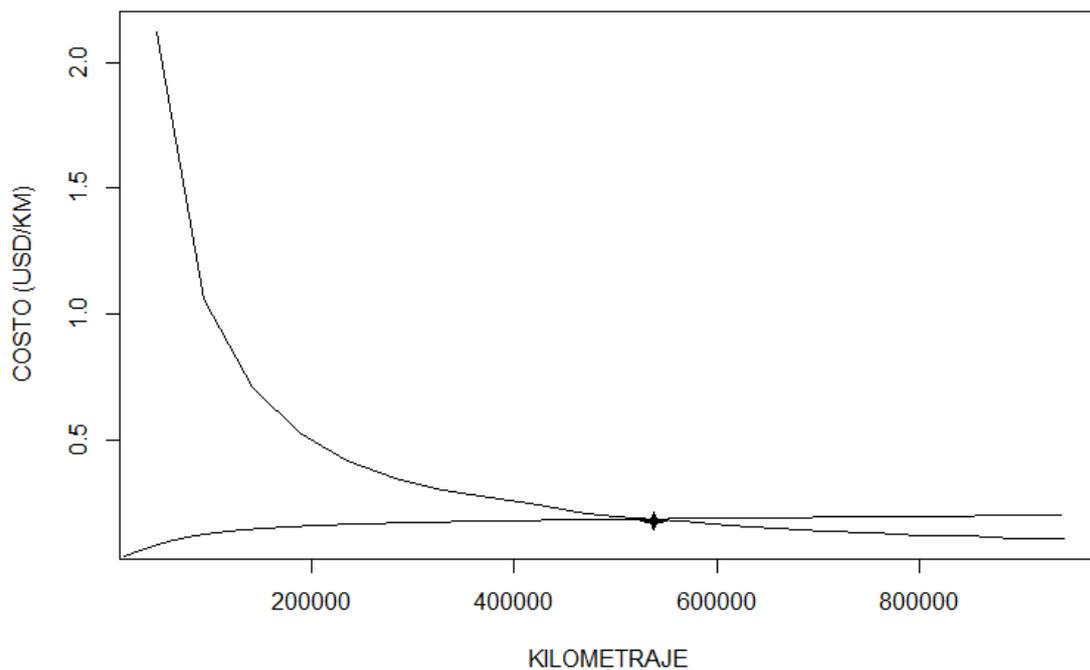


Figura 3.27 Determinación vida útil autobús urbano

$$y_1 = 0,0237x^{0,1663}$$

$$y_2 = 81\,955x^{-0,982}$$

Resolución:

$$y_1 = y_2$$

$$0,0237x^{0,1663} = 81\,955x^{-0,982}$$

$$\frac{0,0237x^{0,1663}}{81\,955x^{-0,982}} = 1$$

$$x^{0,1663+0,982} = \frac{81\,955}{0,0237}$$

$$\log(x^{1,1483}) = \log(3\,458\,017,88)$$

$$(1,1483) \log x = 15,0562$$

$$\log x = \frac{15,0562}{1,1483}$$

$$x = \text{antilog}(13,1117)$$

$$x = 494\,715$$

El kilometraje al que se igualan las ecuaciones de costos por kilometraje con depreciación por kilometraje es 494 715, para determinar los años de vida útil de un autobús urbano se procede a dividir el valor de kilometraje obtenido para el valor de kilometraje anual.

$$\text{Años vida útil} = \frac{494\,715}{47\,088}$$

$$\text{Años vida útil} = 10,51 \text{ años}$$

Con los valores de costos de mantenimiento y distancia que recorre un autobús se determinaron el tiempo de vida útil de un autobús urbano en la localidad de estudio que corresponde 10,51 años según la estimación de recorrido anual.

3.8. ANÁLISIS CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Con los datos obtenidos de las mediciones de trabajo de campo y referencias bibliográficas de consumo de combustible, se tiene los valores promedio de consumo de un autobús urbano. A continuación, se expone la forma de obtención de consumo de combustible de un autobús urbano de la muestra obtenida.

Autobús Chevrolet FTR 2005 con carrocería Picoso con un consumo de 16,77 dólares y una distancia recorrida de 131 kilómetros, se calcula el consumo de diésel en galones.

$$\text{Consumo combustible galones} = \frac{\text{Pago consumo dólares}}{1,037 \frac{\text{dólares}}{\text{galón}}}$$

$$\text{Consumo combustible galones} = \frac{16,77 \text{ dólares}}{1,037 \frac{\text{dólares}}{\text{galón}}}$$

$$\text{Consumo combustible galones} = 16,17 \text{ gal}$$

El consumo de diésel en galones se expresa en litros transformando los galones a la unidad equivalente en litros:

$$\text{Consumo combustible litros} = \text{Consumo combustible galones} \times 3.7854 \frac{\text{l}}{\text{gal}}$$

$$\text{Consumo combustible litros} = 16,17 \text{ gal} \times 3.7854 \frac{\text{l}}{\text{gal}}$$

$$\text{Consumo combustible litros} = 61,21 \text{ (l)}$$

Para determinar el consumo de combustible en litros cada 100 kilómetros utilizamos la siguiente transformación:

$$\text{Consumo autobús (l/100km)} = \frac{\text{Consumo combustible litros} \times 100}{\text{Kilometraje recorrido autobús}}$$

$$\text{Consumo autobús (l/100km)} = \frac{61,21 \text{ (l)} \times 100}{131 \text{ (km)}}$$

$$\text{Consumo autobús} = 46,73 \text{ (l/100km)}$$

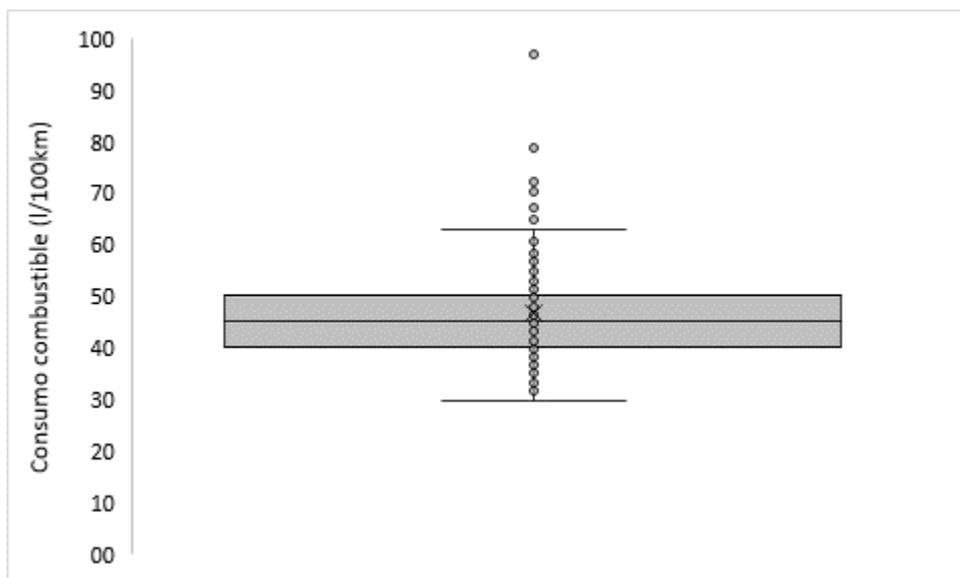


Figura 3.28 Consumo promedio estimado flota año 2017

El consumo de combustible promedio de las muestras de campo se establece en 46,58 l/100km. La Tabla 3.7 presenta los datos de consumo de combustible promedio para un autobús en los años 2007 y 2017.

Tabla 3.7 Consumo promedio de combustible autobuses

AUTOBÚS AÑO	CONSUMO (l/100km)
2017	46,58
2007	54,94

La diferencia de consumo de combustible entre un autobús urbano del año 2007 y uno del año 2017 es 8,36 litros cada 100 kilómetros, esto se debe a factores como la edad de los autobuses, la calidad del combustible, la tecnología que disponen entre otros. En el caso de la flota al año 2017 la edad media de los autobuses es de 14 años.

3.8.1. ESTIMACIÓN AHORRO SUBSIDIO AL DIÉSEL

Con los resultados del consumo de diésel en la flota de autobuses urbanos de Imbabura, se procedieron a estimar el total de galones de combustible diésel que el Estado ahorra al dejar de subsidiar al diésel automotriz.

$$\text{Consumo diésel año} = \frac{\text{Consumo flota año} \times \text{Kilometraje anual}}{3,7854 \times 100}$$

$$\text{Consumo diésel 2007} = \frac{54,94 \left(\frac{l}{100km}\right) \times 47\,088 \text{ (km)}}{3,7854 \left(\frac{l}{gal}\right) \times 100}$$

$$\text{Consumo diésel 2007} = 6\,834 \text{ gal}$$

$$\text{Consumo diésel 2017} = \frac{46,58 \left(\frac{l}{100km}\right) \times 47\,088 \text{ (km)}}{3,7854 \left(\frac{l}{gal}\right) \times 100}$$

$$\text{Consumo diésel 2017} = 5\,794 \text{ gal}$$

$$\text{Disminución consumo diésel} = \text{Consumo diésel 2007} - \text{Consumo diésel 2017}$$

$$\text{Disminución consumo diésel} = 6\,834 \text{ gal} - 5\,794 \text{ gal}$$

$$\text{Disminución consumo diésel} = 1\,040 \text{ gal}$$

El total de autobuses urbanos renovados por el plan RENOVA fue de 81 unidades, se estima la disminución de galones diésel al año 2017.

$$\text{Galones diésel al año} = \text{Disminución consumo diésel} \times \text{unidades renovadas}$$

$$\text{Galones diésel al año} = 1\,040 \text{ gal} \times 81$$

$$\text{Galones diésel al año} = 84\,240 \text{ gal}$$

Se estimaron que se ha consumido 1 040 galones menos por unidad, con un total de 84 240 galones que ya no serán subsidiados en el año 2017 y dependiendo del valor del subsidio al diésel se estima el valor de ahorro al Estado. La tabla 3.8 presenta el cálculo del ahorro de combustible de la flota RENOVA del año 2017.

Tabla 3.8 Galones ahorrados flota RENOVA año 2017

AÑO	2007	2017
Distancia recorrida (km/año)	47 088	
Consumo autobús (l/100km)	54,94	46,58
Consumo autobús (gal/año)	6 834	5 794
Diferencia de consumo (gal)	1 040	
Unidades RENOVA	81	
Consumo flota (gal/año)	553 554	469 314
Ahorro combustible flota (gal/año)	84 240	

El porcentaje estimado que se ha reducido del consumo de combustible entre la flota antigua del año 2007 en comparación con la flota al año 2017 es 15,22 %, el ahorro estimado de combustible diésel durante este año para los autobuses que fueron renovados mediante el plan RENOVA fue de 1 040 galones.

La Tabla 3.9 presenta los valores anuales del subsidio al diésel automotriz en Ecuador durante los años 2007 a abril 2018.

Tabla 3.9 Subsidio al combustible diésel Premium Ecuador año 2007-2018

AÑO	SUBSIDIO (USD/gal)
2007	\$ 1,35
2008	\$ 2,16
2009	\$ 1,04
2010	\$ 1,48
2011	\$ 2,30
2012	\$ 2,45
2013	\$ 2,33
2014	\$ 2,06
2015	\$ 0,99
2016	\$ 0,58
2017	\$ 0,80
2018 (a)	\$ 1,07

(a) valor a abril 2018

Con los valores de subsidio anual al diésel para los años posteriores al plan, 2016 y 2017 de \$ 0,58 y \$ 0,80 respectivamente se obtuvieron el ahorro en dólares del subsidio al combustible diésel de los autobuses que fueron renovados con el plan.

Al tener una edad media de 12 años al finalizar el plan de renovación vehicular, los autobuses que no fueron renovados dispondrían de 8 años más de servicio, se estima el promedio del subsidio al diésel automotriz de los siguientes años con base en la media de los subsidios del año 2007 al 2017, se estima en \$ 1,59 el subsidio por galón al diésel Premium.

Las fallas mecánicas al final de la vida útil de un autobús se incrementan por lo que se estima restar un 1,5% al kilometraje anual de las unidades con base en los kilometrajes que disponen las unidades que recorren menos kilómetros, al ser una flota con unidades antiguas, los siguientes años reflejarían una disminución en el kilometraje medio de la flota. La Tabla 3.10 presenta los valores estimados de ahorro al Estado durante los años siguientes al plan RENOVA.

Tabla 3.10 Ahorro estimado en dólares del subsidio al diésel automotriz año 2016-2023

AÑO	AHORRO COMBUSTIBLE (gal/año)	SUBSIDIO (USD)	AHORRO (USD)
2016	84 240	\$ 0,58	\$ 48 859,20
2017	84 240	\$ 0,80	\$ 67 392,00
2018	82 976	\$ 1,59	\$ 131 931,84
2019	81 731	\$ 1,59	\$ 129 952,29
2020	80 505	\$ 1,59	\$ 128 002,95
2021	79 297	\$ 1,59	\$ 126 082,23
2022	78 108	\$ 1,59	\$ 124 191,72
2023	76 936	\$ 1,59	\$ 122 328,24
TOTAL			\$ 878 740,47

Después de 2 años del proceso de renovación vehicular en la provincia de Imbabura el valor que el Estado ha ahorrado en subsidiar al combustible diésel Premium en Imbabura a los autobuses de transporte urbano fue de 116 251,20 USD. Este valor representa el 14,62 % de la inversión que realizó el Estado durante el periodo de vigencia del plan RENOVA en la provincia de Imbabura con un monto total de 795 129 dólares.

3.8.2. ESTIMACIÓN AHORRO PLAN RENOVA CON AUTOBUSES NUEVOS

En el caso que los autobuses que se renovaron mediante el plan RENOVA hubiesen sido nuevos, se tendría un consumo estimado de 23,66 l/100km y el panorama sería muy diferente. Los autobuses urbanos consumirían un estimado de 56,93 % menos combustible, se reduce de 6 834 a 2 943 galones el consumo anual. La Tabla 3.11 presenta el ahorro estimado con autobuses nuevos.

Tabla 3.11 Ahorro estimado con unidades nuevas en plan RENOVA

AÑO	AHORRO COMBUSTIBLE (gal/año)	SUBSIDIO (USD)	AHORRO (USD)
2016	315 171	\$ 0,58	\$ 182 799,18
2017	315 171	\$ 0,80	\$ 252 136,80
TOTAL			\$ 434 935,98

El ahorro de subsidio al diésel en esos dos años se estima en 54,70 % del valor invertido durante el plan RENOVA en Imbabura, al disminuir el consumo de combustible se disminuye de igual forma las emisiones, si se trata de autobuses nuevos los valores referentes a emisiones estarán en los valores mínimos.

3.8.3. CONSUMO POR MARCA DE AUTOBÚS URBANO

Entre las marcas de autobuses dentro de la flota, se analiza el consumo de combustible de la marca Chevrolet que dispone del 67,6% de la flota, es la marca que tiene el mejor rendimiento respecto al consumo de combustible estimado en 46,07 l/100km. La edad media de la marca Chevrolet es de 14 años, de los 194 autobuses de esta marca que posee la flota del año 2017, 40 fueron renovados mediante el plan RENOVA.

La marca Hino cuenta con el 14,98% de la flota y su consumo de combustible estimado es 47,44 l/100km. Según entrevistas a los conductores manifiestan que los autobuses Hino consumen menos que los modelos Chevrolet, pero en cuestión de mantenimiento los costos se incrementan para esta marca de vehículo.

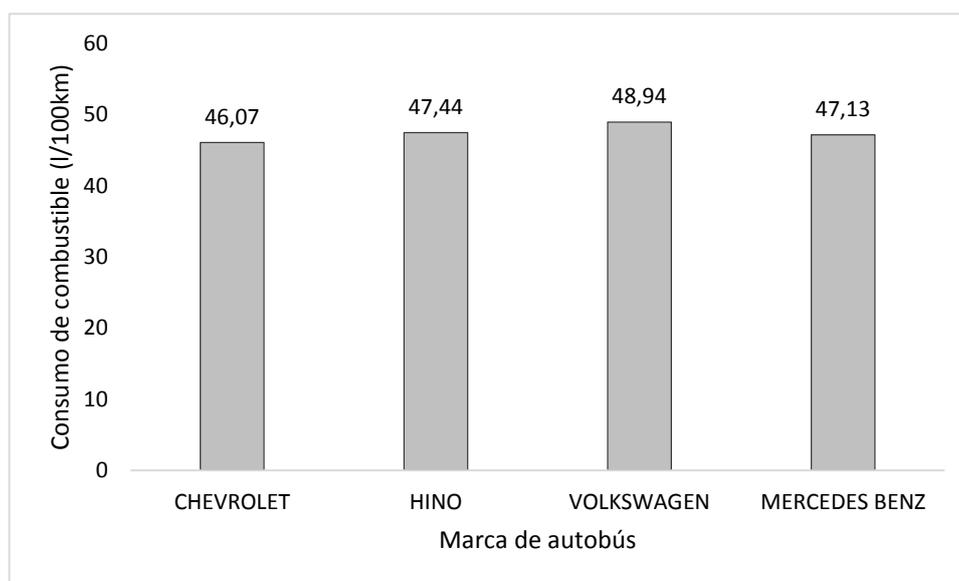


Figura 3.29 Consumo combustible por marca de autobús flota año 2017

No se encontraron diferencias significativas en el valor de consumo de combustible de los diferentes modelos característicos existentes en la flota de autobuses urbanos año 2017, sin embargo, el modelo que presenta el mayor porcentaje dentro de la flota es analizado para determinar el ahorro de subsidio al diésel Premium.

3.8.4. CONSUMO ESTIMADO MODELOS CHEVROLET

Se analizaron el consumo de combustible si todas las unidades renovadas mediante el plan RENOVA hubiesen sido de la marca Chevrolet que registró el menor consumo de combustible en comparación a otras marcas de autobuses urbanos en la flota año 2017.

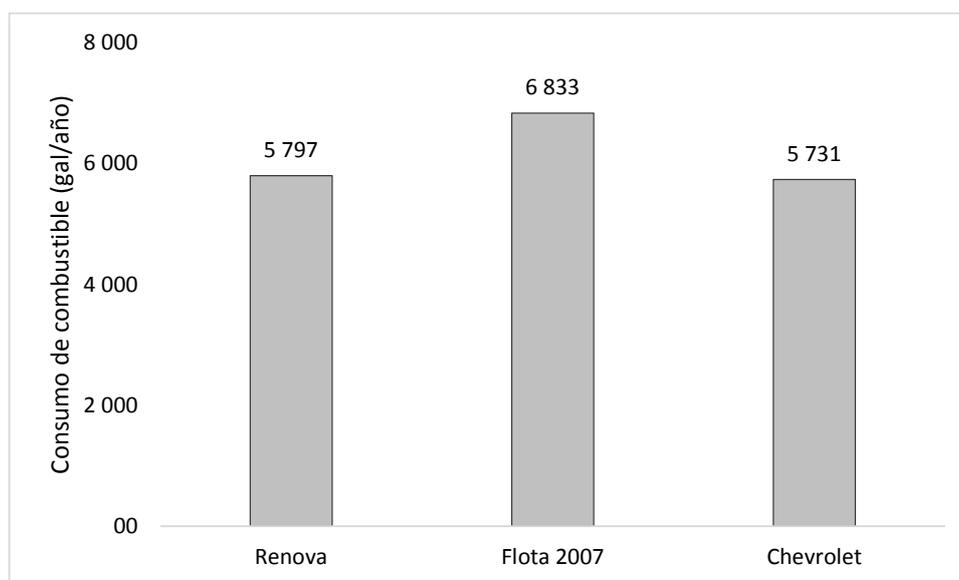


Figura 3.30 Consumo estimado con renovación de modelo Chevrolet

Con una flota renovada de autobuses Chevrolet en el plan RENOVA se obtendría un mejor rendimiento en el consumo de combustible, se reduce en 16,14 % el consumo de diésel en relación a la flota 2007, la Tabla 3.12 presenta el ahorro en dólares del subsidio al combustible al utilizar la marca que registró menos consumo de combustible.

Tabla 3.12 Consumo estimado plan RENOVA con modelo Chevrolet

AÑO	AHORRO COMBUSTIBLE (gal/año)	SUBSIDIO (USD)	AHORRO (USD)
2016	89 343	\$ 0,58	\$ 51 818,94
2017	89 343	\$ 0,80	\$ 71 474,40
TOTAL			\$ 123 293,34

3.8.5. COMPARACIÓN CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Los tres escenarios que se analizaron al aplicar la renovación vehicular, con una flota de autobuses usados de diferentes marcas, una flota de autobuses con la marca que registró menor consumo de combustible y el caso de haber renovado con unidades nuevas. Se tiene la comparación de estos tres casos analizados.

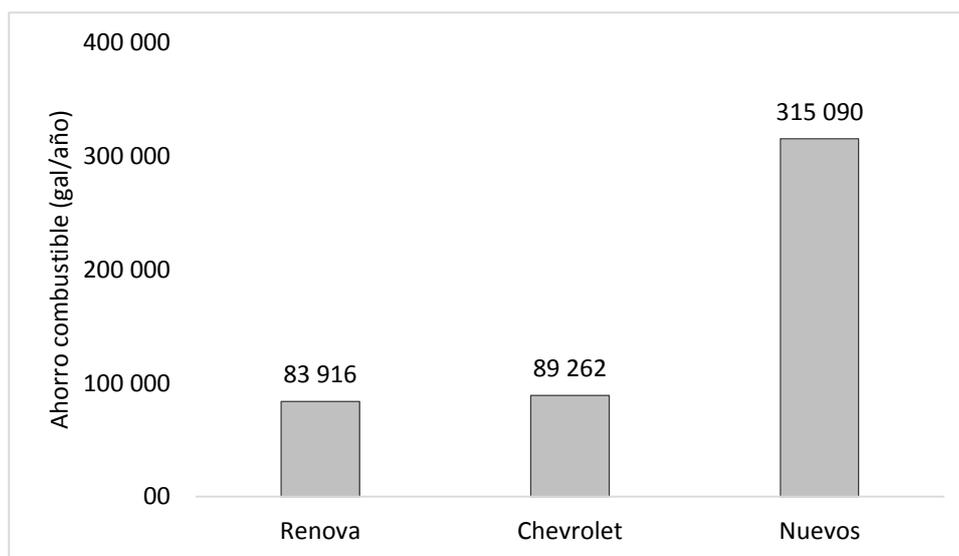


Figura 3.31 Comparación casos de consumo de combustible unidades plan RENOVA

La flota del año 2007 después de haber experimentado renovaciones de sus unidades mediante el plan RENOVA o por parte de sus propietarios independientemente, se determinaron que las estimaciones de ahorro de consumo de combustible no cubren las expectativas que se esperaba, solamente si se hubiese renovado con unidades nuevas hubiese existido un porcentaje considerable de reducción en el consumo de combustible en los autobuses urbanos de la provincia de Imbabura al haber aplicado el plan RENOVA.

3.8.6. CONSUMO POR CARROCERÍA

Se analizaron otro factor que influye en el consumo de combustible de los autobuses urbanos, la carrocería que disponen, debido a su diseño y peso contribuyen a incrementar el consumo de combustible. La aerodinámica juega un papel importante en el diseño de la carrocería, las nuevas tecnologías de materiales buscan que sean más livianos y resistentes a impactos, de la muestra de datos obtenidos se analizaron la mejor elección de carrocería en relación al consumo registrado. La Tabla 3.13 presenta el consumo estimado por marca de carrocería de la flota de autobuses urbanos en la provincia de Imbabura.

Tabla 3.13 Consumo estimado por carrocería

CARROCERÍA	CONSUMO COMBUSTIBLE (l/100km)
REYCAR	41,66
THOMAS	42,16
VILLASBUS	43,22
MIRAL	44,24
IMCE	44,40
CEPEDA	45,09
PICOSA	45,17
OLÍMPICA	45,40
VARMA	45,41
IMETAM	46,25
VELASTEGUI	46,59
IBIMCO	47,30
GUZMÁN	47,30
CAPABA	48,13
BUSCARS	48,24
MARIELBUS	48,39
OCCIDENTAL	48,45
MARCOPOLO	50,29
UNIÓN	52,93
JM	53,61
MONCAYO	67,34

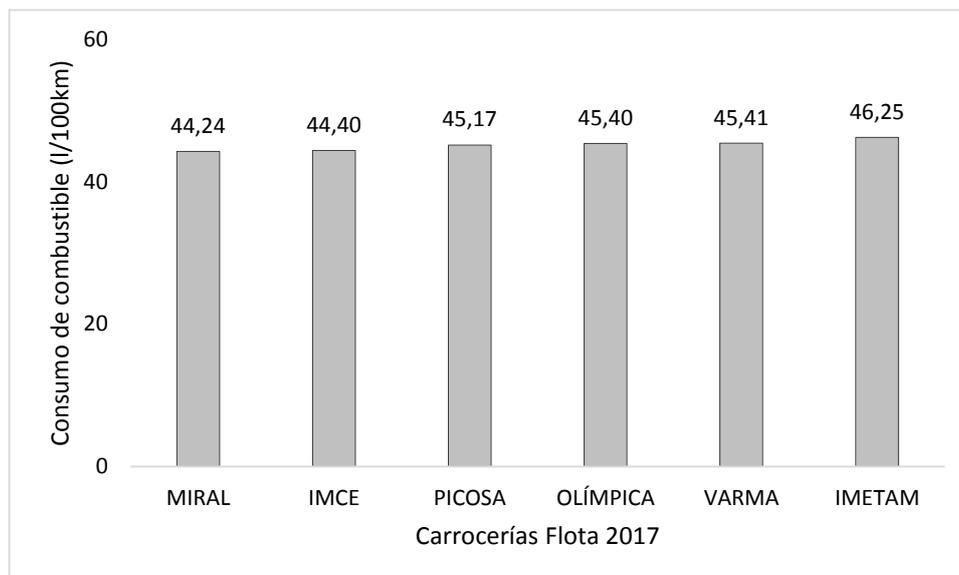


Figura 3.32 Consumo de combustible por carrocería flota año 2017

La carrocería marca MIRAL tiene el menor consumo de combustible en relación a las otras carrocerías representativas de la flota, consume 44,24 l/100km, al disponer de esta carrocería en la flota de autobuses renovados se reduce el consumo de combustible, el 8,71 % de las unidades de la flota 2017 disponen de carrocería MIRAL y marca Chevrolet, la flota RENOVA dispone de 6 modelos con estas características.

3.9. ANÁLISIS EMISIONES AUTOBUSES URBANOS

Las emisiones están relacionadas con el consumo de combustible, al tener 15,22% de reducción en el consumo de combustible de las unidades del plan RENOVA, las emisiones de igual forma se reducen en comparación de las emitidas en el año 2007 al inicio del plan.

La tecnología de cada flota es un factor que se debe tener en consideración al analizar las emisiones, desde el año 2000 en nuestro país se encuentra vigente la norma de emisión EURO II para los vehículos a diésel debido a la calidad del combustible.

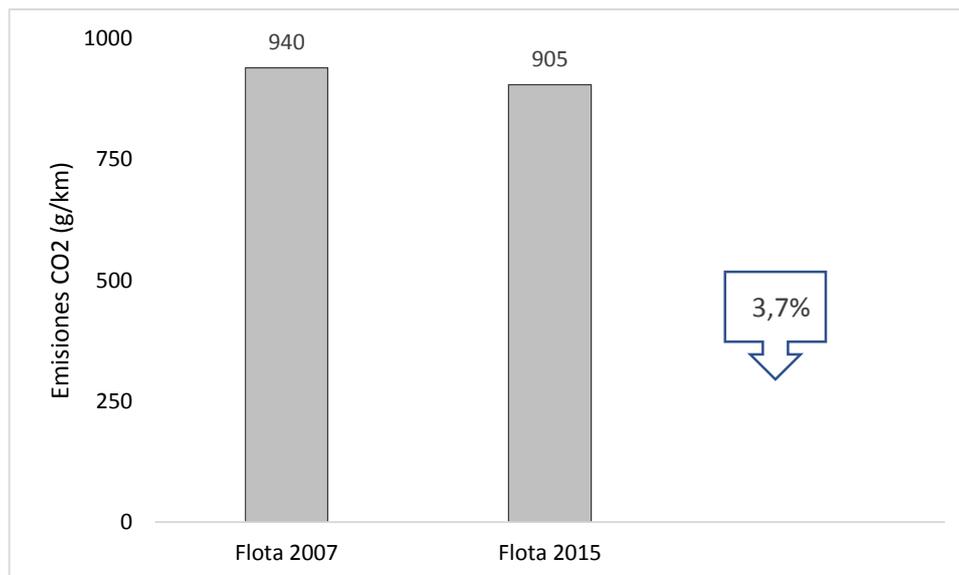


Figura 3.33 Comparación emisiones de CO₂ flota de autobuses 2007 y 2015

Las emisiones de dióxido de carbono han disminuido debido a la calidad del diésel y a la tecnología de las unidades renovadas, como las unidades renovadas no fueron nuevas, las emisiones no reflejan cambios considerables.

3.10. REACTIVACIÓN APARATO PRODUCTIVO

Los indicadores del plan RENOVA se reflejan en la renovación de las unidades que ya estaban próximas a cumplir el periodo de vida útil, de la adquisición de unidades sean estas nuevas o usadas, el mercado de venta de autobuses en los años 2008 a 2015 en el país.

La industria automotriz en nuestro país ha tenido un crecimiento significativo, el uso de nuevas tecnologías que cumplan estándares de calidad en la construcción de carrocerías para autobuses urbanos genera competencia dentro de las empresas dedicadas a esta actividad. Además, si se importa vehículos se deben planificar los procesos de mantenimiento que establece el fabricante.

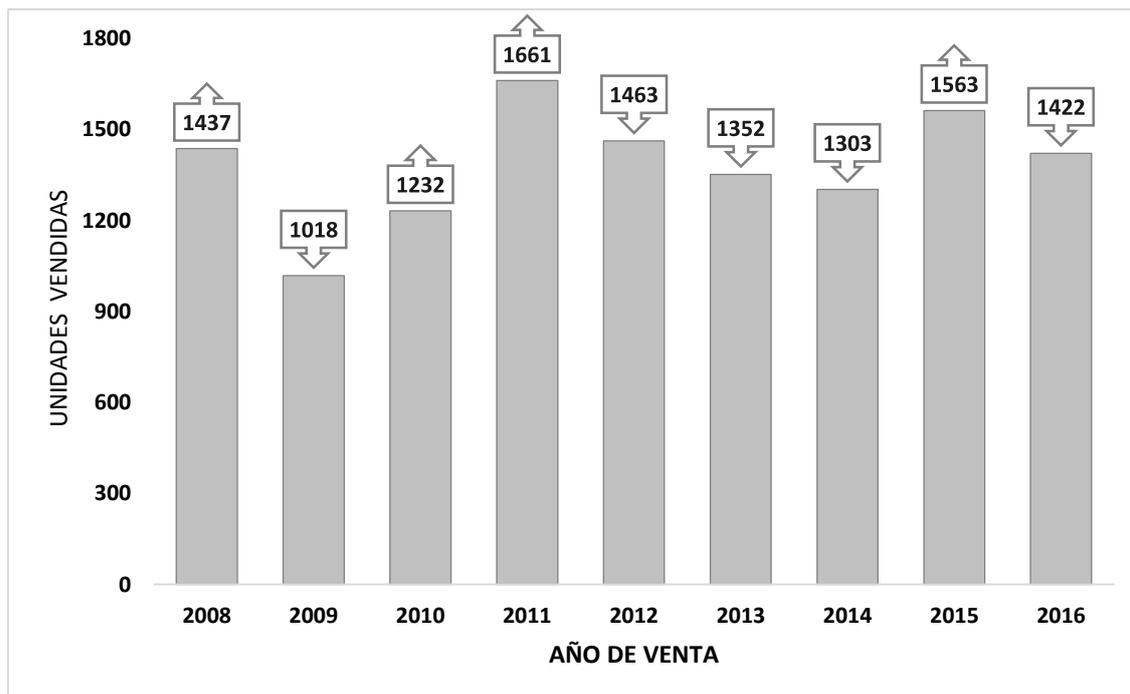


Figura 3.34 Ventas de autobuses en Ecuador año 2008-2016

Fuente: (AEADE, 2014, pág. 1)

La industria automotriz que produce autobuses urbanos en todo el país refleja incrementos en la venta de unidades durante la vigencia del plan RENOVA, reduciendo el impacto ambiental y beneficiándose de forma directa los transportistas y los usuarios, otro grupo que se beneficia al reactivarse el sector automotriz es la industria que genera valor agregado a los vehículos con insumos nacionales en el proceso de ensamblaje de autobuses.

3.10.1. VENTA DE AUTOBUSES PROVINCIA DE IMBABURA

La comercialización de autobuses en la provincia de Imbabura viene a ser generada por los concesionarios de vehículos y autobuses como es el caso de la marca Chevrolet, que dispone de locales en Imbabura y distribuye el modelo MT134S de chasis para autobús urbano.

La marca HINO también distribuye su modelo AK para ser carrozado como autobús urbano por las empresas carroceras que han comenzado a implementar sus agencias en la localidad.

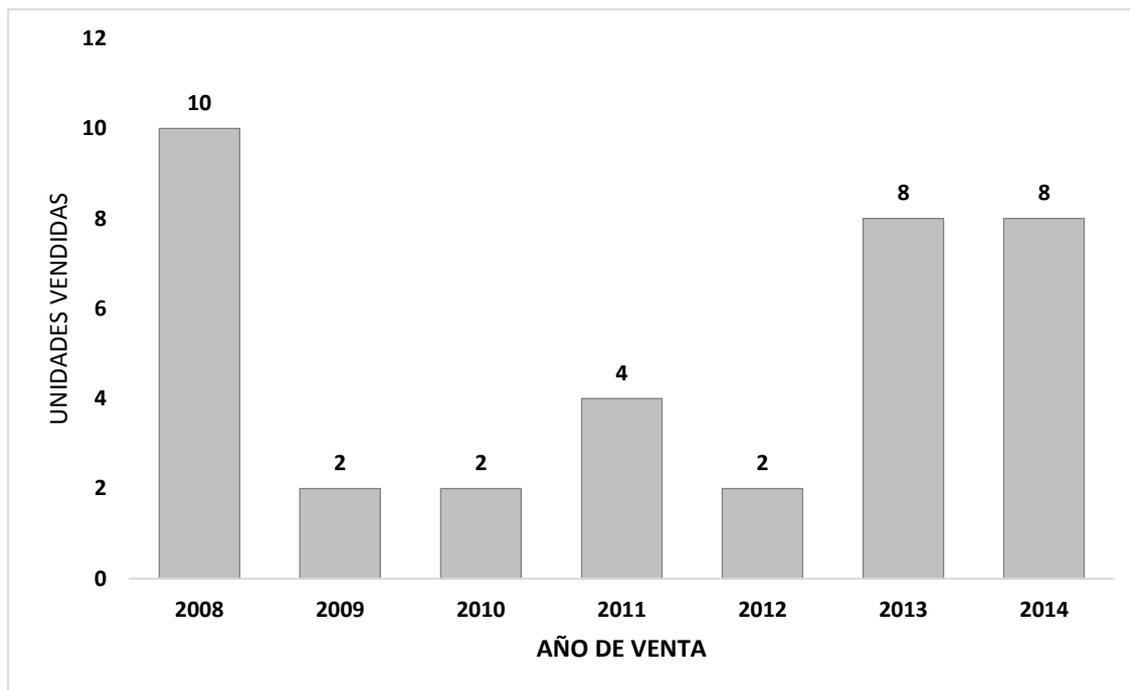


Figura 3.35 Venta de autobuses provincia de Imbabura 2008-2014

Fuente: (AEADE, 2014, pág. 1)

En Imbabura durante el plan RENOVA no se registraron cambios de unidades nuevas por las chatarrizadas, pero en el sector del transporte si se registraron ventas de unidades en la provincia de Imbabura, las cifras que presenta AEADE son autobuses nuevos que ingresaron a las diferentes cooperativas de transporte de pasajeros en la provincia de Imbabura.

3.10.2. EMPRESAS CHATARRIZADORAS PLAN RENOVA

Para el proceso de chatarrización y uso de esta materia prima, en el plan RENOVA estuvieron presentes las empresas de acería del Ecuador Adelca y Andec las cuales cumplen con las normativas exigidas para realizar el proceso de reciclaje de la chatarra y elaborar productos de acero. En todo el país cada una de estas empresas recepto las unidades provenientes del plan de chatarrización.

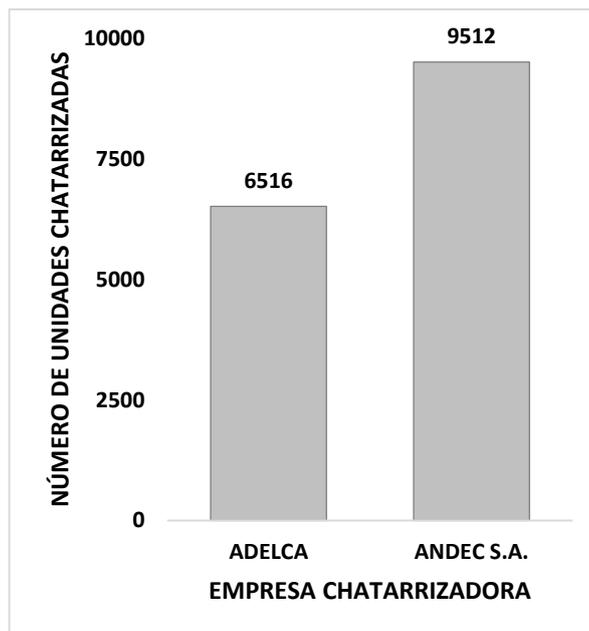


Figura 3.36 Unidades receptadas mediante plan RENOVA a nivel nacional

Los autobuses urbanos que fueron chatarrizados pertenecientes a la provincia de Imbabura acudieron a dejar sus unidades en la empresa Adelca en sus centros de acopio en la ciudad de Quito. En estos centros se pesaba al autobús y recibían el monto por concepto de chatarra. El transporte urbano de la provincia de Imbabura aportó 81 unidades que representó el 0,51 % del plan RENOVA.

3.11. ANÁLISIS EFECTIVIDAD PLAN RENOVA

Para determinar la efectividad del plan RENOVA implementado en nuestro país, en especial en la provincia de Imbabura, se consideraron el monto otorgado por la CFN a los beneficiados, los valores que el Estado ahorra por concepto de subsidio al combustible diésel de los autobuses renovados, se determinó el autobús característico renovado Chevrolet FTR 2003 y chatarrizado Hino FD2HPSZ 1997.

Se utilizaron el indicador financiero del valor actual neto para determinar la efectividad del plan RENOVA en la provincia de Imbabura, el MTOP determinó la tasa de descuento correspondiente en 12% y el periodo de duración del proyecto 10 años. Para determinar el ahorro de combustible de los autobuses urbanos el MTOP consideró el rendimiento de un autobús nuevo en 12 km por galón y de un

autobús usado mayor a 10 años en 7 km por galón, se estimó en 57 600 km el recorrido anual de un autobús urbano.

El número de autobuses urbanos renovados en Imbabura mediante el plan RENOVA fue de 81 unidades, por pago de certificados de chatarrización se registró 795 129 dólares, la distancia promedio de recorrido anual se estimó en 47 088 km con base en los registros de los odómetros.

El ahorro en galones de combustible se calcula con base en la diferencia de rendimiento de un autobús nuevo con relación a un autobús usado, el autobús nuevo utilizaría 4 800 galones de diésel al año, el autobús usado consumiría aproximadamente 8 229 galones de diésel al año, la diferencia de consumo representa el ahorro que equivale a 3 429 galones de diésel al año. El valor de subsidio por galón de diésel se estimó en 1,08 dólares (MTOPI, 2015, pág. 17). La Tabla 3.14 presenta el análisis VAN de los flujos de caja del plan RENOVA estimados antes de su implementación, los ingresos representan el ahorro de subsidio al diésel de los autobuses renovados y los egresos son la inversión que el Estado realizó por certificados de chatarrización.

Tabla 3.14 Estimación flujo neto plan RENOVA previa su implementación

AÑO	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
INGRESOS	\$ 133 151	\$ 200 219	\$ 227 703	\$ 220 110	\$ 209 080	\$ 197 691	\$ 185 987
EGRESOS	-\$ 440 558	-\$ 229 992	-\$ 114 996	-\$ 9 583	\$ 0	\$ 0	\$ 0
FLUJO NETO	-\$ 307 407	-\$ 29 773	\$ 112 707	\$ 210 527	\$ 209 080	\$ 197 691	\$ 185 987
VAN	\$ 218 736						
TASA DE ACTUALIZACIÓN 12% (MTOPI, 2015, pág. 22)							

Con la renovación de las 81 unidades nuevas el plan RENOVA estimaba un VAN al Estado por subsidio al diésel en 218 736 dólares al año 2017. En la provincia de Imbabura se tienen otros datos del plan RENOVA, los autobuses renovados no fueron nuevos, el rendimiento de combustible en los autobuses renovados se estimó en 46,58 l/100km y las unidades chatarrizadas en 54,94 l/100km, el ahorro de galones por unidad se estimó en 1 040 galones por año y la distancia recorrida en 47 088 kilómetros. Los valores de subsidio al diésel han variado cada año. La

Para el VAN financiero se tomó los 7 años transcurridos desde que comenzaron a renovarse las unidades en el 2011 hasta el 2017 que se dispone de datos reales. La Tabla 3.15 presenta los valores de flujo neto tras la finalización del plan RENOVA en la provincia de Imbabura, los ingresos representan el valor que el Estado ahorra en subsidio al diésel automotriz y los egresos la inversión realizada mediante el plan RENOVA.

Tabla 3.15 Flujo neto plan RENOVA Imbabura al año 2017

AÑO	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
INGRESOS	\$ 203 108	\$ 309 543	\$ 317 626	\$ 257 966	\$ 110 823	\$ 57 034	\$ 67 392
EGRESOS	-\$ 440 558	-\$ 229 992	-\$ 114 996	-\$ 9 583	\$ 0	\$ 0	\$ 0
FLUJO NETO	-\$ 237 450	\$ 79 551	\$ 202 630	\$ 248 383	\$ 110 823	\$ 57 034	\$ 67 392
VAN	\$ 275 752						
TASA DE ACTUALIZACIÓN 12% (MTO, 2015, pág. 22)							

El VAN financiero que presentó el plan RENOVA al año 2017 fue de \$ 275 752, un resultado favorable al que se esperaba, las unidades renovadas no fueron nuevas y este factor influye en el consumo de combustible, sin embargo, los valores por ahorro de subsidio durante los años de análisis reflejan incremento debido a los valores del subsidio al diésel por galón a diferencia del valor estimado al inicio del plan en \$ 1,08.

3.11.1. ANÁLISIS ECONÓMICO

El plan RENOVA además de receptor ingresos por ahorro de subsidio al diésel Premium, también genera ingresos económicos por evitar menos emisiones al ambiente de CO₂, las toneladas de ahorro en cada año se calculan de acuerdo al número de autobuses renovados y al precio referente de tonelada de CO₂, el valor por la seguridad vial de los pasajeros también tiene un precio según la Organización Mundial de la Salud, el 3% del PIB corresponde al costo por 28 personas que mueren en accidentes de tránsito por cada 100 000 habitantes, el valor por mejorar la calidad de vida de los usuarios del transporte urbano corresponde al 9% del PIB por gasto social y de este valor el 15% es utilizado para el sector transporte

estimando en \$ 58,36 per cápita por calidad de vida y el valor que ahorra el Estado ecuatoriano al adquirir hierro a un precio preferencial de \$ 429,6 por tonelada.

Todo proyecto tiene un año de inicio y un tiempo de duración, para el plan RENOVA en Imbabura se tomó como inicio el 2010, a partir del siguiente año comienza a invertir el Estado en certificados de chatarrización, el tiempo de duración del proyecto se establece en 10 años y se realiza una proyección al año 2023 que sería el fin del proyecto con base en la fecha de la última inversión.

El Estado al realizar inversión social genera diversos factores cuantitativos y cualitativos que benefician a la sociedad, en lo referente a los usuarios del servicio de transporte urbano de la ciudad de Ibarra al haber invertido el Estado en el plan RENOVA se benefician con una mejor movilidad e incrementan su calidad de vida.

Al terminar el periodo de 10 años del plan RENOVA se estimaron los ingresos al Estado en una proyección de 10 años para el último autobús que fue renovado en el año 2014 considerando los factores económicos. La proyección de los beneficios económicos que el Estado receipta por concepto de seguridad de los pasajeros de transporte urbano, mejora de la calidad de vida y las emisiones disminuyen debido a que los autobuses que iniciaron con el plan RENOVA dejan de brindar los beneficios económicos de los indicadores económicos planteados.

La Tabla 3.16 presenta el detalle de los ingresos económicos estimados que el Estado ahorra al haber realizado la renovación de los autobuses urbanos en la provincia de Imbabura desde el año 2011 hasta el año 2017 y una proyección hasta el año 2021.

Tabla 3.16 Ingresos económicos plan RENOVA año 2011-2017

Proyección al año 2021

AÑO	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
AHORRO USD SUBSIDIO DIÉSEL	\$ 203 108	\$ 309 543	\$ 317 626	\$ 257 966	\$ 110 823	\$ 57 034	\$ 67 392	\$ 86 981	\$ 88 479	\$ 64 781	\$ 18 414
AHORRO USD COMPRA HIERRO	\$ 58 426	\$ 51 552	\$ 27 494	\$ 1 718	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
AHORRO USD TON CO₂	\$ 16 653	\$ 13 355	\$ 7 567	\$ 8 467	\$ 8 880	\$ 5 275	\$ 4 867	\$ 6 745	\$ 5 351	\$ 3 918	\$ 1 114
AHORRO USD SEGURIDAD	\$ 86 953	\$ 135 500	\$ 139 879	\$ 142 845	\$ 140 725	\$ 136 349	\$ 46 105	\$ 46 791	\$ 46 790	\$ 0	\$ 0
AHORRO USD CALIDAD DE VIDA	\$ 216 929	\$ 348 289	\$ 422 928	\$ 437 327	\$ 430 839	\$ 417 498	\$ 193 473	\$ 68 983	\$ 5 306	\$ 0	\$ 0
TOTAL INGRESOS	\$ 582 069	\$ 858 239	\$ 915 494	\$ 848 324	\$ 691 266	\$ 616 155	\$ 311 837	\$ 209 500	\$ 145 926	\$ 68 699	\$ 19 527
PAGO CERTIFICADOS	\$ 440 558	\$ 229 992	\$ 114 996	\$ 9 583	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
TOTAL EGRESOS	\$ 440 558	\$ 229 992	\$ 114 996	\$ 9 583	\$ 0	\$ 0					
UTILIDAD BRUTA	\$ 888 710	\$ 1 827 910	\$ 2 257 250	\$ 2 345 090	\$ 2 175 267	\$ 2 054 205	\$ 2 093 015	\$ 2 144 403	\$ 2 144 505	\$ 2 119 379	\$ 938 923
15% UTILIDAD TRABAJADORES	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
IMPUESTOS (IVA, RENTA)	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
TOTAL IMPUESTOS	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
UTILIDAD NETA	\$ 141 511	\$ 628 247	\$ 800 498	\$ 838 741	\$ 691 266	\$ 616 155	\$ 311 837	\$ 209 500	\$ 145 926	\$ 68 699	\$ 19 527
VANE	\$ 2 740 431										

Tasa de actualización 12% (MTO, 2015, pág. 22)

VANE= \$ 2 740 431

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

La flota de autobuses urbanos de la ciudad de Ibarra con 287 unidades tiene una edad media de 14 años después de 2 años de finalizar el plan de renovación vehicular y chatarrización, 12 autobuses terminan su ciclo de vida útil en el año 2018 y 16 unidades deben salir de circulación en el 2019.

La flota de autobuses en el 2007 tenía una edad media de 13 años, poseía unidades nuevas y también unidades que tenían 28 años las cuales fueron chatarrizadas y renovadas. La edad media de las unidades renovadas fue de 9 años, el 79% provinieron de la provincia de Pichincha.

Fueron renovadas 81 unidades mediante el plan RENOVA, que corresponde al 28% de la flota con una inversión de 795 129 dólares, estas unidades tenían un consumo promedio de combustible de 54,94 l/100 km que representaba 553 554 galones de diésel al año. Con el ingreso de unidades durante el plan RENOVA se disminuyó el consumo en 15,22 %.

La distancia promedio que recorren los autobuses durante un año es de 50 000 km, se determinó la vida útil promedio de un autobús de transporte urbano en 500 000 km donde el costo de mantenimiento por kilómetro recorrido de las unidades es 0,21 USD/km.

Del total de unidades renovadas con el plan RENOVA, 6 presentan las siguientes características: modelo Chevrolet con carrocería Miral, que poseen un consumo estimado de combustible de 46,07 l/100km y 44,24 l/100km respectivamente.

La flota 2017 posee unidades que presentan condiciones regulares para un servicio de calidad, confort y seguridad. El 54% de los encuestados manifestaron que la contaminación visual producida por los gases de escape de los autobuses es excesiva, ocasionando malestar en los usuarios y en especial al ambiente, creen que es causa de enfermedades respiratorias.

Hasta hoy con los valores de flujos de caja para el cálculo del VAN financiero del plan RENOVA durante 7 años se determinó que se recupera la inversión realizada y se obtiene un VAN de \$ 275 752. Si se considera a la sociedad, los beneficios económicos al evitar menos contaminación, mejorar la seguridad de los pasajeros del transporte urbano y su calidad de vida, se estimó un VANE de \$ 2 740 431 para los años 2011 – 2021.

4.2. RECOMENDACIONES

Establecer la valoración de costo de mantenimiento en función de las características de las unidades de transporte urbano para delimitar el enfoque de la encuesta realizada.

Determinar el costo – beneficio de establecer un modelo de autobús de transporte urbano que disponga de otra tecnología como eléctricos o de menor cilindraje y menor capacidad que puedan ser implementados en los recorridos en la provincia de Imbabura y optar por ser los autobuses de la siguiente etapa de renovación.

Utilizar modelos matemáticos que se adapten a la realidad de Imbabura para caracterizar contaminantes primarios y contaminantes secundarios que son emitidos por los autobuses urbanos al ambiente y poder establecer los porcentajes de contaminación ambiental.

Establecer criterios de calidad de servicio basados en una norma específica por ejemplo la europea que pueda ser aplicable al sistema de transporte urbano de la localidad de estudio y podría abarcar las otras modalidades de transporte público como taxis y camionetas de alquiler que se beneficiaron con el sistema de bonos de chatarrización.

Manejar dispositivos electrónicos para la toma de datos de consumo de combustible on board que sean adaptables a los autobuses urbanos para tener mediciones más exactas y realizar una socialización a los dueños de los autobuses urbanos que van a ser analizados para mostrar la realidad con información mejor detallada y poder mejorar la calidad del servicio al disponer de datos pertinentes que pueden ser evaluados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AEADE. (2014). *Asociación de empresas automotrices del Ecuador*. Obtenido de <http://aeade.net/wp-content/uploads/2016/11/ANUARIO-2014.pdf>
- AEADE. (2017). *Asociación de empresas automotrices del Ecuador*. Recuperado el 20 de Enero de 2018, de www.aeade.net/servicios/sobre-el-sector-automotor/
- AEADE. (2018). *Asociación de empresas automotrices del Ecuador*. Obtenido de http://www.aeade.net/wp-content/uploads/2017/01/Sector-en-cifras-4_enero-2017-1.pdf
- AENOR. (2003). *Asociación Española de Normalización y Certificación*. Madrid: Aenor. Obtenido de <http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0028294#.Wx8dx4onbIU>
- Ahmed, S. (2016). A comparative decision-making model for sustainable end-of-life vehicle management alternative. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*. doi:10.1080/13504509.2015.1062814
- Alique, & Muñoz. (2013). Cálculo de la huella de carbono y el análisis del reciclado de vehículos desde un punto de visto medioambiental. *Seguridad y Medio Ambiente*(131), 41. Recuperado el Octubre de 2017, de <http://www.seguridadypromociondelasalud.com/n131/docs/Seguridad-y-Medio-Ambiente-131-es.pdf>
- Andrade, C., & Loyo, F. (2005). *Repositorio ESPE*.
- ANT. (28 de Junio de 2012). *Agencia Nacional de Tránsito*. Recuperado el 12 de Junio de 2017, de <http://ant.gob.ec/index.php/14-servicios/plan-renova/22-procedimiento-para-entregar-el-vehiculo-a-la-chatarrizacion#.WfVOT1vWzIU>
- ANT. (2016). *Agencia Nacional de Tránsito*. Obtenido de <https://www.ant.gob.ec/index.php/descargable/file/1885-listado-de-empresas-fabricantes-de-carrocerias-autorizadas-por-ant-04-11-2013>
- AUTEC. (2017). Obtenido de http://www.autec.ec/site/images/images/Volksbus_Motor_Delantero_01.pdf

- Avilés, C. (Octubre de 2010). *PUCE*. Obtenido de https://www.puce.edu.ec/economia/docs/compendios/COMPENDIO_Aviles_OCT2010.pdf
- CAE. (2008). *Corporación Aduanera Ecuatoriana*. Recuperado el 14 de Julio de 2017, de https://www.aduana.gob.ec/files/pro/leg/res/2008/Res_0718_2008.pdf
- CAE. (2011). *Decreto Ejecutivo N°. 676*. Recuperado el 12 de Septiembre de 2017, de https://www.aduana.gob.ec/archivos/decretos/676_Chatarra.pdf
- Ceballos Marcillo, J. J. (2016). *Repositorio Documental Universidad de Valladolid*. Obtenido de <http://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/16380/1/TFM-I-327.pdf>
- CFN. (2017). *Informe certificados emitidos 2008 - 2015*. Ibarra.
- CNTTTSV. (2008). PROGRAMA DE RENOVACION DEL PARQUE AUTOMOTOR Y CHATARRIZACIÓN.
- CNTTTSV. (6 de Mayo de 2010). *Resolución 080-DIR-2010-CNTTTSV*. Recuperado el 25 de Octubre de 2017, de <https://www.ant.gob.ec/index.php/transito-7/resoluciones-de-transporte/resoluciones-de-vida-util/file/85-resolucin-no-131-dir-2010-cntttsv>
- CNTTTSV. (18 de Agosto de 2010). *Resolución N°. 131*. Obtenido de <https://www.ant.gob.ec/index.php/transito-7/resoluciones-de-transporte/resoluciones-de-vida-util/file/85-resolucin-no-131-dir-2010-cntttsv>
- Conservación & Carbono S.A.S. (2016). *Conservación & Carbono*. Recuperado el 14 de Septiembre de 2017, de <http://www.conservacionycarbono.com/analisis-del-ciclo-de-vida-iso-14040>
- Espinoza Echeverría, S., & Guayanlema, V. (Septiembre de 2017). *Friedrich Ebert Stiftung Ecuador*. Recuperado el 5 de Enero de 2018, de <http://library.fes.de/pdf-files/bueros/quito/13648.pdf>
- Fedit. (24 de Enero de 2012). *minetad*. Recuperado el 26 de Octubre de 2017, de http://www.minetad.gob.es/industria/observatorios/SectorAutomoviles/Actividades/2011/FEDIT/Usos_y_Fin_de_Vida_de_los_Automoviles_y_Camiones.pdf
- INEC. (2016). *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos*. Obtenido de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web->

- inec/Estadisticas_Economicas/Estadistica%20de%20Transporte/2016/2016_AnuarioTransportes_Resumen%20Metodol%C3%B3gico.pdf
- INEN. (2010). *Servicio Ecuatoriano de Normalización*. Recuperado el 25 de Octubre de 2017, de http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/11/rte_038_2.pdf
- INEN. (2016). *Asociación de empresas automotrices del Ecuador*. Recuperado el 15 de Diciembre de 2017, de <http://www.aeade.net/wp-content/uploads/2016/12/PROYECTO-A2-NTE-ENEN-2207.pdf>
- INEN. (2016). *Servicio ecuatoriano de Normalización*. Recuperado el 15 de Mayo de 2017, de http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/05/nte_inen_1489-8.pdf
- ISO. (2006). *ISO 14044:2006*. Obtenido de <https://www.iso.org/standard/38498.html>
- ISUZU. (2017). Obtenido de <https://www.isuzu.com.au/spec-sheets/historical-spec-sheets/>
- López, J., García, J., Sánchez, F., & Flores, N. (9 de Julio de 2010). *Archivo Digital UPM*. Recuperado el 28 de Octubre de 2017, de http://oa.upm.es/7714/1/INVE_MEM_2010_78720.pdf
- MEP. (2017). Empresa Pública de Movilidad del Norte.
- Ministerio de Hidrocarburos. (20 de Julio de 2017). *Ministerio de Hidrocarburos*. Recuperado el 12 de Diciembre de 2017, de <https://www.hidrocarburos.gob.ec/confirman-calidad-de-combustible-que-distribuye-ep-petroecuador-al-pais/>
- Moller, R. (2006). *Transporte urbano y desarrollo sostenible en América Latina*. Universidad del Valle.
- Moscardó, C. (2015). *UF0924 - Planificación de rutas y operaciones de transporte por carretera*. España: Elearning, S.L.
- MTOP. (18 de Junio de 2008). Decreto Ejecutivo N°. 1145. Quito, Ecuador.
- MTOP. (13 de Junio de 2011). Acuerdo Ministerial N° 050.
- MTOP. (13 de Junio de 2011). *Acuerdo Ministerial N°. 051*. Recuperado el 14 de Enero de 2018, de https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/07/acuerdo_051.pdf
- MTOP. (20 de Marzo de 2012). Decreto Ejecutivo N°. 1110. Quito, Ecuador.

- MTOP. (2015). *Ministerio de Transporte y Obras Públicas*. Recuperado el 22 de Diciembre de 2017, de http://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/08/Literal-k-Proyecto-175200000.1079.7095_PROY.pdf
- Oh, D. J. (2002). Current status and future prospects for resources recycling in korea. *Geosystem Engineering*, 46-53. doi:10.1080/12269328.2002.10541187
- OLADE. (2013). *Organización Latinoamericana de Energía*. Recuperado el 20 de Diciembre de 2017, de <http://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/old0314.pdf>
- Paget-Seekins, L. O. (2015). Examining regulatory reform for bus operations in latin america. *Urban Geography*, 424-438. doi:10.1080/02723638.2014.995924
- Perez Bello, M. A. (2017). *Sistemas auxiliares del motor*. Paraninfo, S.A.
- Petroecuador. (16 de Febrero de 2018). *EP PETROECUADOR*. Obtenido de <https://www.eppetroecuador.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/11/SUBSIDIOS-PROVISIONALES-DICIEMBRE-2017.pdf>
- Rico, F., López, R., & Figueroa, E. (2001). *Daños a la salud por contaminación atmosférica*. Toluca: UAEMEX.
- Rodríguez Moguel, E. (2005). *Metodología de la Investigación*. Mexico.
- Rosero, F., León, C., Mera, Z., & Rosero, C. (2017). Análisis del consumo de combustible en autobuses urbanos por efecto de las intersecciones semaforizadas. Caso de estudio Ciudad de Ibarra. *DELOS*. Obtenido de <http://www.eumed.net/rev/delos/29/consumo-combustible-ibarra.html>
- Rosero, R. (Septiembre de 2015). *UPCommons*. Recuperado el 29 de Octubre de 2017, de https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/80598/TFM_RAMIRO%20ROSERO.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- SENPLADES. (2018). *Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo*. Obtenido de http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL_0K.compressed1.pdf
- Vergara, R. A., & Varela, E. Z. (2013). *Modelo de gestión urbano sostenible*. Barranquilla, Colombia: Universidad del Norte. Obtenido de

<https://books.google.com.ec/books?id=gf1OBAAAQBAJ&pg=PA85&dq=vida+%C3%BAtil+buses&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiwh7uN7ZfXAhWH1IMKHUZtDIQQ6AEIQjAG#v=onepage&q&f=false>

Zambrana Martínez, J. M. (2015). *Gestión de departamentos de servicio de alimentos y bebidas*. España: Elearning. Recuperado el 12 de Febrero de 2018, de [https://books.google.com.ec/books?id=wGVWDwAAQBAJ&pg=PA283&dq=La+Fundaci%C3%B3n+Europea+para+la+Gesti%C3%B3n+de+la+Calidad+\(EFQM\),+define+calidad+como:+%E2%80%9Ctodas+las+formas&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiWy76ekqDbAhXotlkKHQvmD1wQ6AEIjAA#v=onepage&q=La%2](https://books.google.com.ec/books?id=wGVWDwAAQBAJ&pg=PA283&dq=La+Fundaci%C3%B3n+Europea+para+la+Gesti%C3%B3n+de+la+Calidad+(EFQM),+define+calidad+como:+%E2%80%9Ctodas+las+formas&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiWy76ekqDbAhXotlkKHQvmD1wQ6AEIjAA#v=onepage&q=La%2)

ANEXOS

ANEXO I

FORMULARIO PARA PROCESO DE RENOVACIÓN



**CONSEJO NACIONAL
DE TRÁNSITO Y
TRANSPORTE TERRESTRES**

**FORMULARIO PARA LA RENOVACIÓN DEL PARQUE
AUTOMOTOR PARA EL SECTOR TRANSPORTISTA**

DATOS DEL SOLICITANTE

Nº 0000001

MODALIDAD			
<input type="checkbox"/> TAXI <input type="checkbox"/> BUS URBANO <input type="checkbox"/> BUS INTERPROVINCIAL <input type="checkbox"/> BUS INTRAPROVINCIAL <input type="checkbox"/> CARGA LIVIANA <input type="checkbox"/> CARGA PESADA <input type="checkbox"/> MIXTO <input type="checkbox"/> ESCOLAR			
1.- Nombres del Solicitante:		2.- Federación:	
3.- Fecha de Nacimiento: dd/mm/aaaa: _/ _/ _ _		4.- Cédula de Identidad:	
6.- Provincia:		7.- Ciudad:	8.- Teléfono:
10.- E-mail:		11.- RUC:	12.- Nº Habilitación:
13.- Fecha ingreso a Cia. o Coop.			
14.- Número de familiares directos con estudios superiores de 3er, 4to nivel en el área de tránsito y/o transporte			
15.- Nombre de la Cooperativa:		16.- Nombre de la Compañía:	17.- RUC de la Cooperativa. O Compañía:
18.- Dirección:		19.- Provincia:	20.- Ciudad:
21.- Teléfono:	22.- Celular:	23.- Fax:	24.- E-mail:
25.- Fecha de Inicio de operación:			

DATOS DEL VEHÍCULO A SER SUSTITUIDO

26.- Marca:		27.- Clase:		28.- Servicio:		29.- Capacidad:	
30.- Cilindraje:		31.- Tonelaje:		32.- Tipo de combustible:		33.- Placa:	
34.- Nº. Motor:		35.- Nº. de Chasis:		36.- Año de Fabricación:		37.- Avalúo:	
38.- Destino de Vehículo: chatarrizado <input type="checkbox"/> servicio privado <input type="checkbox"/> o servicio público <input type="checkbox"/>				39.- Vehículo Prendado: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>			

DATOS DEL VEHÍCULO NUEVO

40.- Vehículo de Producción Nacional: <input type="checkbox"/> Importado <input type="checkbox"/>		41.- Marca:		42.- Nº Factura:		43.- Clase:	
44.- Servicio:		45.- Capacidad:		46.- Cilindraje:		47.- Tonelaje:	
48.- Tipo de Combustible: Diesel <input type="checkbox"/> Gasolina <input type="checkbox"/>		49.- Nº. Motor:		50.- Nº. de Chasis:		51.- Color:	
52.- Año de Fabricación:		53.- Avalúo:					

COMPROBACIÓN DE DATOS

	Usuario		CNTTT	
	SI	NO	SI	NO
1.- Comprobación en este formulario de los datos de la persona que entrega el mismo				
2.- Haber rellenado y remitido el formulario electrónico enviado por el MIC. a través de las Federaciones parte del convenio				
3.- Copia del Permiso de Operación de la Compañía. O Cooperativas de Transporte vigente y Certificado de la Dirección Nacional de Compañías o Superintendencia de Compañías				
4.- Certificado de la Federación Nacional indicando que el solicitante cumple con los requisitos				
5.- Copia de Matrícula de vehículo a sustituir				
6.- Factura, Factura proforma o Nota de Pedido del vehículo nuevo				
7.- Vehículos Importados, Certificación de un distribuidor sobre la provisión oportuna de repuestos y recambios				
8.- Vehículos Importados, copia del certificado de conformidad emitido por el INEN				
9.- Vehículos Nacionales, certificado de Producción Nacional				
10.- Declaración juramentada ante Notario Público:				
a) Para Cooperado, no pertenecer a la Policía o entidades de Tránsito				
b) En Renovación de taxi, que no ha sido beneficiado con una exoneración en los últimos 5 años				
c) En el tope de vida útil que el vehículo a ser sustituido entrará a chatarrización en caso de ser beneficiado				
d) Copia Notarizada del contrato de compra-venta indicando que clase de servicio va a brindar (público o privado)				
11.- Personas Naturales (cooperados) además de lo indicado del Nº 1 al 10, deberán presentar lo siguiente:				
a) Copia de la Cédula de Identidad				
b) Copia del RUC del solicitante.				
c) Copia de la papeleta de la última votación				
d) Copia de la licencia profesional				
12.- Personas jurídicas además de lo indicado del Nº 1 al 10, deberán presentar lo siguiente:				
a) Copia legalizada del nombramiento del representante legal inscrito en el Registro Mercantil o Dirección Nacional de Cooperativas				
b) Copia de la Cédula de identidad del representante legal				
c) Copia del RUC del solicitante debidamente actualizado				
d) Compañías: El certificado de cumplimiento de obligaciones y existencia legal de la superintendencia de Compañías				
e) Certificado de Cumplimiento de Obligaciones con el SRI.				
13.- Certificado del Registro Mercantil que indique si el vehículo a sustituir está prendado o no tiene gravámenes				
14.- Si se consignó datos en el numeral 14; adjuntar partida de nacimiento original de cada familiar y copia notarizada del título.				

ORIGINAL - CNTTT

FIRMA DEL SOLICITANTE

FIRMA DE LA FEDERACION Y SELLO

FIRMA RESPONSABLE CNTTT

Figura AI.1 Formulario para la renovación parque automotor
Fuente: (CNTTTSV, 2008, pág. 11)

ANEXO II

FLOTA AUTOBUSES CHATARRIZADOS VS RENOVADOS PLAN RENOVA

Tabla AII.1 Autobuses chatarrizados y renovados RENOVA Imbabura

AUTOBUSES RENOVADOS			AUTOBUSES CHATARRIZADOS		
MARCA	MODELO	AÑO	MARCA	MODELO	AÑO
CHEVROLET	CHR 7.2	2003	ASIA	COSMOS AM818 35P	1995
CHEVROLET	FTR	2002	ASIA	INTER CITY AM937 BUS	1995
HINO	FF1JPTZ	2002	ASIA	COSMOS AM818 35P	1995
HINO	RK1JSTL	2003	ASIA	INTER CITY AM937 BUS	1995
MERCEDES BENZ	OF1721	2003	ASIA	INTER CITY AM937 BUS	1995
VOLVO	SVELTO	2003	CHEVROLET	BLUEBIRD	1996
CHEVROLET	CHR 7.2	2002	CHEVROLET	C60	1980
CHEVROLET	FTR	2003	CUMMINS	SPK6970D2	1993
CHEVROLET	FTR	2003	DIMEX	654-250	1998
HINO	RK1JSTL	2003	DIMEX	551-195	1998
CHEVROLET	CHR 7.2	2003	ENCAVA	3100	1994
VOLKSWAGEN	17210	2004	ENCAVA	3100	1994
VOLVO	SVELTO	2004	FORD	F700 BUS	1994
VOLKSWAGEN	17210	2003	FORD	F600	1990
HINO	RK1JSTL	2002	FORD	F700 BUS	1992
CHEVROLET	CHR 7.2	2003	FORD	B 1518	1995
CHEVROLET	CHR 7.2	2002	FORD	B700	1990
CHEVROLET	FTR	2002	FORD	B 1518	1995
HINO	FF1JPTZ	2002	FORD	F 600	1992
HINO	FF1JPTZ	2002	FORD	B700	1997
HINO	FF2HMSA	1999	HINO	FD194S	1994
HINO	RK1JSTL	2003	HINO	FD2HPSZ	1997
HINO	RK1JSTL	2003	HINO	FD194SA	1994
VOLKSWAGEN	17210	2002	HINO	FD2HPSZ	1998
VOLVO	SVELTO	2003	HINO	AERO CITY	1996
CHEVROLET	CHR 7.2	2002	HINO	FD2HPSZ	1997
CHEVROLET	CHR 7.2	2003	HINO	FD2HPSZ	1997
CHEVROLET	CHR 7.2	2002	HINO	FD2HPSZ	1997

Tabla AII.1 Autobuses chatarrizados y renovados RENOVA Imbabura (Continuación...)

MARCA	MODELO	AÑO	MARCA	MODELO	AÑO
CHEVROLET	FTR	2004	HINO	FD2HPSZ	1998
CHEVROLET	FTR	2003	HINO	FD2HPSZ	1997
CHEVROLET	FTR	2004	HINO	FF2HMSA	1997
CHEVROLET	FTR	2003	HINO	FD194SA	1996
CHEVROLET	FTR	2004	HINO	FD2HPSZ	1997
JIANGTE	JDF5120GSSK	2011	HINO	FD165B	1996
CHEVROLET	CHR 7.2	2002	HYUNDAI	AERO CITY	1996
CHEVROLET	CHR 7.2	2002	HYUNDAI	AERO CITY	1995
CHEVROLET	FTR	2002	HYUNDAI	AERO CITY	1996
CHEVROLET	FTR	2003	HYUNDAI	AERO CITY	1996
CHEVROLET	FTR	2004	HYUNDAI	AERO CITY	1996
VOLKSWAGEN	17210	2002	HYUNDAI	AERO ECONOMY	1995
VOLKSWAGEN	17210	2002	IKARUS	280 OMNIBUS	1988
VOLKSWAGEN	17210	2003	IKARUS	280 OMNIBUS	1988
CHEVROLET	CHR 7.2	2002	IKARUS	280 OMNIBUS	1988
CHEVROLET	CHR 7.2	2002	IKARUS	280 OMNIBUS	1988
HINO	RK1JSTL	2003	INTERNATIONAL	1652	1995
HYUNDAI	SUPER	2003	INTERNATIONAL	9300 5BA FE	1989
CHEVROLET	CHR 7.2	2002	INTERNATIONAL	4700 4X2 CHASIS CABINADO	1995
CHEVROLET	FTR	2002	INTERNATIONAL	1652	1996
CHEVROLET	FTR	2002	INTERNATIONAL	1652	1996
HINO	RK1JSTL	2003	INTERNATIONAL	1652	1997
MAN	14285LC	2003	INTERNATIONAL	1652	1996
MERCEDES BENZ	OF1721	2002	INTERNATIONAL	1652	1997
MERCEDES BENZ	OF1721	2005	ISUZU	6BD1	1991
CHEVROLET	CHR 7.2	2003	ISUZU	FSR	1991
CHEVROLET	FTR	2001	ISUZU	FVR 33K	1997
CHEVROLET	FTR	2003	KAMAZ	54112	1994
CHEVROLET	FTR	2004	MERCEDES BENZ	OF 1318/51	1996
HINO	FD2HPSZ	1999	MERCEDES BENZ	OF 1620/60	1998
HINO	RK1JSTL	2003	MERCEDES BENZ	OF 1318/51	1996
MERCEDES BENZ	OF1721	2005	MERCEDES BENZ	614 D	1990

Tabla AII.1 Autobuses chatarrizados y renovados RENOVA Imbabura (Continuación...)

MARCA	MODELO	AÑO	MARCA	MODELO	AÑO
CHEVROLET	CHR 7.2	2002	NISSAN	KSLGD 21 FBC CABINA GRANDE	1996
CHEVROLET	FTR	2004	NISSAN	SP 215 LSGAB	1996
CHEVROLET	FTR	2001	NISSAN	SP 215 LSGAB	1996
CHEVROLET	FTR	2003	NISSAN	SP 215 LSGAB	1997
CHEVROLET	FTR	1999	NISSAN	CONDOR	1996
CHEVROLET	FTR	2004	NISSAN	FD6	1995
CHEVROLET	FTR	2003	NISSAN	CM87KB	1997
CHEVROLET	FTR	2003	NISSAN	SP 215 LSGAB	1995
HINO	FG1JPUZ	2008	NISSAN	SP 215 LSGAB	1997
HINO	RK1JSTL	2003	NISSAN	CK 87	1995
CHEVROLET	FTR	2002	THOMAS	TRANSITLINER	1997
HINO	FF1JPTZ	2003	OMNIBUS BB	CHASIS CABINADO	1989
JIANGTE	JDF5120GSSK	2011	TOYOTA	CAMIÓN DIESEL	1982
VOLKSWAGEN	17210	2002	VOLKSWAGEN	TORINO GV	1996

Mantenimiento	Intervalo de cambio en (días)					Costo	Observaciones
	Mensual	Trimestral	Semestral	Anual	Otro		
Sistema eléctrico							
Cambio de baterías							
Cambio de luces delanteras y/o posteriores							
Sistema de inyección							
Calibración de la bomba de inyección							
Cambio de Filtro de combustible							
Cambio de Filtro separador de agua							
Cambio de Toberas de inyección							
Limpieza del tanque de combustible							
Reparación de la bomba de inyección lineal (cambio de elementos, válvulas, resortes, regulador, reten; engrasar variador)							
Sistema de transmisión							
Cambio de Lubricante de la caja de cambios							
Cambio de Lubricante del diferencial							
Cambio del Embrague kit							
Cambio junta y soporte cardan							
Engrasado de punta de ejes							
Reparación de la caja (cambio corredizo y motriz, rodelas del piñón de retro, sincronizado)							
Reparación básica del diferencial (cambio rodamiento y rodelas del florero)							
Reparación completa del diferencial (cambio rodamiento y rodelas del florero, cono y corona)							
Sistema de dirección y suspensión							
Cambio de amortiguadores							
Cambio de ballestas							
Cambio de fuelles de la suspensión							
Cambio de líquido hidráulico							
Cambio de pines y bocines de la dirección							
Cambio de rotulas de dirección							
Cambio de neumáticos							
Reencauche de neumáticos							
Sistema de frenos							
Cambio de filtro secador de aire							
Cambio de raches de freno							
Cambio de tambores							
Cambio de zapatas							

III.2 Formato encuesta mantenimiento autobuses urbanos reverso

ANEXO IV

FORMATO ENCUESTA CRITERIOS DE CALIDAD DE SERVICIO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Encuesta sobre criterios de calidad en el servicio de transporte urbano de la ciudad de Ibarra.			
Objetivo: Determinar la calidad del servicio que oferta el sistema de transporte urbano en la ciudad de Ibarra mediante los criterios de calidad establecidos en la norma UNE EN 13816.			
Instrucciones:			
1. La información entregada servirá para fines investigativos y de carácter informativo.			
2. Responda a las preguntas que se plantean de una forma sincera.			
3. Escriba o señale con una "X" que usted crea conveniente.			
Cuestionario:			
1. ¿Utiliza diariamente el servicio de transporte urbano?			
SI ()	NO ()	A veces ()	
2. ¿Los autobuses siempre cumplen un horario establecido?			
Siempre ()	Casi siempre ()	A veces ()	Nunca ()
3. ¿Al movilizarse en una unidad siente confort mientras dura su viaje?			
Siempre ()	Casi siempre ()	A veces ()	Nunca ()
4. ¿Se siente seguro al utilizar un autobús urbano para movilizarse a su destino?			
Siempre ()	Casi siempre ()	A veces ()	Nunca ()
5. ¿Los autobuses urbanos emiten contaminación visual de smock?			
Excesiva ()	Normal ()	Mínima ()	
6. ¿Considera que los autobuses urbanos deben ser renovados?			
Todos ()	Algunos ()	Ninguno ()	
7. ¿Ha observado que los autobuses presentan desgaste excesivo en su interior?			
Todos ()	Algunos ()	Ninguno ()	
8. ¿El interior de las unidades presenta una imagen aceptable de limpieza?			
Siempre ()	Casi siempre ()	A veces ()	Nunca ()
9. ¿Durante los recorridos en las unidades escucha ruidos excesivos?			
Siempre ()	Casi siempre ()	A veces ()	Nunca ()
10. ¿Al realizar los viajes en las unidades detecta vibraciones molestosas?			
Siempre ()	Casi siempre ()	A veces ()	Nunca ()
Gracias por su colaboración			

AIV.1 Formato encuesta criterios de calidad de servicio transporte urbano

ANEXO V
REALIZACIÓN DE ENCUESTA Y TOMA DE DATOS DE CONSUMO DE
COMBUSTIBLE



AV. 1 Toma de datos en estación de abastecimiento de combustible