



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

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

TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ

**TEMA: ESTUDIO PARA LA ESTIMACIÓN DE LA TARIFA DEL
PASAJE EN AUTOBUSES URBANOS DE LA CIUDAD DE IBARRA**

AUTOR: GUALSAQUI GORDON JORGE MAURICIO

DIRECTOR: ING. ROSERO OBANDO FREDY ALEXANDER, MSc.

Ibarra, septiembre 2018

CERTIFICADO

ACEPTACIÓN DEL DIRECTORIO

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 Ciencia Aplicadas.

CERTIFICO:

Que una vez analizado el plan de trabajo de grado cuyo título es **“Estudio para la estimación de la tarifa del pasaje en autobuses urbanos de la ciudad de Ibarra.”** presentado por el señor: **Jorge Mauricio Gualsaqui Gordon** con número de cédula **100351445-0**, doy fe que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación privada y evaluación por parte de los señores integrantes del jurado examinador que se designe.

En la ciudad de Ibarra, a los 06 días del mes de septiembre del 2018.

Atentamente,



.....

Ing. Fredy 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:	1003514450		
APELLIDOS Y NOMBRES:	GUALSAQUI GORDON JORGE MAURICIO		
DIRECCIÓN:	OTAVALO, CENTRO, AV. QUITO S/N Y CALLE BOLIVAR		
EMAIL:	jmgualsaquig@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	062925278	TELÉFONO MÓVIL:	0999879365

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	"ESTUDIO PARA LA ESTIMACIÓN DE LA TARIFA DEL PASAJE EN AUTOBUSES URBANOS DE LA CIUDAD DE IBARRA."
AUTOR:	GUALSAQUI GORDON JORGE MAURICIO
FECHA:DD/MM/AAAA	17/09/2018
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	PREGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA	INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ
ASESOR/DIRECTOR	ING. ROSERO OBANDO FREDY ALEXANDER, MSc.

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrollo, 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 06 días del mes de septiembre del 2018

EI AUTOR:

Firma:

Nombre: Jorge Mauricio Gualsaqui Gordon

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de tesis principalmente a mis padres, quienes son el pilar fundamental de mis metas y logros planteados, brindándome el valor emocional y espiritual para cumplir con los desafíos de la vida.

A Andrés Arévalo y Javier Aguirre quienes se convirtieron en mis hermanos por decisión propia ya que siempre estuvieron presentes en momentos importantes en mi vida, con quienes compartí risas, tristezas y sueños. Dios les tenga en su gloria.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a la Universidad Técnica del Norte por aceptarme en tan gloriosa institución y brindarme los conocimientos necesarios para poder desempeñar una profesión tan importante en la sociedad.

Agradezco de manera especial al Coordinador de carrera Ing. Carlos Segovia quien aprobó y acepto la convalidación de materias, cuando llegue de otra institución educativa, dándome la oportunidad de poder seguir estudiando en esta prestigiosa Universidad.

Mi agradecimiento también va dirigido a mi director de trabajo de grado Ing. Fredy Rosero por guiarme durante todo el desarrollo de la tesis, y por tener la calidad humana, científica y pedagógica para transmitir sus conocimientos.

.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCCIÓN	xi
CAPÍTULO I	1
1. MARCO TEÓRICO	1
1.1. Conceptualización del problema	1
1.1.1. Antecedentes	1
1.1.2. Planteamiento del problema	2
1.1.3. Formulación del problema	2
1.1.4. Delimitación temporal y espacial	2
1.1.5. Objetivos	2
1.1.5.1. Objetivo general	3
1.1.5.2. Objetivos específicos	3
1.1.6. Justificación	3
1.1.7. Tipo de investigación	4
1.2. Transporte público urbano de la ciudad de Ibarra	5
1.2.1. Cooperativa 28 de septiembre	5
1.2.2. Cooperativa San Miguel de Ibarra	9
1.2.3. Paradas de autobuses urbanos en Ibarra	10
1.3. Marco jurídico e institucional	11
1.3.1. Constitución de la república del Ecuador	11
1.3.2. Resolución Consejo Nacional de Competencias	12
1.3.3. Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial	12
1.3.4. Reglamento a Ley de Transporte Terrestre, Tránsito	13
1.4. Metodologías para estimar la tarifa del pasaje urbano	15
1.4.1. Metodología nacional para fijar la tarifa del pasaje	15
1.4.2. Metodología internacional para estimar tarifas del pasaje urbano	18
1.5. Técnicas para estimar la demanda de pasajeros en el transporte urbano	19
1.5.1. Factores que inciden en la selección de la técnica.	19
1.5.2. Ascenso y descenso	20
1.5.3. Origen y destino	21
1.5.4. Frecuencias y cargas.	21
1.5.5. Demanda del transporte urbano	22
1.6. Mantenimiento de las flotas de transporte de pasajeros	23
1.6.1. Objetivos del mantenimiento automotriz	24
1.6.2. Mantenimiento correctivo	24
1.6.3. Mantenimiento preventivo sistemático	25
1.6.4. Mantenimiento preventivo predictivo	28
1.6.5. Mantenimiento productivo total (TPM)	29
1.6.6. Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM)	30

1.7. Evaluación financiera	31
1.7.1. Periodo de recuperación de la inversión o Payback	31
1.7.2. Tasa de rendimiento sobre la inversión	32
1.7.3. Relación beneficio-coste	32
1.7.4. Valor actual neto VAN	33
1.7.5. Tasa interna de retorno TIR	33
1.7.6. Flujo de efectivo	34
CAPÍTULO II	35
2. MATERIALES Y MÉTODOS	35
2.1. Metodología para estimar la tarifa del pasaje urbanos de la ciudad de Ibarra	35
2.2. Inventario y zonificación	36
2.3. Inversión, financiamiento y amortización	38
2.4. Verificación de recorridos	40
2.5. Estimación de la captación de pasajeros - ascenso y descenso	41
2.5.1. Selección del tamaño de la muestra y programa de muestreo	41
2.5.2. Diseño del formato de ascenso y descenso.	44
2.5.3. Selección de personal y capacitación	45
2.5.4. Levantamiento de datos en campo – ascenso y descenso	45
2.5.5. Procesamiento y expansión de la muestra	46
2.5.5.1. Sectores importantes y secciones de máxima demanda.	47
2.5.5.2. Captación total de usuarios por vuelta.	48
2.5.5.3. Porcentaje de pasajeros que paga media tarifa	48
2.5.5.4. Captación equivalente de usuarios por vuelta	49
2.5.5.5. Captación equivalente ponderada de usuarios por vuelta	49
2.5.5.6. Captación equivalente ponderada de usuarios por Km recorrido	50
2.5.5.7. Captación equivalente ponderada de usuarios mensual por ruta	51
2.5.5.8. Captación equivalente ponderada de usuarios por autobús	51
2.6. Estimación de los costos operativos	52
2.6.1. Costos fijos	55
2.6.1.1. Remuneración de los operadores	55
2.6.1.2. Legalización.	56
2.6.1.3. Depreciación	59
2.6.1.4. Gastos Administrativos	61
2.6.1.5. Parqueadero	61
2.6.2. Costos variables	62
2.6.2.1. Combustible	62
2.6.2.2. Costo en Mantenimiento del autobús	66
2.7. Evaluación financiera	69
2.7.1. Captación equivalente de pasajeros en punto de equilibrio	69
2.7.2. Tarifa del pasaje en punto de equilibrio	70
2.7.3. Estado de pérdidas y ganancias	71
2.7.4. Flujo de efectivo	72
2.7.5. Valor actual neto (VAN)	73
2.7.6. Tasa interna de retorno (TIR)	74

CAPÍTULO III	76
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	76
3.1. Zonificación e inventario	76
3.2. Inversión y financiamiento	78
3.3. Verificación de recorridos	79
3.4. Estimación de la captación equivalente ponderada de usuarios e ingreso bruto	80
3.5. Estimación de los costos operativos	82
3.6. Evaluación financiera	83
3.6.1. Captación equivalente de pasajeros en punto de equilibrio	83
3.6.2. Tarifa del pasaje en punto de equilibrio	84
3.6.3. Estado de pérdidas y ganancias	84
3.6.4. Flujo de efectivo	86
3.6.5. Valor actual neto (VAN)	88
3.6.6. Tasa interna de retorno (TIR)	90
3.7. Análisis e interpretación de resultados - transporte	91
3.7.1. Polígono de cargas	91
3.7.2. Paradas importantes	92
3.7.3. Secciones de máxima demanda	95
3.7.4. Variación de la demanda horaria	96
CAPITULO IV	98
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	98
4.1. Conclusiones	98
4.2. Recomendaciones	99
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	101
ANEXOS	104

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA NÚM.	PÁGINA
1.1 Total de buses Coop. 28 de Septiembre- Según año de fabricación	6
1.2 Frecuencias asignadas a cada ruta - Coop. 28 de Septiembre	7
1.3 Vehículos asignados a cada ruta y kilómetros ofertados	8
1.4 Total de buses Coop. San Miguel de Ibarra - Según año de fabricación	9
1.5 Rutas y Kilómetros ofertados – Coop. San Miguel de Ibarra	10
1.6 Plan de mantenimiento preventivo para flotas de transporte	26
1.7 Mantenimiento preventivo Chevrolet FTR y Mercedes Benz	27
1.8 Técnicas predictivas de mantenimiento.	28
2.1 Parque Vehicular Representativo - Coop. 28 de Septiembre	39
2.2 Verificación de los kilómetros ofertados por ruta - Coop. 28 de Septiembre	40
2.3 Tamaño de la Muestra - Coop. 28 de Septiembre	43
2.4 Sectores importantes y Secciones de máxima demanda	48
2.5 Captación equivalente de usuarios, frecuencias y kilómetros recorridos	49
2.6 Costos operativos	54
2.7 Datos-remuneración de operadores del autobús urbano	56
2.8 Remuneración De Operadores Mensual Y Por Kilómetro Recorrido	56
2.9 Tarifa del Impuesto a la Propiedad de Vehículos	57
2.10 Base imponible, Valor de Imposición y Factor Ajuste del Impuesto ambiental	57
2.11 Tarifa del impuesto al rodaje	58
2.12 Rubros de la matriculación para un vehículo Volkswagen año 2004	58
2.13 Depreciación flota vehicular - Cooperativa 28 de Septiembre	60
2.14 Depreciación total y promedio – Cooperativa 28 de septiembre	60
2.15 Costo administrativo	61
2.16 Costo mensual ponderado del parqueadero por unidad de transporte	61
2.17 Levantamiento de datos - combustible	63
2.18 Rendimiento de combustible - Según la marca del vehículo	64
2.19 Rubros considerados como parte del mantenimiento en autobuses	66
2.20 Costos Anuales De Mantenimiento – Cooperativa 28 de Septiembre	68
2.21 Impuesto a la Renta	71

2.22	Estado de pérdidas y ganancias	72
2.23	Flujo de efectivo	72
3.1	Zonificación y Codificación - Transporte Urbano	77
3.2	Costo ponderado de un vehículo nuevo	80
3.3	Inversión y financiamiento	79
3.4	Kilómetros ofertados por ruta verificados – Cooperativa 28 de Septiembre	79
3.5	Km. Recorridos mensual - Cooperativa 28 de Septiembre	80
3.6	Captación equivalente ponderada de usuarios por ruta-Coop. 28 de Septiembre	81
3.7	Captación equivalente ponderada de usuarios e ingreso bruto - Coop. 28 de Septiembre	81
3.8	Costos Operativos - Cooperativa 28 de Septiembre	82
3.9	Cantidad equivalente de pasajeros en equilibrio por unidad de transporte – Cooperativa 28 de septiembre	83
3.10	Tarifa del pasaje en punto de equilibrio.	84
3.11	Estado de pérdidas y ganancias – Cooperativa 28 de septiembre – Caso 1	85
3.12	Estado de pérdidas y ganancias – Cooperativa 28 de septiembre – Caso 2	85
3.13	Estado de pérdidas y ganancias – Cooperativa 28 de septiembre – Caso 3	86
3.14	Flujo de efectivo – Caso 1	87
3.15	Flujo de efectivo – Caso 2	87
3.16	Flujo de efectivo – Caso 3	88
3.17	Tasa de rentabilidad para el transporte urbano - Ibarra	89
3.18	VAN – Cooperativa 28 de septiembre	90
3.19	TIR – Cooperativa 28 de septiembre	90
3.20	Sectores Importantes de Ascensos - Coop. 28 de Septiembre	93
3.20	Sectores Importantes de Descensos - Coop. 28 de Septiembre	94
3.21	Secciones de Máxima Demanda - Coop. 28 de Septiembre	95

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA NÚM.	PÁGINA
1.1 Flota vehicular de la cooperativa 28 de septiembre- Según la marca	6
1.2 Parada Inteligente en Ibarra	10
1.3 Metodología nacional para estimar la tarifa del pasaje	16
1.4 Elementos de partida para estimar la tarifa del pasaje	18
1.5 Ascenso - descenso de usuarios	22
1.6 Polígono de carga	22
1.7 Demanda de transporte	23
1.8 Actividades del mantenimiento correctivo	25
1.9 Actividades del mantenimiento preventivo	27
1.10 Actividades del mantenimiento predictivo	29
2.1 Metodología para estimar la tarifa del pasaje en autobuses urbanos	36
2.2 Zonificación de la ciudad de Ibarra - transporte urbano	38
2.3 Formato para el levantamiento de datos – estudio de ascenso y descenso	44
2.4 Formato resumen de ascenso y descenso.	46
3.1 Zonificación de la ciudad de Ibarra - transporte urbano	76
3.2 Polígono de cargas de la ruta Alpachaca- Católica	91
3.3 Polígono de cargas de la ruta Arcángel - San Cristóbal	92
3.4 Variación de la demanda horaria en la ruta Alpachaca- Católica	96
3.5 Variación de la demanda horaria en la ruta Arcángel - San Cristóbal	97

ÍNDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN NÚM.	PÁGINA
1.1 Valor Actual Neto	33
1.2 Tasa interna de retorno	34
2.1 Precio Ponderado De La Flota Vehicular En Operación (PPPVO)	38
2.2 Tamaño de muestra (n) – estudio ascenso y descenso	41
2.3 Porcentaje de pasajeros que paga media tarifa	48
2.4 Captación equivalente de usuarios por vuelta	49
2.5 Captación equivalente ponderada de usuarios por vuelta (CapEPU)	49
2.6 Captación equivalente ponderada de usuarios por kilómetro recorrido	50
2.7 Captación equivalente ponderada de usuarios mensual a nivel ruta	51
2.8 Captación equivalente ponderada de usuarios mensual por unidad de transporte	51
2.9 Costos Operativos	52
2.10 Tamaño de la muestra para estimar la media de los costos operativos	53
2.11 Desviación estándar muestral (S)	53
2.12 Costo fijo mensual (CostF)	55
2.13 Impuesto Ambiental a la Contaminación Vehicular (IACV)	57
2.14 Depreciación – método suma de dígitos	59
2.15 Costo variable mensual	62
2.16 Rendimiento de combustible por marca de autobús	63
2.17 Rendimiento ponderado del combustible por galón (RPCg)	63
2.18 Costo de combustible por kilómetro recorrido (CostCKR)	64
2.19 Costo de combustible mensual por unidad de transporte	65
2.20 Costo Anual de Mantenimiento (CostAMant)	67
2.21 Costo Anual Ponderado de Mantenimiento (CostAPMant)	68
2.22 Captación equivalente de pasajeros en equilibrio (Qe)	69
2.23 Tarifa del pasaje en punto de equilibrio	70
2.24 Valor actual neto (VAN)	73
2.25 Tasa de descuento (i)	74
2.26 Tasa interna de retorno (TIR)	74

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO NÚM.		PÁGINA
1.	Encuesta para determinar los costos operativos en el transporte urbano	105
2.	Formato de ascenso y descenso	107

RESUMEN

El objetivo de este trabajo de grado fue especificar una metodología para establecer la tarifa del pasaje urbano acorde con la realidad socioeconómica de la ciudad y de acuerdo con las condiciones de operación del transporte público urbano en Ibarra. Los métodos y técnicas seleccionados en la estructura de esta metodología se basaron en estudios técnicos nacionales e internacionales para estimar la tarifa del pasaje en el transporte público urbano. La estructura se estableció en seis procesos secuenciales que son: zonificación e inventario de la flota vehicular que se determinó mediante el uso de herramientas tecnológicas y / o su obtención a partir de fuentes secundarias; La inversión y el financiamiento se determinó por medio de ecuaciones matemáticas y con la ayuda de fuentes primarias como las proformas de los vehículos más representativos de la flota; La verificación de las rutas se estableció mediante el uso de dispositivos GPS que verifican las distancias recorridas en la carretera; El número equivalente ponderado de usuarios se determinó a través de un estudio técnico de ascensos y descensos de pasajeros; mientras que los costos operativos se estimaron mediante una encuesta de datos in situ para una muestra probabilística y con ecuaciones matemáticas; finalizando con un proceso puramente financiero como la realización de la evaluación financiera para proyectos privados. Los resultados obtenidos de la tarifa con una rentabilidad socialmente justa del 19 % muestran que para el caso actual de la cooperativa 28 de Septiembre donde se toma de referencia a un vehículo promedio de 15 años se propone una tarifa de 0,26 \$, mientras que para el caso de una nueva inversión o reinversión con un vehículo del año 2010, es decir con 8 años de circulación, se estimó una tarifa de 0,28 \$ y finalmente para el tercer caso analizado de una nueva inversión o reinversión con un vehículo nuevo se estimó una tarifa del 0,33 \$

ABSTRACT

The objective of this degree work was to specify a methodology to establish the urban fare according to the socioeconomic reality of the city and in accordance with the operating conditions of urban public transport in Ibarra city. The methods and techniques selected in the structure of this methodology were based on national and international methodological studies to estimate the fare of the passage in urban public transport. The structure was established in six sequential processes that are: zoning and inventory of the fleet of vehicles that were established through the use of technological tools and / or obtaining them from secondary sources; Investment and financing were defined by means of mathematical equations and data from primary sources such as the forms of vehicles representative of the fleet; The verification of the routes was established by the use of GPS devices that verify the distances traveled on the road. The weighted equivalent number of users was determined through a technical study of passenger ascents and descents, while operating costs were estimated through a survey based on in situ data for a fixed probabilistic sample and with mathematical equations, ending with a purely financial process such as the realization of the financial evaluation for private projects. The results obtained from the fare with a socially fair yield of 19 % showed that for the current case of the 28 de Septiembre cooperative where reference is made to an average bus of 15 years a fare of \$ 0.26 is proposed, while for the case of a new investment or reinvestment with a bus of the year 2010, that is, with 8 years of circulation a fare of \$ 0.28 was estimated and finally for the third case analyzed with a new investment or reinvestment with a new vehicle was estimated at a fare of \$ 0.33

INTRODUCCIÓN

El aumento en la tarifa del pasaje del transporte urbano en las ciudades del Ecuador trae problemas sociales, debido a la importancia de este servicio para otras actividades económicas, por lo cual es necesario establecer una tarifa socialmente justa. La disponibilidad de metodologías para estimar la tarifa del pasaje es diversa, en el país se encuentra vigente la metodología nacional para fijar la tarifa del pasaje urbano e intracantonal realizada por la Agencia Nacional de Transito en el 2014, también se encuentran disponibles varias metodologías internacionales las cuales cuentan con herramientas tecnológicas y procedimientos técnicos actuales que permiten y facilitan valorar la tarifa del pasaje urbano. El objetivo principal de este trabajo de grado es establecer una metodología que se ajuste a la realidad operativa de las cooperativas de transporte urbano de la ciudad de Ibarra para poder fijar una tarifa justa. La importancia de establecer procedimientos y técnicas actuales y específicas para estimar la tarifa del pasaje en el transporte urbano de la ciudad de Ibarra es con el fin de disminuir errores humanos durante el proceso, debido a que la metodología vigente en el país contiene información general y subjetiva además de errores de fondo y de forma, siendo evidentemente necesario fijar procedimientos técnicos adecuados que disminuyan estos errores con el fin de establecer una tarifa que se ajuste a la realidad socioeconómica de la ciudad.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. CONCEPTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA

La conceptualización del problema esta direccionado al transporte público urbano de la ciudad de Ibarra, el cual tuvo un incremento de la tarifa del pasaje. Este aumento se debe definir mediante métodos y técnicas apropiadas, debido a esto, se presenta la siguiente conceptualización del problema.

1.1.1. Antecedentes

El transporte público urbano en el cantón de Ibarra ha tenido un aumento en las tarifas desde el mes de junio del 2015, este valor fue de 0,25 a 0,30 dólares; el aumento se produce después de 12 años de mantenerse congelada la tarifa. El motivo fue la eliminación del subsidio para el transporte urbano y otros benéficos que el gobierno otorgaba, así como también el incremento de precios en mantenimiento y en los repuestos del sector automotriz, lo que disminuye la rentabilidad del transporte público urbano.

El Directorio de la Empresa Pública de Tránsito del Norte del Ecuador creada por la mancomunidad de 12 municipios en las provincias de Imbabura, Carchi, Esmeraldas y Pichincha, fue la Institución en aprobar un estudio tarifario realizado por el cabildo de Ibarra. En concordancia a esto, se establece un incremento de 0,05 \$ de la tarifa del pasaje urbano a pesar de que el estudio técnico plantea una tarifa referencial de 0,34 \$.

Este incremento de la tarifa del pasaje trajo consigo una serie de acuerdos con los transportistas urbanos como por ejemplo: se comprometieron a financiar la construcción de 150 paradas inteligentes al lapso de tres años, para este proyecto se estimó una inversión de 300 mil dólares. También acordaron en renovar la flota vehicular en los próximos cuatro años debido a que la edad media del parque vehicular en el transporte urbano de Ibarra supera los 15 años. En este acuerdo también concluyeron que en un plazo de año y medio se formarían sociedades anónimas donde el capital se encuentra dividido en acciones representando la participación de cada socio; ligado a esto, se crearía una caja común para conseguir ingresos más justos y eliminar la competencia en las calles por ganar pasajeros.

1.1.2. Planteamiento del problema

La problemática que enfrentan los propietarios de las unidades de transporte urbano es la exigencia de múltiples funciones objetivo del sector público como: transporte moderno, eficiente, con gran cobertura, con contaminación admisible, tarifas accesibles, tratamiento especial para grupos individualizados de usuarios, todas estas representan mayores gastos.

Al tener una tarifa de transporte urbano menor a la establecida por el estudio técnico realizado por el municipio de Ibarra; el cual determina una tarifa referencial de 0,34 dólares; no se puede alcanzar los objetivos o normas establecidas por parte de la Agencia Nacional de Tránsito para el transporte de buses urbanos en la ciudad de Ibarra.

El problema para establecer una tarifa socialmente justa radica en no tener un sistema tarifario con boletos lo que vuelve difícil estimar los ingresos diarios, además de ser muy propenso a tener pérdidas en la entrega del dinero. Otro aspecto importante es la falta de registros de mantenimiento lo que dificulta la estimación de estos costos.

1.1.3. Formulación del problema

¿Cómo realizar un estudio para la estimación de la tarifa del pasaje en autobuses urbanos de la ciudad de Ibarra?

1.1.4. Delimitación temporal y espacial

Este proyecto lleva a cabo un levantamiento de datos in situ del mes de octubre del 2017 hasta el mes de diciembre del 2017 dentro del perímetro urbano de la ciudad de Ibarra, provincia de Imbabura.

1.1.5. Objetivos

Los objetivos de este estudio se centran en establecer una adecuada metodología para estimar la tarifa del pasaje del transporte público urbano en la ciudad de Ibarra.

1.1.5.1. Objetivo general

Realizar un estudio de la estimación de la tarifa del pasaje en autobuses urbanos de la ciudad de Ibarra.

1.1.5.2. Objetivos específicos

- Identificar las distintas metodologías para calcular la tarifa del servicio de transporte urbano, mediante la recopilación de información en fuentes bibliográficas entre ellas la metodología Nacional vigente en la resolución No. 122-DIR-2014-ANT
- Desarrollar una metodología que permita determinar la tarifa real y socialmente justa, de acuerdo con las características particulares que presenta el servicio de transporte urbano en la ciudad de Ibarra.
- Recopilar información que permita determinar el número de pasajeros promedio en el día, el porcentaje que paga media tarifa y los costos operativos; mediante el levantamiento de datos in situ y la obtención de datos en otras fuentes primarias
- Calcular la tarifa del pasaje para una cooperativa de transporte urbano de la ciudad de Ibarra mediante la metodología propuesta en el trabajo de grado.

1.1.6. Justificación

Un nuevo estudio para determinar una tarifa del servicio de transporte urbano se hace evidente puesto a que las condiciones para el análisis de este han cambiado en los últimos años. La implementación de nuevos servicios en el transporte urbano, cambios en el costo de mantenimiento preventivo como correctivo representan un costo adicional al propietario de los autobuses lo que afectaría directamente a la rentabilidad del trabajo, además el aumento de población anual que utiliza el transporte urbano también modifica las condiciones para este estudio, siendo necesario recalcular la tarifa de transporte urbano en la ciudad de Ibarra. En la actualidad, la tarifa en el sistema de transporte urbano es fijado por los Gobiernos Autónomos Descentralizados según estudios técnicos presentados por las empresas o cooperativas de transporte, quienes se rigen a una metodología emitida por el Directorio Ejecutivo de la Agencia Nacional de Tránsito la cual es generalizada y

contiene información imprecisa y errónea en forma y de fondo. Por tal motivo es importante contar con una metodología que sea más precisa y detallada, en concordancia a la realidad operativa del transporte urbano de Ibarra; la cual defina métodos detallados que sean más precisos para la estimación del valor de los costos operativos y de afluencia de pasajeros.

La Universidad Técnica del Norte siendo una identidad autónoma e imparcial tiene la necesidad de realizar un estudio detallado y técnico sobre la estimación de la tarifa de transporte urbano en la ciudad de Ibarra. En el año 2015 se realizaron estudios para la determinación del pasaje, pero no profundizaban en la parte técnica y mucho menos eran imparcial, debido a que los estudios fueron realizados por las mismas cooperativas de transporte público urbano; a quienes se les aprobó el alza del pasaje mediante un acuerdo con el municipio, este acuerdo trataba sobre el alza de pasajes en buses urbanos y el compromiso de los transportistas para implementar nuevos servicios el cual se firmó el 24 de mayo del 2015. Es así, que se hace necesario determinar una metodología acorde con la realidad que presenta el transporte público de la ciudad de Ibarra en la actualidad y obtener la estimación real de la tarifa del pasaje en el transporte urbano.

1.1.7. Tipo de investigación

El presente proyecto inicia con el tipo de investigación documental, en el cual se recopila información de fuentes primarias y secundarias dotándonos de suficiente información para la realización del presente proyecto. La recolección de datos va dirigida a identificar distintas metodologías tanto Nacionales como Internacionales que permitan estimar la tarifa del pasaje, las cuales deben ser aplicables a la realidad operativa del transporte urbano de la ciudad de Ibarra.

En la segunda etapa de investigación es de carácter evaluativo, en la cual se analiza la estructura de las metodologías seleccionadas, permitiéndonos estimar la efectividad de estas. Se concluye proponiendo una metodología que se ajuste a la realidad del transporte público urbano en Ibarra orientándose a solucionar el problema en un contexto social.

En la tercera etapa se aplica la investigación de campo en la cual se realiza un levantamiento de datos in situ, recogiendo información sobre la demanda y los costos que representa el servicio de transporte público urbano. La muestra para el levantamiento

de información se obtiene mediante un muestreo probabilístico, en la cual con base en los resultados obtenidos de la población muestreada se generaliza para la totalidad de la población. Finalmente, en la cuarta etapa de investigación es de carácter cuantitativo en el cual se aplican determinados cálculos para estimar la tarifa del pasaje en el transporte urbano, el cual utiliza herramientas de cálculo de transporte y estadística para estimar la tarifa de las cooperativas de transporte urbano en la ciudad de Ibarra

1.2. Transporte público urbano de la ciudad de Ibarra

El servicio de transporte público en Ecuador está a cargo el Estado, el cual decide si en vista de las necesidades del usuario, se delega la prestación de dicho servicio a compañías o cooperativas mediante un contrato de operación. Es así, que la ciudad de Ibarra cuenta con dos cooperativas de transporte urbano como son: la cooperativa 28 de Septiembre y la cooperativa San Miguel de Ibarra las cuales cuentan con un parque vehicular en operación de 285 autobuses. Estas cooperativas tienen a cargo un total de 24 rutas.

El sistema tarifario en la ciudad al momento es básico, ya que no cuenta con entrega de boletos, esto debido al modelo de cobro y jornada laboral que se encuentra vigente en Ibarra. La recaudación del transportista está en función de los ingresos de pasajeros que el chofer recoja en el día, esto debido a que el ingreso es individual de cada socio de las cooperativas. La consecuencia o resultado directo debido a este sistema de cobro en el transporte es el correteo entre unidades de autobuses de las cooperativas de transporte urbano, ya que por obvias razones los conductores tratan de ganar más pasajeros.

1.2.1. Cooperativa 28 de septiembre

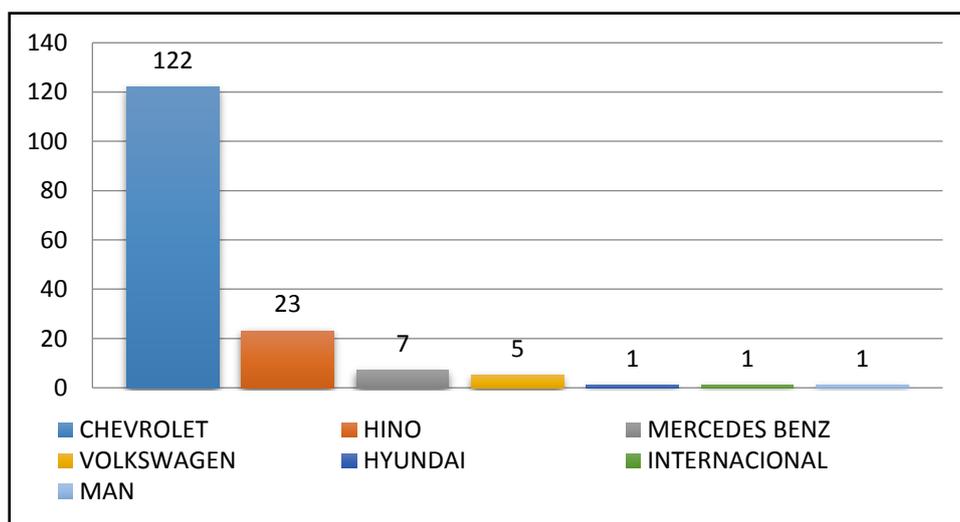
Esta cooperativa brinda los servicios de transporte público urbano desde el año de 1967 donde 11 unidades de transporte iniciaron la constitución de esta cooperativa. Según la MEP Empresa Pública de Movilidad esta cooperativa en la actualidad cuenta con una flota total de 160 autobuses urbanos, los cuales están clasificados de acuerdo con el año de fabricación del vehículo, detallándose en la Tabla 1.1

Tabla 1.1 Total de buses Coop. 28 de Septiembre- Según año de fabricación

Año de fabricación	Numero de buses	Porcentaje (%)
1998	9	5,62
1999	11	6,87
2001	23	14,37
2002	36	22,50
2003	30	18,75
2004	24	15,00
2005	12	7,50
2006	8	5,00
2007	1	0,62
2008	3	1,87
Otros	3	1,87
Total	160	100,00

Fuente: (MOVIDELNOR, 2016, pág.10)

La flota vehicular perteneciente a la cooperativa 28 de Septiembre se compone de distintas marcas de autobuses, los cuales tienen carrocerías ensambladas a nivel nacional y otras son importadas.

**Figura 1.1** Flota vehicular de la cooperativa 28 de septiembre- Según la marca

En la Figura 1.1. se aprecia el total de la flota vehicular de la cooperativa 28 de septiembre, la cual consta de 122 vehículos Chevrolet, 23 Hino, 7 Mercedes Benz, 5 Volkswagen y un vehículo Hyundai, Internacional y Man respectivamente.

- **Rutas y frecuencias**

Las rutas y las frecuencias de los buses de transporte urbano tienen valores propios y están determinados por el departamento técnico de la ANT el cual evalúa la factibilidad de operación según la demanda que existe en la ciudad. Las rutas con mayor número de frecuencias presentan mayor demanda del transporte debido a la actividad económica que se genera en el sector y a otras variables como la presencia de centros de estudio o de salud. Esta cooperativa tiene a su cargo un total de 14 rutas urbanas, una de ellas es compartida con la cooperativa San Miguel de Ibarra. A continuación, en la Tabla 1.2 se especifica cada una de las rutas, el número total de frecuencias en días laborables, fines de semana y feriados.

Tabla 1.2 Frecuencias asignadas a cada ruta - Coop. 28 de Septiembre

No	Nombre de la ruta	Lunes a Viernes		Sábados y Feriados		Domingos	
		Frecuencias	Horario	Frecuencias	Horario	Frecuencias	Horario
1	Aduana – Caranqui	100	5:54 a 18:22	196	5:54 a 18:10	72	6:10 a 18:12
2	Arcángel - San Cristóbal	26	6:20 a 18:10	27	6:20 a 18:10	39	7:00 a 18:30
3	Azaya - La Campiña	135	5:54 a 18:16	145	5:54 a 18:00	97	6:08 a 18:00
4	Católica – Alpachaca	98	6:02 a 18:36	98	6:06 a 18:30	70	6:20 a 18:00
5	Chorlavi - La Victoria	83	5:57 a 18:22	68	5:57 a 18:21	68	5:57 a 18:21
6	Las Palmas – Guayaquil	104	5:56 a 18:43	100	6:03 a 18:35	76	6:10 a 18:00
7	Milagro –Yahuarcocha	70	5:50 a 18:25	75	6:00 a 18:32	84	6:03 a 19:00
8	Pugacho– Alpachaca	80	6:12 a 18:30	82	6:12 a 18:24	54	6:22 a 16:00
9	Santa Rosa - Santa Terecita	58	6:05 a 18:50	55	6:05 a 18:50	54	6:05 a 18:35
10	Tanguarin	74	5:50 a 18:34	74	5:50 a 18:34	67	6:10 a 17:58
11	Naranjito	7	8:30 a 17:30	7	8:30 a 17:30	7	8:30 a 17:30
12	Bellavista - Mercado Amazonas	7	8:30 a 17:30	7	8:30 a 17:30	4	8:30 a 17:30
13	Aloburo	3	8:30 a 17:30	3	8:30 a 17:30	1	8:30
14	Huertos Familiares – Óvalos	146	05:57 a 20:16	146	5:57 a 20:16	103	5:57 a 18:56

 Ruta compartida (dos cooperativas)

Fuente: (MOVIDELNOR, 2016, pág.84)

- **Vehículos asignados y kilómetros ofertados.**

Los vehículos asignados y los kilómetros ofertados en las distintas rutas tienen valores propios debido a las características de operación de cada una de ellas. Por otro lado, el número de vehículos asignados a una ruta es proporcional al número total de frecuencias debido a que, a mayor número de frecuencias, es mayor cantidad de vehículos que necesita para cubrir dichas frecuencias.

Es así, que se detalla en la Tabla 1.3 los vehículos asignados a cada ruta como también los kilómetros ofertados en cada una de las rutas pertenecientes a la cooperativa 28 de Septiembre:

Tabla 1.3 Vehículos asignados a cada ruta y kilómetros ofertados

No.	Nombre de la Ruta	Vehículos asignados	Kilómetros ofertados [Km]
1	Aduana – Caranqui	14	26,8
2	Arcángel - San Cristóbal	5	30,4
3	Azaya - La Campiña	19	19,4
4	Católica – Alpachaca	14	15,9
5	Chorlavi - La Victoria	15	29,9
6	Las Palmas – Guayaquil	15	19,7
7	Milagro –Yahuarcocha	12	33,7
8	Pugacho– Alpachaca	12	18,7
9	Santa Rosa - Santa Terecita	9	21,2
10	Tanguarin - Aduana	14	34,5
11	Naranjito	1	20,6
12	Bellavista Mercado Amazona	1	22,4
13	Aloburo	1	19,4
14	Huertos Familiares – Óvalos	16	39,9

□ Ruta compartida (dos cooperativas)

Fuente: (MOVIDELNOR, 2016, pág.10)

- **Días laborados**

Cada unidad de transporte urbano de la cooperativa 28 de septiembre trabaja 25/2 es decir 25 días laborables y 2 días de descanso, teniendo un promedio mensual de 28,2 días laborables por mes promedio de 30,4 días.

- **Distribución de rutas.**

Según Marcelo Yépez presidente de la cooperativa señala que, la distribución de las rutas para los diferentes socios dueños de las unidades de transporte tiene una alternabilidad diaria. También manifiesta que existe una tabla de trabajo en la cual se encuentran todas las frecuencias de todas rutas; las cuales son divididas para las 160 unidades de buses, esto implica que un bus tendrá las mismas rutas y frecuencias después de 160 días laborados.

1.2.2. Cooperativa San Miguel de Ibarra

Esta cooperativa cuenta con una flota de 125 autobuses urbanos, los cuales tienen una edad promedio ponderada de 15 años de vida. Esta flota vehicular se clasifica en la Tabla 1.4 de acuerdo con el año de fabricación, en donde se especifica el porcentaje de autobuses por año de fabricación del vehículo.

Tabla 1.4 Total de buses Coop. San Miguel de Ibarra - Según año de fabricación

Año de fabricación	Numero de buses	Porcentaje (%)
1998	4	3,20
1999	4	3,20
2001	7	5,60
2002	40	32,00
2003	42	33,60
2004	21	16,80
2005	4	3,20
2007	1	0,80
2011	2	1,60
Total	125	100,00

Fuente: (MOVIDELNOR, 2016, pág.20)

- **Rutas y kilómetros ofertados**

Esta cooperativa tiene a su cargo un total de 10 rutas urbanas; siendo la ruta Santa Isabel - Huertos Familiares compartida con la cooperativa 28 de Septiembre, esto debido a que la ruta Santa Isabel tiene el mayor número de kilómetros ofertados por vuelta. En la Tabla 1.5 se detalla las rutas operadas y los kilómetros ofertados en cada uno de los circuitos.

Tabla 1.5 Rutas y Kilómetros ofertados – Coop. San Miguel de Ibarra

No.	Nombre de la Ruta	Kilómetros ofertados [Km]
1	La Esperanza - Hospital del Seguro	24,25
2	Chugchupungo - La Florida	24,8
3	19 de Enero–Odilas	28,4
4	Colinas del Sur – Aduana	21,6
5	Ejido de Caranqui – Miravalle	28,7
6	Caranqui – Universidades	20,2
7	Santa Lucia - La Victoria	23,2
8	Santo Domingo – Universidades	28,7
9	Santo Domingo (por la Florida) – Universidades	22,5
10	Santa Isabel - Huertos Familiares	39,9

□ Ruta compartida (dos cooperativas)

Fuente: (MOVIDELNOR, 2016, pág.21)

1.2.3. Paradas de autobuses urbanos en Ibarra

La ciudad cuenta con un total de 245 paradas distribuidas a lo largo y ancho del perímetro urbano de las cuales la mayor parte se encuentra en el centro de la ciudad; estas paradas son compartidas por las dos cooperativas de transporte urbano. De esta cifra hasta la fecha, la ciudad cuenta con un total de 50 paradas inteligentes y se proveerá de la instalación de 100 más hasta el 2019, siendo MOVIDELNORT el ente encargado de la supervisión y del cumplimiento de los acuerdos pactados con el municipio.



Figura 1.2 Parada Inteligente en Ibarra
(MOVIDELNOR, 2016, pág.5)

En la Figura 1.2 se muestra una parada inteligente, la cual cuentan con un sistema informático que permite al usuario saber mediante una pantalla la ubicación del bus que necesita tomar para llegar a su destino, esto gracias a un controlador satelital instalado en las unidades de transporte. También cuentan con una cámara conectada al ECU 911 y un plano en cual consta la ubicación de cada parada. Adicional a esto se encuentra una pantalla para colocar publicidad, la cual es manejada por las cooperativas de transporte ya que son ellas las encargadas de dar mantenimiento a los equipos técnicos montados en estas paradas. Cada parada inteligente cuenta con una inversión de 2 000 dólares, la cual es financiada por los transportistas de las Coop. 28 de Septiembre y San Miguel de Ibarra con el 60 % y 40 % correspondientes.

1.3. Marco jurídico e institucional

A continuación, se detalla una serie de artículos de la Constitución de la República y de la Ley Orgánica de Transporte del Ecuador correspondientes a la temática del transporte urbano; con el fin de tener en consideración cuales son las entidades públicas encargadas de la organización, planificación, regulación y control para un servicio de calidad en el transporte urbano.

1.3.1. Constitución de la república del Ecuador

La regulación, planificación y control del tránsito y del transporte público dentro del territorio cantonal es competencia exclusiva de los gobiernos municipales, así lo señalan el artículo 264 numeral 6 en la Constitución de la República del Ecuador, referente a organización territorial del Estado – régimen de competencias.

Según el régimen del buen vivir, en el capítulo primero sobre inclusión y equidad de la Constitución de la República señala que: “art. 394. El Estado garantizará la libertad de transporte terrestre, aéreo, marítimo y fluvial dentro del territorio nacional, sin privilegios de ninguna naturaleza. La promoción del transporte público masivo y la adaptación de una política de tarifas diferenciadas de transporte serán prioritarias.”

1.3.2. Resolución consejo nacional de competencias

La resolución No. 006-CNC-2012 del Consejo Nacional de Competencias señala que los Gobiernos Autónomos Descentralizados tienen la facultad de regular la fijación de tarifas de los servicios de transporte terrestre en sus diferentes modalidades de servicio de acuerdo con la política tarifaria nacional emitida por el ministerio rector.

1.3.3. Ley orgánica de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial

Los artículos de la Ley Orgánica de Transporte referentes al cumplimiento de un servicio justo y de calidad en el transporte terrestre; como también sobre la estimación de la tarifa de este se detallan a continuación:

Según la Agencia Nacional de Tránsito señala que el “Art 1. La ley tendrá por objeto la organización, planificación, fomentación, regulación, modernización y control del transporte y seguridad vial con el fin de proteger a las personas y bienes que se trasladan de un lugar a otro por la red vial del territorio ecuatoriano y a las personas y lugares expuestos a las contingencias de dicho desplazamiento, contribuyendo al desarrollo social-económico del país en aras de lograr el bienestar general de los ciudadanos” (ANT, 2014, pág. 2).

Art 3. “Determina que el estado garantizará que la prestación del servicio de transporte público se ajuste a los principios de seguridad, eficiencia, responsabilidad, universalidad, continuidad y calidad con las tarifas socialmente justas” (ANT, 2014, pág. 2).

La ley ibidem determina que la Agencia Nacional de Transporte es el encargado de la regulación, planificación y control de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial en el territorio nacional. De acuerdo con esto los siguientes artículos de la Ley Orgánica de Transporte. Señalan lo siguiente: El Art 20. Numeral 11, Indica que “es atribución del directorio de la agencia nacional de tránsito establecer y fijar las tarifas en cada uno de los servicios de transporte terrestre en el ámbito de su competencia, según los análisis técnicos de los costos reales de operación” (ANT, 2014, pág. 6).

“Art. 29. Numeral 5, determina como función del director ejecutivo el realizar en el ámbito de su competencia los estudios relacionados con la regulación de tarifas de los servicios de transporte terrestre, en sus diferentes clases de servicio, los cuales deberán considerar e

incluir análisis técnicos de los costos de operación, que serán puestos a consideración por parte del directorio de la Agencia Nacional de Transporte Terrestre, tránsito y seguridad vial para su aprobación reforma o delegación” (ANT, 2014, pág. 9).

“Art 30.5. Determina como competencia de los municipios de los gobiernos autónomos descentralizados regionales, metropolitanos o municipales el regular la fijación de las tarifas de los servicios de transporte terrestre, en las diferentes modalidades de servicio en su jurisdicción, según los análisis técnicos de los costos reales de operación de conformidad con las políticas establecidas por el Ministerio del Sector y en conformidad con el artículo 17 de la presente” (ANT, 2014, pág. 14).

- **Resoluciones**

El Directorio de la Agencia Nacional de Tránsito establece mediante la Resolución No. 100-DIR-2014-ANT del 27 de agosto del 2014, fijar una metodología de cálculo referencial para definir las tarifas por concepto de prestación de servicio de transporte terrestre público Intracantonal o urbano, la cual se deroga y se reemplaza por la Resolución No. 112-DIR2014-ANT. La actual metodología presentada por parte de la Agencia Nacional de Transporte en la resolución No 122-DIR-2014-ANT, tiene por objetivo dar a conocer un conjunto de métodos para calcular la tarifa del transporte urbano, la cual permite regular a nivel nacional una tarifa real del transporte público urbano. Esta herramienta es proporcionada a los gobiernos autónomos descentralizados con el fin que se establezcan tarifas justas para que la ciudadanía tenga accesibilidad al servicio con calidad en condiciones justas y equitativas.

1.3.4. Reglamento a ley de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial

Este reglamento se encarga de establecer las normativas a las cuales están sujetos los conductores, pasajeros y operadoras de transporte, así como la regulación de los automotores que circulan en las vías públicas del país. Es así, que el artículo 40 enuncia:

El transporte terrestre de personas y bienes es un servicio esencial que responde a las condiciones de: responsabilidad. - Es responsabilidad del Estado generar las políticas, regulaciones y controles necesarios para propiciar el cumplimiento, por parte de los usuarios y operadores del transporte terrestre, de lo establecido en la Ley, los

reglamentos y normas técnicas aplicables. Universalidad. - El Estado garantizará el acceso al servicio de transporte terrestre, sin distinción de ninguna naturaleza, conforme a lo establecido en la Constitución de la República y las leyes pertinentes. Accesibilidad. - Es el derecho que tienen los ciudadanos a su movilización y de sus bienes, debiendo por consiguiente todo el sistema de transporte en general responder a este fin. Comodidad. - Constituye parte del nivel de servicio que las operadoras de transporte terrestre de pasajeros y bienes deberán cumplir y acreditar, de conformidad a las normas, reglamentos técnicos y homologaciones que para cada modalidad y sistema de servicio estuvieren establecidas por la Agencia Nacional de Tránsito. Continuidad. - Conforme a lo establecido en sus respectivos contratos de operación, permisos de operación, autorizaciones concedidas por el Estado sin dilaciones e interrupciones. Seguridad. - El Estado garantizará la eficiente movilidad de transporte de pasajeros y bienes, mediante una infraestructura vial y de servicios adecuada, que permita a los operadores a su vez, garantizar la integridad física de los usuarios y de los bienes transportados respetando las regulaciones pertinentes. Calidad. - Es el cumplimiento de los parámetros de servicios establecidos por los organismos competentes de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial y demás valores agregados que ofrezcan las operadoras de transporte a sus usuarios.(Correa, 2012, pág. 10)

En el país existe la tarifa preferencial con la finalidad de ayudar a los grupos de vulnerabilidad los cuales obtienen un descuento del 50 % en las tarifas de transporte terrestre es así como el artículo 46 del Reglamento señala lo siguiente:

Tendrán derecho a las tarifas preferenciales:1. Las personas con discapacidad que cuenten con el carné o registro del Consejo Nacional de Discapacidades, según el artículo 20 de la Ley sobre Discapacidades, pagarán una tarifa preferencial del 50 % en el transporte terrestre, y el servicio prestado será en las mismas condiciones que los demás pasajeros que pagan tarifa completa.2. Los estudiantes de los niveles básico y bachillerato que acrediten su condición mediante presentación del carné estudiantil otorgado por el Ministerio de Educación, pagarán una tarifa preferencial del 50 % bajo las siguientes condiciones: a) Que el servicio lo utilicen durante el periodo o duración del año escolar. b) Que lo utilicen de lunes a viernes. c) Los días sábados, por situaciones especiales como desfiles cívicos, participaciones comunitarias, eventos académicos, culturales y deportivos estudiantiles, pagarán una tarifa preferencial del 50

% en el transporte terrestre.3. Las niñas, niños y adolescentes, pagarán una tarifa del 50 %. Los niños, niñas y adolescentes hasta los 16 años no estarán en la obligación de presentar ningún documento que acredite su edad. Los adolescentes estudiantes desde los 16 años de edad en adelante accederán a la tarifa preferencial mediante la presentación de su cédula de identidad.4. Las personas mayores de 65 años que acrediten su condición mediante la presentación de la cédula de ciudadanía o documento que lo habilite como tal, pagarán una tarifa preferencial del 50 % en todo el transporte terrestre. En todos los casos, el servicio prestado será en las mismas condiciones que los demás pasajeros que pagan tarifa completa.(Correa, 2012, pág. 11)

1.4. Metodologías para estimar la tarifa del pasaje urbano

La regulación tarifaria del transporte urbano en el Ecuador está a cargo del sector público, el cual se centra en regular los parámetros de operación, estándares de calidad y universalidad del servicio; además de establecer la tasa de ganancia que perciben los transportistas para lo cual es imprescindible estimar la tarifa a cobrarse mediante un proceso técnico el cual considere las tarifas preferenciales.

Las entidades públicas de transporte tienen la necesidad de contar con técnicas y métodos que garanticen estimar la tarifa del pasaje real en autobuses urbanos, las cuales varían acorde a realidad socio económica de la ciudad y de las condiciones operativas que presentan las cooperativas de transporte urbano. Es así como a continuación se presentan dos metodologías, una nacional y otra internacional.

1.4.1. Metodología nacional para fijar la tarifa del pasaje en el transporte urbano

En la presente metodología previo al cálculo de tarifa del transporte urbano se necesita realizar un levantamiento de información en campo referente a costos y demanda del servicio de transporte urbano, la cual aporte con datos necesarios para la estimación del pasaje. Esta metodología no indica el procedimiento para la obtención de estos valores.

La metodología de la ANT presenta la siguiente estructura:

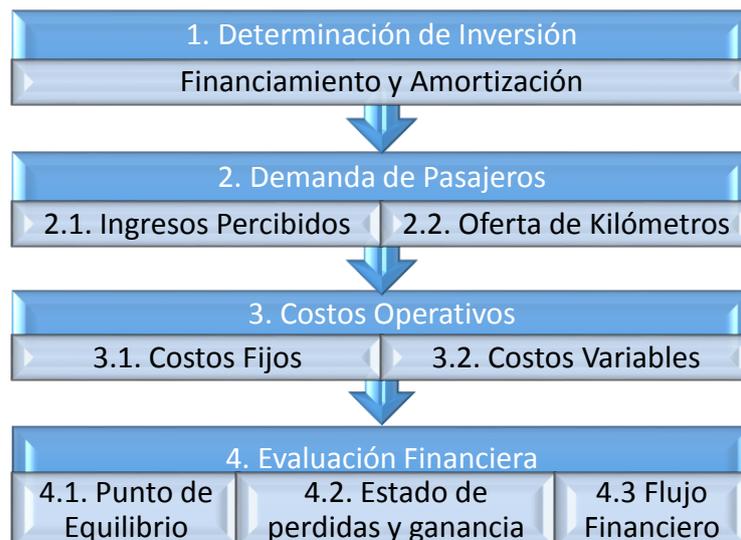


Figura 1.3 Metodología nacional para estimar la tarifa del pasaje
(ANT, 2014, pág. 2)

En la Figura 1.3 se describe el proceso metodológico nacional para estimar la tarifa del pasaje urbano, el cual consta de cuatro procesos fundamentales: la determinación de la inversión, estimación de la demanda de pasajes, costos operativos y evaluación financiera.

- **Inversión del capital, financiamiento y amortización de la deuda.**

La inversión es el valor monetario en el cual se incurre para la compra del bien, el cual es utilizado para el proceso productivo y que en este caso particular es la obtención de la compra del chasis y de la carrocería. La obtención de la información se realiza mediante proformas a casas automotrices y casas de carrocerías, determinando el valor promedio.

El financiamiento corresponde a la deuda adquirida con una identidad bancaria para cubrir el costo de inversión de capital. Es importante realizar un cuadro de endeudamiento donde se detalle el porcentaje de inversión con patrimonio propio y con endeudamiento. “Para la recolección de información sobre endeudamiento, se debe acudir a la proporcionada por la identidad bancaria donde se realice el préstamo por concepto de adquisición de una nueva unidad” (ANT, 2014, pág. 5).

La amortización es un proceso financiero, la cual consiste en pagar la deuda adquirida gradualmente, es decir mediante pagos periódicos, los cuales pueden diferir o ser los mismos durante el periodo de amortización. Las variables para determinar la amortización de la deuda son: Monto de Endeudamiento, tasa de interés anual, plazo en el cual se pagará la deuda, tiempo de gracia, fecha de inicio de pago y frecuencia de pago con el que se amortiza la deuda.

- **Demanda de pasajeros, ingresos percibidos y oferta de kilómetros.**

La demanda de pasajeros que utiliza el transporte público urbano está dada por la cantidad de pasajeros que se moviliza de un lugar a otro en la unidad de transporte siendo de carácter derivado; esto significa que el transporte es un servicio raramente utilizado por sus características propias ya que generalmente la demanda se deriva de alguna otra actividad o necesidad. Esta metodología indica que, para estimar la cantidad de pasajeros por día, requiere un levantamiento de datos en campo, aunque no especifica las técnicas

Los ingresos percibidos por concepto de la recaudación de la tarifa de transporte urbano son el resultado de multiplicar el número de pasajeros al día, mes o año por el valor del pasaje vigente. Este valor se considera como ingreso bruto.

La oferta de kilómetros es la distancia recorrida por el vehículo en unidades de kilómetros y la utilización de este, durante el día, mes o año.

- **Costos operativos.**

Son todos los rubros que se incurre para mantener en actividad la prestación del servicio de transporte público en buses urbanos. Los costos operativos se clasifican en costos fijos y costos variables.

- **Evaluación financiera.**

El objetivo de la evaluación financiera es fundamentar la realización de una determinada inversión haciendo un balance de los beneficios y los costos incurridos por el propietario de la unidad de transporte.

Punto de equilibrio tiene el objetivo de conocer la cantidad de pasajeros y costos que representa brindar el servicio de transporte con el fin de determinar la tarifa mínima a cobrarse en punto de equilibrio, es decir que los costos totales sean iguales a los ingresos y por lo tanto la empresa no tenga ni utilidades ni pérdidas.

La determinación del estado de pérdidas y ganancias tiene la finalidad de determinar la utilidad neta, el cual es el resultado de restar a los ingresos, todos los costos en que se incurran para la prestación del servicio, los gastos financieros, participaciones e impuestos que deba pagar.

Determinación del flujo financiero. El flujo financiero proyectado, permite determinar el flujo de inversión y el flujo de operación en un periodo determinado, a través de su análisis se conoce la cantidad de efectivo necesario para operar en un periodo determinado.

1.4.2. Metodología internacional para estimar la tarifa del pasaje del transporte urbano.

Esta metodología permite estimar la tarifa del transporte urbano, la cual consiste en la determinar del valor que se gasta por unidad de transporte, ruta o empresa y se relaciona con el número de pasajeros que la unidad, ruta o empresa transportan durante un periodo considerado. Según Ángel Molinero (2005), “las cooperativas o empresas carecen de registros confiables, tanto de costos como de afluencias de pasajeros debido la estructura individual que presentan los transportistas, lo que origina que las autoridades reguladoras se basen en supuestos y no en cifras confiables conllevando a una negociación tarifaria más que a una determinación realista del pasaje” (pág. 590).

Para determinar la estimación de la tarifa se requiere conocer los siguientes elementos de partida:

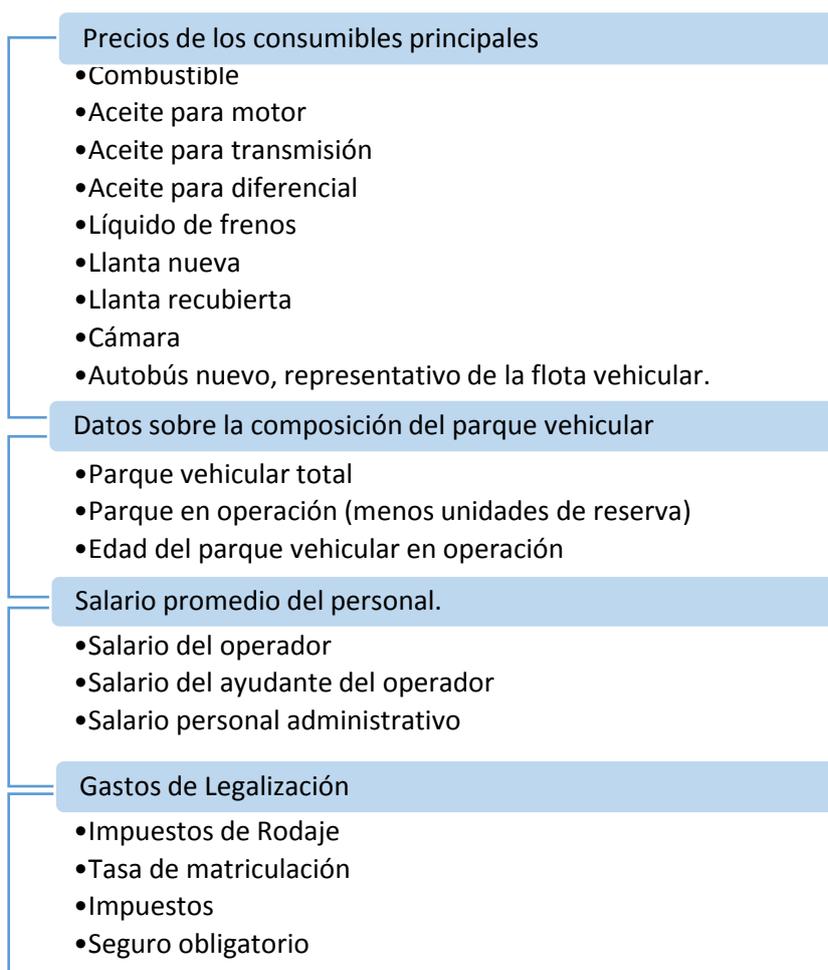


Figura 1.4 Elementos de partida para estimar la tarifa del pasaje
(Molinero, 2005, pág. 591)

En la Figura 1.4 se especifica la información de partida que debe ser recabada antes de estimar de la tarifa del pasaje, consta principalmente de los precios de los consumibles principales, datos sobre la composición vehicular, salario promedio del personal y gastos de legalización.

Esta metodología permite calcular la tarifa a nivel de ruta o empresa, la cual se basa en la determinación de una tarifa de equilibrio en la que no se considera la utilidad. El procedimiento de esta metodología consiste en el desarrollo de cuatro grandes rubros:

- Establecer los costos a los que se incurre al prestar el servicio
- Establecer las frecuencias de mantenimiento, los factores e índices operativos
- Calcular el costo por kilómetro y costo por usuario o pasajero
- Contar con una fórmula de revisión periódica de tarifas

1.5. Técnicas para estimar la demanda de pasajeros en el transporte urbano

Los procedimientos para el estudio de campo que permiten analizar la operación del transporte público, como es la oferta del servicio y demanda de pasajeros inician con la recopilación de información. Existen varios tipos de técnicas para recopilar información sobre el volumen de pasajeros que demandan el servicio que van desde métodos manuales hasta métodos utilizando aparatos electrónicos; a continuación, se presentan los procedimientos más recomendados para efectuar los estudios de campo como, por ejemplo: “ascenso y descenso”, “origen y destino” “demanda puntual o de cargas”, “encuestas” cada una entrega diferentes datos dependiendo del estudio.

1.5.1. Factores que inciden en la selección de la técnica.

La elección de la técnica o la combinación de ellas depende de varios factores entre los más importantes la estructura de sus rutas, características individuales de cada una y las condiciones de operación del transporte, detallándose a continuación.

- **Estructura de la ruta.**

Los sistemas reticulares u ortogonales son menos susceptibles de tener rutas con una sola sección de máxima demanda por tal razón necesitan de varios puntos de control; por ende, en este caso se considera mejor llevar a cabo un estudio de ascenso y descenso que efectuar un estudio de frecuencias y cargas. Por otra parte, la estructura radial tiende a tener rutas con una sola sección de máxima demanda; esta sección coincide las más de las veces en un solo punto del área urbana, generalmente es el área central de la ciudad, lo que permite que un solo aforador pueda recopilar información de varias rutas mediante un estudio de frecuencias y cargas.

- **Característica individual de la ruta.**

El número de vehículos designados a cada ruta, como el número de viajes realizados por los usuarios son factores importantes que determinan la sección de la técnica, esto debido al costo relativo que cada una de las técnicas presenta. Cuando el número de vehículos designados a una ruta es grande, generalmente se realiza un estudio de frecuencias y cargas, mientras que el estudio de ascenso y descenso es mejor cuando el número de vehículos designados a la ruta es reducido ya que la recopilación de información es más precisa, además de aportar con información adicional. Cuando el volumen de viajes de los usuarios se incrementa, el control de los ascensos y descensos se complica, perdiendo confiabilidad lo que conlleva a una mayor muestra.

- **Condiciones de operación.**

Las condiciones de operación de una empresa influyen directamente en la factibilidad de utilizar ciertas técnicas. Por ejemplo, cuando la empresa no proporciona boletos, la recolección de información referente al volumen de viajes y al tipo de tarifa se complica.

1.5.1.1. Ascenso y descenso

Esta metodología contabiliza la totalidad de pasajeros que se suben y se bajan en las distintas paradas de una ruta, la cual se realiza a bordo de las unidades de transporte público. Este estudio sirve principalmente para determinar la demanda de la ruta, así como las secciones de máxima demanda a lo largo de la ruta, mediante la realización de un

polígono de cargas; también permite determinar la ocupación promedio de la unidad como la distancia promedio de viajes. Este estudio permite realizarse de forma más detallada si se incluye los tipos de tarifas, tiempos de recorrido y de parada permitiendo calcular el trabajo total de la ruta en pasajeros – kilómetro por hora.

1.5.1.2. Origen y destino

Los estudios de origen y destino tienen como finalidad determinar ciertas características de movilidad de una determinada región de estudio, pudiendo ser la ciudad completa o parte de ella de acuerdo con la zonificación del lugar. El estudio se basa principalmente en una encuesta a los residentes de la ciudad o región de estudio, con el fin de obtener información referente a los orígenes y destinos de los viajes, también se hacen preguntas respecto al tipo de transporte que utiliza y sus razones, costos y tiempo de viaje. La información recabada en dicha encuesta proporciona información relativa al desplazamiento de la población, describe el comportamiento de la demanda sobre la red e indica los índices operativos del sistema.

1.5.1.3. Frecuencias y cargas.

Este estudio permite contar con información actualizada sobre la demanda a lo largo de varios periodos del día, la cual debe considerarse como una actividad rutinaria. Este estudio se realiza en las secciones de máxima demanda en la cual se integren varias rutas del transporte público; las cargas de usuarios se aforan en un proceso sistemático. Los estudios de frecuencias y cargas proveen una información más simple en relación con el estudio de ascenso y descenso; sin embargo, si se utiliza varios puntos de control se logra incrementar la utilidad de esta técnica.

La selección de la técnica o la combinación entre ellas depende de factores tales como: estructura de las rutas, características individuales de las mismas, las estrategias de operación y costos relativos de cada técnica. Según Ángel Molinero en su libro “transporte público: planeación operación y administración” recomienda en la fase inicial de recolección de información utilizar un conjunto de técnicas tales como: estudios de ascenso y descenso, encuestas a bordo de los vehículos.

1.5.1.4. Demanda del transporte urbano

La demanda del transporte público depende de la tarifa con la que los buses urbanos operan, en relación con otros precios que brinden el mismo servicio, además también depende de la cantidad usuarios que ocupen este servicio. “La demanda de viajes depende de la cantidad de usuarios que ingrese en este servicio, mientras que la selección del modo de transporte está determinada por diferentes factores, estos pueden ser por la distancia a recorrerse hasta determinada parada o el propósito del viaje” (Islas & Rivera, 2002).

Para representar gráficamente la demanda, se relaciona la tarifa del servicio de transporte público con la cantidad de usuarios de este servicio; el resultado es una gráfica con la correspondiente curva de la función demanda, la cual puede predecir los viajes según ciertas condiciones.

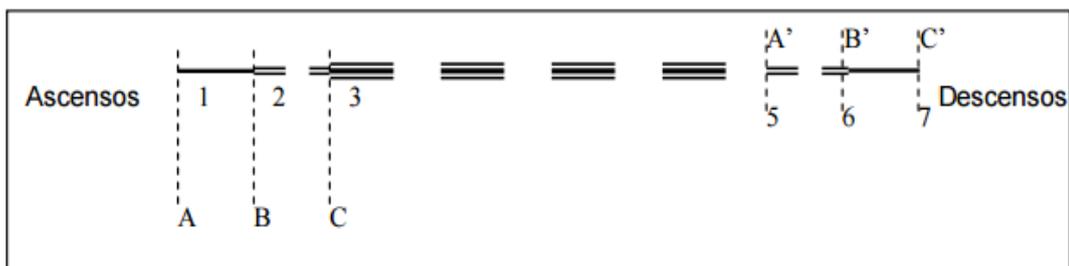


Figura 1.5 Ascenso - descenso de usuarios
(Islas & Rivera, 2002, pág. 95)

En la anterior Figura 1.5 se pone de ejemplo tres usuarios que viajan longitudes semejantes pero sus puntos de ascenso y descenso son distintos. Primero se registran en un esquema los ascensos y descensos en cada parada o sector caracterizando la demanda de los viajes durante todo el trayecto de la ruta.

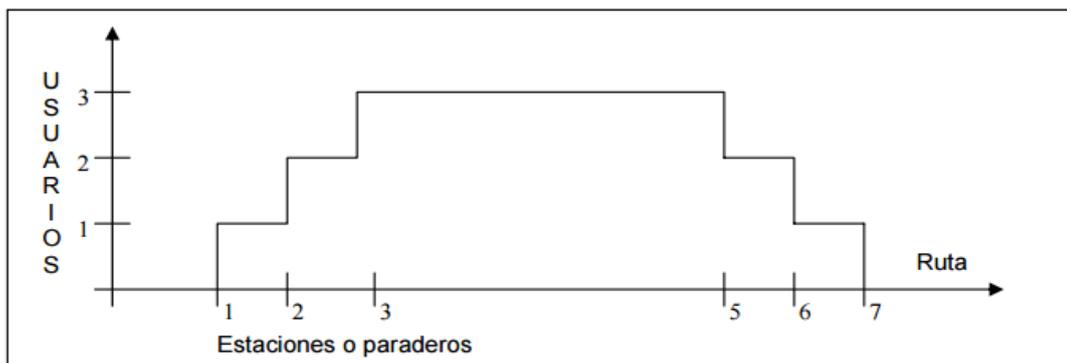


Figura 1.6 Polígono de carga
(Islas & Rivera, 2002, pág. 95)

Como se muestra en la Figura 1.6 para representar gráficamente el polígono de cargas de la demanda se registra el número de total de ascensos y descensos, en el cual se suman los ascensos y se restan los descensos en cada parada o sector a lo largo de toda la ruta.

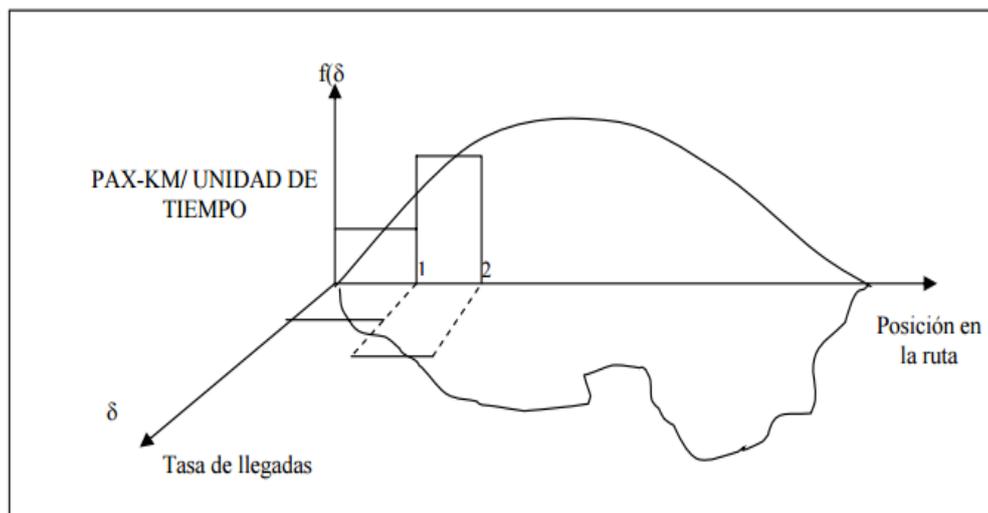


Figura 1.7 Demanda de transporte
(Islas & Rivera, 2002, pág. 96)

El esquema de la demanda del transporte público urbano viene dado por la Figura 1.7, donde la función $f(g)$ representa la curva de la demanda del transporte urbano, es decir la altura de la curva a lo largo de la ruta, representa la demanda en cada sección del recorrido, considerando que es una tasa de pasajeros por unidad de distancia y de tiempo, resultado de los ascensos y descensos de los pasajeros. Por lo tanto “Siendo $f(g)$ la envolvente de los recorridos acumulados de los usuarios se denota que el área bajo la curva es igual al número de pasajeros por kilómetros demandados” (Islas & Rivera, 2002, pág. 96).

1.6. Mantenimiento de las flotas de transporte de pasajeros

La tendencia actual en el mantenimiento se orienta a reducir al mínimo el mantenimiento correctivo, optimizar el sistemático y potenciar el predictivo. Dentro de los objetivos de las cooperativas de transporte esta: la seguridad, comodidad, calidad y el cumplimiento del servicio; para lo cual es necesario “un plan de mantenimiento que posibilite el cumplimiento de estos objetivos, garantizando la disponibilidad de los autobuses, disminuyendo daños imprevistos, aumentando la fiabilidad, permitiendo la optimización de

los recursos en definitiva reduciendo los costes y contribuyendo a la eficiencia global de la empresa, sin descuidar la conservación del medio ambiente” (Ballester, 2002, pág. 3).

La necesidad de adaptarse al envejecimiento de las unidades de transporte, la compra de nuevas unidades y el desarrollo de varias calidades en los componentes y suministros hacen que el mantenimiento se convierta en un proceso de constante evolución, lo que aconseja la creación de un Plan de Mantenimiento Integral. Este plan de mantenimiento combina tres tipos de mantenimiento clásicos, como son: mantenimiento correctivo, sistemático y predictivo; en el cual es necesario la utilización de herramientas informáticas para la gestión del mantenimiento asistido por computador (GMAO) y la realización de la reingeniería del plan de mantenimiento.

La reingeniería consiste en replantear los procesos de mantenimiento de acuerdo con las condiciones reales de operación y a los años de vida de los vehículos, para lo cual se utiliza herramientas informáticas, estadísticas y otras filosofías de mantenimiento como son: Mantenimiento Productivo Total (TPM) y el Mantenimiento Basado en la Fiabilidad.

1.6.1. Objetivos del mantenimiento automotriz

- Maximizar la eficiencia de los vehículos en operación.
- Minimizar el número de vehículos parados por mantenimiento
- Minimizar el tiempo requerido para realizar el mantenimiento
- Reducir costos de mantenimiento operacional

1.6.2. Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo es aquel que se ocupa de la corrección de los defectos que se han producido en el vehículo por causa de una falla o avería, la cual es difícil de predecir e inevitable; la actividad de este tipo de mantenimiento es pasiva en espera de la avería. El objetivo dentro de un plan de mantenimiento integral es reducir al mínimo la cantidad de operaciones correctivas, así como su correcta realización. Los métodos que se utilizan para un correcto mantenimiento consisten en la formación técnica de los operarios, el uso adecuado de herramientas y repuestos, para garantizar las reparaciones realizadas.

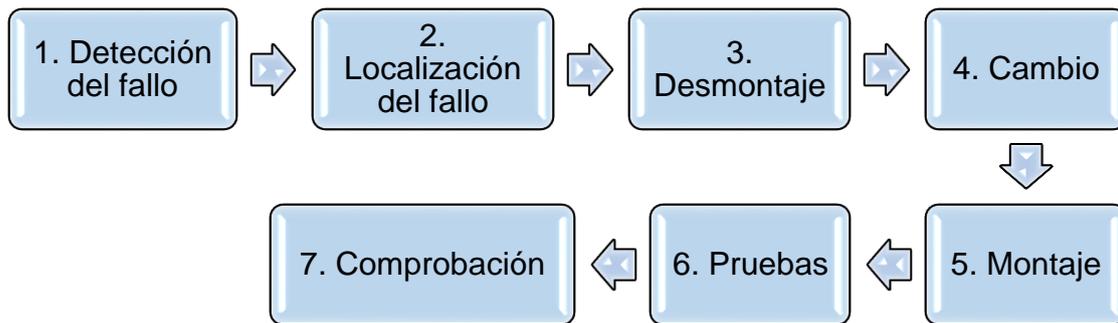


Figura 1.8 Actividades del mantenimiento correctivo
(Erazo & Matínez, 2012, pág. 18)

En la Figura 1.8 se presenta la secuencia de las actividades a realizarse en el mantenimiento correctivo de las flotas vehiculares, este proceso se realiza siempre después de que se haya producido el fallo.

1.6.3. Mantenimiento preventivo sistemático

El mantenimiento preventivo radica en una serie de operaciones sistematizadas, las cuales se realizan periódicamente a intervalos establecidos por el fabricante. En las flotas de transporte público este mantenimiento se realiza antes que ocurran los fallos y generalmente son en base a los kilómetros recorridos por el automotor.

La optimización de un plan de mantenimiento preventivo se basa en mejorar las operaciones y los intervalos de intervención. Para lo cual hay que establecer el periodo óptimo de las operaciones más críticas para la vida útil del vehículo, siendo uno de los más importantes el cambio del lubricante motor; la estimación de este periodo está relacionado con factores tales como: la calidad del aceite, el tipo de servicio que presta (urbano o interurbano), condiciones de trabajo (humedad, lodo, polvo, etc.), el kilometraje y las especificaciones del fabricante del vehículo.

Para averiguar el estado del lubricante es imprescindible realizar un análisis físico-químico de degradación a distintos kilometrajes, controlar las reposiciones y utilizar herramientas estadísticas que permitan determinar tendencias; a fin de extender al máximo la vida útil del lubricante y establecer el periodo óptimo de cambio.

Las actividades para la prevención de fallos en flotas de transporte conllevan la revisión diaria por parte del conductor o dueño del autobús y revisiones periódicas en talleres automotrices.

Las actividades que se realizan diariamente por parte del dueño o conductor del vehículo dentro del mantenimiento preventivo constan las siguientes:

- Revisión del nivel de los fluidos tales como: aceite motor, líquido refrigerante, líquido de dirección, líquido de frenos
- Revisión de luces exteriores
- Revisión ocular del estado de los neumáticos
- Revisión de fugas de fluidos.

En la Revisión de los talleres automotrices se realiza el mantenimiento sistematizado con personal capacitado, el cual efectúa dichas actividades en función de los kilómetros recorridos por el autobús. En la Tabla 1.6 se presenta algunas actividades de mantenimiento generalizadas que se realizan en un determinado periodo, de acuerdo con las especificaciones de los fabricantes de flotas de transporte.

Tabla 1.6 Plan de mantenimiento preventivo para flotas de transporte

Kilómetros recorridos (km)	Actividades
5 000	Reemplazo de lubricante del motor y filtro
10 000	Mantenimiento y rotación de la batería
	Engrase general
15 000	Relazar ABS de frenos
	Reemplazar el o los filtros de aire
20 000	Reemplazar escobillas limpiaparabrisas
	Inspección / reemplazo de ballestas de suspensión
	Inspección / reemplazo de amortiguadores
25 000	Cambio de filtro de combustible y decantador
	Reemplazo del líquido de frenos
	Lubricar horquilla de embrague
40 000	Cambio de lubricante del diferencial.
	Realizar Alineación, balanceo y rotación
50 000	Calibración de válvulas
	Cambio de lubricante de la caja de cambios
	Limpieza del tanque de combustible
	Reemplazo del líquido hidráulico
	Reemplazo de banda de distribución
	Reemplazo del líquido refrigerante
Ajuste pernos de cabezote	

Fuente: (Erazo & Matfnez, 2012, pág. 18)

Las frecuencias establecidas para el mantenimiento preventivo sistematizado también pueden estar en función del tiempo, esto debido a la utilización de herramientas estadísticas que permiten determinar tendencias de mantenimiento a lo largo del tiempo.

A continuación, se presenta la Tabla 1.7, la cual especifica los periodos de mantenimiento para los autobuses Chevrolet FTR y Mercedes Benz en función del tiempo, esto gracias a los valores registrados por la empresa LANCOMTRI S.A de Cuenca.

Tabla 1.7 Mantenimiento preventivo Chevrolet FTR y Mercedes Benz

Mantenimiento preventivo para Chevrolet FTR Y Mercedes Benz	
Elementos	Periodos (meses)
Compresor	6
Baqueteada del radiador y cambio de refrigerante	12
Engrasado general	0.5
Engrasado de rodillos de ejes	6
Reemplazo de Batería	24
Frenos posteriores	5
Frenos delanteros	8
Cambio kit de embrague	12

Fuente: (Álvarez & Calle, 2014, pág. 78)

Las actividades en el mantenimiento preventivo sistematizado dentro de un taller automotriz se deben realizar de forma ordenada con un proceso secuencial que ayude a un correcto mantenimiento de las flotas vehiculares.

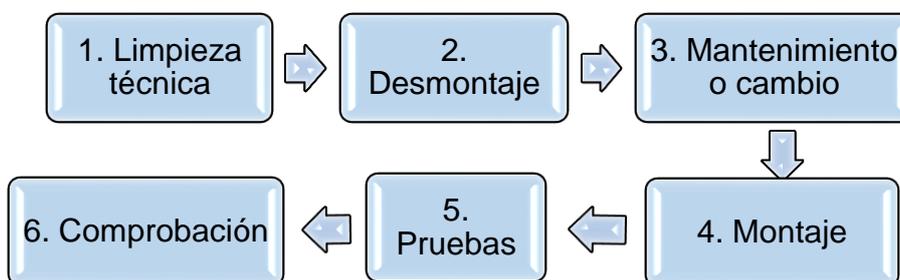


Figura 1.9 Actividades del mantenimiento preventivo

(Erazo & Matínez, 2012, pág. 20)

Como se detalla en la Figura 1.9 las actividades principales del mantenimiento preventivo radican en: una limpieza técnica, desmontaje de los elementos, cambio o mantenimiento, montaje, y pruebas de funcionamiento que permitan comprobar el correcto funcionamiento del elemento sujeto a mantenimiento.

1.6.4. Mantenimiento preventivo predictivo

El mantenimiento predictivo se basa en la inspección de síntomas, mediante un seguimiento, monitoreo y diagnóstico de las condiciones reales operativas del vehículo; esto se realiza con una periodicidad mínima, generalmente submúltiplo del periodo base dispuesto por el fabricante. El objetivo es predecir si es necesario realizar correcciones o ajustes, anticipándose a la aparición de averías o fallas en el vehículo; de esta manera se maximiza la vida útil de los componentes y se minimiza los tiempos muertos de la flota.

- **Técnicas predictivas de mantenimiento**

En un programa de mantenimiento predictivo se aplican diversas técnicas de monitoreo y diagnóstico a los diferentes sistemas del vehículo; dichas técnicas se describen en la siguiente tabla:

Tabla 1.8 Técnicas predictivas de mantenimiento.

Técnicas	Descripción breve
Análisis de prestaciones del motor	El objetivo es diagnosticar el estado general del motor (compresión, combustión, reglaje, dilatación de tuberías.) mediante el análisis de prestaciones como la potencia efectiva, compresión en cilindros, opacidad de los gases de escape, presión de inyección, entre otras.
Análisis de vibraciones	Permite diagnosticar: falta de alineamiento, excentricidad, desgaste de rodamientos y cojinetes, problemas de engranajes y correas de transmisión.
Termografía	Mide temperaturas superficiales con precisión; utilizado en motores, generadores, reductores, embragues mecánicos, entre otros.
Boroscopía	Radica en observar el estado interno del motor (camisas, pistones, etc.) mediante la introducción de una minicámara al interior del motor de combustión
Análisis de aceite	Este análisis consiste en determinar la viscosidad del aceite, la presencia de agua y de materia carbonosa, la constante dieléctrica y la cantidad de reserva alcalina del lubricante (TBN); permitiendo determinar cuando el lubricante comienza a perder sus propiedades o cuando está contaminado.
Análisis por ultrasonido	Ayuda a detectar: fricción en componentes rotativos, fallas en válvulas, fugas de fluidos, pérdida de vacío, entre otros.
Placa alineadora	Determina la existencia de desviación del conjunto de las ruedas. una mala alineación podría generar desviación de la dirección, pérdida de estabilidad, desgaste desigual de la banda de rodadura.
Frenómetro	Consiste en determinar la fuerza de frenado del vehículo.
Placa de holguras	Se utiliza para diagnosticar el estado de ejes, suspensión y demás componentes que tengan posibles desgastes o juego de sus piezas.

Fuente: (Ballester, 2002, pág. 5)

Para el resto de los sistemas del vehículo tales como: sistema eléctrico, sistema neumático, aire acondicionado se utilizan equipos de monitoreo sencillos entre los principales anemómetros, termopares, multímetros, escáneres, osciloscopios, manómetros, etc.

Las tareas de mantenimiento predictivo se fijan gracias a la vigilancia de las condiciones de los elementos del vehículo.

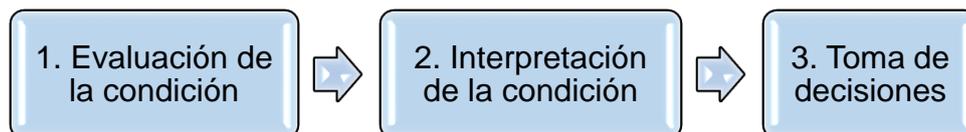


Figura 1.10 Actividades del mantenimiento predictivo
(Erazo & Matínez, 2012, pág. 23)

Las tareas del mantenimiento predictivo son aquellas actividades descritas en la Figura 1.10, las cuales inician con una evaluación de la condición del fallo mediante técnicas predictivas que permitan interpretar la situación y tomar una decisión.

1.6.5. Mantenimiento productivo total (TPM)

El mantenimiento productivo total es una metodología de mejora que busca asegurar la disponibilidad y confiabilidad de operación del automotor. Este mantenimiento se centra en la eliminación de pérdidas ocasionadas o relacionadas con tiempos muertos, averías, fallas, y costos en el proceso de mantenimiento.

A diferencia del mantenimiento tradicional, en el que unas personas se encargan de la operación del vehículo y otras de reparar o dar mantenimiento cuando así se requiera; el mantenimiento productivo total implica la integración de todo el personal de la empresa o cooperativa en la limpieza y mantenimiento preventivo, logrando de esta manera que el vehículo disminuya a cero las averías, tiempos muertos y defectos en el automotor.

- **Pilares del mantenimiento productivo total (TPM).**

Este tipo de mantenimiento se sustenta en la gente y lo conforman ocho pilares fundamentales como son: mantenimiento autónomo, mejoras enfocadas, mantenimiento planificado, mantenimiento de calidad, prevención del mantenimiento, mantenimiento productivo total en áreas administrativas, educación, seguridad y medio ambiente.

Estos pilares tienen como objetivo disminuir el costo financiero por recambio, disminuir a cero las pérdidas, mejorar la fiabilidad y disponibilidad del vehículo, desarrollar el trabajo en equipo, aumentar el nivel de confianza del personal, reducir accidentes y permite controlar las medidas ecológicas.

1.6.6. Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM)

“El mantenimiento centrado en la confiabilidad es un proceso analítico y sistemático, el cual está sustentado en el entendimiento de las funciones de los distintos sistemas del vehículo, como también del análisis de las averías potenciales que se presentan en el mismo, sus consecuencias y las formas de evitarlo” (Erazo & Martínez, 2012, pág. 28).

El mantenimiento centrado en la confiabilidad es un método realizado para determinar sistemáticamente, que se debe hacer y la forma en que se debe realizar los distintos mantenimientos, para asegurar que los automotores funcionen óptimamente durante el periodo de servicio, tomando en consideración los siguientes aspectos:

- Las limitaciones de las funciones del automotor están dadas por la capacidad y confiabilidad ideales de diseño mecánico.
- El mantenimiento del vehículo no puede sobre pasar los parámetros ideales de diseño mecánico.
- El mantenimiento óptimo se logra cuando los criterios de operación esperados se encuentran dentro de los parámetros límites de capacidad y confiabilidad emitidos por el fabricante.

Los objetivos de la implementación de un mantenimiento centrado en la confiabilidad para vehículos de transporte masivo de pasajeros Diesel son:

- Aumentar la fiabilidad del vehículo, es decir reducir tiempos de parada por averías imprevistas que impidan cumplir con la operación de transporte.
- Disminuir al mismo tiempo los costes de mantenimiento y cumplimiento de las normas de seguridad y medio ambiente.

1.7. Evaluación financiera

La evaluación financiera de un proyecto esta dentro del área de la pre-inversión en un estudio de factibilidad, la cual puede considerarse como aquel ejercicio teórico mediante el cual se identifica, valora y compara los costos y beneficios de un proyecto que le significa al propietario del capital. Es decir, trabaja los flujos de efectivo de las alternativas con los precios vigentes de los mercados, y con base en los indicadores financieros se toma la decisión que permita obtener mayor beneficio. Se realiza generalmente en proyectos privados, en el cual se determina la rentabilidad financiera y los flujos generados por el proyecto. Por otra parte, en el sector del transporte público urbano se debe considerar bajo qué criterio el propietario del autobús puede cubrir los todos los costos operativos y generar una rentabilidad aceptable. La evaluación financiera tiene la función de proporcionar la siguiente información:

- Dimensionamiento de la rentabilidad de la inversión.
- Determinar hasta qué punto los costos pueden ser cubiertos
- Generar información necesaria para comparar con otras alternativas.

Métodos para la evaluación financiera de proyectos:

- Periodo de recuperación
- Tasa de rendimiento
- Relación costo – beneficio
- Valor actual neto
- Tasa interna de retorno
- Flujo de efectivo

1.7.1. Periodo de recuperación de la inversión o Payback

El periodo de recuperación se define como el tiempo necesario para que los ingresos cubran la inversión del capital, también es conocido como periodo payback. Este periodo es importante ya que determina cuan rentable es el proyecto en relación con el tiempo.

Si el periodo de recuperación es corto los riesgos del proyecto serán menores que un proyecto con un periodo de recuperación más amplio. La toma de decisiones mediante el periodo de recuperación para evaluar proyectos se tiene de dos tipos:

- Proyectos independientes en el cual se aceptan los periodos de recuperación menores a un referencial.
- Proyectos mutuamente excluyentes en donde se selecciona el retorno de capital más rápido.

1.7.2. Tasa de rendimiento sobre la inversión

La tasa de rendimiento es un valor porcentual el cual indica que tan eficiente es el gasto que se realiza en una determinada inversión, con el fin de determinar el rendimiento medio anual del proyecto. La tasa de rendimiento se define como la relación que existe entre el ingreso promedio anual y el egreso total del proyecto, cuyo valor es multiplicado por cien. La tasa de rendimiento sobre la demanda tiene las siguientes características:

- Es simple de realizar el cálculo
- El resultado es un valor porcentual el cual indica el rendimiento sobre la inversión
- No se consideran los valores de flujos de ingresos y egresos
- Es indiferente de la tasa de recuperación

1.7.3. Relación beneficio-costos

“El análisis del beneficio-costos es una técnica de evaluación que se emplea para determinar la conveniencia y oportunidad de un proyecto, comparando el valor actualizado de uno y de otros” (Miranda, 2010, pág. 24). La relación beneficio–costos está definida como el valor obtenido de la relación entre el valor actual neto (VAN) y el valor actual de la corriente de costos (inversión). El beneficio se define como el valor de los bienes o servicios producidos por el proyecto y los costos representa el valor de los recursos utilizados en la prestación del servicio o bien.

1.7.4. Valor actual neto VAN

Se define como el valor actual presente de la sumatoria de flujos netos de una inversión, a los cuales se disminuye la tasa de descuento y se resta la inversión inicial. Este valor representa el total de recursos líquidos que quedan a favor de la empresa al final del proyecto; por tal razón se puede establecer ciertos criterios de decisión financieros tomando en cuenta este valor. Si el VAN es mayor a cero se considera un proyecto recomendable, cuando es igual a cero es un proyecto indiferente, y si es menor a cero el proyecto no es recomendable.

Para aplicar la fórmula del VAN es importante saber si los flujos de caja durante los periodos son variables, fijos o crecientes ya que de acuerdo con este criterio se puede aplicar distintas fórmulas que simplifiquen el proceso. De igual manera es importante definir la tasa de descuento que se utiliza en el cálculo del VAN el cual está en función del interés del mercado, el riesgo del sector y del negocio al cual se invierte. La ecuación recomendada o descrita por la metodología nacional para calcular el VAN se presenta a continuación:

$$\text{VAN} = -I_0 + \sum_{j=1}^n \frac{F_{nj}}{(1+i)^j} \quad [1.1]$$

Donde:

VAN: Valor actual neto

I_0 : Inversión inicial

F_{nj} : Flujo neto en el periodo j

n : Enésimo periodo

j : Periodo j

1.7.5. Tasa interna de retorno TIR

Este valor permite conocer el rendimiento real de una inversión, para lo cual se toman ciertos criterios para decidir la aceptación o rechazo del proyecto. “Si la TIR es menor a la tasa mínima aceptable de rendimiento del proyecto (TMAR), se rechaza, ya que el

proyecto genera menos beneficios que el interés pagado por la banca” (Gómez, 2005, pág. 18). Si la TIR es igual a la tasa mínima aceptable de rendimiento del proyecto, el proyecto es indiferente, es decir el beneficio es igual a la de la banca, por lo cual se tiene que analizar el riesgo del proyecto. Y si la TIR es mayor a la tasa mínima aceptable de rendimiento, los beneficios del proyecto son mayores que los intereses pagados por la banca, por lo cual el proyecto se acepta. La ecuación recomendada o descrita por la metodología nacional para calcular el TIR se presenta a continuación:

$$TIR = tm \left[\frac{VAN_{tm}}{VAN_{tm} + VAN_{TM}} \right] \times (TM - tm) \quad [1.2]$$

Donde:

TIR: Tasa interna de retorno

tm: Inversión inicial

VAN: Flujo neto en el periodo j

TM: Enésimo periodo

tm: Periodo j

1.7.6. Flujo de efectivo

El flujo de efectivo es un informe en el cual se presenta la variación de las entradas y salidas de dinero en un periodo determinado de una empresa. La información proporcionada es muy importante ya que mide la salud financiera de la empresa. Los tipos de flujos de efectivos se clasifican en operativos, de inversión y de financiamiento.

- El flujo operativo concierne a la fuente de ingresos de la empresa es decir determina la utilidad neta, también se toma en cuenta el valor de la depreciación al no ser una salida efectiva de dinero.
- El flujo de inversión constituye el valor por concepto de adquisición de activos a largo plazo como plantas, equipos entre otros.
- El flujo de financiación corresponde a los valores que influyen en el tamaño del capital, es decir los préstamos realizados por la empresa y la amortización de deuda.

CAPÍTULO II

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. METODOLOGÍA PARA ESTIMAR LA TARIFA DEL PASAJE EN AUTOBUSES URBANOS DE LA CIUDAD DE IBARRA

La presente metodología tiene como propósito estimar la tarifa del pasaje en el transporte público urbano de la ciudad de Ibarra con el fin de determinar una tarifa socialmente justa y que se ajuste a los principios de seguridad, calidad, eficiencia, responsabilidad y accesibilidad del servicio de transporte público en el Ecuador.

Esta metodología toma en consideración ciertos aspectos en relación con las condiciones de operación que presentan las cooperativas de transporte urbano en la ciudad de Ibarra como son los siguientes:

Debido a que en la ciudad de Ibarra se plantea realizar la caja común en el transporte urbano, se considera en la presente metodología realizar los estudios técnicos a nivel de cooperativa ya que los costos y utilidades serán compartidos.

Debido a que las cooperativas de transporte urbano en Ibarra carecen de registros confiables de la afluencia de pasajeros, cuyos valores pueden estar modificados de forma voluntaria o involuntaria debido a la estructura individual que presentan los transportistas y por un sistema tarifario deficiente que no entrega boletos; la actual metodología plantea métodos y técnicas que permitan estimar este valor de forma independiente a los realizados por las cooperativas de transporte u otra fuente existente.

Por otra parte, al no contar las cooperativas con un sistema de registro del mantenimiento de las unidades de transporte urbano, se considera realizar una encuesta a una determinada muestra de la totalidad de propietarios o conductores de los buses. Esta muestra permite estimar una media ponderada del costo operativo de la cooperativa, cuyos valores tienen que ser convalidados con fuentes bibliográficas o con el nivel de confiabilidad del mantenimiento.

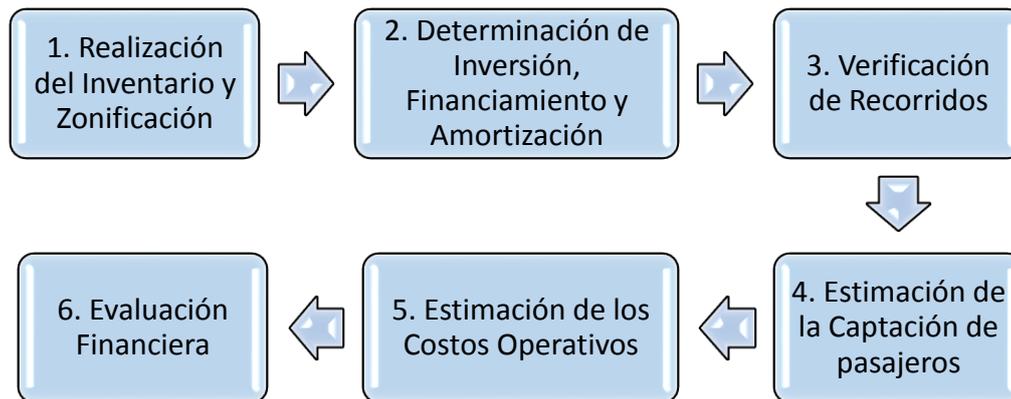


Figura 2.1 Metodología para estimar la tarifa del pasaje en autobuses urbanos de la ciudad de Ibarra

La metodología de la Figura 2.1 para estimar la tarifa del pasaje en autobuses urbanos de la ciudad de Ibarra se propuso con una estructura de seis etapas, la cual inicia realizando el inventario de las flotas, rutas, frecuencias y seguidamente se establece un sistema de zonificación de la ciudad de Ibarra para estudios de transporte; luego se determina la inversión inicial, financiamiento y la amortización; después se verifica los recorridos de las rutas en estudio; se estimó la captación de pasajeros y los costos operativos; y finalmente se realiza la evaluación financiera.

2.2. Inventario y zonificación

El paso inicial para realizar el presente estudio es contar con un inventario operativo de la cooperativa de transporte urbano sujeta a estudio, en este caso la cooperativa 28 de Septiembre. Este inventario debe contener la siguiente información:

- Frecuencias de las rutas de lunes a domingo
- Vehículos asignados a cada ruta
- Edad del parque vehicular
- Marca y modelo de toda la flota de buses

Esta información es de base para cálculos posteriores de la estimación de la tarifa del pasaje urbano. Además, es de vital importancia para tener una clara noción sobre el panorama operativo de la cooperativa, principalmente cuando no se cuenta con

documentación técnica sobre la demanda que sirva de base para realizar este estudio. Un punto de partida para darse una ligera idea sobre la demanda en cada una de las rutas es considerar que a mayor número de frecuencias y a menor intervalo es mayor la demanda. Esta información operativa de la cooperativa esta detallada en el capítulo anterior Tabla 1.1, Tabla 1.2, Tabla 1.3 y Figura 1.1 del presente trabajo.

La zonificación consiste en dividir el área de estudio en un sistema de zonas geográficas las cuales serán utilizadas para el análisis de la demanda. Para realizar el sistema de zonificación es importante considerar ciertos criterios para sectorizar, principalmente las subdivisiones deben tener homogeneidad en relación con el potencial de generación de viajes. Otros criterios puestos a considerar son:

- Las zonas más cercanas a los centros de actividades deben tener un tamaño más reducido para ser más detallados en los ascenso y descensos que generan estas zonas.
- Las zonas adyacentes entre sí deben ser de un tamaño semejante, en relación con el potencial de generación de viajes.
- Se recomienda hacer la zonificación con un área aproximada de 1km^2 en el hipercentro de la ciudad para reducir los errores al considerar el centroide de la zona como el centro generador de viajes y para que disminuyan los viajes intrazonales.
- El sistema de zonas puede sub-dividirse en sectores con fines estratégicos para el levantamiento de datos.
- Para una apropiada zonificación es importante tener presente sectorizar por barrios y limitar estos sectores con avenidas o calles principales.

La culminación de la zonificación del área de estudio consiste en un informe, el cual contenga los planos del área urbana con la distribución de las zonas de acuerdo con los criterios antes mencionados, con las subdivisiones en sectores mismos que tienen que estar codificados para facilitar su identificación.

Si se utiliza un sistema de zonificación de una fuente determinada, es importante definir si este sistema sirve para los propósitos del presente estudio, ya que los sistemas de zonificación referentes al transporte urbano tienen varios propósitos como planeación estratégica, planeación a nivel corredor y planeación de operación por lo que no siempre es válida.

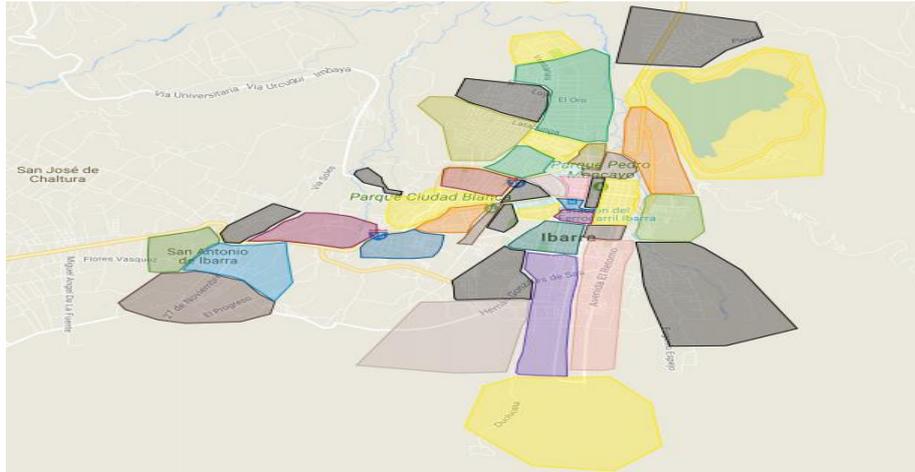


Figura 2.2 Zonificación de la ciudad de Ibarra - transporte urbano
(Casares & Cuasapas, 2018)

En la Figura 2.1 se presenta un sistema de zonificación el cual fue realizado por Vladimir Cuasapas y Brayan Cásares estudiantes de la Universidad Técnica del Norte. En el presente estudio se utilizó este sistema de zonificación debido a que considera los criterios de zonificación antes mencionados.

2.3. Inversión, financiamiento y amortización

Para determinar los rubros correspondientes a inversión, se debe considerar dos principales rubros, siendo el valor del paquete accionario y el valor ponderado de la flota vehicular el cual se estima después de determinar el precio ponderado para cada año de fabricación de los vehículos (PPAFV) pertenecientes a la flota.

$$\text{PPAFV} = \frac{(F \times J) + (G \times K) + (H \times L) + (I \times M)}{100} \quad [2.1]$$

Donde:

- F: Precio del autobús tipo A
- G: Precio del autobús tipo B
- H: Precio del autobús tipo C
- I: Precio del autobús tipo D
- J: % de autobuses tipo A

K: % de autobuses tipo B

L: % de autobuses tipo C

M: % de autobuses tipo D

Nota: Se considera en la ecuación anterior cuatro distintas marcas, las cuales son las más representativas de la flota vehicular, debido a que las demás marcas no superan el 2 por ciento del total de la flota vehicular, sin embargo, esta fórmula puede adaptarse acorde a la necesidad del parque automotor.

Así por ejemplo en la Tabla 2.1 se especifica para un supuesto caso de renovación de la flota con autobuses nuevos, las cuatro marcas de vehículos más representativas, con sus porcentajes equivalentes a la totalidad del parque vehicular y el valor que representa una unidad de transporte nueva:

Tabla 2.1 Parque Vehicular Representativo - Coop. 28 de Septiembre

Parque Vehicular Representativo			
Marca / modelo	Porcentaje	Coste por unidad de transporte- Chasis	Coste por unidad de Carrocería (Miral)
ChevroletMT134S	77,71	64 840,00	57 500,00
HinoJ08E-UD	14,65	72 990,00	57 500,00
Mercedes BenzOF1721	4,46	65 000,00	57 500,00
Volkswagen 17-230 OD	3,18	66 528,00	57 500,00

A continuación, se calcula el precio ponderado de la flota vehicular (nu)

$$\text{PPFVO} = \frac{(122\,340,00 \times 77,71) + (130\,490,00 \times 14,65) + (122\,500,00 \times 4,46) + (124\,028,00 \times 3,18)}{100}$$

$$\text{PPFVO} = 123\,594,69$$

El financiamiento y la amortización de la deuda es importante determinar para analizar los flujos de efectivo, para ellos es preciso elaborar un cuadro de endeudamiento con el porcentaje de endeudamiento y el de inversión con patrimonio propio; también es importante precisar la tasa de interés anual y tiempo total para pagar la deuda.

La amortización consiste en un proceso de distribución de los gastos en un tiempo con determinados periodos de pago; este pago periódico cubre parte de la deuda y de la tasa de interés, siendo este valor fijo o variable.

2.4. Verificación de recorridos

La verificación de los recorridos consiste en validar la información obtenida en fuentes secundarias, que por distintas razones las rutas pudieron haber cambiado, disminuyendo o aumentado su recorrido. El dato principal que verificar es la distancia recorrida por vuelta en cada ruta, donde los kilómetros ofertados en gabinete son los datos obtenidos en fuentes secundarias y los kilómetros ofertados en campo son los datos obtenidos en el proceso de corroboración mediante mediciones directas. Este proceso consiste en registrar todas las rutas de la cooperativa en un dispositivo GPS el cual permita obtener principalmente la distancia recorrida por vuelta actualizada. A continuación, se presenta la Tabla 2.2 con valores obtenidos de otras fuentes los cuales se tienen que corroborar.

Tabla 2.2 Verificación de los kilómetros ofertados por ruta - Coop. 28 de Septiembre

Verificación de los kilómetros ofertados por ruta			
No.	Nombre de la Ruta	Kilómetros ofertados en gabinete por vuelta [Km]	Kilómetros ofertados en campo por vuelta [Km]
1	Aduana – Caranqui	26,8	
2	Arcángel - San Cristóbal	30,4	
3	Azaya - La Campiña	19,4	
4	Católica – Alpachaca	15,9	
5	Chorlavi - La Victoria	29,9	
6	Las Palmas – Guayaquil	19,7	
7	Milagro – Yahuarcocha	33,7	
8	Pugacho – Alpachaca	18,7	
9	Santa Rosa - Santa Terecita	21,2	
10	Tanguarin	34,5	
11	Naranjito	20,6	
12	Bellavista – Mercado Amazonas	22,4	
13	Aloburo	19,4	
14	Huertos Familiares – Óvalos	39,9	

Fuente: (MOVIDELNOR, 2016, pág.18)

La importancia de obtener datos actualizados sobre los recorridos es que los resultados tanto de la captación de pasajeros, como de la estimación de los costos operativos por kilómetro recorrido tendrán menor margen de error, lo cual permite establecer valores más cercanos a la realidad.

2.5. Estimación de la captación de pasajeros - ascenso y descenso

Para estimar la demanda del transporte público urbano en la ciudad de Ibarra se toma en consideración la aplicación del estudio técnico de Ascenso y descenso. El cual presenta una técnica confiable para recolección de información principalmente sobre la cantidad de pasajeros que ingresa y descienden de los autobuses del transporte público urbano en horas y en zonas específicas de una ruta. Este estudio entrega información muy completa si se toma en cuenta los tipos de tarifa y tiempos de recorrido por vuelta.

El estudio consiste en obtener el número de pasajeros que ingresa y sale de las unidades de transporte urbano a lo largo de las rutas analizadas conforme a una muestra previamente establecida. En base a este estudio se obtiene la totalidad de ingresos con el porcentaje de la tarifa completa y la tarifa preferencial, lo cual servirá para calcular la captación de pasajeros equivalente.

2.5.1. Selección del tamaño de la muestra y programa de muestreo

Tomando en consideración que las diferentes rutas poseen características particulares de operación como son: la cantidad del parque automotor asignado a la ruta, zona de la ciudad en que opera e infraestructura vial; se recomienda utilizar como unidad de muestra a la frecuencia; entendiéndose por frecuencia el viaje que realiza la unidad de transporte desde el inicio hasta el final de la ruta, siendo el mismo punto.

La frecuencia es la unidad de muestra en el medio; debido a que las cooperativas reasignan al parque automotor entre las diferentes rutas, o puede suspender la actividad una unidad por falla mecánica, lo que dificulta y obliga al aforador a cambiarse de unidades de transporte frecuentemente. Por otro lado, la frecuencia garantiza una mayor aleatoriedad en la selección de la muestra, maximiza la eficiencia en la recolección de datos al aprovechar los tiempos de espera entre frecuencias de una misma unidad de transporte, además de dar flexibilidad en la ejecución del trabajo de campo. El tamaño de la muestra (n) para el número de frecuencias asignados a cada ruta se define en la siguiente ecuación:

$$n = \frac{N \cdot C^2}{C^2 + \left[N \left(\frac{d}{z} \right)^2 \right]} \quad [2.2]$$

Donde:

- N: Es el número total de frecuencias en el día
C: Es el coeficiente de variación en el día.
d: Precisión expresada como una función de la media
z: Estadístico normal para el nivel de confianza

Para lo cual, se debe considerar los siguientes aspectos:

- Cada ruta de la cooperativa debe ser muestreada por lo menos tres días. Un sábado, un domingo y un día hábil, es decir, cualquier día de lunes a viernes
- El coeficiente de variación es igual a 0.35, valor recomendado
- La precisión deseada “d” se representa en fracción y es igual a: $d = 0.15$
- El nivel de confianza mínimo se establece en 95% $= 1.96$
- Muestreo aleatorio simple sobre el número total de frecuencias

De las consideraciones antes mencionadas, las dos primeras no se pueden aceptar fácilmente, para ello se debe validar el primer supuesto revisando información disponible. Además "muestrear una única ruta durante un día hábil nos permite asegurar con un nivel de confianza del 95% independiente del día hábil que fuera muestreado, este resultado será representativo de la operación de la ruta" (Molinero, 2005, pág. 353). Sobre el segundo supuesto, las sugerencias de varias publicaciones y estudios de ascenso y descenso sugieren utilizar un coeficiente de variación del 0.35, siendo un valor recomendado.

Conforme a lo antes expuesto para la ciudad de Ibarra se considera que las condiciones operativas de la cooperativa 28 de septiembre cumple con las consideraciones antes mencionadas, puesto a que los datos obtenidos referente a las frecuencias conservan los mismos valores en días hábiles, sábados - feriados y domingos siendo estos valores proporcionales a la demanda, validando el primer supuesto y sobre el segundo supuesto al no tener estudios previos como referencia en la ciudad, se considera como válida la sugerencia de utilizar el coeficiente de variación del 0.35 ya que es un valor recomendado.

A continuación, se calcula el tamaño de la muestra de la ruta Pugacho - Alpachaca para los días hábiles (de lunes a viernes) con un nivel de confianza del 95% y del 99%, sabiendo que el número de frecuencias total para días hábiles es 80:

- Para el nivel de confianza del 95%

$$n = \frac{80 \times 0,35^2}{0,35^2 + \left[80 \left(\frac{0,15}{1,96} \right)^2 \right]}$$

$$n = 16,58$$

- Para el nivel de confianza del 99%

$$n = \frac{80 \times 0,35^2}{0,35^2 + \left[80 \left(\frac{0,15}{2,575} \right)^2 \right]}$$

$$n = 24,8$$

La Tabla 2.3 especifica el tamaño de la muestra para el estudio de ascenso y descenso de la cooperativa 28 de septiembre con un nivel de confianza del 95% y del 99%.

Tabla 2.3 Tamaño de la Muestra - Coop. 28 de Septiembre

No.	Nombre de la Ruta	Tamaño de la muestra para el nivel de confianza del 95%			Tamaño de la muestra para el nivel de confianza del 99%		
		Lunes-viernes	Sábados-feriados	Domingo	Lunes-viernes	Sábados-feriados	Domingo
1	Aduana – Caranqui	17,30	18,90	16,21	26,52	30,49	24,04
2	Arcángel - San Cristóbal	11,59	11,79	13,61	15,11	15,45	18,75
3	Azaya - La Campiña	18,11	18,28	17,21	28,48	28,90	26,31
4	Católica – Alpachaca	17,24	17,24	16,10	26,38	26,38	23,82
5	Chorlavi - La Victoria	16,71	16,00	16,00	25,16	23,58	23,58
6	Las Palmas -Guayaquil	17,41	17,30	16,40	26,80	26,52	24,47
7	Milagro – Yahuarcocha	16,10	16,35	16,75	23,82	24,37	25,25
8	Pugacho – Alpachaca	16,58	16,66	15,08	24,88	25,07	21,64
9	Santa Rosa - Santa Terecita	15,37	15,15	15,08	22,25	21,79	21,64
10	Tanguarin	16,31	16,31	15,94	24,26	24,26	23,46
11	Naranjito	Total	Total	Total	total	Total	Total
12	Bellavista-Merc. Amazonas	Total	Total	Total	total	Total	Total
13	Aloburo	Total	Total	Total	total	Total	Total
14	Huertos Familiares – Óvalos	18,29	18,29	17,39	28,94	28,94	26,73

2.5.2. Diseño del formato de ascenso y descenso.

El diseño del formato u hoja de campo de un estudio de ascenso y descenso para estimar la demanda presenta la siguiente estructura: en la parte inicial un encabezado el cual especifica la organización o institución responsable del estudio, ciudad y tipo de estudio. Luego se deja un espacio prudente para llenar datos generales sobre el levantamiento de datos como son: nombre de la cooperativa y ruta, horas de salida y de llegada, número de la vuelta, número de la unidad, fecha, equipo responsable, ubicación de la puerta. Finalmente se deja espacio con el código y nombre de la ubicación zonal del ascenso o descenso, para registrar los ascensos según la tarifa pagada y los descensos realizados en cada zona o sector. La utilización de cada hoja de campo pertenece a una única vuelta de la ruta, por tal razón debe tener a disposición la misma cantidad que el número de vueltas que tenga que levantar datos. El formato de ascenso y descenso para el levantamiento de información en campo se presenta a continuación.

 Universidad Técnica del Norte Estudio de Ascenso – Descenso		Sistema de Transporte Urbano Ibarra - Ecuador								
Cooperativa										
Ruta:										
Fecha:			Equipo responsable:				Hora de salida:			
No. de vuelta:			Puerta:				Hora de llegada:			
Cod	Ubicación Zonal del ascenso y descenso	Sentido	Ascenso				Total	Descenso		Total
			Tarifa C.	Estudiante	Niños y adolesc.	3era. edad				

Figura 2.3 Formato para el levantamiento de datos – Estudio de ascenso y descenso

En la Figura 2.2 se muestra el formato de ascenso y descenso, el cual puede estar sujeto a modificaciones de acuerdo con las necesidades reales que se presente en campo. Por tal razón, es necesario realizar una prueba piloto, en donde se realice el levantamiento de información con el fin detectar falencias en el formato y hacer las respectivas modificaciones.

2.5.3. Selección de personal y capacitación

En la selección del personal para el levantamiento de datos es recomendable contar con personas que conozca la parte urbana de la ciudad para que no tenga problemas en ubicar las distintas zonas o sectores puestos a consideración en la capacitación; caso contrario se debe compartir al personal seleccionado los planos del sistema de zonas y rutas para que tengan una mejor ubicación al momento de realizar el levantamiento de datos.

También es indispensable que el personal cuente con tiempo exclusivo para realizar dicho levantamiento, ya que experiencias de otras investigaciones en el estudio de ascenso y descenso del transporte urbano recomiendan no utilizar a los conductores o ayudantes de las unidades de transporte porque los resultados se vuelven menos confiables, ya que dicha actividad es secundaria a la responsabilidad principal de conducir y/o cobrar los pasajes.

2.5.4. Levantamiento de datos en campo – ascenso y descenso

El levantamiento de datos consiste en abordar la unidad de transporte con personal previamente capacitado, el cual tiene la función exclusiva de asentar en un formato todos los ascensos y descensos que se lleven a cabo en cada parada o sector perteneciente a la ruta. En el registro de los ascensos se debe discriminar por el tipo de tarifa, siendo esta tarifa completa o preferencial (estudiantes, niños y adolescentes hasta los 16 años, tercera edad y discapacitados). Así también el personal debe anotar el número de pasajeros que no pudieron abordar la unidad por falta de espacio, si este fuera el caso. El número de personas asignadas a cada unidad depende del presupuesto para el estudio y de la demanda de usuarios que se genera en las rutas sujetas a estudio, quedando a consideración del investigador. Generalmente se requiere de dos personas, las cuales deben estar ubicadas cerca a la puerta de ingreso y salida. También se puede considerar que exista una sola persona abordo, ubicada de tal forma que pueda observar las puertas de ingreso y de salida; para este caso se sugiere utilizar el asiento junto al chofer. El material de trabajo que requiere el personal para el levantamiento de datos consiste en: dos formatos u hojas de campo para registrar los ascensos y descensos por cada vuelta a realizar, un tablero de apoyo, un esfero y un reloj de ser necesario.

2.5.5. Procesamiento y expansión de la muestra

El procesamiento de la información recabada consiste en sintetizar los datos en una tabla de resumen. Para ello es preciso mencionar que el valor de la muestra obtenida en campo con un nivel de confianza del 99% o mayor es considerable. Por tal razón la captación de pasajeros por unidad de frecuencia marca una línea de tendencia respecto al tiempo de servicio del transporte; permitiendo integrar o agrupar todos valores de la captación de pasajeros en una sola tabla u formato, para lo cual se promedia los valores obtenidos en cada sector de la zonificación.

			RUTA 8 PUGACHO - ALPACHACA (Lunes - Viernes)								Distancia recorrida (Km)		19,0395 UELTA		34	
			Ascensos							Descensos						
			Puerta Delantera				Puerta Tracera									
Cod	Ubicación Zonal	Sentido	Tarifa Completa	Estudiante	Niños-Adolescentes	3era Edad Discapacitados	Tarifa Completa	Estudiante	Niños-Adolescentes	3era Edad Discapacitados	Total	Puerta Delantera	Puerta Tracera	Total	A Bordo	
29U	PUGACHO-COLINAS	IDA	7,15	2,62	1,03	0,91	0,03	0,00	0,03	0,00	11,76	0,21	0,00	0,21	11,56	
19U	IGL. JESUS DEL GRAN	IDA	3,65	0,82	0,41	0,38	0,00	0,00	0,00	0,00	5,26	0,35	0,50	0,85	15,97	
18U	R. DE LA MADRE-CEN	IDA	2,88	0,35	0,29	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	3,56	0,29	0,38	0,68	18,85	
39U	COL. IBARRA-L. MALL	IDA	0,56	0,47	0,00	0,03	0,03	0,03	0,00	0,00	1,12	1,32	0,59	1,91	18,06	
37H	C. C. BAHÍA-M. AMAZ	IDA	2,85	0,44	0,29	0,85	0,03	0,00	0,00	0,00	4,47	3,06	6,38	9,44	13,09	
34H	COL. SANCHEZ-BASIL	IDA	2,91	1,41	1,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	5,47	1,97	2,50	4,47	14,09	
38H	MATRIZ EMELNORTE	IDA	0,94	0,50	0,09	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	1,59	0,79	0,62	1,41	14,26	
35H	M. STO DOMINGO	IDA	1,06	0,21	0,09	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	1,47	0,44	0,35	0,79	14,94	
29U	C. DE LA UNE-ESTADI	IDA	1,09	0,24	0,26	0,12	0,00	0,00	0,00	0,03	1,74	0,62	0,29	0,91	15,76	
27U	M. MAYORISTA	IDA	1,50	0,32	0,18	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	2,24	1,74	0,97	2,71	15,29	
25U	ALPACHACA-STA TER	IDA	6,32	1,03	1,06	0,79	0,00	0,00	0,00	0,00	9,21	9,21	6,71	15,91	8,59	
27U	M. MAYORISTA.	RETORNO	7,00	0,76	0,85	0,56	0,21	0,00	0,03	0,00	9,41	1,38	1,09	2,47	15,53	
29U	ESTADIO-POLICIA-ES	RETORNO	1,76	0,35	0,12	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	2,44	0,82	0,65	1,47	16,50	
35H	ESC. M. S. HIDROBO.	RETORNO	0,88	0,26	0,06	0,18	0,03	0,00	0,00	0,03	1,44	1,00	1,29	2,29	15,65	
34H	MALDONADO-CRISTO	RETORNO	1,24	0,94	0,15	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	2,41	2,76	2,47	5,24	12,82	
38H	COL. LA SALLE-KIMON	RETORNO	2,94	1,26	0,21	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	4,59	1,38	2,35	3,74	13,68	
37U	M. AMAZONAS.	RETORNO	2,85	0,41	0,21	0,74	0,15	0,00	0,00	0,00	4,35	0,41	1,94	2,35	15,68	
42U	EST DEL FERROCARR	RETORNO	4,32	1,00	0,56	0,74	0,00	0,00	0,00	0,00	6,62	0,41	0,59	1,00	21,29	
42U	TERMINAL.	RETORNO	2,26	0,82	0,26	0,06	0,03	0,00	0,00	0,00	3,44	0,76	1,56	2,32	22,41	
31U	PILANQUI.	RETORNO	0,44	0,24	0,06	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,76	1,38	1,38	2,76	20,41	
18U	P. CENTRICA-ECU.	RETORNO	0,32	0,03	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	1,29	1,53	2,82	18,03	
19U	ESC. BETLEMITAS-IGL	RETORNO	0,53	0,12	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,74	1,29	1,71	3,00	15,76	
29U	PUGACHO-COLINAS.	RETORNO	0,15	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	8,29	7,65	15,94	0,00	
TOTAL			55,62	14,65	7,35	6,44	0,50	0,03	0,06	0,06	84,71	41,21	43,50	84,71		
% Medio Pasaje			33,75													
Captación Equivalente L-V por Vuelta			70,41													
Captación Equivalente L-V por Km			3,70													

Figura 2.4 Formato resumen de ascenso y descenso.

En el anterior formato de la Figura 2.3 se presenta un encabezado con los datos generales de la ruta como son: el número y nombre de la ruta (especificando el día o los días sujetos a estudio), distancia recorrida por vuelta y el valor total de las vueltas o frecuencias estudiadas en campo; después de ello se presenta el código de cada sector y el nombre la ubicación zonal del ascenso o descenso, el cual permite ingresar la información recabada del levantamiento en campo. La tabulación en este formato permite generar otros valores, como se muestra en el siguiente gráfico.

La primera columna corresponde al código de zonificación que se asigna a cada sector por donde pasa la ruta, desde el inicio hasta el final de la vuelta. En la segunda columna corresponde al nombre del sector, en donde se puede nombrar de referencia a dos puntos extremos del sector para una mejor comprensión del personal encargado en levantarlos datos; también se puede nombra un punto como referencia, pero pierde exactitud en distinguir un sector de otro. En la tercera columna se encuentra el sentido de la ruta, ya sea en sentido de ida o de retorno. En la cuarta y quinta columna se encuentra la información ya promediada de los ascensos y descensos realizados en cada sector de la ruta, según el o los días sujetos a estudio y de acuerdo con los distintos grupos de usuarios que tienen tarifa preferencial o completa. En la sexta columna se indica el número de usuarios que están abordo del bus en cada sector, para lo cual se calcula sumando los ingresos en un determinado sector con la cantidad de pasajeros a bordo y se resta los pasajeros que se bajan de dicho sector. Mediante este procesamiento de la información obtenida en campo del estudio de ascenso y descenso se obtienen los siguientes productos:

Sectores importantes y secciones de máxima demanda.

Los sectores más importantes son aquellos cuyos valores de ascensos y descensos son los más altos de los sectores pertenecientes a la ruta, mientras que las secciones de máxima demanda son aquellos valores más altos de pasajeros a bordo en los diferentes sectores por donde pasan las rutas. Estos valores son de gran importancia para estudios de transporte en las fases de planeación estratégica, a nivel corredor o de operación, ya que son base para estudios de monitoreo en donde se aplican estudios de frecuencias y cargas (demanda puntual). Así, por ejemplo, en la Tabla 2.4 se detalla los sectores más importantes y las secciones de máxima demanda para días hábiles de la ruta Pugacho - Alpachaca perteneciente a la cooperativa 28 de septiembre.

Tabla 2.4 Sectores importantes y Secciones de máxima demanda

Ruta 8: Pugacho– Alpachaca				
	Cod.	Nombre del sector	Sentido	Valor
Sectores importantes de ascensos	29U	Pugacho-Colinas	Ida	11,76
	27U	M. Mayorista.	Retorno	9,41
Sectores importantes de descensos	25U	Alpachaca-Snta teresita	Ida	15,91
	29U	Pugacho-Colinas.	Retorno	15,94
Secciones de máxima demanda (a bordo)	18U	R. de la madre-Céntrica	Ida	18,85
	42U	Terminal	Retorno	22,41

2.5.5.1. Captación total de usuarios por vuelta. (CapU)

Es igual a la sumatoria del promedio de todos los ingresos de pasajeros de la ruta estudiada. Este valor incluye a pasajeros que pagan tarifa completa y tarifa preferencial (estudiantes, niños y adolescentes hasta los 16 años, tercera edad y discapacitados) o media tarifa. Así por ejemplo la captación de usuarios por vuelta en días hábiles de la ruta Pugacho-Alpachaca es de 84,70 personas.

2.5.5.2. Porcentaje de pasajeros que paga media tarifa (% media tarifa)

De acuerdo con lo que establece la ley, las personas con capacidades diferentes, niños y adolescentes hasta los 16 años, estudiantes hasta el nivel de bachillerato y adultos mayores pagan media tarifa. Por tal razón, para determinar el porcentaje que paga media tarifa se define la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Media tarifa} = \frac{\text{captación de usuarios con media tarifa}}{\text{captación total de usuarios por vuelta}} \times 100 \quad [2.3]$$

A continuación, se calcula el porcentaje de pasajeros que paga tarifa preferencial en la ruta Pugacho - Alpachaca:

$$\% \text{ Medio Pasaje} = \frac{28,58}{84,70} \times 100$$

$$\% \text{ Medio Pasaje} = 33,75$$

2.5.5.3. Captación equivalente de usuarios por vuelta (CapEU)

Se denomina captación equivalente de usuarios ya que para fines de esta investigación este valor está en función de la tarifa completa que no presentan descuento, representando este valor la totalidad de usuarios. debido a esto, la captación equivalente de usuarios por vuelta queda definida en la siguiente ecuación.

$$\text{CapEU} = X \times \left(\frac{\text{CapU}}{2}\right) + Y \times (\text{CapU}) \quad [2.4]$$

Donde:

CapEU; Captación equivalente de usuarios por vuelta

CapU: Captación total de usuarios por vuelta

X: % de usuarios que pagan media tarifa

Y: % de usuarios que paga pasaje completo

En la Tabla 2.5 se presenta los valores de la captación equivalente de usuarios y kilómetros recorridos por vuelta, además del total de frecuencias según los días sujetos a estudio de la ruta Pugacho - Alpachaca.

Tabla 2.5 Captación equivalente de usuarios, frecuencias y kilómetros recorridos

Ruta 8: Pugacho – Alpachaca			
	Lunes-viernes	Sábado-feriado	Domingo
Captación equivalente por vuelta	70,41	52,37	45,23
Frecuencia total por día	80	82	54
Kilómetros recorridos por vuelta	18,7	18,7	18,7

2.5.5.4. Captación equivalente ponderada de usuarios por vuelta (CapEPU)

Para determinar la captación equivalente ponderada de usuarios por vuelta se presenta la siguiente ecuación:

$$\text{CapEPU} = \frac{\text{CapEU}_{l-v} \times f_{l-v} \times 261 + \text{CapEU}_s \times f_s \times 52 + \text{CapEU}_d \times f_d \times 52}{f_{l-v} \times 261 + f_s \times 52 + f_d \times 52} \quad [2.5]$$

Donde:

CapEU_{l-v}: Captación equivalente de usuarios por vuelta (lunes a viernes)

CapEU_s: Captación equivalente de usuarios por vuelta (sábados y feriados)

CapEU_d: Captación equivalente de usuarios por vuelta (domingos)

f_{l-v}: Total de frecuencias por día (lunes a viernes)

f_s: Total de frecuencias por día (sábados y feriados)

f_d: Total de frecuencias por día (domingos)

En el siguiente ejemplo, se calcula la captación equivalente ponderada de usuarios por vuelta de la ruta Pugacho - Alpachaca.

$$\text{CapEPU} = \frac{70,41 \times 80 \times 261 + 52,37 \times 82 \times 52 + 45,23 \times 54 \times 52}{80 \times 261 + 82 \times 52 + 54 \times 52}$$

$$\text{CapEPU} = 65,13$$

2.5.5.5. Captación equivalente ponderada de usuarios por kilómetro recorrido

La captación equivalente de usuarios por kilómetro (CapEPU_k) recorrido se define como la relación existente entre la captación equivalente ponderada de usuarios y los kilómetros recorridos por vuelta de la ruta analizada; representándose en la siguiente ecuación:

$$\text{CapEPUk} = \frac{\text{CapEPU}}{\text{KRv}} \quad [2.6]$$

Donde:

CapEPU_k: Captación equivalente ponderada de usuarios por kilómetro recorrido

CapEPU: Captación equivalente ponderada de usuarios por vuelta

KRv: Kilómetros recorridos por vuelta

De esta forma, la captación equivalente ponderada de usuarios por kilómetro recorrido de la ruta Pugacho - Alpachaca se calcula a continuación:

$$\text{CapEPUk} = \frac{65,13}{19,03}$$

$$\text{CapEPUk} = 3,4208$$

2.5.5.6. Captación equivalente ponderada de usuarios mensual a nivel ruta

La captación equivalente ponderada de usuarios mensual a nivel de ruta (CapEPUm) queda definida en la siguiente ecuación:

$$\text{CapEPUm} = \text{CapEPU} \times \frac{261 \times f_{l-v} + 52 \times f_s + 52 \times f_d}{12} \quad [2.7]$$

Donde:

CapEPUm: Captación equivalente ponderada de usuarios mensual a nivel ruta

CapEPU: Captación equivalente ponderada de usuarios por vuelta

$f_{(l-v)}$: Número de frecuencias de lunes a viernes

f_s : Número de frecuencias sábados

f_d : Número de frecuencias de

Así, por ejemplo, en el caso de la ruta Pugacho – Alpachaca la captación equivalente ponderada de usuarios mensual se presenta a continuación:

$$\text{CapEPUm} = 65,13 \times \frac{261 \times 80 + 52 \times 82 + 52 \times 54}{12}$$

$$\text{CapEPUm} = 151\,713,38$$

2.5.5.7. Captación equivalente ponderada de usuarios mensual por unidad de transporte (CapEPUmu)

Finalmente, la captación equivalente ponderada de usuarios mensual por unidad de transporte (CapEPUmu) queda definida en la siguiente ecuación:

$$\text{CapEPUmu} = \frac{\text{CapEPUme}}{\text{FVO}} \quad [2.8]$$

Donde:

CapEPUmu: Captación equivalente ponderada de Usuarios mensual por unidad de transporte

CapEPUme: Captación equivalente ponderada de Usuarios transportados mensualmente por la empresa; lo que es igual a la sumatoria de todas las captaciones equivalentes ponderadas de usuarios por mes de las distintas rutas de la cooperativa

FVO: Flota vehicular en operación de la cooperativa.

2.6. Estimación de los costos operativos

Los costos operacionales son todos los rubros que se efectúan para mantener en actividad la prestación del servicio de transporte público urbano en un cierto periodo, los cuales se dividen en costos fijos y costos variables. El costo operacional (CostO) se define como la sumatoria de todos los costos fijos y costos variables que se producen para prestar el servicio y se expresa en la siguiente ecuación.

$$\text{CostO} = \text{CostF} + \text{CostV} \quad [2.9]$$

Donde:

CostF: Costos fijos

CostV: Costos variables

Para estimar los costos referentes a la operación y tomando en consideración que las cooperativas de transporte urbano de la ciudad de Ibarra no cuentan con bases de datos referente al mantenimiento de las unidades de transporte y que tampoco cuenta con registro sobre el consumo de combustible y de otros datos referentes a la operación.

Esta metodología establece estimar los costos operativos mediante un levantamiento de datos in situ, utilizando como herramienta o técnica a la encuesta. Para lo cual se considera aplicar dicha encuesta a una muestra probabilística de la población total de transportistas

de la cooperativa estudiada. Esta muestra permite estimar una media ponderada del costo operativo de la cooperativa.

La ecuación para determinar el tamaño de la muestra que permita estimar una media de los costos operativos por unidad de transporte en la cooperativa se presenta a continuación:

$$n = \frac{N \times Z^2 \times S^2}{E^2 (N-1) + (Z^2 \times S^2)} \quad [2.10]$$

Donde:

- n: Tamaño de la muestra
- Z: Nivel de confianza del 95 % =1.96
- S: Desviación estándar
- E: Error de muestreo aceptable = 20\$
- N: Tamaño poblacional

La desviación estándar (S) es una medida que indica como los valores individuales difieren de la media, este valor se puede obtener de un estudio previo. En la siguiente ecuación se presenta la fórmula para determinar la desviación estándar muestral:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad [2.11]$$

Donde:

- n: Tamaño de la muestra, cuyos datos se pueden conseguir de un estudio previo
- \bar{x} : Media aritmética de la muestra
- i: Periodo i

Para calcularla desviación estándar de una muestra que permita estimar una media de los costos operativos, se considera los valores obtenidos en el trabajo de grado "Análisis de los costos operativos entre el sistema de transporte público urbano y tranvía de la ciudad de Cuenca en el 2014 " cuyos valores para el costo operativo mensual de las diferentes marcas de autobuses se detallan en la Tabla 2.6

Tabla 2.6 Costos operativos - Referenciales

Costos finales según ANT		Marca	Costo mensual	Costo anual	Costo por kilómetro
Costos Operativos	$CO = \sum (CF + CV)$	Chevrolet Isuzu	3344,20	40130,41	0,47
		Mercedes Benz	3261,57	39138,79	0,46
		Volkswagen	3539,33	42471,91	0,50

(Ruiz & Villacreses, 2014)

Con estos valores, a continuación, se determinará la desviación estándar para estas tres marcas:

$$S = \sqrt{\frac{1}{3-1} [(3344,20 - 3381,7)^2 + (3261,57 - 3381,7)^2 + (3539,33 - 3381,7)^2]}$$

$$S = 142,62 \$$$

Obteniendo la desviación estándar de los costos operativos, se procede a determinar el valor de la muestra probabilística para estimar una media de los costos operativos de la cooperativa 28 de septiembre, expresándose a continuación:

$$n = \frac{160 * (1,96)^2 * (142,62)^2}{(20^2 * (160 - 1)) + (1,96^2 * 142,62^2)}$$

$$n = 88,21$$

Los datos que se deben recabar en la encuesta son los siguientes:

- Datos generales del vehículo (modelo, carrocería, año de fabricación)
- Salario del conductor y/o ayudante
- Costos de parqueadero
- Distancia muerta o vacía (desde la zona donde se guarda el autobús hasta el inicio de la ruta; y desde el final de la ruta hasta la zona para guardar el autobús)
- Rendimiento del combustible
- Intervalos de mantenimiento del autobús, cantidad requerida de insumos, y costos por cambio o mantenimiento.

2.6.1. Costos fijos

Es la sumatoria de aquellos rubros que se generan de manera obligatoria e independientemente del kilometraje recorrido por la unidad de transporte, para la prestación del servicio. Los rubros por concepto de costos fijos (CostF) en el transporte urbano se consideran los siguientes: el salario de los operadores, la legalización para poder dar servicio, la depreciación y los gastos administrativos, representándose en la siguiente ecuación.

$$\text{CostF} = \text{RemO} + \text{Leg} + \text{Du} + \text{GA} + \text{Parq} \quad [2.12]$$

Donde:

RemO: Costo mensual en remuneración de operadores por unidad de transporte

Leg: Costos en la legalización mensual por unidad de transporte

Du: Depreciación mensual por unidad de transporte

GA: Gasto administrativo mensual por unidad de transporte

Parq: Gastos referentes a parqueadero mensual por unidad de transporte

2.6.1.1. Remuneración de los operadores

Son los gastos correspondientes al salario percibido por el chofer de la unidad de transporte urbano y el ayudante de la misma unidad. Según lo establecido por el Ministerio de Trabajo del Ecuador se establecen los siguientes salarios:

Salario del conductor. – El sueldo por concepto de chofer de la unidad de transporte urbano, según lo dispuesto por el Ministerio de Trabajo (Segundo Suplemento Registro Oficial No. 919, 2017, pág. 73) es de 576.37 dólares. Este valor puede variar debido a horas extras trabajadas.

Salario del ayudante o controlador. - El sueldo para el ayudante del chofer o controlador es el salario básico unificado vigente que está definido en 375 \$, el cual fue aprobado por el Consejo Nacional de Trabajo y Salarios (CNTS) en el 2017.

Estos valores no pueden aceptarse como verdaderos fácilmente, debido a las condiciones de operación de la ciudad de Ibarra, por lo que se hace necesario determinar la media de los costos mensuales por concepto de pago por remuneración de los operadores de cada unidad de transporte, mediante la información que se recabe en las encuestas de costos operativos. Los resultados obtenidos en la cooperativa 28 de septiembre se presentan a continuación en la Tabla 2.7

Tabla 2.7 Datos-remuneración de operadores del autobús urbano

Operador/es del bus	Porcentaje (%) de la flota vehicular	Promedio remuneración diaria (\$) por unidad de transporte
Un solo conductor	83,87	26,55
Un conductor y ayudante	16,12	39,20
Total	100,00	

Por tal razón el salario diario ponderado del o los operadores de las unidades de transporte se establece en 28,59. Este valor como se puede observar es pago diario debido a las condiciones operativas del transporte.

Por otra parte, para realizar el cálculo mensual se considera que una unidad de transporte labora 28.16 días al mes, obteniendo los valores presentados en la en la Tabla 2.8

Tabla 2.8 Remuneración De Operadores Mensual Y Por Kilómetro Recorrido

Remuneración ponderada [\$]		
	Mensual	Anual
Por unidad de transporte	805,33	9 664,04
Por cooperativa	128 853,92	1 546 247,04

2.6.1.2. Legalización.

“Son los rubros correspondientes a las normativas y reglamentos para que las unidades de transporte público puedan operar normalmente. Estos rubros constan de lo siguiente:

- **Impuesto a la propiedad de vehículos motorizados de transporte terrestre.** - Es administrado por el servicio de rentas internas (SRI). El cálculo se realiza en relación con el avalúo del vehículo, como se explica en la Tabla 2.9

Tabla 2.9 Tarifa del Impuesto a la Propiedad de Vehículos

Base imponible (Avalúo)		Tarifa	
Desde USD \$ (Fracción básica)	Hasta USD	Sobre la fracción básica (USD)	Sobre la fracción excedente (%)
0	4 000	0	0.5
4 001	8 000	20	1.0
8 001	12 000	60	2.0
12 001	16 000	140	3.0

Fuente: (SRI, 2018, pág.1)

- **Impuesto ambiental a la contaminación vehicular (IACV).** - Es administrado por el servicio de rentas internas (SRI). El cálculo se realiza en relación con el cilindraje del vehículo, como se explica en la siguiente ecuación:

$$\text{IACV} = [(b - 1500)t](1 + \text{FA}) \quad [2.13]$$

Donde:

b: Base imponible (cilindraje en centímetros cúbicos)

t: Valor de imposición específica

FA: Factor de ajuste

En la Tabla 2.10 se detallan los valores de la base imponible (b), valor de imposición específica (t), y del factor de ajuste (FA) para los diferentes cilindrajes de los vehículos.

Tabla 2.10 Base imponible, Valor de Imposición y Factor Ajuste del Impuesto ambiental

No.	Cilindraje - automóviles (b)	\$ / cc. (t)	Antigüedad (años) automóviles	Factor (FA)
1	Menor a 1 500 cc	0,00	Menor a 5 años	0%
2	1 501 – 2 000 cc	0,08	De 5 a 10 años	5%
3	2 001 – 2 500 cc	0,09	De 11 a 15 años	10%
4	2 501 – 3 000 cc	0,11	De 16 a 20 años	15%
5	3 001 – 3 500 cc	0,12	Mayor a 20 años	20%
6	3 501 – 4 000 cc	0,24	Híbridos	-20%
7	Más de 4 000 cc	0,35		

Fuente: (SRI, 2018, pág.2)

- **Tasa ANT.** - Es administrado por la Agencia Nacional de Tránsito (ANT). Esta tasa es fija, siendo una tasa anual de 41\$ para el transporte público nuevo-usado
- **Tasa SPPAT.** -Es administrado por el FONSAT. La tasa establecida para los buses de transporte público es de 111,37\$.
- **Impuesto al Rodaje.** - Es administrado por el Municipio del cantón de Ibarra. Este impuesto está de acuerdo con el avalúo del vehículo, como se detalla en la Tabla 2.11

Tabla 2.11 Tarifa del impuesto al rodaje

Descripción	Avalúo	Tarifa Impuesto \$
Rodaje nivel 1	de 0 a 1 000	0
Rodaje nivel 2	de 1 000 a 4 000	5
Rodaje nivel 3	de 4 000 a 8 000	10
Rodaje nivel 4	de 8 000 a 12 000	15
Rodaje nivel 5	de 12 000 a 16 000	20

Fuente: (MOVILDELNOR, 2018, pág.1)

Por otra parte, los transportistas del sector público tienen exoneración del impuesto ambiental, y si el titular del vehículo es chofer profesional también tiene exoneración total al impuesto a la propiedad. Así por ejemplo se detalla en la Tabla 2.12 los rubros de matriculación 2017 correspondientes a un vehículo Volkswagen año 2004

Tabla 2.12 Rubros de la matriculación para un vehículo Volkswagen año 2004

Rubro	valor
Impuesto a la propiedad de vehículos motorizados de transporte terrestre	30,02
Exoneración al Impuesto a la propiedad	-30,02
Impuesto Ambiental a la Contaminación Vehicular	1 000,48
Exoneración al Impuesto Ambiental	-1 000,48
Tasa ANT	41,00
Tasa SPPAT	111,37
Impuesto al Rodaje	10,00
Total	162,37

- **Revisión Técnica Vehicular.** - Es administrado por Movidelnor EP. En la actualidad tiene un costo único de 5 \$, costo que representa el sello entregado de la revisión técnica vehicular.

De esta manera, los rubros promedio anuales correspondientes a matriculación de toda la flota vehicular de la cooperativa 28 de septiembre están estimados en 162,35 \$, dando un valor de 13,53 \$ mensuales.

2.6.1.3. Depreciación

“La depreciación se refiere al pago por el deterioro de los bienes de capital, esto incluye el desgaste físico y la pérdida del valor de esos bienes” (Sánchez, 2004, pág. 10) . La sumatoria de los montos por depreciación durante la vida útil y el valor residual permiten adquirir o reponer por un activo nuevo.

Existen varios criterios para estimar la depreciación del capital entre los que se puede citar: el método lineal y el método de suma de dígitos. Según el artículo costos y tarifas en el transporte público, Jorge Sánchez (2004) señala que “el método de suma de dígitos se basa en la teoría que los activos se desprecian más en sus primeros años de vida, lo cual es absolutamente cierto” (pág. 10), lo cual concuerda con las características del parque vehicular de Ibarra referentes al avalúo de los autobuses por año de fabricación.

Por esta razón, para el presente estudio se toma en consideración el método de suma de dígitos representado en la siguiente ecuación:

$$Dep = \frac{\text{años restantes de vida útil}}{\sum \text{de años de vida útil}} * (\text{valor inicial} - \text{valor residual}) \quad [2.14]$$

Donde se considera que el valor de rescate es de 7 950,00 \$ equivalente al 6,43 % de la inversión inicial de la compra del vehículo, este valor se asigna de acuerdo con los valores actuales cotizados de un vehículo de 20 años para el transporte urbano. También se considera que la unidad queda depreciada después del vigésimo año de operación, esto de acuerdo con la resolución No. 111-DIR-2014-ANT de la Agencia Nacional de Transito.

Así por ejemplo, a continuación se calcula la depreciación para el año 2018 de un vehículo del año 2003 donde se considera los siguientes datos: el valor inicial estimado es de 22

779,31 \$ y el valor de rescate estimado es de 7 950,00 \$ donde los años restantes de vida útil es de 5 años y la Σ de años de vida útil es igual a 15.

$$Dep = \frac{5}{15} \times (22\,779,31 - 7\,950,00)$$

$$Dep = 4\,943,10 \$$$

Para estimar la depreciación de los siguientes años del mismo vehículo se sustituye el valor de los años restantes de vida por el año restante que se desea estimar la depreciación. Así por ejemplo en el siguiente ejemplo se determina la depreciación para el último año de depreciación del anterior ejemplo.

$$Dep = \frac{1}{15} \times (22\,779,31 - 7\,950,00)$$

$$Dep = 988,62 \$$$

En la Tabla 2.13 se presenta el valor actual estimado de la flota vehicular de la cooperativa 28 de septiembre y la depreciación para el año 2018 de los distintos autobuses.

Tabla 2.13 Depreciación flota vehicular – Cooperativa 28 de Septiembre

año del vehículo	valor inicial estimado en el 2018	Flota vehicular	Depreciación año 2018 por unidad de transporte	Depreciación total según el año de vehículo
2008	46 905,42	3	7 082,80	21 248,40
2007	39 667,58	1	6 343,52	6 343,51
2006	33 636,06	8	5 708,01	45 664,09
2005	28 810,83	12	5 215,21	62 582,50
2004	25 591,92	24	5 040,55	120 973,14
2003	22 779,31	30	4 943,10	148 293,06
2002	19 573,00	37	4 649,20	172 020,40
2001	16 123,80	23	4 086,90	93 998,70
1999	9 312,30	12	1 362,30	16 347,60
1998	7 950,00	10	900,00	9 000,00

En la Tabla 2.14 Se presentan los resultados obtenidos de la depreciación para toda la flota vehicular y la deprecación promedio de la unidad de transporte en la cooperativa.

Tabla 2.14 Depreciación total y promedio – Cooperativa 28 de Septiembre

Depreciación total de la flota vehicular	696 471,42
Depreciación promedio por unidad de transporte	4 352,95

2.6.1.4. Gastos Administrativos

Se considera aquellos rubros basados de acuerdo con los estatutos o reglamentos internos de las cooperativas de transporte urbano, donde se estipula un cobro de cuotas mensuales por concepto de administración. Esta información se recomienda obtener directamente de la administración de la cooperativa.

En la cooperativa 28 de Septiembre se consideran principalmente dos rubros dentro de los gastos administrativos que son: el ticket administrativo y la cuota del servicio de rastreo satelital diarios. En la Tabla 2.15 se detallan los costos diarios y mensuales que se generan a nivel de cooperativa y por unidad de transporte:

Tabla 2.15 Costo administrativo

Costos administrativos	Diario	Mensual	Anual
Ticket administrativo	3,50	98,57	1 182,86
Cuota rastreo satelital	1,00	28,16	337,96
Total	4,50	126,73	1 520,82

2.6.1.5. Parqueadero

Mediante los datos obtenidos de la encuesta se establece el porcentaje que paga un determinado valor por concepto de parqueadero o garaje de la unidad de transporte. Para determinar el costo mensual que representa el garaje a cada unidad se establece una media ponderada de los valores mensuales correspondientes a garaje.

En la Tabla 2.16 se presentan los datos obtenidos de la cooperativa 28 de septiembre, detallándose el porcentaje de la flota vehicular y el costo que le representa el garaje, además de definir el costo mensual ponderado del parqueadero por unidad de transporte

Tabla 2.16 Costo mensual ponderado del parqueadero por unidad de transporte

Porcentaje (%) de la flota vehicular	Costo (\$) del parqueadero mensual
90,32	0
6,45	60
3,22	75
Costo mensual ponderado del parqueadero	6,29

2.6.2. Costos variables

Es la sumatoria de aquellos rubros que se generan de manera obligatoria y de forma dependientemente del kilometraje recorrido por la unidad de transporte, para la prestación del servicio. “El costo variable es directamente proporcional al nivel de actividad del servicio, es decir si el nivel de actividad crece, este valor también lo hace” (Sánchez, 2004, pág. 27).

Dicho esto, se considera que los rubros por concepto de costos variables (CostoV) en el transporte urbano de Ibarra son aquellos gastos en combustible y en mantenimiento por unidad de transporte en un determinado periodo. En la siguiente ecuación se establece la ecuación para calcular los costos variables mensuales:

$$\text{CostV} = \text{CostCom} + \text{CostMant} \quad [2.15]$$

Donde:

CostCom: Costo en Combustible mensual

CostMant: Costo en Mantenimiento del autobús mensual

2.6.2.1. Combustible

Se refiere al costo económico destinado a la compra de combustible para el funcionamiento del servicio de transporte urbano, para ello se debe tomar en cuenta que el costo del combustible es inversamente proporcional al rendimiento del combustible, es decir a mayor rendimiento es menor el costo y a menor rendimiento mayor es el costo. También es importante mencionar que el rendimiento del combustible en los distintos vehículos de la cooperativa en estudio varía debido a diferentes variables como: la potencia del motor, modelo del vehículo, carrocería, condiciones de trabajo (tráfico, calidad de las vías), y forma de conducción.

Por tal razón la generalización de datos no se puede hacer por categorías es decir obtener resultados por modelo o marca de vehículo, debido a que no se estaría tomando en consideración las demás variables antes mencionadas.

Debido a lo mencionado, para determinar la estimación del rendimiento de combustible se realiza un levantamiento de datos in situ de forma global, en el cual se registra la marca del autobús, el precio del galón de Diesel, los kilómetros recorridos al día y la cantidad de combustible utilizado al día, como se muestra en la Tabla 2.17

Tabla 2.17 Levantamiento de datos - combustible

Precio del Galón de Diesel	1.037 \$/gal
Kilómetros recorridos al día	Kilómetros/día
Cantidad de combustible utilizado al día de los diferentes tipos de buses A, B, C y D	Galones/día

- **Rendimiento de combustible por galón**

Primero se procede a calcular el rendimiento del combustible por galón (RCg) de los diferentes tipos de buses analizados; que es igual a la relación entre los kilómetros recorridos al día y el consumo de combustible diario, expresado en la siguiente ecuación:

$$RCg = \frac{KRDía[Km]}{CCDía[gal]} \quad [2.16]$$

Donde:

KRDía: Kilómetros recorridos al día

CCDía: Consumo de combustible diario

- **Rendimiento ponderado de combustible por galón**

Luego de haber promediado los rendimientos obtenidos por cada marca de vehículo. Se procedió a estimar el rendimiento ponderado de combustible por galón (RPCg) de las distintas marcas de vehículos, para lo cual se aplicó la siguiente ecuación:

$$RPCg = \frac{RCg_1 \times J + RCg_2 \times K + RCg_3 \times L + RCg_4 \times M}{100} \quad [2.17]$$

Donde:

RCg₁: Promedio del rendimiento de combustible por galón - autobús tipo A

RCg₂: Promedio del rendimiento de combustible por galón - autobús tipo B

RCg₃: Promedio del rendimiento de combustible por galón - autobús tipo C

RCg₄: Promedio del rendimiento de combustible por galón - autobús tipo D

J: % de autobuses tipo A

K: % de autobuses tipo B

L: % de autobuses tipo C

M: % de autobuses tipo D

En la Tabla 2.18 se presentan los datos promediados del rendimiento de combustible y el porcentaje representativo de la flota vehicular en la cooperativa 28 de septiembre, según la marca del vehículo.

Tabla 2.18 Rendimiento de combustible - Según la marca del vehículo

Marca	Porcentaje representativo [%]	Promedio del rendimiento de combustible [Km/gal]
Chevrolet	77,71	9,31
Hino	14,65	9,88
Mercedes Benz	4,46	9,53
Volkswagen	3,18	8,88

Por lo tanto, el rendimiento ponderado del combustible por galón (RPCg) para la cooperativa 28 de septiembre se calcula a continuación:

$$\text{RPCg} = \frac{9,29 \times 77,71 + 9,88 \times 14,65 + 9,53 \times 4,46 + 8,88 \times 3,18}{100}$$

$$\text{RPCg} = 9,37 \left[\text{Km/gal} \right]$$

- **Costo del combustible por kilómetro recorrido**

Por otra parte, el costo del combustible por kilómetro recorrido (CostCkr) es igual a la relación que existe entre el precio del galón de combustible y el rendimiento ponderado de combustible por galón; expresada en la siguiente ecuación.

$$\text{CostCkr} = \frac{\text{Pgc}}{\text{RPCg}} \left[\frac{\$}{\text{Km}} \right] \quad [2.18]$$

Donde:

Pgc: Precio del galón de combustible

RPCg: Rendimiento ponderado de combustible por galón

A continuación, se establece el costo de combustible por kilómetro recorrido de la cooperativa 28 de septiembre.

$$\text{CostCkr} = \frac{1,037}{9,37} \left[\frac{\$}{\text{Km}} \right]$$

$$\text{CostCkr} = 0,11 \left[\frac{\$}{\text{Km}} \right]$$

- **Costo de combustible mensual por unidad de transporte**

Finalmente, para estimar el costo de combustible mensual por unidad de transporte (CostCm) se multiplica el costo de combustible por kilómetro recorrido por los kilómetros recorridos al mes por unidad de transporte expresándose en la siguiente ecuación.

$$\text{CostCm} = \text{CostCkr} \times \text{KRm} \quad [2.19]$$

Donde:

CostCm: Costo de combustible mensual por unidad de transporte

CostCkr: costo de combustible por kilómetro recorrido

KRm: kilómetros recorridos al mes por unidad de transporte

Así, por ejemplo, conociendo que los kilómetros recorridos al mes por unidad de transporte de la cooperativa 28 de septiembre es de 5016,76 [km] en ruta y 705,53 [km] en distancia muerta, se calcula a continuación el costo de combustible mensual por autobús.

$$\text{CostCm} = 0,11 \left[\frac{\$}{\text{Km}} \right] \times 5722,30 \text{ [km]}$$

$$\text{CostCm} = 633,34\$$$

2.6.2.2. Costo en Mantenimiento del autobús

Son los gastos correspondientes al mantenimiento del automotor en general, mediante la revisión periódica de los elementos a desgastarse y/o que necesiten de limpieza, engrase, reparación o cambio de sus partes. Los ítems correspondientes a mantenimiento preventivo como correctivo se agrupan en sistemas o partes del vehículo para que se distinga y principalmente para que sea de mejor comprensión al momento de ejecutar el levantamiento de datos. En la Tabla 2.19 se detallan todos los rubros correspondientes al mantenimiento preventivo y correctivo.

Tabla 2.19 Rubros considerados como parte del mantenimiento en autobuses

Mantenimiento preventivo y correctivo	Intervalo de cambio	Cantidad necesaria por cambio	Precio unitario del Mantenimiento
Chasis y carrocería			
Cambio de limpia parabrisas			
Cambio de tapicería de asientos			
Cambio o arreglo del piso			
Engrasado			
Motor, sistema de refrigeración y distribución			
Baquetada del radiador y cambio de líquido refrigerante			
Calibración de las válvulas de distribución			
Cambio de la banda de accesorios			
Cambio de las mangueras y la tapa del radiador			
Cambio de Lubricante del Motor y filtro de aceite			
Cambio Filtro de aire			
Mantenimiento del turbo			
Reparación del motor (cambio chaquetas de bancada y pistones, rines, pistón y camisas)			
Sistema Eléctrico			
Cambio de baterías			
Cambio de luces delanteras y/o posteriores			
Alternador			
Arranque			
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)			

Tabla 2.19 Rubros considerados como parte del mantenimiento (**Continuación...**)

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, rodela del piñón de retro, sincronizado)			
Reparación básica del diferencial (cambio rodamiento y rodela del florero)			
Reparación completa del diferencial (cambio rodamiento y rodela del florero, cono y corona)			
Sistema de dirección y suspensión			
Cambio de amortiguadores			
Cambio de ballestas			
Cambio de fuelles de la suspensión o torpress			
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			
Mantenimiento compresor (cambio sellos)			

Fuente: (ANT, 2014)

Para procesar la información de los costos anuales de mantenimiento primero se procede a agrupar la información según las distintas marcas de vehículos analizados, luego se procede a calcular el costo anual de cada mantenimiento ($CostAcm$), el cual es igual al producto del costo de cada mantenimiento ($Costcm$) y el número de cambios anual (Nc). Después se procede a promediar los costos anuales de cada mantenimiento preventivo y/o correctivo detallados en la tabla anterior.

El costo anual total de mantenimiento ($CostAMant$) es igual a la sumatoria de los valores promediados de los costos anuales de cada mantenimiento preventivo y correctivo ($CostAPcm$), el cual se representa en la siguiente ecuación:

$$CostAMant = \sum(CostAPcm) \quad [2.20]$$

En la Tabla 2.20 se presentan los costos anuales de mantenimiento en los distintos sistemas o partes del vehículo, como también el Costo anual total de mantenimiento (CostAMant) según la marca del automotor representativa en la flota vehicular de la cooperativa.

Tabla 2.20 Costos Anuales De Mantenimiento – Cooperativa 28 de Septiembre

Mantenimiento	Costo anual			
	Chevrolet	Hino	Mercedes	Volkswagen
Chasis y carrocería	936,53	752,69	1 559,11	837,50
Motor, sistema de refrigeración y distribución	2 976,53	2 484,53	2 871,77	2 770,00
Sistema eléctrico	439,56	502,79	430,83	255,00
Sistema de inyección	703,25	588,64	571,56	616,66
Sistema de transmisión	2 128,83	1 591,60	1 496,54	2 166,66
Sistema de dirección y suspensión	2 620,60	2 363,00	2 073,83	2 628,00
Sistema de frenos	490,74	405,33	244,00	320,00
Costo anual total de mantenimiento	10 296,07	8 688,61	9 247,68	9 593,83

Finalmente, para determinar el costo anual ponderado de mantenimiento (CostAPMant) se procede a realizar una media ponderada de los costos anuales de mantenimiento según el porcentaje que representa cada marca de vehículo en la flota vehicular. El costo anual ponderado de mantenimiento (CostAPMant) se define en la siguiente ecuación:

$$\text{CostAPMant} = \frac{(\text{CostAMant}_1 \times J) + (\text{CostAMant}_2 \times K) + (\text{CostAMant}_3 \times L) + (\text{CostAMant}_4 \times M)}{100} \quad [2.21]$$

Donde:

CostAMant₁: Costo anual total de manteniendodel autobús tipo A

CostAMant₂: Costo anual total de manteniendodel autobús tipo B

CostAMant₃: Costo anual total de manteniendo del autobús tipo C

CostAMant₄: Costo anual total de manteniendo del autobús tipo D

J: % de autobuses tipo A

K: % de autobuses tipo B

L: % de autobuses tipo C

M: % de autobuses tipo D

De esta manera, el costo anual ponderado de mantenimiento (CostAPMant) para la cooperativa 28 de septiembre se determina a continuación:

$$\text{CostAPMant} = \frac{(10296 \times 77,7) + (8688,6 \times 14,7) + (9247,7 \times 4,4) + (9593,8 \times 3,2)}{100}$$

$$\text{CostAPMant} = 9\,991,49 \$ 11$$

Por lo tanto, el costo mensual ponderado en mantenimiento de cada unidad se establece en 832,62 \$

2.7. Evaluación financiera

La evaluación financiera se realiza en proyectos privados con el fin de identificar cuáles son los beneficios y costos en la cooperativa de transporte público urbano 28 de septiembre, mediante la aplicación de ecuaciones que permitan valorar los indicadores financieros los cuales a su vez determinan la rentabilidad que tiene el transporte público urbano en la cooperativa sujeta a estudio.

2.7.1. Captación equivalente de pasajeros en punto de equilibrio

La cantidad de pasajeros en equilibrio se refiere a la cantidad de usuarios que se necesitan para obtener los ingresos mínimos necesarios que puedan cubrir al menos los costos operativos del servicio de transporte urbano. El servicio de transporte urbano en la ciudad de Ibarra tiene una particularidad en sus características operativas, y es que al tener rutas fijas con frecuencias establecidas el nivel de actividad del servicio va a hacer constante, por tal razón los costos operativos también. Debido a esto, la captación equivalente de pasajeros en punto de equilibrio (Qe) se define como la relación existente entre los costos operativos y la tarifa vigente del pasaje urbano, como se presenta en la siguiente ecuación:

$$Qe = \frac{\text{CostO}}{\text{Tar}} \quad [2.22]$$

Donde:

CostO: Costos operativos

Tar: Tarifa vigente del pasaje urbano en la ciudad de Ibarra

Así, por ejemplo, la cantidad de pasajeros en equilibrio para poder cubrir solamente los costos operativos de la cooperativa 28 de Septiembre se estima a continuación:

$$Q_e = \frac{2\,834,78}{0.3}$$

$$Q_e = 9\,449,25$$

Los costos utilizados en la ecuación anterior son mensuales y por unidad de transporte, por lo tanto, la captación equivalente de pasajeros en equilibrio se expresa en las mismas unidades de tiempo y por unidad de transporte urbano.

2.7.2. Tarifa del pasaje en punto de equilibrio

La tarifa del pasaje en punto de equilibrio (TarEqui) se refiere al valor mínimo que debe cobrarse por el servicio de transporte público urbano para cubrir los costos operativos del mismo. Para ello se establece la siguiente ecuación:

$$\text{TarEqui} = \frac{\text{CostF} + \text{CostV}}{\text{CapEPUu}} \quad [2.23]$$

Donde:

CostF: Costos Fijos

CostV: Costos Variables

CapEPUu: Captación equivalente ponderada de usuarios por unidad de transporte

Se utiliza esta fórmula debido a que se considera que la demanda tiene una elasticidad mínima, ya que principalmente está relacionada a otras actividades económicas por lo cual

no varía mucho este valor y porque el nivel de actividad del servicio no guarda una proporción directa con la demanda. A continuación, se estima la tarifa del pasaje en equilibrio para la cooperativa 28 de Septiembre:

$$\text{TarEqui} = \frac{2\,834,78}{17\,172,19}$$

$$\text{TarEqui} = 0,165$$

Los valores utilizados en la ecuación anterior son mensuales y a nivel de unidad de transporte. El resultado estima una tarifa general en punto de equilibrio de 0.165 \$ para la cooperativa 28 de Septiembre, cubriendo este valor únicamente los costos operativos, es decir no se considera utilidad en el proyecto.

2.7.3. Estado de pérdidas y ganancias

El cálculo del estado de pérdidas y ganancias da como resultado la utilidad neta; en el cual, del total de ingresos brutos recibidos en un periodo determinado, se restan los costos operativos, la participación de utilidades y los impuestos a la renta. La participación de utilidades para los trabajadores está establecida por la ley en 15% de la utilidad bruta; mientras que el impuesto a la renta se establece de acuerdo con el valor de los ingresos grabados como se muestra en la Tabla 2.21

Tabla 2.21 Impuesto a la Renta

Año 2018 -En dólares			
Fracción básica	Exceso hasta	Impuesto fracción básica	% Impuesto fracción excedente
0	11 270	0	0%
11 270	14 360	0	5%
14 360	17 950	155	10%
17 950	21 550	514	12%
21 550	43 100	946	15%
43 100	64 630	4 178	20%
64 630	86 180	8 484	25%
86 180	114 890	13 872	30%
114 890	En adelante	22 485	35%

Fuente: (SRI, 2018, pág. 3)

Así, por ejemplo, en la Tabla 2.22 se detallan los valores del estado de pérdidas para el año 2018 de una unidad de transporte promedio de la cooperativa 28 de septiembre:

Tabla 2.22 Estado de pérdidas y ganancias año 2018

Rubros - Periodo 2018		Valor (\$)
(+ Ingreso anual		61 819,907
(-) Costos fijos	Remuneración operadores	9 664,04
	Legalización	162,35
	Depreciación	4 943,10
	Gastos administrativos	1 520,82
	Parqueadero	75,48
(-) Costos variables	Combustible	7 660,00
	Mantenimiento preventivo-correctivo	9 991,49
(=) Utilidad bruta		27 802,60
(-) Participación de utilidades trabajadores (15%)		4 170,39
(-) Impuesto a la renta		1 883,89
Utilidad neta		21 748,32

2.7.4. Flujo de efectivo

El flujo de efectivo informa cual es el movimiento o la variación de dinero que se genera en una actividad económica, en este caso particular en el transporte urbano. Cuando el flujo de efectivo es positivo indica un buen funcionamiento de la actividad económica, lo que es importante debido a que el dueño transportista tiene la capacidad de cubrir sus operaciones y afrontar cualquier imprevisto sea mecánico o de cualquier otra índole sin tener la necesidad de acudir a préstamos. El resultado del flujo de efectivo es un informe que detalla la situación financiera en el cual se evalúa la liquides o solvencia que tiene, en este caso el transporte urbano. La Tabla 2.23 indica una plantilla para calcular el flujo de efectivo de una nueva inversión o reinversión en el transporte urbano:

Tabla 2.23 Flujo de efectivo

Flujo de operación	Año 0	Año 1	Año 2	Año 19	Año 20
(+) Utilidad neta						
(+) Depreciación						
Flujo de inversión y amortización						
(-) inversión inicial						
(+) Préstamo						
(-) Amortización						
(+) Valor de rescate						
Flujo Neto						

Nota: Para todo el análisis financiero se considera un periodo de 20 años debido a la vida útil del vehículo permitido para la utilización en el transporte público urbano.

La estructura del flujo de efectivo está constituida por: El flujo de operación, donde se resume los ingresos y egresos de efectivo de las actividades relacionadas con la prestación del servicio de transporte público urbano. Los valores que se consideran son la utilidad neta y la depreciación, este último también con signo positivo debido a que este dinero no es una salida de efectivo real para la empresa. El flujo de inversión y financiamiento, en donde detalla en el año cero la inversión inicial con signo negativo debido a que es una salida de dinero y el valor del préstamo con signo positivo al ser un ingreso de efectivo a la empresa; luego en los siguientes años se establece el valor anual de amortización con signo negativo al ser una salida de efectivo durante 20 años y en el último año se suma el valor de rescate del autobús estimado en 7 950,00 \$ y el valor residual del paquete accionario.

2.7.5. Valor actual neto (VAN)

Se define como el valor actual presente de la sumatoria de flujos netos de una inversión, a los cuales se disminuye la tasa de descuento. En esta sumatoria incluye el flujo neto cero, en el cual se considera solo los valores de la inversión inicial y del préstamo en caso de realizarse. El valor Actual neto representa el total de recursos líquidos que quedan a favor de la empresa al final del proyecto; por tal razón se establece ciertos criterios de decisión financieros tomando en cuenta este valor. Si el VAN es mayor a cero se considera un proyecto rentable, cuando es igual a cero es un proyecto indiferente, y si es menor a cero el proyecto no es rentable. A continuación, se presenta la ecuación para calcular el valor actual neto (VAN) para un tiempo de vida de 20 años

$$VAN = \sum_{n=0}^{20} \frac{FN_n}{(1+i)^n} \quad [2.24]$$

Donde:

FN: Flujo neto

n: Periodo n

i: Tasa de descuento o rentabilidad

Para calcular la tasa de descuento mínima $(i)_{\min}$ de una inversión con apalancamiento, es decir que el proyecto de inversión usa endeudamiento, se utiliza la siguiente ecuación:

$$i = \% \text{Capital propio} \times (\text{tasa de interes pasiva} + \text{inflación}) + \% \text{Prestamo} \times \text{interes anual} \times (1 - \text{impuesto a la renta}) \quad [2.25]$$

Así por ejemplo se calcula a continuación la tasa de descuento para una inversión nueva es decir que un nuevo socio ingresa a la cooperativa, se considera que el apalancamiento es del 60.70% de financiamiento en la inversión inicial total y el restante es capital propio.

$$i = 39,30\% \times (0,0743 + 0,0367) + 60,70 \% \times 0,1085 \times (1 - 0,1)$$

$$i = 10,29\%$$

Para determinar una tasa de descuento (i) que se ajuste a la realidad socioeconómica de la ciudad de Ibarra se propone estimar una media ponderada de este valor de acuerdo con la estratificación del nivel socioeconómico de la urbe como se presenta en la Tabla 2.24 en donde se presenta los distintos niveles socioeconómicos y el valor de la tasa de descuento propuesta para cada estrato, donde el valor para el nivel socioeconómico D de estatus bajo es igual a la tasa de descuento mínima mas el diferencial por riesgo considerándose el valor del 13% establecido en la Resolución No. 100-DIR-2014-ANT

Tabla 2.24 Tasa de descuento (i)

Nivel socioeconómico	Tasa de descuento (i)
A	28,00
B	23,00
C	18,00
D	13,00

Luego de ello se procede a calcular el valor actual neto estimado con los valores obtenidos de los flujos netos y de la tasa de descuento en la cooperativa de transporte urbano

$$VAN = \sum_{n=0}^{20} \frac{-90000}{(1+0,2)^0} + \frac{13239,07}{(1+0,2)^1} + \frac{12944,87}{(1+0,2)^2} + \frac{12630,81}{(1+0,2)^3} + \dots + \frac{12630,81}{(1+0,2)^{19}} + \frac{12630,81}{(1+0,2)^{20}}$$

$$VAN = 20\ 621,21$$

2.7.6. Tasa interna de retorno (TIR)

La tasa interna de retorno es un indicador financiero para evaluar proyectos, cuyo valor expresa el porcentaje de ganancia o pérdida en relación con la inversión del proyecto. Para calcular la tasa interna de retorno se utiliza la misma fórmula del VAN, pero con la diferencia que este valor se iguala a cero, donde la TIR es equivalente a la tasa de descuento producida por un proyecto de inversión. A continuación, se expresa la TIR en la siguiente ecuación:

$$0 = \sum_{n=0}^{20} \frac{FN}{(1+TIR)^n} \quad [2.26]$$

Donde:

FN: Flujo neto del periodo

N: Número de periodos

Para el proceso de cálculo generalmente se realiza por un método conocido como tanteo, es decir prueba y error hasta que la tasa de una igualdad a la ecuación de cero. También se puede calcular este valor con programas o calculadoras financieras. A continuación, se calcula la tasa interna de retorno con los valores obtenidos del flujo neto en el transporte público urbano de la ciudad de Ibarra para un vehículo promedio de 15 años de vida.

$$0 = \sum_{n=0}^{20} \frac{-90000}{(1+TIR)^0} + \frac{13239,07}{(1+TIR)^1} + \frac{12944,87}{(1+TIR)^2} + \frac{12630,81}{(1+TIR)^3} + \dots + \frac{12630,81}{(1+TIR)^{19}} + \frac{12630,81}{(1+TIR)^{20}}$$

$$TIR = 26 \%$$

Para considerar que el proyecto es aceptable, el valor resultante de la TIR debe ser mayor a la máxima tasa de interés pasiva por depósitos a plazos; además debe ser también mayor a la tasa de interés adquirida en las entidades financieras para el financiamiento del proyecto.

La Figura 3.1 indica el sistema de zonificación para el transporte público urbano de la ciudad de Ibarra, el cual consta de 41 sectores divididos en tres zonas principales como son: zonas hipercinéticas, zonas urbanas y zonas periféricas.

La codificación utilizada para los distintos sectores se define por el número del sector y la inicial de la zona en la que se encuentra ubicado dicho sector. Así por ejemplo el sector de Azaya cuyo código es 26U, significa que es el sector número 26 y que se encuentra dentro de la zona urbana. En la Tabla 3.1 se describe el sistema de Zonificación con su respectiva codificación, además se indica la señalización de identificación del color de cada sector.

Tabla 3.1 Zonificación y Codificación - Transporte Urbano

ZONIFICACIÓN Y CODIFICACIÓN					
Cod.	Zona Periferia	 14u	Los Ceibos	 29u	Estadio-Policía
 1p	Pueblo de Yahuarcocha	 15u	Caranqui	 30u	Redondel Ajaví - Pisc. Olímpica
 2p	Aduana-Priorato	 16u	Ejido de Caranqui	 31u	Pilanqui-Cdla Ferroviaria
 3p	La Esperanza-Yaguachi	 17u	Yacucalle	 32u	Cdla. Municipal-10 de agosto
 4p	San Antonio	 18u	Parque Céntrica (sur y tribuna)	 33u	Cruz Verde -Teodoro Gómez
 5p	Santo. Domingo-Tanguarin	 19u	Supermaxi-Igl. Jesús gran poder	 42u	Terminal
 6p	Bellavista	 20u	Florida-Odilas	Cod.	Zona Hipercentro
 7p	Los Soles	 21u	Pugacho-colinas del sur	 34h	Basílica-col. Oviedo - col. San francisco
 8p	Coop. Imbabura	 22u	Quinta-Jardín de Paz	 35h	Ilesa – Stdo Domingo
 9p	Santa Rosa-El Tejar	 23u	Parq. Chiles-Av. Fray V. Galindo	 36h	Sánchez y obispo Mosquera
 10p	El Milagro	 24u	Empedrado-Hosp. Seguro	 37h	M. Amazonas - c.c. Bahía – Tía
 11p	Chorlavi	 25u	Alpachaca-El Mirador	 38h	Bolívar- Parq. Moncayo
Cod.	Zona Urbana	 26u	Azaya	 39h	L. Mall y Col. Ibarra
 12u	Olivo-U. Técnica-Av. 17 julio	 27u	Mayorista	 40h	Av. Jaime Rivadeneira-Coliseo
 13u	La victoria-U. Católica	 28u	Huertos Familiares	 41h	Obelisco-Chica Narváez-Parq. Merced

Fuente: (Casares & Cuasapas, 2018)

El inventario de la flota vehicular de la cooperativa 28 de Septiembre consta de la siguiente información:

- Edad del parque vehicular, detallada en la Tabla 1.1, del presente trabajo.
- Marca y/o modelo de toda la flota de buses detallada en la Figura 1.1

- Vehículos asignados a cada ruta, detallada en la Tabla 1.3, del presente trabajo.
- Frecuencias de las rutas pertenecientes a la cooperativa de lunes a domingo, detallada en la Tabla 1.2 del presente trabajo.

3.2. Inversión y financiamiento

Para definir la inversión inicial y el financiamiento en la cooperativa 28 de septiembre del transporte público urbano de la ciudad de Ibarra se definieron dos casos siguientes:

- Caso 1: es para la situación actual de la cooperativa, en el cual la edad media de la flota vehicular es de 15 años, por lo que el análisis se realizó para un vehículo promedio, donde la vida del proyecto son los años restantes que tiene de vida para circular en la ciudad, considerando la vida del proyecto de 5 años. Para el presente caso se determinó como inversión inicial, el costo actual de un autobús promedio (15 años) estimado en 22 779,31 \$ y el costo del paquete accionario.
- Caso 2: es para un proyecto de reinversión o nueva inversión, en donde se consideró para la inversión la renovación del autobús a un vehículo de medio uso año 2010 estimado en 65 000 \$, y el costo del paquete accionario. Siendo, la vida del proyecto de 12 años.
- Caso 3: es para un proyecto de reinversión o nueva inversión, en donde se consideró para la inversión el valor de un vehículo nuevo representativo y el valor que tiene el paquete accionario de la cooperativa 28 de Septiembre. Para el presente caso se determinó el costo ponderado actual de un autobús de transporte urbano estimado en 123 594.69 \$, donde 66 094,69 \$ es el costo del chasis y 57 500 \$ es el costo de la carrocería.

Para definir los valores de inversión y financiamiento se consideró los siguientes aspectos:

- El precio únicamente del paquete accionario, es decir sin el vehículo se establece alrededor de los 90 000 dólares.
- La tasa de interés referencial considerada para este estudio es la establecida por el banco central del Ecuador para el año 2018 que es del 10.85%.

- Se consideró un periodo de amortización de 20 años, de acuerdo con la vida útil del vehículo de transporte público urbano establecida por la resolución No. 080-DIR-2010-CNTTTSV vigente de la comisión de tránsito del Ecuador.

En la Tabla 3.3 se presenta los resultados de inversión, financiamiento y amortización

Tabla 3.3 Inversión y financiamiento

	Caso 1	Caso 2	Caso 3
Inversión inicial	112 779,30	155 000	213 594,69
Financiamiento	22 779,30	65 000	123 594,69
Amortización anual para años restantes del proyecto	5 609,25	9 708,61	15 157,68

3.3. Verificación de recorridos

La verificación de los kilómetros recorridos, mediante la utilización de herramientas GPS, de las distintas rutas de la cooperativa 28 de Septiembre se presenta en la Tabla 3.4

Tabla 3.4 Kilómetros ofertados por ruta verificados – Cooperativa 28 de Septiembre

No.	Nombre de la Ruta	Kilómetros ofertados en gabinete por vuelta	Kilómetros ofertados en campo por vuelta
1	Aduana – Caranqui	26,8	26,74
2	Arcángel - San Cristóbal	30,4	35,25
3	Azaya - La Campiña	19,4	19,23
4	Católica – Alpachaca	15,9	17,09
5	Chorlavi - La Victoria	29,9	33,70
6	Las Palmas – Guayaquil	19,7	19,34
7	Milagro – Yahuarcocha	33,7	34,84
8	Pugacho – Alpachaca	18,7	19,03
9	Santa Rosa - Santa Terecita	21,2	22,89
10	Tanguarin	34,5	36,40
11	Naranjito	20,6	21,62
12	Bellavista – Mercado Amazonas	22,4	23,81
13	Aloburo	19,4	20,37
14	Huertos Familiares – Óvalos	39,9	39,22

Fuente: (Ramírez J, 2018)

Donde: los kilómetros ofertados en gabinete son los obtenidos en fuentes secundarias, y los kilómetros ofertados en campo son los valores corroborados mediante dispositivos GPS.

A continuación, se presenta la Tabla 3.5 con los valores verificados de los kilometro recorridos mensuales por ruta, cooperativa y por unidad de transporte; en el cual se consideraron las frecuencias en días hábiles, sábados - feriados y domingos, además también se consideró la distancia muerta recorrida promedio de las unidades de transporte público urbano, cuyos resultados se estiman para cada autobús cerca a los 5 722.3 km recorridos mensuales.

Tabla 3.5 Km. Recorridos mensual - Cooperativa 28 de Septiembre

No.	Ruta	Km. Recorridos mensual
1	Aduana – Caranqui	89 233,90
2	Arcangel - San Cristobal	30 021,84
3	Azaya - La Campiña	77 564,32
4	Católica – Alpachaca	48 871,14
5	Chorlavi - La Victoria	80 712,54
6	Las Palmas – Guayaquil	58 517,62
7	Milagro – Yahuarcocha	77 049,32
8	Pugacho– Alpachaca	44 349,34
9	Santa Rosa - Santa Terecita	39 690,04
10	Tanguarin	80 837,74
11	Naranjito	2 914,49
12	Bellavista - Mercado Amazonas	3 207,65
13	Aloburo	1 151,40
14	Huertos Familiares – Óvalos	168 561,02
Cooperativa 28 de Septiembre en ruta		802 682,41
Unidad de transporte en ruta		5 016,76
Distancia muerta promedio / unidad de transporte		709,76
Total kilometros recorridos / Unidad de transporte		5 726,52

3.4. Estimación de la captación equivalente ponderada de usuarios e ingreso bruto

Mediante resultados obtenidos en la cooperativa de transporte público urbano "28 de Septiembre" referentes a la captación equivalente ponderada de usuarios mensual y por kilómetro recorrido de cada una de las rutas, se pudo analizar que las dos rutas con mayor

afluencia de pasajeros mensual son: Huertos Familiares-Óvalos y Azaya-La Campiña. Sin embargo, al relacionar la captación de pasajeros por los kilómetros recorridos, las rutas con mayor afluencia de pasajeros cambian, siendo: Católica-Alpachaca y Azaya-La Campiña respectivamente. Así lo detalla la Tabla 3.6 referente a la captación de pasajeros por ruta

Tabla 3.6 Captación equivalente ponderada de usuarios por ruta-Coop. 28 de Septiembre

No.	Nombre de la ruta	Captación equivalente ponderada por mes	Captación equivalente ponderada por km	% ponderado de usuarios que paga media tarifa
1	Aduana – Caranqui	289 491,33	3,24	24,07
2	Arcángel - San Cristóbal	61 543,67	2,04	36,41
3	Azaya - La Campiña	362 089,33	4,66	35,19
4	Católica – Alpachaca	237 743,63	4,86	25,01
5	Chorlavi - La Victoria	213 433,02	2,64	25,68
6	Las Palmas - Guayaquil	269 187,78	4,60	32,48
7	Milagro - Yahuarcocha	260 839,85	3,38	23,30
8	Pugacho - Alpachaca	151 713,39	3,42	33,37
9	Santa Rosa - Santa Terecita	155 431,04	3,91	33,64
10	Tangarán	274 763,55	3,39	30,63
11	Naranjito	9 712,56	3,33	48,67
12	Bellavista - Mercado Amazonas	5 298,35	1,65	36,72
13	Aloburo	3 985,92	3,46	36,83
14	Huertos Familiares - Óvalos	452 317,98	2,68	24,36

En la Tabla 3.7 se presentan los resultados mensuales y por kilómetro recorrido de la captación equivalente ponderada de pasajeros a nivel de la cooperativa y por unidad de transporte, así como también el ingreso bruto de cada unidad de transporte con la tarifa vigente de 0,30 \$, y el porcentaje ponderado de usuarios que paga media tarifa a nivel de cooperativa, en es este caso particular de la cooperativa 28 de septiembre.

Tabla 3.7 Captación equivalente ponderada de usuarios e ingreso bruto - Coop. 28 de Septiembre

Descripción	Mensual	Por kilómetro recorrido
Captación equivalente ponderada de pasajeros a nivel cooperativa (personas)	2 747 551,43	3,42
Captación equivalente ponderada de pasajeros por unidad de transporte (personas)	17 172,19	3,42
% ponderado de usuarios que paga media tarifa a nivel cooperativa (%)	28,66	28,66
Ingreso bruto por unidad de transporte (\$)	5 151,66	1,03

3.5. Estimación de los costos operativos

Los costos operativos se agruparon en costos fijos y variables, siendo los costos fijos los mismos para todos los socios, mientras que los costos variables se agruparon de acuerdo con la marca del vehículo, por otra parte, en el presente trabajo no se consideró los costos relacionados a multas por atrasos registrados en el sistema de control satelital, esto debido a que se consideró que es un costo imputado, es decir, que no representa una salida efectiva de capital a la empresa. Los resultados obtenidos en la cooperativa de transporte público urbano "28 de Septiembre" referentes a los costos operativos de las unidades de transporte como de la cooperativa se detalla en la Tabla 3.8, donde se muestra que los costos fijos para las distintas marcas se estable en 0,24 \$ por kilómetro recorrido y en 1 182,93 \$ mensuales, mientras que los costos variables tanto en combustible como en mantenimiento de la marca Chevrolet tiene los valores más altos con 0,26 \$ por kilómetro recorrido y con 1 493,99 \$ mensuales, lo opuesto a la marca Hino que tiene los valores más bajos de 0.24 \$ por kilómetro recorrido y 1 361,19 \$ mensuales. Finalmente se estableció el costo operativo ponderado para cada unidad de transporte de 0.50 \$ por kilómetro recorrido y de 2 833,51 \$ mensuales para los fines consiguientes.

Tabla 3.8 Costos Operativos - Cooperativa 28 de Septiembre

Marca	% de la flota	Tipo de Costo	Costo (\$) por Kilómetro	Costo (\$) Mensual
Chevrolet	77,71	Fijos (RemO+Leg+Du+GA+Parq)	0,24	1 363,81
		Variables (CostCom+CostAMant)	0,11+ 0,15	635,98+858,01
Hino	14,65	Fijos (RemO+Leg+Du+GA+Parq)	0,24	1 363,81
		Variables (CostCom+CostAMant)	0,11 + 0,13	637,14+724,05
Mercedes Benz	4,46	Fijos (RemO+Leg+Du+GA+Parq)	0,24	1 363,81
		Variables (CostCom+CostAMant)	0,11 + 0,13	635,27+770,64
Volkswagen	3,18	Fijos (RemO+Leg+Du+GA+Parq)	0,24	1 363,81
		Variables (CostCom+CostAMant)	0,11 + 0,14	666,08+799,48
A nivel de empresa			0,50	453 361,98
Costo ponderado a nivel de unidad de transporte			0,50	2 833,51

3.6. Evaluación financiera

La evaluación financiera se realizó debido a que se consideró que es un proyecto privado; el cual tiene la finalidad de identificar cuáles son los beneficios y costos de la cooperativa de transporte público urbano, mediante la aplicación de ecuaciones que permitan valorar los indicadores financieros definiendo la rentabilidad de la cooperativa de transporte.

3.6.1. Captación equivalente de pasajeros en punto de equilibrio

La cantidad equivalente de pasajeros en punto equilibrio tiene la finalidad de determinar la cantidad de usuarios que se necesitan para obtener los ingresos mínimos necesarios que puedan cubrir al menos los costos operativos del servicio de transporte urbano en la cooperativa 28 de septiembre. Para determinar la cantidad de pasajeros en punto de equilibrio se consideró los siguientes datos:

- Tarifa vigente de 0,30 dólares
- Costos operativos calculados en el presente trabajo de grado

En la Tabla 3.9 se presentan los costos operativos ponderados de la cooperativa y principalmente el valor resultante de la estimación de la cantidad de pasajeros en punto de equilibrio para la cooperativa 28 de septiembre:

Tabla 3.9 Cantidad equivalente de pasajeros en equilibrio por unidad de transporte

Costos	Rubros	Mensual	Anual
Fijos	Mano de obra	805,33	9 664,04
	Legalización	13,53	162,36
	Depreciación	411,92	4 943,10
	Gastos administrativos	126,74	1 520,83
	Parqueadero	6,29	75,48
Variables	Combustible	637,03	7 644,43
	Mantenimiento	832,62	9 991,49
Operativos	Total	2 833,46	34 001,73
Cantidad equivalente de pasajeros en equilibrio (CostO/Tar)		9 444,86	113 339,10

3.6.2. Tarifa del pasaje en punto de equilibrio

La tarifa del pasaje en punto de equilibrio para la cooperativa 28 de Septiembre, tiene el fin de determinar el valor mínimo que debe cobrarse por el servicio de transporte público urbano en la ciudad de Ibarra para poder cubrir al menos los costos operativos del mismo. Para determinar este valor se consideró que la demanda tiene una elasticidad mínima, ya que principalmente está relacionada a otras actividades económicas lo que significa que su rango de variación es mínimo, también se consideró que el nivel de actividad del servicio no tiene una proporción directa con la demanda.

En la Tabla 3.10 se presentan los datos referentes a costos operativos, demanda mensual de pasajeros por unidad de transporte; y el resultado obtenido para la tarifa del pasaje en punto de equilibrio:

Tabla 3.10 Tarifa del pasaje en punto de equilibrio.

Descripción	Valor
Costo operativo mensual por unidad de transporte (2018)	2 833,46 \$
Demanda del transporte público urbano mensual (2018)	17 172,19 pasajeros
Tarifa del pasaje en punto de equilibrio (2018)	0,17 \$

3.6.3. Estado de pérdidas y ganancias

El cálculo del estado de pérdidas y ganancias en la cooperativa 28 de septiembre tiene el fin de estimar la utilidad neta actual y a futuro, en donde la proyección de la demanda se estableció con la tasa de crecimiento poblacional y la proyección de los costos operativos con los valores de la inflación anual años y la tasa de crecimiento para sueldos establecidos por la INEC para los últimos 11; considerándose los siguientes datos:

- Tasa de crecimiento poblacional media de los últimos 15 años: 1,4
- Inflación media de los últimos 11 años: 3,64
- Tasa de proyección sueldo de trabajadores 2.95

En la Tabla 3.11 se presenta el resultado del estado de pérdidas y ganancias para el caso 1 de la cooperativa 28 de Septiembre con un tiempo de vida del proyecto de 5 años, en cual se especifica los ingresos y costos anuales, la utilidad de los trabajadores, el impuesto a la renta y la utilidad neta actual y a futuro.

Tabla 3.11 Estado de pérdidas y ganancias – Cooperativa 28 de septiembre – Caso 1

Periodo	(+) Ingreso anual	(-) Costos fijos	(-) Costos variables	(-) Utilidades trabajadores 15%	(-) Impuesto a la renta	Utilidad neta
1	61 819,91	16 365,81	17 651,50	4 170,39	1 883,89	21 748,32
2	62 685,39	15 726,29	18 294,01	4 299,76	2 013,26	22 352,06
3	63 562,98	15 097,52	18 959,91	4 425,83	2 139,33	22 940,39
4	64 452,86	14 479,82	19 650,05	4 548,45	2 261,95	23 512,60
5	65 355,20	13 873,53	20 365,31	4 667,45	2 380,95	24 067,95

En la Tabla 3.12 se presenta el resultado del estado de pérdidas y ganancias para el caso 2 de la cooperativa 28 de Septiembre con un tiempo de vida del proyecto de 12 años, en cual se especifica los ingresos y costos anuales, la utilidad de los trabajadores, el impuesto a la renta y la utilidad neta actual y a futuro.

Tabla 3.12 Estado de pérdidas y ganancias – Cooperativa 28 de septiembre – Caso 2

Periodo	(+) Ingreso anual	(-) Costos fijos	(-) Costos variables	(-) Utilidades trabajadores 15%	(-) Impuesto a la renta	Utilidad neta
1	61 819,91	20 199,63	17 651,50	3 595,32	1 308,82	19 064,65
2	62 685,39	19 817,32	18 294,01	3 686,11	1 399,61	19 488,34
3	63 562,98	19 445,76	18 959,91	3 773,60	1 487,10	19 896,62
4	64 452,86	19 085,27	19 650,05	3 857,63	1 571,13	20 288,78
5	65 355,20	18 736,19	20 365,31	3 938,05	1 651,55	20 664,09
6	66 270,18	18 398,89	21 106,61	4 014,70	1 728,20	21 021,77
7	67 197,96	18 073,72	21 874,89	4 087,40	1 800,90	21 361,04
8	68 138,73	17 761,06	22 671,14	4 155,98	1 869,48	21 681,07
9	69 092,67	17 461,30	23 496,37	4 220,25	1 933,75	21 981,00
10	70 059,97	17 174,85	24 351,64	4 280,02	1 993,52	22 259,94
11	71 040,81	16 902,11	25 238,04	4 335,10	2 048,60	22 516,97
12	72 035,38	16 643,51	26 156,70	4 385,28	2 098,78	22 751,12

En la Tabla 3.13 se presenta el resultado del estado de pérdidas y ganancias para el caso 3 de la cooperativa 28 de Septiembre con un tiempo de vida del proyecto de 20 años.

Tabla 3.13 Estado de pérdidas y ganancias – Cooperativa 28 de septiembre – Caso 3

Periodo	(+) Ingreso anual	(-) Costos fijos	(-) Costos variables	(-) Utilidades trabajadores 15%	(-) Impuesto a la renta	Utilidad neta
1	61 819,91	22 436,49	17 651,50	3 259,79	973,29	17 498,85
2	62 685,39	22 234,90	18 294,01	3 323,47	1 036,97	17 796,03
3	63 562,98	22 044,06	18 959,91	3 383,85	1 097,35	18 077,81
4	64 452,86	21 864,29	19 650,05	3 440,78	1 154,28	18 343,47
5	65 355,20	21 695,93	20 365,31	3 494,09	1 207,59	18 592,27
6	66 270,18	21 539,35	21 106,61	3 543,63	1 257,13	18 823,45
7	67 197,96	21 394,90	21 874,89	3 589,22	1 302,72	19 036,21
8	68 138,73	21 262,97	22 671,14	3 630,69	1 344,19	19 229,74
9	69 092,67	21 143,93	23 496,37	3 667,86	1 381,36	19 403,16
10	70 059,97	21 038,20	24 351,64	3 700,52	1 414,02	19 555,59
11	71 040,81	20 946,18	25 238,04	3 728,49	1 441,99	19 686,12
12	72 035,38	20 868,30	26 156,70	3 751,56	1 465,06	19 793,77
13	73 043,88	20 805,00	27 108,80	3 769,51	1 483,01	19 877,55
14	74 066,49	20 756,73	28 095,56	3 782,13	1 495,63	19 936,44
15	75 103,42	20 723,96	29 118,24	3 789,18	1 502,68	19 969,35
16	76 154,87	20 707,18	30 178,15	3 790,43	1 503,93	19 975,18
17	77 221,04	20 706,87	31 276,63	3 785,63	1 499,13	19 952,78
18	78 302,13	20 723,55	32 415,10	3 774,52	1 488,02	19 900,93
19	79 398,36	20 757,76	33 595,01	3 756,84	1 470,34	19 818,42
20	80 509,94	20 810,02	34 817,87	3 732,31	1 445,81	19 703,93

3.6.4. Flujo de efectivo

El flujo de efectivo en la cooperativa 28 de septiembre se calculó con el fin de evaluar la liquides o solvencia actual y a futuro que tiene la cooperativa para poder cubrir los costos de operación y afrontar cualquier imprevisto sea mecánico o de cualquier otra índole. El valor residual del paquete accionario para los tres casos tiene una plusvalía, el cual se calculó con la tasa de inflación anual y el valor de recate del vehículo se estimó en 7 950 \$.

A continuación, en la Tabla 3.14 se presentan los resultados obtenidos del flujo de efectivo para el caso uno, que trata de la situación actual de la cooperativa donde se toma de referencia a un vehículo de edad promedio, donde la inversión inicial es de 112 779,31 \$ de los cuales 22779,31 \$ son referentes al valor del vehículo cuya amortización anual para los años restantes de vida del proyecto es de 5 609,25 \$

Tabla 3.14 Flujo de efectivo – Caso 1

Periodo (años)	Flujo de operación		Flujo de inversión				Flujo Neto
	(+) Utilidad neta	(+) Depreciación	(-) Inversión inicial	(+) Préstamo	(-) Amortización	(+) Valor de rescate	
0			112 779,31	22 779,31			-90 000,00
1	21 748,32	4 943,10			5 609,25		21 082,17
2	22 352,06	3 954,48			5 609,25		20 697,29
3	22 940,39	2 965,86			5 609,25		20 297,00
4	23 512,60	1 977,24			5 609,25		19 880,59
5	24 067,95	988,62			5 609,25	115 566,67	135 013,99

En la Tabla 3.15 se presenta los resultados obtenidos del flujo de efectivo para el caso dos, que trata de una nueva inversión o reinversión en el transporte urbano con un vehículo año 2010, teniendo una inversión inicial de 155 500,6 \$, donde el valor del vehículo es de 65 500,6 \$, cuya amortización anual para los años restantes del proyecto es de 9 708,61 \$

Tabla 3.15 Flujo de efectivo – Caso 2

Periodo (años)	Flujo de operación		Flujo de inversión				Flujo Neto
	(+) Utilidad neta	(+) Depreciación	(-) Inversión inicial	(+) Préstamo	(-) Amortización	(+) Valor de rescate	
0			155 000	65000			-90 000,00
1	19 064,65	8 776,92			9 708,61		18 132,96
2	19 488,34	8 045,51			9 708,61		17 825,24
3	19 896,62	7 314,10			9 708,61		17 502,11
4	20 288,78	6 582,69			9 708,61		17 162,86
5	20 664,09	5 851,28			9 708,61		16 806,76
6	21 021,77	5 119,87			9 708,61		16 433,04
7	21 361,04	4 388,46			9 708,61		16 040,89
8	21 681,07	3 657,05			9 708,61		15 629,51
9	21 981,00	2 925,64			9 708,61		15 198,03
10	22 259,94	2 194,23			9 708,61		14 745,56
11	22 516,97	1 462,82			9 708,61		14 271,18
12	22 751,12	731,41			9 708,61	146 170,15	159 944,07

En la Tabla 3.16 se presenta los resultados obtenidos del flujo de efectivo para el caso tres, que trata de una nueva inversión o reinversión en el transporte urbano, teniendo una inversión inicial de 213 594,69 \$, donde el valor del vehículo es de 123 594,69 \$ y cuya amortización anual para los años restantes del proyecto es de 15 157,68 \$

Tabla 3.16 Flujo de efectivo – Caso 3

Periodo (años)	Flujo de operación		Flujo de inversión				Flujo Neto
	(+) Utilidad neta	(+) Depreciación	(-) Inversión inicial	(+) Préstamo	(-) Amortización	(+) Valor de rescate	
0			213 594,69	123 594,69			-90 000,00
1	17 498,85	11 013,78			15 157,68		13 354,95
2	17 796,03	10 463,09			15 157,68		13 101,44
3	18 077,81	9 912,40			15 157,68		12 832,53
4	18 343,47	9 361,71			15 157,68		12 547,50
5	18 592,27	8 811,02			15 157,68		12 245,61
6	18 823,45	8 260,33			15 157,68		11 926,10
7	19 036,21	7 709,64			15 157,68		11 588,18
8	19 229,74	7 158,95			15 157,68		11 231,01
9	19 403,16	6 608,26			15 157,68		10 853,75
10	19 555,59	6 057,57			15 157,68		10 455,49
11	19 686,12	5 506,89			15 157,68		10 035,33
12	19 793,77	4 956,20			15 157,68		9 592,29
13	19 877,55	4 405,51			15 157,68		9 125,38
14	19 936,44	3 854,82			15 157,68		8 633,58
15	19 969,35	3 304,13			15 157,68		8 115,81
16	19 975,18	2 753,44			15 157,68		7 570,95
17	19 952,78	2 202,75			15 157,68		6 997,85
18	19 900,93	1 652,06			15 157,68		6 395,32
19	19 818,42	1 101,37			15 157,68		5 762,11
20	19 703,93	550,68			15 157,68	181 300,30	189 092,83

3.6.5. Valor actual neto (VAN)

El valor actual neto de la cooperativa 28 de septiembre determina la viabilidad de inversión en el transporte público urbano, el cual consistió en actualizar los cobros y pagos del servicio de transporte público urbano para conocer cuánto se va a ganar o perder con esa inversión a futuro. De cada caso de inversión detallados en los acápite de inversión y

financiamiento se establecieron tres situaciones diferentes del valor de la tarifa del transporte urbano:

- La primera situación es la tarifa base generalizada en el país establecida en 0.25 \$
- La segunda situación es la tarifa actual con un costo de 0.30 \$
- La tercera situación es la tarifa que se propone de 0,26 \$, 0.29 \$ y 0.33 \$ para los tres casos de inversión respectivamente.

Para la tercera situación se fundamenta en el estudio “Estratificación del nivel socioeconómico” para las principales ciudades del Ecuador realizado por la INEC en el 2011; el cual presenta un nivel socio económico en la categoría A de estatus alto del 11,20 % de la población; en la categoría B estatus medio alto del 22,78 %; en la categoría C estatus medio bajo del 49.3 % y en la categoría D de estatus bajo del 14.9 %.

En la Tabla 3.17 se presenta la estratificación de la población urbana según el nivel socioeconómico que presentan las ciudades principales del Ecuador. Además, se presenta la tasa interna de retorno estimada para cada estrato, como también la rentabilidad ponderada de acuerdo con el nivel socioeconómico que presenta la ciudad.

Tabla 3.17 Tasa de rentabilidad para el transporte urbano - Ibarra

Nivel socioeconómico	Porcentaje en el perímetro urbano (%)	TIR (min.)
A	11,20	28,00
B	22,80	23,00
C	49,30	18,00
D	14,90	13,00
Rentabilidad ponderada para el transporte urbano según el nivel socioeconómico		19,00

Por lo cual se estimó una rentabilidad del 19 % de la inversión según la realidad socioeconómica que presenta el perímetro urbano en las ciudades del Ecuador.

En la Tabla 3.18 se presentan los resultados obtenidos del valor actual neto para los tres distintos casos de inversión. Donde el primer caso analizado es la situación actual de la cooperativa, tomando como referencia a un vehículo promedio de 15 años el cual se considera como no rentable para la tarifa básica y rentable para la tarifa actual de 0,30 \$ y para la tarifa propuesta 0,26 \$. El segundo caso analiza la situación de una nueva inversión

o reinversión con un vehículo del año 2010, el cual se considera como no rentable para la tarifa básica y rentable para la tarifa actual de 0,30 \$ y para la tarifa propuesta 0,29 \$. El tercer caso analiza la situación de una nueva inversión o reinversión con un vehículo nuevo, teniendo un valor actual neto negativo para la tarifa básica y tarifa actual y siendo rentable para la tarifa propuesta de 0,33 \$.

Tabla 3.18 VAN – Cooperativa 28 de septiembre

VAN	Tarifa	Caso 1	Caso 2	Caso 3
	Base (0,25 \$)	-1 949,46	-29 037,11	-62 631,54
	Actual (0,30 \$)	20 621,21	5 937,87	-23 868,35
	Propuesta	2 564,65 (tarifa 0,26 \$)	1 057,19 (tarifa 0,29 \$)	1 479,05 (tarifa 0,33 \$)

3.6.6. Tasa interna de retorno (TIR)

La tasa interna de retorno se calculó con el fin de estimar la tasa de rentabilidad del proyecto. Es decir, se calculó el porcentaje de beneficio o pérdida que tiene la inversión para las cantidades que no se han retirado del proyecto.

En la Tabla 3.19 se presentan los resultados obtenidos de la tasa interna de retorno para los tres distintos casos de inversión. Donde el primer caso analiza la situación actual de la cooperativa, tomando como referencia a un vehículo promedio de 15 años el cual se considera una rentabilidad para la tarifa básica del 18 %, para la tarifa actual 26 % y para la tarifa propuesta del 19 %. El segundo caso analiza la situación de una nueva inversión o reinversión con un vehículo del año 2010, el cual obtuvo una rentabilidad para la tarifa básica del 13 %, para la tarifa actual del 20 % y para la tarifa propuesta del 19 %. El tercer caso analiza la situación de una nueva inversión o reinversión con un vehículo nuevo, teniendo una tasa interna de retorno para la tarifa básica del 6 %, para la tarifa actual del 14 % y para la tarifa propuesta del 19%.

Tabla 3.19 TIR – Cooperativa 28 de septiembre

TIR (%)	Tarifa	Caso 1	Caso 2	Caso 3
	Base (0,25 \$)	18	13	6
	Actual (0,30 \$)	26	20	14
	Propuesta	19 (tarifa 0,26 \$)	19 (tarifa 0,29 \$)	19 (tarifa 0,33 \$)

3.7. Análisis e interpretación de resultados - transporte

Los resultados obtenidos en el presente trabajo ayudan a definir otros valores en el ámbito del transporte los cuales son de gran importancia para estudios de monitoreo en el sector del transporte público urbano de la ciudad de Ibarra.

3.7.1. Polígono de cargas

El polígono de cargas se realizó en dos rutas; una con la mayor captación de pasajeros y otra con la menor captación de pasajeros por kilómetro recorrido. Este análisis se realizó de las rutas cuyas frecuencias diarias superaron las 25 [f] como valor mínimo.

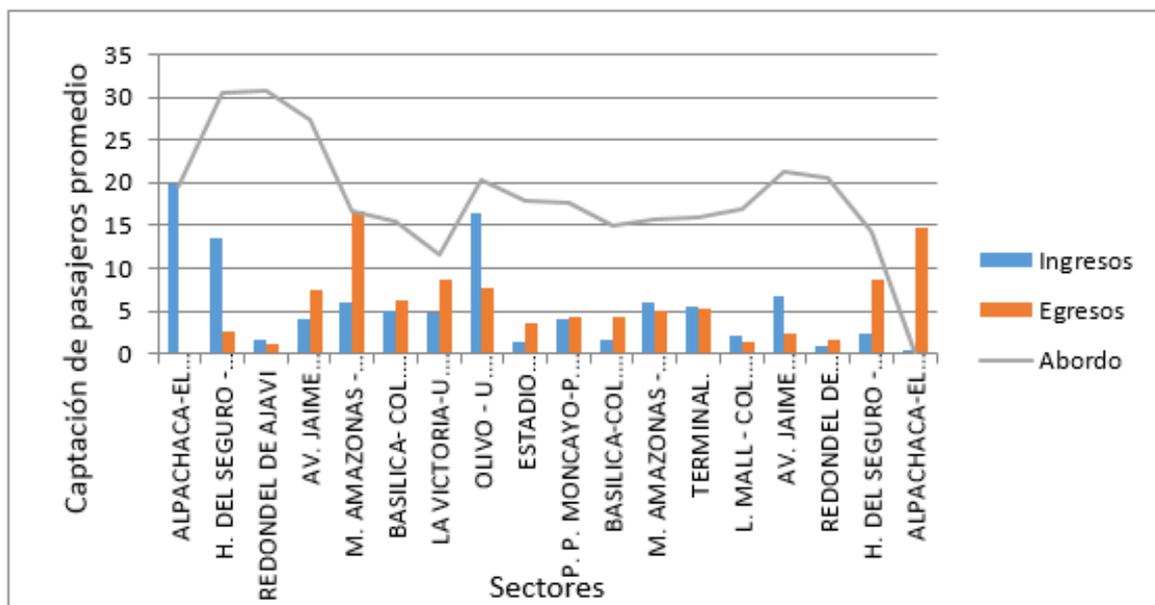


Figura 3.2 Polígono de cargas de la ruta Alpachaca- Católica

En la Figura 3.2 se muestra las características de la actividad económica en la ciudad de Ibarra, los sectores más importantes en ascensos de pasajeros de la ruta Alpachaca-Católica son: Alpachaca-El Mirador en sentido de ida y el Olivo-U. Técnica en sentido de retorno. También se identificaron los sectores más importantes en descensos de pasajeros como son: Mercado Amazonas en sentido de ida y Alpachaca-El Mirador en sentido de retorno. A más de esto, se determinaron las secciones de máxima demanda como son: el redondel de Ajavi en sentido de ida y Av. Jaime Rivadeneira - C. Luis Leoro Franco en sentido de retorno.

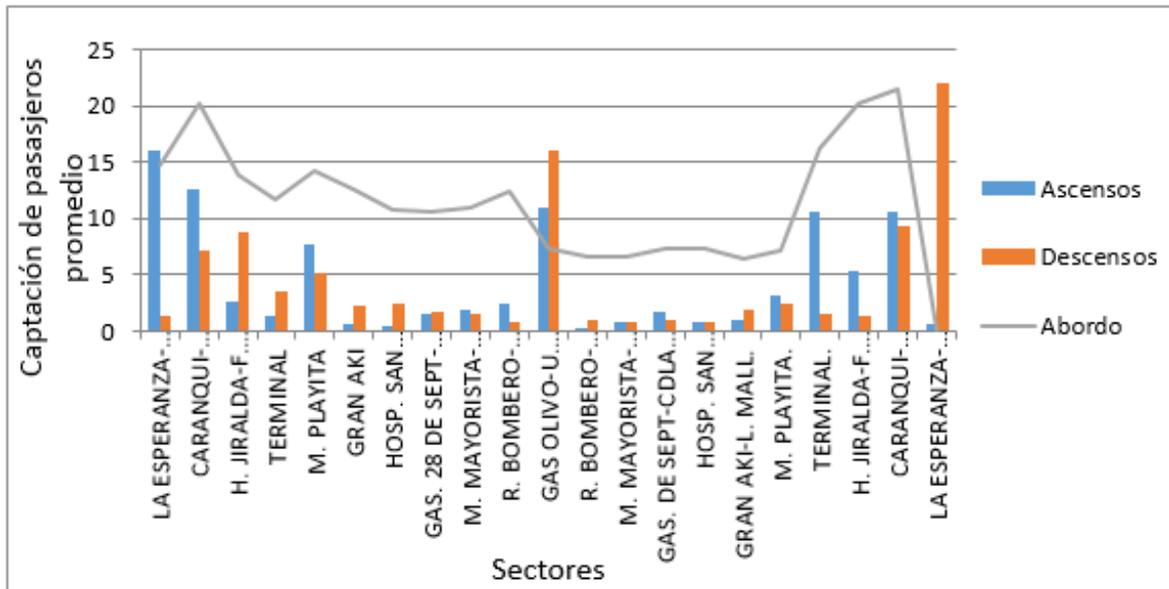


Figura 3.3 Polígono de cargas de la ruta Arcángel - San Cristóbal

En la Figura 3.3 se estableció que debido a las características de la actividad económica como también de la presencia de centros educativos en la ciudad de Ibarra, los sectores más importantes en ascensos de pasajeros de la ruta Arcángel - San Cristóbal son: La Esperanza-Hostería Sierraventura en sentido de ida y el sector de la Gasolinera Olivos - U. Técnica- Mirador Arcángel en sentido de retorno. También se identificaron los sectores más importantes en descensos de pasajeros como son: la Gasolinera Olivos - U. Técnica- Mirador Arcángel en sentido de ida y La Esperanza-Hostería Sierraventura en sentido de retorno. A más de esto, se determinaron las secciones de máxima demanda como son: Caranqui- Bola Amarilla en sentido de ida y en sentido de retorno.

3.7.2. Paradas importantes

De acuerdo con el polígono de cargas, se presenta en la Tabla 3.20 los resultados de los sectores más importantes de ascensos de las rutas pertenecientes a la cooperativa 28 de Septiembre, donde se estableció que: de los cuarenta y dos sectores agrupados en tres zonas, veintidós sectores presentan mayor afluencia de pasajeros. Siendo únicamente dos sectores de ocho en el hipercentro, diez de veintitrés en la zona urbana y diez de once sectores en la zona perimetral. Esto conllevó a establecer que los sectores perimetrales son los que generan más viajes en el transporte público urbano, seguido de las zonas urbanas.

Tabla 3.20 Sectores Importantes de Ascensos - Coop. 28 de Septiembre

Cód.	Sectores	Sentido	Ruta
34h	Col. Sánchez – Iglesia San Agustín.	Retorno	Aloburo
37h	C.c. Bahía-M. Amazonas-tía.	Retorno	Las Palmas- Los Ceibos
		Ida	Santa Isabel - Huertos Familiares
12u	Olivo - U. Técnica - Av.17 de Julio.	Retorno	Caranqui - Aduana
		Retorno	Arcángel - San Cristóbal
		Retorno	Católica - Alpachaca
13u	U. Católica- La Victoria.	Retorno	Chorlavi - La Victoria
14u	Los Ceibos- Cementerio	Ida	Las Palmas- Los Ceibos
15u	Caranqui- Bola Amarilla	Ida	Caranqui - aduana
25u	Alpachaca- El Mirador	Ida	Católica - Alpachaca
26u	Azaya	Ida	Azaya - La Campiña
27u	M. Mayorista.	Retorno	Pugacho- Alpachaca
28u	Huertos Familiares.	Retorno	Santa Isabel - Huertos Familiares
29u	Pugacho- Colinas	Ida	Pugacho-Alpachaca
42u	Mercado-La Playita-Terminal	Retorno	Santa Rosa - Santa Teresita
		Retorno	Naranjito
		Retorno	Bellavista - Mercado Amazonas
1p	Yahuarcocha Entrada Pueblo	Retorno	Caranqui - Aduana
2p	Col. Liceo Aduanero- Priorato	Retorno	Tanguarin - Aduana
3p	La Esperanza-Hostería Sierraventura	Ida	Arcángel - San Cristóbal
5p	Tanguarin- Sto. Domingo	Ida	Tanguarin - Aduana
7p	Barrio los Soles- Pana	Ida	Chorlavi - La Victoria
9p	Santa Rosa- El Tejar	Retorno	Azaya - La Campiña
		Ida	Santa Rosa - Santa Teresita
10p	El Milagro- Vía Urcuquí	Ida	Caranqui - Aduana
43p	Aloburo	Ida	Aloburo
44p	Naranjito	Ida	Naranjito
45p	El Carmen- Entrada Chaltura	Ida	Bellavista - Mercado Amazonas

A continuación, se presenta en la Tabla 3.21 los resultados de los sectores más importantes de descenso de pasajeros en las rutas pertenecientes a la cooperativa 28 de Septiembre, donde se estableció que: de los cuarenta y dos sectores, veintidós sectores presentaron mayor índice de descenso de pasajeros. Siendo un sector de ocho que originó mayores descensos de usuarios en el hipercentro; esto debido a la actividad comercial y económica que se genera en dicho sector; también once de veintitrés sectores en la zona urbana y diez de once sectores en la zona perimetral registraron mayores descensos de pasajeros.

Tabla 3.21 Sectores Importantes de Descensos - Coop. 28 de Septiembre

Cód.	Sectores	Sentido	Ruta
37h	C.C. Bahía- M. Amazonas- Tía	Ida	Aloburo
		Ida	Santa Isabel - Huertos Familiares
		Retorno	Santa Isabel - Huertos Familiares
12u	Gas. Olivo -Mirador Arcángel	Ida	Arcángel - San Cristóbal
13u	U. Católica- La Victoria.	Ida	Chorlavi - La Victoria
14u	Cementerio- Los Ceibos.	Retorno	Las Palmas- Los Ceibos
15u	Bola Amarilla- Caranqui.	Retorno	Caranqui - Aduana
25u	Alpachaca-El Mirador.	Retorno	Católica - Alpachaca
		Ida	Santa Rosa - Santa Teresita
		Ida	Pugacho- Alpachaca
26u	Azaya.	Retorno	Azaya - La Campiña
27u	M. Mayorista- P. El Avión	Ida	Las Palmas- Los Ceibos
29u	Pugacho- Colinas.	Retorno	Pugacho- Alpachaca
37u	M. Amazonas - C.C. Bahía- Tía	Ida	Católica - Alpachaca
42u	Terminal	Ida	Naranjito
42u	Mercado- La Playita- Terminal	Ida	Bellavista - Mercado Amazonas
1p	Yahuarcocha Entrada al Pueblo	Ida	Caranqui - Aduana
2p	Col. Liceo Aduanero- Priorato	Ida	Caranqui - Aduana
		Ida	Tanguarin - Aduana
3p	La Esperanza- Hostería Sierraventura.	Retorno	Arcángel - San Cristóbal
5p	Tanguarin- Santo Domingo.	Retorno	Tanguarin - Aduana
7p	Barrio los Soles.	Retorno	Chorlavi - La Victoria
9p	La Campiña	Ida	Azaya - La Campiña
		Retorno	Santa Rosa - Santa Teresita
10p	El Milagro.	Retorno	Caranqui - Aduana
43p	Aloburo.	Retorno	Aloburo
44p	Naranjito.	Retorno	Naranjito
45p	El Carmen- Entrada a Chaltura.	Retorno	Bellavista - Mercado Amazonas

Estos resultados indican que la mayor parte de viajes se originan y finalizan en las zonas perimetrales y urbanas; y que las zonas hipercentricas son las que menor índice de ascensos y descensos registran, el cual se pudo deber a que las personas optan por otros medios de transporte debido a su cercanía de sitios generadores de actividad comercial, económica y de centros de estudio en la ciudad de Ibarra. Además, se concluye que el transporte seleccionado en los sectores perimetrales y urbanos es el autobús público urbano para salir y para regresar a estas zonas.

3.7.3. Secciones de máxima demanda

Las secciones de máxima demanda de las rutas pertenecientes a la cooperativa 28 de septiembre se presentan en la Tabla 3.22, donde se estableció que existen diecisiete secciones de máxima demanda, siendo seis en las zonas hipercinéticas, diez en las zonas urbanas y una única en la zona perimetral.

Tabla 3.22 Secciones de Máxima Demanda - Coop. 28 de Septiembre

Núm.	Cód.	Secciones	Sentido	Ruta
1	34H	Col. Sánchez- Basílica	Ida	Caranqui – Aduana
2	35H	Esc. Angelica- av. Carchi.	Retorno	Aloburo
3	36H	Novedades Estefanía	Retorno	Las Palmas- Los Ceibos
4	37H	C.C. Fortuna – C.C. Bahía.	Ida	Caranqui – Aduana
			Retorno	Santa Isabel- Huertos Familiares
5	40H	Av. Jaime Rivadeneira	Retorno	Católica – Alpachaca
6	41H	Col. Belemnitas- P. Merced.	Retorno	Azaya - La Campiña
			Ida	Las Palmas - Los Ceibos
7	12U	Gas. Olivo- Olivo.	Retorno	Tanguarin – Aduana
			Ida	Aloburo
8	13U	La victoria- U. Católica.	Retorno	Caranqui – Aduana
9	14U	Los Ceibos- Cementerio	Ida	Santa Rosa - Santa Teresita
10	15U	Caranqui- Bola Amarilla	Ida	Arcángel - San Cristóbal
			Retorno	Arcángel - San Cristóbal
			Ida	Naranjito
			Retorno	Naranjito
11	17U	R. Bombero- Yacucalle.	Retorno	Santa Rosa - Santa Teresita
12	18U	R. de la Madre- Céntrica	Ida	Pugacho - Alpachaca
			Ida	Chorlavi - La Victoria
			Retorno	Caranqui – Aduana
			Ida	Tanguarin – Aduana
13	20U	Florida- Concesionaria Mazda.	Retorno	Bellavista - Mercado Amazonas
			Ida	Santa Isabel-Huertos Familiares
14	24U	Hospital Seguro	Ida	Azaya - La Campiña
15	30U	Redondel De Ajavi	Ida	Católica - Alpachaca
16	42U	Terminal	Retorno	Pugacho - Alpachaca
			Retorno	Chorlavi - La Victoria
17	45P	El Carmen- entrada a Chaltura	Ida	Bellavista - Mercado Amazonas

Estos resultados son de mucha importancia debido a que son la base principal para realizar estudios de monitoreo para futuros estudios de estimaciones de la tarifa del pasaje en el transporte público urbano de la ciudad de Ibarra. Ya que al contar con los resultados de esta investigación no es necesario volver a realizar el mismo estudio de ascenso y descenso, sino que se puede aplicar otros métodos menos costosos como el estudio de frecuencias y cargas, que permiten monitorear a la totalidad del parque automotor en operación de esta cooperativa, además de utilizar menor personal para dicho estudio.

3.7.4. Variación de la demanda horaria

En las siguientes Figuras se presenta los resultados de la variación de la demanda horaria en días hábiles de dos rutas, una de ellas con la mayor captación de pasajeros y la otra con la menor captación de pasajeros por kilómetro recorrido respectivamente. Este análisis se realizó de las rutas cuyas frecuencias diarias superaron las 25 [f] como valor mínimo.

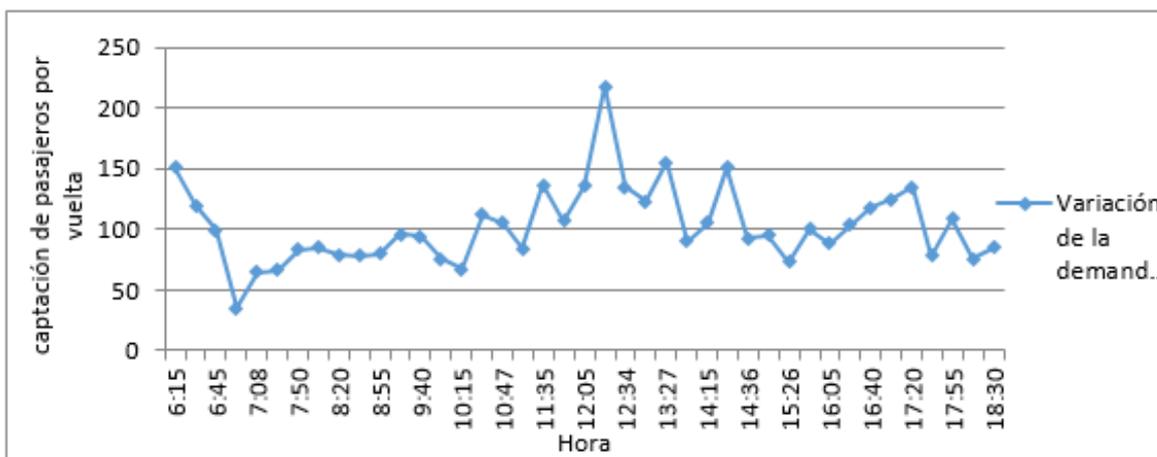


Figura 2.4 Variación de la demanda horaria en la ruta Alpachaca- Católica

De acuerdo a la Figura 3.4 se definió el patrón de variación de la demanda horaria durante los días hábiles en la ruta Alpachaca – Católica, donde se establece con una demanda alta en un horario matutino de máxima demanda desde las 6:00 hasta cerca de las 06:45, luego esta demanda decrece hasta las 11:30 considerándose como horas valle, luego este valor aumenta hasta las 14:30 denominado este periodo como horas de máxima demanda de medio día, luego la demanda decrece en un lapso de 2 horas desde 14:30 hasta las 16:30 denominándose horas valle vespertino, luego de este periodo vuelve a aumenta la

demanda hasta las 18:00 denominadas hora de máxima demanda vespertina en donde la población se retira del trabajo y se dirige a sus hogares, finalizando con una decrecimiento de la demanda denominado periodo nocturno.

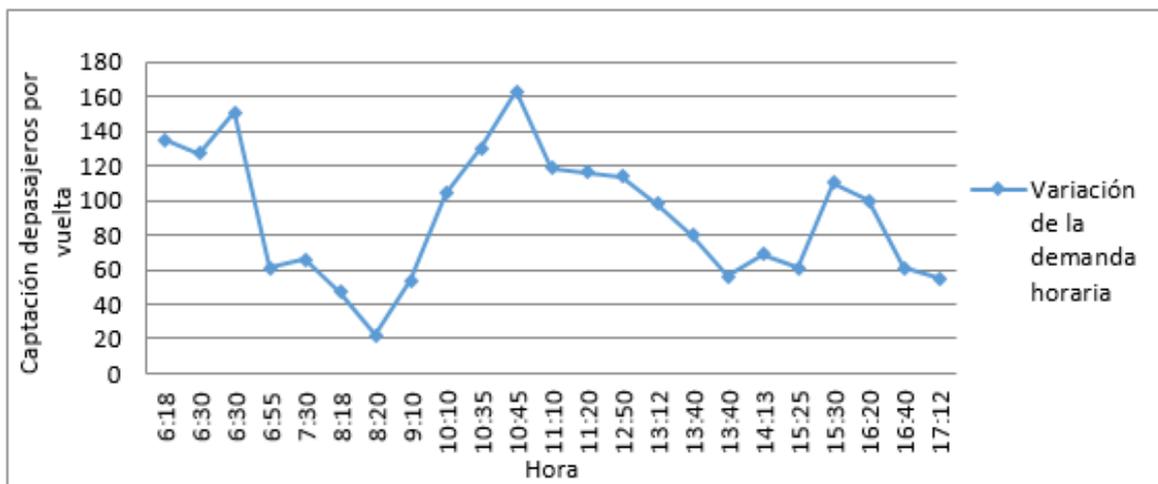


Figura 3.5 Variación de la demanda horaria en la ruta Arcángel - San Cristóbal

De acuerdo a la Figura 3.5, el patrón que se generó en la ruta Arcángel - San Cristóbal para días hábiles es similar a la anterior con la diferencia que los periodos varían en las horas debido principalmente a que ésta ruta tiene un recorrido mucho más amplio que la ruta anteriormente analizada siendo cercana al doble del recorrido, además los intervalos de las frecuencias casi se cuadruplica a la ruta con respecto a la anterior, lo que conlleva a que los usuarios tomen el transporte con más anterioridad, es así que los periodos se establecieron de la siguiente manera: hora de máxima demanda matutina de 6:20 a 6:39; horas valle matutino de 6:40 a 10:09; hora de máxima demanda del medio día 10:10 a 13:39; horas valle vespertino 13:40 a 15:29; hora de máxima demanda vespertina 15:30 a 16:39; concluyendo con un último periodo nocturno de 16:40 a 19:10 horas.

Determinar la variación de la demanda horaria en las distintas rutas de la cooperativa estudiada es de vital importancia para esta investigación porque con ella se puede establecer intervalos de frecuencias, así como estimar un mayor o menor número de frecuencias según las necesidades de los usuarios. Esto conlleva a tener una mayor eficiencia en el transporte público urbano traduciéndose en una mayor captación de pasajeros, lo que al calcular la tarifa en equilibrio con una mayor captación de pasajeros esta tendría a bajar.

CAPITULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- En la realización de la metodología para estimar la tarifa del pasaje se consideró práctico introducir el estudio de ascensos y descensos de la metodología internacional para estimar la captación equivalente ponderada de pasajeros, demostrando fiabilidad en los resultados. También se consideró el método: sumaria de dígitos para estimar la depreciación de los autobuses, debido a las características de las flotas de autobuses de la ciudad de Ibarra los cuales tienen una depreciación mayor en los primeros años de vida.
- Se estableció una metodología para definir la tasa de rentabilidad en el transporte público urbano de acuerdo con la realidad socio económica que presenta la ciudad. Estableciéndose una rentabilidad mínima de 13 % y una máxima de 28 % de acuerdo con el nivel socioeconómico que presente la población en el área urbana.
- El estudio técnico realizado estimó que la cooperativa 28 de Septiembre tiene una captación equivalente ponderada mensual de 17 172 personas por unidad de transporte y que tiene un costo operativo mensual promedio de 2 833,46 \$ por unidad de transporte. Además, se determinó el porcentaje ponderado de usuarios que paga media tarifa a nivel de cooperativa estimándose en 28,66 %. También se concluyó que en los kilómetros recorridos mensuales de cada unidad de transporte el 13 % corresponde al recorrido del autobús desde el lugar donde se guarda el vehículo hasta el inicio de la ruta y viceversa representando un costo de 191 \$ mensuales correspondientes a combustible y mantenimiento.
- Se determinó que las rutas con mayor captación equivalente ponderada de pasajeros mensual son: Azaya - La Campiña con 362 089 usuarios y Huertos Familiares – Óvalos con 452 317 usuarios. Sin embargo, al relacionar la captación de pasajeros por km recorrido las rutas con mayor captación de pasajeros son: Católica - Alpachaca con 4.86 y Azaya - La Campiña con 4.66 pasajeros por km recorrido.

- La evaluación financiera estimó que la tarifa básica o línea base de 0,25 \$ tiene una rentabilidad del 18 % para la situación actual con una flota media de 15 años, mientras que para una flota renovada del 2010 es decir con 8 años de circulación su rentabilidad es del 13 % y para una flota nueva se obtuvo una rentabilidad del 6 %.
- El estudio financiero con la tarifa actual de 0.30 \$ estimó que el porcentaje de la rentabilidad (TIR) para la situación actual con una flota de 15 años de vida es del 26 %, mientras que para una flota renovada del año 2010 es del 20 % y para una flota totalmente nueva se consiguió una rentabilidad del 14 %.
- Finalmente, de acuerdo con la realidad socio económica que presenta el área urbana de las ciudades en el Ecuador se consideró que el transporte urbano tiene que generar una rentabilidad cercana al 19 %. Por lo cual se propone una tarifa aproximada de 0.26 \$ para la situación actual con una flota promedio de 15 años de vida, mientras que para una supuesta renovación de la flota con una vida promedio de 8 años se estima una tarifa de 0.29 \$ y para el tercer caso en el que se considera una renovación de la flota a un vehículo nuevo la tarifa propuesta se estima en 0.33\$

4.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la Agencia Nacional de Transito ANT modificar la Resolución 122-ANT-2014 la cual tiene un error de forma y fondo en relación con la determinación del rendimiento de combustible y del ingreso de pasajeros en equilibrio.
- Se sugiere incluir en la metodología nacional para estimar la tarifa del pasaje urbano “Resolución 122-ANT-2014” el estudio de ascensos y descensos para estimar la captación equivalente ponderada de pasajeros, cuando el sistema tarifario no disponga de información pertinente.
- Para futuros estudios de la estimación de la tarifa del pasaje en la cooperativa sujeta a estudio, se sugiere realizar el levantamiento de datos de acuerdo al estudio de

frecuencias y cargas para estimar la captación equivalente ponderada de pasajeros con el fin de disminuir costos en el estudio, esto gracias a los estudios iniciales realizados en este proyecto.

- Con respecto a la estimación de los costos operativos es recomendable utilizar herramientas tecnológicas que permitan obtener datos con menor margen de error. Como por ejemplo para estimar el rendimiento, es conveniente utilizar caudalímetros para garantizar mayor fiabilidad en el resultado, incluso bajo condiciones extremas.
- Para poder definir una tasa de rentabilidad que se ajuste a la realidad socioeconómica del área urbana de la ciudad de Ibarra se recomienda realizar un análisis socioeconómico de la ciudad de Ibarra en donde se establezca el porcentaje de la población según el nivel socioeconómico de los habitantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Agencia Nacional de Tránsito. (2014). Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial. Quito.
2. Alcántar, R. (2007). Modelo estadístico que permite observar el impacto de los factores que inciden en el rendimiento de combustible. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/2033/203338783014.pdf>
3. Altamira, A. (2007). Determinación del consumo de combustible de vehículos pesados sobre distintos tipos de pavimento. Santiago.
4. Álvares, J. C., & Calle, D. F. (2014). Determinación del costo operativo para el transporte de pasajeros en el bus-tipo, en el sector urbano de la ciudad de Cuenca, con base en el nuevo sistema integrado de transporte. Obtenido de <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7127/1/UPS-CT003934.pdf>
5. Analistas Económicos Andalucía. (2005). El Transporte, Importancia Económica.
6. Astudillo, M. (2012). Fundamento de Economía. Obtenido de <http://ru.iiec.unam.mx/2462/1/FundamentosDeEconomiaSecuenciaCorrecta.pdf>
7. Ballester, S. (2002). El mantenimiento de las flotas de transporte . Valencia.
8. Batarce, M. (2016). Estimation of urban bus transit marginal cost without cost data. Transportation Research Part B 90, 240. Obtenido de Estimación del costo marginal del transporte urbano en autobús sin datos de costo.
9. Bosch. (2010). Manual de la técnica del automóvil. Alemania: Robert Bosch.
10. Cal, R., & Mayor. (2007). Ingeniería de Tránsito. México D.F.
11. Cantillo, V. (1999). Modelo para el cálculo de la tarifa en equipos de transporte. Cauca.
12. Casares, B., & Cuasapas, V. (2018). Zonificación de la ciudad de Ibarra para el transporte. Ibarra.

13. Correa, R. V. (2012). Reglamento a la ley de transporte terrestre. Quito.
14. Erazo, D., & Matínez, N. (2012). Programa de mantenimiento para flotas de unidades de transporte cóncores del valle y diseño de la planta de su taller automotriz. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4634/1/CD-4266.pdf>
15. Fuentes, J. (2002). Selección, evaluación y renovación del parque vehicular. México.
16. Garber, N. J. (2005). Ingeniería de tránsito y carreteras. Bogotá: Thomson Learning.
17. Gómez, M. (2005). Proyecto de Inversión para la Instalación de un Gimnasio en el Municipio de Tultitlán. Obtenido de <http://www.economia.unam.mx/secss/docs/tesisfe/GomezAM/Tesis.html>
18. González, R. (2003). Los ciclos de manejo, una herramienta útil si es dinámica para evaluar el consumo de combustible y las emisiones contaminantes del auto transporte. México.
19. INEN-NTE. (2010). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 205:2010. Obtenido de http://www.ant.gob.ec/old/index.php/transporte/internacional/doc_download/301-norma-tecnica-ecuatoriana-nte-inen-2-2052010
20. Islas, V., & Rivera, C. (2002). Estudio de la demanda de transporte. Obtenido de <http://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt213.pdf>
21. Miranda, J. J. (2010). Gestión de proyectos. Obtenido de La evaluación financiera: <https://ecaths1.s3.amazonaws.com/practicaprofesionalizante3/1890476755.Gesti%C3%B3n%20de%20Proyectos%20-%20Juan%20Jos%C3%A9%20Miranda.pdf>
22. Molinero, A. (2005). Transporte Público: Planeación, diseño, operación y administración. Toluca.
23. Puga, M. (2011). fundamentos básicos de finanzas. Obtenido de <http://www.mpuga.com/docencia/Fundamentos%20de%20Finanzas/Van%20y%20Tir%202011.pdf>
24. Resolución 109-DIR-2015-ANT, R. N. (28 de Diciembre de 2015). Agencia Nacional de Tránsito. Obtenido de Cuadro tarifario 2016:

<http://www.ant.gob.ec/index.php/transito-7/resoluciones-2015/file/3361-resolucion-no-109-dir-2015-ant-cuadro-tarifario>

25. Resolucion No. 122 - DIR - ANT, Metodología para la fijación de tarifas de transporte terrestre intracantonal o urbano (27 de Agosto de 2014).
26. Ruiz , V., & Villacreses, H. (2014). Análisis de los costos operativos entre el sistema de transporte público urbano y el tranvía de la ciudad de Cuenca. Obtenido de dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7762/1/UPS-CT004617.pdf
27. Sánchez, J. (2004). Costos y tarifas en el transporte público automotor de pasajeros. Lima.
28. Segundo Suplemento Registro Oficial No. 919. (10 de Enero de 2017). Ministerio de Trabajo. Obtenido de Salarios Mínimos Sectoriales 2017:
<http://www.forosecuador.ec/forum/ecuador/econom%C3%ADa-y-finanzas/11260-tabla-sectorial-2017-en-excel-ministerio-de-trabajo>
29. Silva, S. (2015). Manual de Normas y Parámetros para la Revisión Técnico-Mecánica de los. Ibarra.
30. SRI. (2018). Impuesto a Vehículos SRI. Obtenido de <http://www.sri.gob.ec/web/guest/vehiculos>
31. Solís, J. (2016). Consumo de energía y emisiones de CO2 del autotransporte en México y escenarios de mitigación. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v32n1/0188-4999-rica-32-01-00007.pdf>
32. TREATISE. (2005). La conducción eficiente. Obtenido de http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_10297_TREATISE_ConduccionEficiente_A2005_A_f3817bad.pdf

ANEXOS

ANEXO I
ENCUESTA PARA DETERMINAR LOS COSTOS OPERATIVOS EN EL
TRANSPORTE URBANO

Tabla AXI.1. Encuesta costos operativos cooperativa 28 de Septiembre – Ibarra

Encuesta sobre el mantenimiento del transporte urbano en la ciudad de Ibarra.			
Objetivo: Estimar los intervalos de mantenimiento de los buses urbanos de la ciudad de Ibarra; y obtener datos adicionales relacionados al transporte urbano, los cuales servirán de base para el trabajo de grado denominado estudio de la estimación de la tarifa del transporte urbano.			
Instrucciones:			
1. La información entregada será de absoluta reserva con fines investigativos y de carácter informativo.			
2. Responder las siguientes preguntas que se le plantea a continuación de una forma sincera.			
3. Escribir o señalar con una "X" la respuesta que usted crea pertinente.			
1. Datos generales – Cooperativa 28 de septiembre		1.1. Cilindraje:	
1.2. Marca/modelo del vehículo:	1.3. Año de fabricación:	1.4. Carrocería: _____	
2. El uso del parqueadero es:			
<input type="checkbox"/> Propio <input type="checkbox"/> Alquilado. Cuanto es el costo mensual: _____			
2.2. ¿Cuál es el tiempo recorrido entre la zona de parqueo y el inicio de la ruta?		2.3. ¿Cuál es el tiempo recorrido entre el fin de la ruta y la zona de parqueo?	
<input type="checkbox"/> 15 min <input type="checkbox"/> 30 min. <input type="checkbox"/> Otro: min.		<input type="checkbox"/> 15 min <input type="checkbox"/> 30 min. <input type="checkbox"/> Otro: min.	
3. La unidad de transporte opera con:			
<input type="checkbox"/> un conductor <input type="checkbox"/> un conductor y un ayudante <input type="checkbox"/> dos conductores			
3.2. ¿Cuál es el salario del conductor?		3.3. ¿Cuál es el salario del ayudante?	
Valor:	Periodo:	Valor:	Periodo:
3.4. ¿El conductor trabaja horas extras remuneradas?			
<input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Si. ¿Cuántas horas en el mes?			
4.2. Escriba el consumo de combustible, el total de frecuencias y la recaudación al día. Según la ruta			
<input type="checkbox"/> Aduana – Caranqui		<input type="checkbox"/> Las Palmas – Guayaquil	
<input type="checkbox"/> Arcangel - San Cristobal		<input type="checkbox"/> Milagro – Yahuarcocha	
<input type="checkbox"/> Azaya - La Campiña		<input type="checkbox"/> Pugacho – Alpachaca	
<input type="checkbox"/> Católica – Alpachaca		<input type="checkbox"/> Santa Rosa - Santa Terecita	
<input type="checkbox"/> Chorlavi - La Victoria		<input type="checkbox"/> Tanguarin - Aduana	
		<input type="checkbox"/> Huertos Familiares – Óvalos	
		<input type="checkbox"/> Naranjito	
		<input type="checkbox"/> Bellavista Mercado Amazonas	
		<input type="checkbox"/> La Esperanza	
		<input type="checkbox"/> Aloburo	
Consumo de combustible diario [gal]	Total de vueltas realizadas al día [f]	Recaudación neta [\$]	
4. ¿Cuáles son los intervalos de mantenimiento de la unidad de transporte urbano?			
Mantenimiento preventivo y correctivo	Intervalo de cambio	Cantidad por cambio	Precio unitario del Mantenimiento
Chasis y carrocería			
Cambio de limpia parabrisas			
Cambio de tapicería de asientos			
Cambio o arreglo del piso			
Engrasado			
Motor, sistema de refrigeración y distribución			
Baqueteadada del radiador y cambio de líquido refrigerante			
Calibración de las válvulas de distribución			
Cambio de la banda de accesorios			
Cambio de las mangueras y la tapa del radiador			
Cambio de Lubricante del Motor y filtro de aceite			
Cambio Filtro de aire			
Mantenimiento del turbo			

**Tabla AXI.1. Encuesta costos operativos cooperativa 28 de Septiembre
(Continuación...)**

Mantenimiento preventivo y correctivo	Intervalo de cambio	Cantidad por cambio	Precio unitario del Mantenimiento
Reparación del motor (cambio chaquetas de bancada y pistones, rines, pistón y camisas)			
Sistema Eléctrico			
Cambio de baterías			
Cambio de luces delanteras y/o posteriores			
Alternador			
Arranque			
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 o torpress			
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			
Mantenimiento compresor (cambio sellos)			

ANEXO II
FORMATO DE ASCENSO Y DESCENSO

Tabla AXII.1. Formato De Ascenso Y Descenso – Ruta Pugacho -Alpachaca

 Universidad Técnica del Norte Estudio de Ascenso – Descenso		Sistema de Transporte Urbano Ibarra - Ecuador							
Cooperativa 28 de Septiembre									
Ruta: Pugacho - Alpachaca									
Fecha:		No. Equipo:			Hora de salida:				
No. de vuelta:		Puerta:			Hora de llegada:				
Cod	Ubicación Zonal del ascenso y descenso	Sentido	Ascenso				Total	Descenso	Total
			Tarifa C.	Estudiante	Niños y adolesc.	3era. edad			
29U	PUGACHO-COLINAS	Ida							
19U	IGL. JESUS DEL GRAN PODER	Ida							
18U	R. DE LA MADRE-CENTRICA	Ida							
39H	COL.IBARRA-L. MALL	Ida							
37H	C.C. BAHÍA-M. AMAZONAS-	Ida							
34H	COL.SANCHEZ-IGL. AGUSTIN	Ida							
38H	MATRIZ EMELNORTE	Ida							
35H	M. STO DOMINGO	Ida							
39U	C. DE LA UNE-R. POLICIA	Ida							
27U	M.MAYORISTA	Ida							
25U	ALPACHACA-STA TERESITA	Ida							
27U	M.MAYORISTA	Ret.							
29U	ESTADIO-POLICIA-ESTAC. BOM	Ret.							
35H	ESC. M. A. HIDROBO	Ret.							
34H	MALDONADO- CRIST. TROYA	Ret.							
38H	COL. LA SALLE-KIMONO	Ret.							
37H	M.AMAZONAS	Ret.							
42U	EST. FERROCARRIL-M. PLAYITA	Ret.							
31U	PILANQUI	Ret.							
18U	P. CENTRICA -ECU	Ret.							
19U	ESC. BELETMITAS-IGL. GRAN P.	Ret.							
29U	PUGACHO - COLINAS	Ret.							