



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

CARRERA INGENIERÍA EN GESTIÓN DE TRANSPORTE

“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA EL USO DE LA ELECTROMOVILIDAD EN EL TRANSPORTE PÚBLICO URBANO – CASO RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO”

Trabajo de titulación

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO EN GESTIÓN DE TRANSPORTE

AUTORES: JESSICA ELIZABETH BARAHONA CUNACHI,

RAÚL ANDRÉS HEREDIA GUERRA

DIRECTOR: ING. GUSTAVO JAVIER AGUILAR MIRANDA

Riobamba – Ecuador

2020

© 2020, Jessica Elizabeth Barahona Cunachi; & Raúl Andrés Heredia Guerra

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Nosotros, Jessica Elizabeth Barahona Cunachi y Raúl Andrés Heredia Guerra, declaramos que el presente trabajo de titulación es de nuestra autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autores asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación. El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 25 de noviembre de 2020



Jessica Elizabeth Barahona Cunachi

C.I.: 060476189-0



Raúl Andrés Heredia Guerra

C.I.: 060423521-8

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN GESTIÓN DE TRANSPORTE

El Tribunal del trabajo de titulación certifica que: El trabajo de Titulación: Tipo: Trabajo de Investigación, **“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA EL USO DE LA ELECTROMOVILIDAD EN EL TRANSPORTE PÚBLICO URBANO – CASO RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO”**, realizado por la señorita **Jessica Elizabeth Barahona Cunachi** y el señor **Raúl Andrés Heredia Guerra**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Jorge Ernesto Huilca Palacios PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	_____	2020-11-25 _____
Ing. Gustavo Javier Aguilar Miranda DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	_____	2020-11-25 _____
Ing. Homero Eudoro Suárez Navarrete MIEMBRO DEL TRIBUNAL	_____	2020-11-25 _____

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación es dedicado a Dios quien es el ser que me ha brindado toda la sabiduría y la fuerza para continuar día a día creciendo en mi vida profesional, me ha iluminado para alcanzar una de mis principales metas en la vida con esfuerzo y dedicación, levantándome a pesar de las adversidades y manteniendo a mi lado a las personas que amo.

A mis amados padres Miguel Barahona y Mercedes Cunachi quienes han sido mis ángeles en la tierra, desde pequeña han guiado mis pasos para convertirme en una buena persona y ahora una excelente profesional, ellos han sido el pilar fundamental durante toda mi vida y han compartido tanto mis éxitos como fracasos siempre con una sonrisa y todo el amor del mundo, además me han brindado todos los recursos necesarios para alcanzar mis objetivos durante mi formación académica, a mis queridos hermanos Diana, Alex y Ana por aportar su alegría y consejos en todo momento.

A mis queridos amigos con quienes he compartido momentos de alegría y tristeza a lo largo de nuestra formación en especial a Raúl, Karen y Lily, excelentes personas a las que quiero mucho.

Jessica

Este trabajo de titulación es dedicado a Dios por la fuerza y sabiduría que me ha brindado para culminar con éxito esta carrera y cumplir mis objetivos propuestos, además por todas las bendiciones derramadas sobre mi persona y familia.

A mis padres queridos Raúl Heredia y Sandra Guerra por haberme enseñado desde muy pequeño que todas las cosas de valor se obtienen con mucha dedicación y esfuerzo y que al final todo tiene su recompensa, ellos han sido las personas más importantes en mi vida, me han brindado su amor infinito y por las que he luchado por alcanzar mis sueños, a mis abuelitos amados Ricardo y Bertha quienes son mis segundos padres me han brindado todo su apoyo y consejos, a mi hermano Sebastián quien ha sido mi ejemplo a seguir y con el que he compartido momentos únicos en la vida y a toda mi familia por su apoyo a lo largo de esta etapa.

A mis amigos Luis y Jessica que son personas de gran corazón y han estado junto a mí durante los momentos buenos y malos en esta emocionante experiencia universitaria.

Raúl

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por iluminar mi camino a lo largo de mi vida, no solamente en el ámbito profesional sino también en el aspecto humano, brindándome todo tipo de aprendizaje con experiencias buenas y malas.

A mi familia porque son las personas mas importantes en mi vida y por confiar en mi en cada paso que doy a lo largo del camino incentivándome a ser un gran profesional y excelente ser humano.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en particular a la Carrera de Ingeniería de Gestión de Transporte por brindarme todos los conocimientos necesarios, valores, experiencias. A sus docentes que no solo han desempeñado su rol como profesores sino también como amigos, mi gratitud al Tribunal del Trabajo de Titulación integrado por el Ing. Jorge Ernesto Huilca Palacios, Ing. Gustavo Javier Aguilar Miranda e Ing. Homero Eudoro Suárez Navarrete por guiarme sabiamente en la elaboración de este trabajo de investigación y brindarme su apoyo en el ambito académico y humano.

Jessica

Agradezco a Dios y la Virgen María por llenarme de sabiduría durante mi formación académica y permitirme culminar este trabajo de titulación de manera exitosa, además por haber puesto en mi camino a maravillosas personas que han sido mi compañía durante esta hermosa etapa de mi vida.

A mi familia por ser el pilar fundamental y permanecer a mi lado en todo momento, por confiar en mis expectativas, por incentivarme a ser una mejor persona y enseñarme a luchar con esfuerzo y dedicación para cumplir mis objetivos.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, a la prestigiosa Carrera de Ingeniería en Gestión de Transporte por abrir sus puertas para poder cumplir este sueño de convertirme en un excelente profesional y persona, a sus docentes que no solo han impartido conocimientos académicos, sino también me han enseñado valores éticos y morales, mi gratitud al Tribunal del Trabajo de Titulación integrado por el Ing. Jorge Ernesto Huilca Palacios, Ing. Gustavo Javier Aguilar Miranda e Ing. Homero Eudoro Suárez Navarrete por brindar su aporte académico y haber guiado en la elaboración de esta importante investigación.

Raúl

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xvii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xviii
ÍNDICE DE ANEXOS	xx
RESUMEN	xxi
ABSTRACT.....	xxii
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	2
1.1. Planteamiento del problema	2
1.2. Formulación del problema.....	3
1.3. Sistematización del problema	3
1.4. Delimitación del problema.....	3
<i>1.4.1. Objeto del estudio</i>	<i>3</i>
<i>1.4.2. Campo de acción</i>	<i>3</i>
<i>1.4.3. Espacio.....</i>	<i>3</i>
<i>1.4.4. Tiempo</i>	<i>3</i>
1.5. Objetivos	4
<i>1.5.1. General</i>	<i>4</i>
<i>1.5.2. Específicos</i>	<i>4</i>
1.6. Justificación (Teórica, Metodológica y Práctica)	4
<i>1.6.1. Justificación Teórica</i>	<i>4</i>
<i>1.6.2. Justificación Metodológica</i>	<i>5</i>
<i>1.6.3. Justificación Práctica</i>	<i>5</i>
1.7. Antecedentes de investigación	6
<i>1.7.1. Investigaciones a nivel Internacional.</i>	<i>6</i>
<i>1.7.1.1. Proyecto de Investigación N° 1 (Perú)</i>	<i>6</i>
<i>1.7.1.2. Proyecto de Investigación N° 2 (Colombia).....</i>	<i>6</i>
<i>1.7.1.3. Proyecto de Investigación N° 3 (Colombia)</i>	<i>7</i>

1.7.1.4.	<i>Proyecto de Investigación N° 4 (Chile)</i>	7
1.7.1.5.	<i>Proyecto de Investigación N°5 (España)</i>	8
1.7.1.6.	<i>Proyecto de Investigación N°6 (Colombia)</i>	8
1.7.2.	<i>Investigaciones a nivel Nacional</i>	9
1.7.2.1.	<i>Proyecto de Investigación N° 1</i>	9
1.7.2.2.	<i>Proyecto de Investigación N° 2</i>	9
1.7.2.3.	<i>Proyecto de Investigación N° 3</i>	10
1.7.2.4.	<i>Proyecto de Investigación N° 4</i>	10
1.7.2.5.	<i>Proyecto de Investigación N°5</i>	11
1.7.3.	<i>Antecedentes históricos de vehículos eléctricos</i>	11
1.8.	Marco Teórico	13
1.8.1.	Marco legal	13
1.8.1.1.	<i>Ámbito legal Nacional</i>	13
1.8.1.2.	<i>Ámbito legal Internacional</i>	15
1.8.2.	Transporte y movilidad	20
1.8.2.1.	<i>Transporte</i>	20
1.8.2.2.	<i>Movilidad</i>	24
1.8.3.	Electromovilidad	26
1.8.3.1.	<i>Medios de transporte eléctricos</i>	27
1.8.3.2.	<i>Ventajas y desventajas de los medios de transporte eléctricos</i>	34
1.8.3.3.	<i>Impacto de la electromovilidad al medio ambiente</i>	43
1.8.4.	Estudio de factibilidad	44
1.8.4.1.	<i>Estudio de mercado</i>	45
1.8.4.2.	<i>Estudio técnico</i>	46
1.8.4.3.	<i>Estudio Económico</i>	48
1.9.	Marco Conceptual	51
1.10.	Hipótesis	53

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	54
2.1.	Enfoque de investigación	54
2.1.1.	<i>Cualitativo</i>	54

2.1.2.	<i>Cuantitativo</i>	54
2.2.	Nivel de investigación	54
2.2.1.	<i>Exploratorio</i>	54
2.2.2.	<i>Bibliográfica</i>	54
2.3.	Diseño de investigación	55
2.3.1.	<i>No experimental</i>	55
2.4.	Tipo de estudio	55
2.4.1.	<i>Transversal</i>	55
2.5.	Población y muestra	55
2.5.1.	<i>Ubicación del área de estudio</i>	55
2.5.1.1.	<i>Ubicación geográfica del área de estudio</i>	55
2.5.2.	<i>Población de estudio</i>	56
2.5.3.	<i>Tamaño de la muestra</i>	57
2.6.	Métodos, técnicas e instrumentos de investigación	58
2.6.1.	<i>Métodos de investigación</i>	58
2.6.1.1.	<i>Método inductivo - deductivo</i>	58
2.6.1.2.	<i>Método analítico - sintético</i>	58
2.6.2.	Técnicas e instrumentos de investigación	58
2.6.2.1.	<i>Encuesta</i>	58
2.6.2.2.	<i>Cuestionario en línea</i>	59
2.6.2.3.	<i>Entrevista</i>	59
2.6.2.4.	<i>Guía de entrevista</i>	59

CAPÍTULO III

3.	MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	60
3.1.	Análisis e interpretación de resultados	60
3.1.1.	<i>Zonificación</i>	60
3.1.2.	<i>Encuesta</i>	61
3.1.2.1.	<i>Tabulación de encuestas</i>	61
3.1.3.	<i>Entrevista</i>	88
3.1.3.1.	<i>Entrevista dirigida al Director de la Dirección de Gestión de Movilidad, Tránsito y Transporte de Riobamba Crnl. Ángel Astudillo</i>	88

3.1.3.2.	<i>Entrevista dirigida al Gerente de la Cooperativa de Transporte Público Urbano “El Sagrario” Sr. Cristian Mosquera</i>	<i>89</i>
3.1.3.3.	<i>Entrevista dirigida a Socio de la Cooperativa de Transporte Público Urbano “El Sagrario” Sr. Simón Mosquera</i>	<i>90</i>
3.1.3.4.	<i>Entrevista dirigida al Director de la carrera de Ingeniería en Gestión de Transporte Ing. Cesar Villa Maura.....</i>	<i>90</i>
3.2.	Verificación de hipótesis	91
3.3.	Propuesta	91
3.3.1.	<i>Título de la propuesta</i>	<i>91</i>
3.4.	Contenido de la propuesta	91
3.4.1.	<i>Análisis de la situación del transporte público en una situación normal.....</i>	<i>92</i>
3.4.2.	<i>Puntos de origen y llegada</i>	<i>93</i>
3.4.3.	<i>Horario del Sistema.....</i>	<i>94</i>
3.4.4.	<i>Paradas</i>	<i>95</i>
3.4.5.	<i>Calidad de servicio.....</i>	<i>95</i>
3.4.6.	<i>Parámetros que afectan al sistema de transporte público.....</i>	<i>95</i>
3.4.7.	<i>Cruce de variables</i>	<i>96</i>
3.4.7.1.	<i>Zonas de atracción y generación de viajes vs tiempo de viaje.....</i>	<i>96</i>
3.4.7.2.	<i>Zonas de atracción y generación de viajes vs motivos de viaje</i>	<i>99</i>
3.4.7.3.	<i>Zonas de atracción y generación de viajes vs medios de transporte</i>	<i>102</i>
3.4.7.4.	<i>Personas que ocupan el vehículo particular vs tiempo de uso vs capacidad del vehículo</i>	<i>105</i>
3.4.8.	<i>Situación actual durante la emergencia sanitaria Covid-19</i>	<i>106</i>
3.5.	Bicicleta eléctrica.....	107
3.5.1.	<i>Estudio de Mercado.....</i>	<i>107</i>
3.5.1.1.	<i>Demanda del sistema.....</i>	<i>107</i>
3.5.1.2.	<i>Organismos de control.....</i>	<i>107</i>
3.5.2.	<i>Estudio Técnico</i>	<i>108</i>
3.5.2.1.	<i>Análisis para la implementación del sistema de bicicletas eléctricas en base a las variables de estudio.....</i>	<i>108</i>
3.5.2.2.	<i>Infraestructura</i>	<i>108</i>
3.5.2.3.	<i>Flota vehicular</i>	<i>124</i>
3.5.2.4.	<i>Gestión y operación.....</i>	<i>126</i>
3.5.3.	<i>Estudio Económico.....</i>	<i>128</i>
3.5.3.1.	<i>Talento humano.....</i>	<i>128</i>

3.5.3.2.	<i>Mantenimiento de una bicicleta eléctrica</i>	130
3.5.3.3.	<i>Inversión inicial referencial</i>	131
3.5.3.4.	<i>Periodo de recuperación de la inversión (P.R.I)</i>	132
3.5.3.5.	<i>Impacto ambiental y calidad de vida</i>	133
3.6.	Bus eléctrico	134
3.6.1.	Estudio de Mercado	134
3.6.1.1.	<i>Demanda del sistema</i>	134
3.6.1.2.	<i>Organismos de control</i>	135
3.6.2.	Estudio Técnico	135
3.6.2.1.	<i>Análisis para la implementación de buses eléctricos en base a las variables de estudio</i>	135
3.6.2.2.	<i>Infraestructura</i>	136
3.6.2.3.	<i>Flota vehicular</i>	140
3.6.2.4.	<i>Gestión y operación</i>	143
3.6.3.	Estudio Económico	146
3.6.3.1.	<i>Talento humano</i>	146
3.6.3.2.	<i>Costo de la instalación de una electrolinera</i>	147
3.6.3.3.	<i>Costo de mantenimiento de un bus eléctrico</i>	148
3.6.3.4.	<i>Inversión inicial referencial</i>	148
3.6.3.5.	<i>Periodo de recuperación de la inversión (P.R.I)</i>	149
3.6.3.6.	<i>Impacto ambiental y calidad de vida</i>	150
3.7.	Vehículo eléctrico compartido	152
3.7.1.	Estudio de Mercado	152
3.7.1.1.	<i>Demanda del sistema</i>	152
3.7.1.2.	<i>Organismos de control</i>	152
3.7.2.	Estudio Técnico	152
3.7.2.1.	<i>Análisis para la implementación de vehículos eléctricos en base a las variables de estudio</i>	152
3.7.2.2.	<i>Infraestructura</i>	153
3.7.2.3.	<i>Flota vehicular</i>	156
3.7.2.4.	<i>Gestión y operación</i>	157
3.7.3.	Estudio Económico	162
3.7.3.1.	<i>Talento humano</i>	162
3.7.3.2.	<i>Costo de mantenimiento de un vehículo eléctrico</i>	163

3.7.3.3.	<i>Inversión inicial referencial</i>	163
3.7.3.4.	<i>Periodo de recuperación de la inversión (P.R.I)</i>	164
3.7.3.5.	<i>Impacto ambiental y calidad de vida</i>	165
3.8.	Análisis del consumo eléctrico	166
3.8.1.	<i>Oferta y demanda energética de la ciudad de Riobamba (año 2015).</i>	166
3.8.2.	<i>Consumo energético proyectado para flota de buses eléctricos propuestos</i>	166
3.8.3.	<i>Consumo energético proyectado para sistema de vehículo eléctrico compartido</i>	167
3.8.4.	<i>Energía que utilizará la bicicleta eléctrica de acuerdo al número de bicicletas propuestas</i>	168
3.9.	Análisis de factibilidad de los medios de transporte eléctricos propuestos	170
3.10.	Medio de transporte más factible	174
3.10.1.	<i>Elección Final del medio de transporte eléctrico complementario más factible</i>	174
3.10.1.1.	<i>Aspectos Cuantitativos</i>	174
3.10.1.2.	<i>Aspectos Cualitativos</i>	175
3.10.2.	<i>Relación entre Variables Cuantitativas y Cualitativas</i>	175
	CONCLUSIONES	177
	RECOMENDACIONES	178
	GLOSARIO	
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 – 1:	Estructura de la Ley 9518.....	16
Tabla 2 – 1:	Incentivos de la Ley 9518.	17
Tabla 3 – 1:	Ventajas y desventajas del transporte terrestre.	21
Tabla 4 – 1:	Ventajas y desventajas de los medios de transporte eléctricos.....	34
Tabla 1 – 2:	Población por parroquia urbana de la ciudad de Riobamba en el año 2010.....	57
Tabla 2 – 2:	Población proyectada por parroquia urbana (Riobamba) al año 2020.	57
Tabla 1 – 3:	Población y muestra por zona de estudio.....	61
Tabla 2 – 3:	Estratos de edad.....	61
Tabla 3 – 3:	Género de la muestra.....	62
Tabla 4 – 3:	Parroquia de residencia.	63
Tabla 5 – 3:	Rango salarial.....	64
Tabla 6 – 3:	Viajes generados en una situación normal (antes del Covid-19).	65
Tabla 7 – 3:	Viajes expandidos en una situación normal (antes del Covid-19).	66
Tabla 8 – 3:	Viajes durante la emergencia sanitaria covid-19.	69
Tabla 9 – 3:	Viajes por semana durante la emergencia sanitaria covid-19.	70
Tabla 10 – 3:	Viajes generados durante la emergencia sanitaria covid-19.	71
Tabla 11 – 3:	Viajes expandidos durante la emergencia sanitaria covid-19.	72
Tabla 12 – 3:	Motivo de viaje en una situación normal y durante el Covid-19.	76
Tabla 13 – 3:	Partición modal en una situación normal y durante el Covid-19.	77
Tabla 14 – 3:	Tiempo de viaje en una situación normal y durante el Covid-19.....	78
Tabla 15 – 3:	Calificación del sistema de transporte público.	79
Tabla 16 – 3:	Parámetros negativos del sistema de transporte público urbano.	80
Tabla 17 – 3:	Tiempo de uso del vehículo particular por día.....	81
Tabla 18 – 3:	Pasajeros transportados en vehículo particular por día.	82
Tabla 19 – 3:	Medios de transporte complementarios.	83
Tabla 20 – 3:	Inscripción anual por uso de bicicleta o scooter eléctrico.....	84

Tabla 21 – 3:	Inscripción anual del vehículo compartido eléctrico.	85
Tabla 22 – 3:	Tarifa de uso por hora del vehículo eléctrico compartido.....	86
Tabla 23 – 3:	Tarifa del bus eléctrico.	87
Tabla 24 – 3:	Medios de comunicación.....	88
Tabla 25 – 3:	Características de las 16 rutas del transporte público urbano de Riobamba.....	93
Tabla 26 – 3:	Tiempo de viaje en una situación normal (antes del Covid-19) zona 1.....	96
Tabla 27 – 3:	Tiempo de viaje en una situación normal (antes del Covid-19) zona 2.....	96
Tabla 28 – 3:	Tiempo de viaje en una situación normal (antes del Covid-19) zona 3.....	97
Tabla 29 – 3:	Tiempo de viaje en una situación normal (antes del Covid-19) zona 4.....	97
Tabla 30 – 3:	Tiempo de viaje en una situación normal (antes del Covid-19) zona 5.....	98
Tabla 31 – 3:	Motivos de viaje en una situación normal (antes del Covid-19) zona 1.....	99
Tabla 32 – 3:	Motivos de viaje en una situación normal (antes del Covid-19) zona 2.....	99
Tabla 33 – 3:	Motivos de viaje en una situación normal (antes del Covid-19) zona 3.....	100
Tabla 34 – 3:	Motivos de viaje en una situación normal (antes del Covid-19) zona 4.....	100
Tabla 35 – 3:	Motivos de viaje en una situación normal (antes del Covid-19) zona 5.....	101
Tabla 36 – 3:	Medios de transporte en una situación normal (antes del Covid-19) zona 1...102	
Tabla 37 – 3:	Medios de transporte en una situación normal (antes del Covid-19) zona 2...102	
Tabla 38 – 3:	Medios de transporte en una situación normal (antes del Covid-19) zona 3...103	
Tabla 39 – 3:	Medios de transporte en una situación normal (antes del Covid-19) zona 4...103	
Tabla 40 – 3:	Medios de transporte en una situación normal (antes del Covid-19) zona 5...104	
Tabla 41 – 3:	Ocupación del vehículo particular.	105
Tabla 42 – 3:	Posibles centroides por parroquia urbana.	109
Tabla 43 – 3:	Rutas de ciclovía propuestas.	112
Tabla 44 – 3:	Características de la Ruta No. 1.....	112
Tabla 45 – 3:	Características de la Ruta No. 2.....	113
Tabla 46 – 3:	Características de la Ruta No. 3.....	113
Tabla 47 – 3:	Ubicación de estaciones de bicicletas eléctricas.	115
Tabla 48 – 3:	Tipo de ciudad por No. de habitantes.	116

Tabla 49 – 3:	Parqueaderos promedio por tipo de ciudad.....	117
Tabla 50 – 3:	Número de parqueaderos para el área de estudio.....	117
Tabla 51 – 3:	Ubicación de parqueaderos para bicicleta eléctrica.	117
Tabla 52 – 3:	Señales regulatorias.....	121
Tabla 53 – 3:	Señales preventivas.	121
Tabla 54 – 3:	Señales informativas.	122
Tabla 55 – 3:	Señalética horizontal.	123
Tabla 56 – 3:	Promedio bicicletas por tipo de ciudad.....	125
Tabla 57 – 3:	Número de bicicletas para el área de estudio.....	125
Tabla 58 – 3:	Parámetros para un sistema de bicicleta pública.....	126
Tabla 59 – 3:	Talento humano propuesto.	129
Tabla 60 – 3:	Costo de componentes de una bicicleta eléctrica.....	130
Tabla 61 – 3:	Tareas de mantenimiento para bicicleta eléctrica.	131
Tabla 62 – 3:	Inversión inicial referencial para sistema de bicicleta eléctrica pública.....	131
Tabla 63 – 3:	Valores acumulados anuales de ingresos y costos.	132
Tabla 64 – 3:	Modelos de estaciones de recarga para vehículos eléctricos.....	137
Tabla 65 – 3:	Ubicación de electrolinerías para carga de los buses eléctricos.	138
Tabla 66 – 3:	Flota vehicular del transporte público urbano por año de fabricación.	141
Tabla 67 – 3:	Vida útil para transporte Intracantonal, urbano y rural.	142
Tabla 68 – 3:	Buses próximos a culminar su vida útil.....	142
Tabla 69 – 3:	Talento humano propuesto.	147
Tabla 70 – 3:	Costo referencial de instalación de una electrolinería.....	147
Tabla 71 – 3:	Comparación entre un bus eléctrico modelo “K9G” y otro a diésel.	148
Tabla 72 – 3:	Costo de mantenimiento por bus eléctrico.....	148
Tabla 73 – 3:	Inversión inicial referencial para buses eléctricos.	148
Tabla 74 – 3:	Valores acumulados anuales de ingresos y costos.	149
Tabla 75 – 3:	Ubicación de electrolinerías para vehículo eléctrico compartido.....	153
Tabla 76 – 3:	Plazas de estacionamiento en vía pública.	155

Tabla 77 – 3:	Multa por incumplir la hora de recepción del vehículo eléctrico.....	159
Tabla 78 – 3:	Horario de atención del sistema.....	159
Tabla 79 – 3:	Valor de Inscripción para el sistema de vehículo eléctrico compartido.	160
Tabla 80 – 3:	Tarifa de uso por hora para el vehículo eléctrico.....	161
Tabla 81 – 3:	Personal propuesto para sistema de vehículo eléctrico compartido.	163
Tabla 82 – 3:	Costo de mantenimiento por vehículo eléctrico.....	163
Tabla 83 – 3:	Inversión inicial referencial para sistema de vehículo eléctrico compartido...	164
Tabla 84 – 3:	Valores acumulados anuales de ingresos y costos.	164
Tabla 85 – 3:	Oferta energética de la Empresa Eléctrica Riobamba S.A. 2015.....	166
Tabla 86 – 3:	Consumo de energía eléctrica de la ciudad de Riobamba 2015.	166
Tabla 87 – 3:	Especificaciones (rutas) transporte público urbano.	166
Tabla 88 – 3:	Consumo kWh/ día (unidad) para bus eléctrico.....	167
Tabla 89 – 3:	Consumo kWh/ año (flota) para bus eléctrico.	167
Tabla 90 – 3:	Consumo kWh/ día (unidad) para vehículo eléctrico compartido.....	167
Tabla 91 – 3:	Consumo kWh/ año (flota) para vehículo eléctrico compartido.	168
Tabla 92 – 3:	Consumo kWh/ día (unidad) para bicicleta eléctrica.	168
Tabla 93 – 3:	Consumo kWh/ año (flota) para bicicleta eléctrica.....	169
Tabla 94 – 3:	Consumo estimado kWh/ año de medios de transporte eléctricos propuestos.	169
Tabla 95 – 3:	Disponibilidad de energía anual.	169
Tabla 96 – 3:	Disponibilidad de energía anual vs consumo kWh/ años.....	170
Tabla 97 – 3:	Comparativa de factibilidad de los medios de transporte eléctricos.	170
Tabla 98 – 3:	Comparativa de factibilidad de los medios de transporte eléctricos.	174
Tabla 99 – 3:	Orden jerárquico de factibilidad de medios eléctricos propuestos.	176

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – 3.	Estratos de edad muestra.	62
Gráfico 2 – 3.	Género.	62
Gráfico 3 – 3.	Parroquia de residencia.	63
Gráfico 4 – 3.	Salario mensual.	64
Gráfico 5 – 3.	Viajes Origen-Destino en una situación normal (antes del Covid-19).	65
Gráfico 6 – 3.	Viajes durante la emergencia sanitaria covid-19.....	70
Gráfico 7 – 3.	Viajes por semana durante la emergencia sanitaria covid-19.....	70
Gráfico 8 – 3.	Viajes Origen-Destino durante la emergencia sanitaria covid-19.	71
Gráfico 9 – 3.	Motivo de viaje en una situación normal y durante el Covid-19.....	76
Gráfico 10 – 3.	Partición modal en una situación normal y durante el Covid-19.....	77
Gráfico 11 – 3.	Tiempo de viaje en una situación normal y durante el Covid-19.	78
Gráfico 12 – 3.	Calificación del transporte público.	79
Gráfico 13 – 3.	Parámetros negativos del sistema de transporte público urbano.	80
Gráfico 14 – 3.	Tiempo de uso diario del vehículo particular.	81
Gráfico 15 – 3.	Número de pasajeros transportados en vehículo particular por día.	82
Gráfico 16 – 3.	Medios de transporte complementarios.	83
Gráfico 17 – 3.	Inscripción anual por uso de bicicleta y scooter eléctrico.	84
Gráfico 18 – 3.	Inscripción anual del vehículo eléctrico compartido.....	85
Gráfico 19 – 3.	Tarifa de uso por hora del vehículo compartido eléctrico.	86
Gráfico 20 – 3.	Tarifa del bus eléctrico.	87
Gráfico 21 – 3.	Medios de comunicación.	88
Gráfico 22 – 3.	Ocupación del vehículo particular en una situación normal.....	105

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – 1.	Estructura del marco teórico.	13
Figura 2 – 1.	Modos de transporte.....	20
Figura 3 – 1.	Componentes del sistema de transporte.....	22
Figura 4 – 1.	Importancia de la movilidad sostenible.	25
Figura 5 – 1.	Ventajas de la movilidad a través de vehículos eléctricos.	26
Figura 6 – 1.	Principales medios de transporte eléctricos.	27
Figura 7 – 1.	Bus híbrido.....	28
Figura 8 – 1.	Bus eléctrico.	28
Figura 9 – 1.	Bicicleta eléctrica Trek super commuter +9.....	29
Figura 10 – 1.	Scooter eléctrico.....	29
Figura 11 – 1.	Auto eléctrico sedán E5.	30
Figura 12 – 1.	Tranvía de Murcia.	31
Figura 13 – 1.	Metro de Madrid.	32
Figura 14 – 1.	Funicular de Artxanda - Bilbao.....	32
Figura 15 – 1.	Teleférico de La Paz - Bolivia.....	33
Figura 16 – 1.	Impulso de la electromovilidad en varios países.	44
Figura 17 – 1.	Pilares fundamentales de un estudio de factibilidad.	45
Figura 18 – 1.	Aspectos principales.	47
Figura 1 – 2.	Parroquias urbanas de Riobamba.	56
Figura 1 – 3.	Zonificación de la parte urbana de la ciudad de Riobamba.	60
Figura 2 – 3.	Líneas de deseo Z1 (Lizarzaburu).....	67
Figura 3 – 3.	Líneas de deseo Z2 (Velasco).	67
Figura 4 – 3.	Líneas de deseo Z3 (Maldonado).	68
Figura 5 – 3.	Líneas de deseo Z4 (Veloz).....	68
Figura 6 – 3.	Líneas de deseo Z5 (Yaruquíes).	69
Figura 7 – 3.	Líneas de deseo Z1 (Lizarzaburu).....	73
Figura 8 – 3.	Líneas de deseo Z2 (Velasco).	74
Figura 9 – 3.	Líneas de deseo Z3 (Maldonado).	74
Figura 10 – 3.	Líneas de deseo Z4 (Veloz).....	75
Figura 11 – 3.	Líneas de deseo Z5 (Yaruquíes).	75
Figura 12 – 3.	Operadoras del transporte público urbano de Riobamba.	92

Figura 13 – 3.	Zonas de atracción y generación de viajes vs tiempo de viaje.	98
Figura 14 – 3.	Zonas de atracción y generación de viajes vs motivo de viaje.....	101
Figura 15 – 3.	Zonas de atracción y generación de viajes vs medios de transporte.	104
Figura 16 – 3.	Promedio de ocupación del vehículo particular en una situación normal.	106
Figura 17 – 3.	Dimensiones promedio de una bicicleta.	110
Figura 18 – 3.	Espacios de operación del ciclista.	111
Figura 19 – 3.	Ancho recomendado de ciclovia.	111
Figura 20 – 3.	Red de ciclovia propuesta.	114
Figura 21 – 3.	Criterios recomendados para ubicación de estaciones.	115
Figura 22 – 3.	Mapa total de la red de ciclovia, estaciones y parqueaderos.....	120
Figura 23 – 3.	Semáforo para bicicletas.	122
Figura 24 – 3.	Bicicleta eléctrica modelo “Strik”.	124
Figura 25 – 3.	Características técnicas de la bicicleta eléctrica modelo “Vit”.	125
Figura 26 – 3.	“JAC Sunray” de carga.	128
Figura 27 – 3.	Organigrama estructural para sistema de bicicleta eléctrica pública.	129
Figura 28 – 3.	Período de recuperación de la inversión del sistema de bicicletas eléctricas.	132
Figura 29 – 3.	Electrolinera en Guayaquil.....	137
Figura 30 – 3.	Schneider Electric EVlink 27.	138
Figura 31 – 3.	Ubicación de electrolineras propuestas para carga de buses eléctricos.....	139
Figura 32 – 3.	Bus eléctrico modelo “K9G”.....	140
Figura 33 – 3.	Características mecánicas del bus eléctrico modelo “K9G”.	141
Figura 34 – 3.	Organigrama estructural para buses eléctricos.	146
Figura 35 – 3.	Período de recuperación de la inversión del bus eléctrico.	150
Figura 36 – 3.	Ubicación de electrolineras para carga de vehículos eléctricos.	154
Figura 37 – 3.	Auto eléctrico sedán E5.	156
Figura 38 – 3.	Características de Auto eléctrico sedán E5.....	157
Figura 39 – 3.	Organigrama estructural para sistema de vehículo eléctrico compartido.....	162
Figura 40 – 3.	Período de recuperación de la inversión del vehículo eléctrico compartido.	165

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: MODELO DE ENCUESTA APLICADA

ANEXO B: ENTREVISTAS APLICADAS A LOS ACTORES PRINCIPALES DEL
TRANSPORTE PÚBLICO

ANEXO C: HORARIO DEL SERVICIO DE TRANSPORTE PÚBLICO URBANO DE LA
CIUDAD DE RIOBAMBA

ANEXO D: PRECIO REFERENCIAL DE UNA ESTACIÓN PARA BICICLETAS
ELÉCTRICAS

ANEXO E: FOTOGRAFÍAS DE LAS ENTREVISTAS REALIZADAS

RESUMEN

El presente trabajo de titulación tiene como objetivo realizar un estudio de factibilidad para el uso de la electromovilidad en el transporte público urbano de la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo mediante herramientas de investigación que ayuden a identificar los principales factores que intervienen dentro de la implementación de sistemas eléctricos en ciudades medias para conocer las características, ventajas, desventajas y demás generalidades en torno al tema, posteriormente se diagnosticó la situación actual del servicio empleando instrumentos de investigación como la encuesta, para la obtención de datos primarios, dichas encuestas fueron aplicadas a 1.175 habitantes de las cinco parroquias urbanas de la ciudad (Lizarzaburu, Velasco, Maldonado, Veloz y Yaruquíes). En base a la tabulación y análisis de los resultados se pudo identificar la forma de moverse dentro del perímetro urbano antes y durante la emergencia sanitaria Covid-19, aceptación y disponibilidad de pago de sistemas de transporte eléctricos (bicicleta, bus y vehículo compartido) a su vez permitió diseñar 3 sistemas eléctricos complementarios que podrían adaptarse al transporte público, tomando en cuenta parámetros de mercado, técnicos, económicos, sociales y medioambientales y finalmente se realizó una comparación entre dichos factores correspondientes a cada sistema y se escogió a la bicicleta pública eléctrica como la alternativa más factible con una red de ciclovías dividida en 3 rutas (total 42,4 km), 265 bicicletas, ubicación de 11 estaciones, localización de 24 parqueaderos entre otros parámetros relacionados a la operación y gestión; enfocándose al impulso de una movilidad sostenible dentro de las zonas urbanas, mediante el empleo adecuado de los recursos y la eficiencia energética para reducir la contaminación ambiental y mejorar la calidad de vida de la población riobambeña.

Palabras clave: <TRANSPORTE PÚBLICO>, <ELECTROMOVILIDAD>, <ESTUDIO DE FACTIBILIDAD>, <SISTEMAS DE TRANSPORTE ELÉCTRICOS>, <MOVILIDAD SOSTENIBLE>.



14/12/2020
0496-DBRAI-UPT-2020

ABSTRACT

This thesis is aimed to carry out a feasibility study for the use of electromobility in urban public transport in Riobamba city, province of Chimborazo, using research tools to help to identify the main factors involved in the implementation of electrical systems in medium-sized cities in order to find out the characteristics, advantages, disadvantages and other general aspects of the subject, Subsequently, the current situation of the service was diagnosed using research instruments such as the survey, to obtain primary data. These surveys were applied to 1,175 inhabitants of five urban parishes (Lizarzaburu, Velasco, Maldonado, Veloz and Yaruquíes). Based on the tabulation and analysis of the results, it was possible to identify how people could get around within the urban perimeter before and during the Covid-19 health emergency. The acceptance and availability of payment for electric transport systems (bicycle, bus and carpool) made it possible to design three complementary electric systems that could be adapted to public transport, taking into account market parameters, technical, economic, social and environmental factors and finally a comparison was made between these factors corresponding to each system and the public electric bicycle was chosen as the most feasible alternative with a network of cycle paths divided into 3 routes (total 42.4 km), 265 bicycles, location of 11 stations, location of 24 car parks among other parameters related to operation and management; focusing on promoting sustainable mobility within urban areas, through the appropriate use of resources and energy efficiency to reduce environmental pollution and improve the quality of life for the people who live in Riobamba city.

Keywords: <PUBLIC TRANSPORTATION>, <ELECTROMOBILITY>, <STUDY OF FEASIBILITY>, <ELECTRIC TRANSPORTATION SYSTEMS>, <SUSTAINABLE MOBILITY>.

INTRODUCCIÓN

El transporte terrestre es responsable en gran magnitud de las emisiones totales de gases contaminantes hacia la atmósfera debido a la combustión realizada por los motores de los vehículos convencionales, razón por la cual ha obligado a las autoridades competentes a buscar nuevas alternativas de movilidad sostenible para disminuir la contaminación ambiental y promover espacios más saludables para los usuarios viales. Actualmente el estado del sistema de transporte público desempeña un papel fundamental en la movilidad urbana de las ciudades medias como es el caso de Riobamba, ya que la mayoría de la población utiliza este medio para satisfacer sus necesidades de desplazamiento, pero la calidad del servicio tiene falencias entorno a características de seguridad, confort, atención al usuario entre otros, adicional a esto las zonas con mayor generación y atracción de viajes pueden optar por sistemas alternativos o complementarios de transporte público como la bicicleta eléctrica, bus eléctrico, scooter eléctrico y vehículo eléctrico compartido para ayudar a la reorganización del tráfico vehicular, contribuyendo a mejorar la movilidad dentro de las zonas más conflictivas, reduciendo la contaminación ambiental e influir sobre la calidad de vida de la población. La investigación se realiza con la finalidad de conocer el sistema de transporte eléctrico más factible para incorporarlo al servicio público urbano y contribuir al desarrollo de la movilidad de la ciudad de Riobamba. La estructura del trabajo de titulación se encuentra detallado de la siguiente manera:

El capítulo I hace referencia al marco teórico referencial, el planteamiento, formulación, sistematización y delimitación del problema, objetivos del proyecto, justificación, antecedentes de investigación a nivel nacional e internacional, marco teórico, conceptual y la hipótesis a defender.

En el capítulo II corresponde al desarrollo del marco metodológico donde se explica el enfoque, diseño de investigación, tipo de estudio, población y muestra seguido de los métodos, técnicas e instrumentos de investigación para la recopilación de la información necesaria en fuentes primarias y secundarias.

En el capítulo III se refiere al marco y discusión de resultados donde se especifica el análisis e interpretación de resultados, verificación de la hipótesis seguido de la presentación y contenido de la propuesta que abarca el estudio de factibilidad de los medios de transporte eléctricos más atractivos para la población y la elección del sistema más factible para su incorporación al transporte público urbano de la ciudad de Riobamba.

Finalmente se formulan las conclusiones y recomendaciones del trabajo de titulación, seguido de la bibliografía y los anexos correspondientes a información secundaria necesaria para la investigación.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Planteamiento del problema

Según el anuario de estadísticas de transporte emitido por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), en el año 2017 se matricularon 2.237.264 vehículos motorizados en Ecuador, con un 8,8 % de crecimiento entre el año 2016 y 2017, mostrando así un incremento considerable del parque automotor, parámetros como la falta de mantenimiento y la antigüedad de los vehículos ha provocado un aumento en los niveles de gases de efecto invernadero emitidos hacia la atmósfera. (INEC, 2017)

El Ministerio del Ambiente realizó un estudio en el año 2010 teniendo como enfoque central las diversas fuentes de contaminación que afectaban a la ciudad de Riobamba, determinando así que el tráfico vehicular es el factor principal de las emisiones de gases nocivos; dicho problema se representa básicamente por el transporte terrestre, donde la mayoría de vehículos funcionan con motores de combustión interna obteniendo su energía de los combustibles fósiles, emitiendo gases contaminantes para el medio ambiente como los siguientes productos: (CO) monóxido de carbono, (NOX) óxido nitroso, (CO₂) dióxido de carbono, material particulado, entre otros componentes químicos. (Ministerio del Ambiente, 2010)

Por otro lado la movilidad que se efectúa de manera pública o privada dentro de las zonas urbanas está adquiriendo un gran protagonismo debido al aumento demográfico, en la ciudad de Riobamba se ha tenido un crecimiento poblacional relevante en los últimos años, con un total de 222.741 habitantes según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC, 2010). El crecimiento demográfico conlleva a que el transporte sea indispensable a la hora de cumplir las distintas actividades, provocando una gran intensidad y frecuencia de desplazamientos constantes en la zona urbana, mismos que aumenta los efectos positivos y negativos de su entorno.

En el caso específico de transporte público urbano, su importancia está en la conexión entre los distintos centroides de una ciudad como mercados, instituciones educativas, empresas públicas y privadas, sitios de comercio, hospitales, centros de entretenimiento, entre otros, permitiendo dinamizar la economía de la población; según el anuario de estadística de transporte terrestre del año 2018 existe 27.839 buses que circulan dentro del territorio ecuatoriano mismos que se encuentran actualmente dentro de los 20 años de vida útil establecidos por la ANT. Haciendo referencia a la provincia de Chimborazo la cifra es de 1.122 unidades repartidas en los 10 cantones brindando diferentes servicios públicos o privados. (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2018).

La Dirección de Gestión de Movilidad, Tránsito y Transporte de Riobamba en sus registros manifiesta que en la ciudad operan 184 autobuses pertenecientes a las tres cooperativas y cuatro compañías de transporte público que cubren el perímetro urbano de la ciudad y a las parroquias de San Luis, Calpi y Licán, el servicio que brinda este sistema de transporte aporta de una manera significativa al desarrollo tanto económico como social de la ciudad de Riobamba pero a la par también genera problemas relacionados a la contaminación del medio ambiente como: la emisión de gases, congestión vehicular y contaminación acústica.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la influencia de implementar la electromovilidad en el sistema de transporte público en la ciudad de Riobamba y en la movilidad de sus habitantes?

1.3. Sistematización del problema

- ¿La electromovilidad mejorará el sistema de transporte público urbano de la ciudad?
- ¿El sistema de transporte público se complementará con los modernos sistemas alternativos de transporte eléctrico?
- ¿Reducirán los sistemas alternativos de transporte eléctricos la cantidad de emisión de gases nocivos para el medio ambiente?
- ¿Aumentará los niveles de la calidad de vida de los pobladores de la ciudad de Riobamba?

1.4. Delimitación del problema.

1.4.1. Objeto del estudio

- Identificar las características del sistema de transporte público urbano y su influencia en la movilidad de los habitantes de la ciudad de Riobamba, además los medios alternativos eléctricos que complementarían el sistema.

1.4.2. Campo de acción

- Gestión de transporte terrestre público y urbano.

1.4.3. Espacio

- Ciudad de Riobamba (perímetro urbano)

1.4.4. Tiempo

- Año 2020

1.5. Objetivos

1.5.1. General

Analizar la implementación de la electromovilidad en el sistema de transporte público de la ciudad de Riobamba, mediante un estudio de factibilidad que permita mejorar la calidad del servicio.

1.5.2. Específicos

- Identificar los factores que influyen en la implementación de la electromovilidad en el transporte público urbano, a través de estudios previamente realizados a nivel internacional y nacional.
- Diagnosticar la situación actual del transporte público urbano de la ciudad de Riobamba.
- Crear una propuesta para la implementación de la electromovilidad en el ámbito del transporte público urbano mediante un estudio de factibilidad, que permita mejorar este sistema de transporte y por ende la calidad de vida de los pobladores de la ciudad de Riobamba.

1.6. Justificación (Teórica, Metodológica y Práctica)

A continuación, se detalla la justificación de manera teórica, metodología y práctica:

1.6.1. Justificación Teórica

En la actualidad, tanto la sociedad, como la mayor parte de las compañías enfocan sus procesos con el objetivo de reducir los niveles de contaminación para el cuidado del medio ambiente. Por ello buscan incorporar medios de transporte eléctricos amigables con el medio ambiente, numerosas empresas de todos los ámbitos comerciales y en especial las que se dedican al sector automovilístico comenzaron a invertir gran parte de su capital en la investigación para la producción de vehículos propulsados por fuentes de energía alternativas ligadas a reducir las emisiones de gases producidos por motores de combustión. La sostenibilidad del sector del transporte dependerá en gran medida del avance de estas nuevas tecnologías.

Cerca del 60% del parque automotor se distribuye en las principales ciudades: Quito (28%), Guayaquil (23%), Cuenca (7%), debido a estas cifras se ha tomado alternativas enfocadas al impulso de la movilidad sostenible con la inmersión de vehículos eléctricos. Tomando como principal ejemplo la ciudad de Guayaquil la cual apuesta a la electromovilidad con la incorporación de buses eléctricos para la transportación urbana. (Vélez Sánchez, 2017).

Centrándose en buses y autos eléctricos, la adopción de esta tecnología permite insertar a las calles, vehículos más silenciosos ya que apenas generan ruido evitando así la contaminación acústica además de reducir las emisiones de gases nocivos al medio ambiente, debido a que estos

reemplazan los motores de combustión interna por motores de energía eléctrica. Estos motores están compuestos por baterías que se cargan en electrolineras también conocidas como puntos de suministro de energía mediante el empleo de enchufes especiales, el uso continuo de este tipo de transporte contribuye a un desarrollo sustentable y sostenible hacia el entorno.

Con buses eléctricos y otros medios alternativos (bicicleta y *scooter* eléctricos, auto compartido eléctrico) se reduce considerablemente el gasto de combustible el cual es un recurso externo de gran variabilidad en sus precios. Debido a que térmica y energéticamente la transformación de energía en un motor eléctrico es más eficiente que en uno de combustión, los vehículos eléctricos en comparación a los vehículos tradicionales tienen una mayor eficiencia energética.

Además, se debe recopilar información impartida anteriormente en las cátedras recibidas de la carrera de Gestión de Transporte (Introducción al transporte, Fundamentos de administración, Gestión de proyectos, Gestión de transporte terrestre), así como también complementarlas con la investigación relacionada a los diferentes medios de transporte eléctricos (bus, bicicleta, *scooter* y autos eléctricos) adquiriendo más conocimiento para nuestra formación profesional.

1.6.2. Justificación Metodológica

Se busca conocer cuál es la percepción de las personas acerca de la implementación de diferentes medios eléctricos en el sistema de transporte público, para ello se necesitará interpretar la información obtenida de la investigación de campo acerca de la movilidad y el estado del servicio de transporte urbano de la ciudad.

1.6.3. Justificación Práctica

En base a encuestas dirigidas a la población, se determina como se movilizan las personas dentro de la ciudad (tiempo de viaje, medio de transporte, motivo de viaje, origen y destino, etc.), factibilidad técnica, económica incluyendo aspectos medioambientales en base a datos reales para el presente trabajo de investigación y para las autoridades en el ámbito de la movilidad de Riobamba. Adicionalmente se considera como un factor primordial la opinión de los actores involucrados en el medio de transporte público.

Por otro lado, con el presente trabajo de investigación se pretende plantear una manera diferente la movilización dentro del perímetro urbano de la ciudad, proponiendo la utilización de medios de transporte eléctricos complementarios al sistema de transporte público urbano con el objetivo de mejorar la movilidad y calidad de vida de las personas.

1.7. Antecedentes de investigación

Para el trabajo de titulación se indaga información relevante acerca de la electromovilidad relacionado al transporte público urbano, en proyectos de investigación a nivel nacional e internacional y también una pequeña reseña histórica sobre la evolución de los vehículos eléctricos.

1.7.1. Investigaciones a nivel Internacional.

1.7.1.1. Proyecto de Investigación N° 1 (Perú)

Título de la investigación: “Análisis de la propuesta de incentivos para implementar buses eléctricos en el transporte público de Lima: Viabilidad normativa y económica desde el sector privado y público”.

Autor/es: (Bellido Chipana, Duwal Telesforo; De La Cruz, Gustavo Jo; Hidalgo Cajachagua, Jhon Alexander; Ore Salvatierra, Luis Alberto; Taype Enciso, 2018)

Institución superior: Escuela Superior de Administración y Negocios (ESAN).

Idea central:

Este proyecto manifiesta que uno de los principales problemas es el capital inicial que se necesita para la adquisición de la flota vehicular eléctrica y su infraestructura, para ello plantean estrategias (beneficios fiscales, financieros, subsidios) que impulsarían a una inversión segura en este ámbito, concluyendo que el proyecto de implementación será viable con la intervención del estado aplicando las estrategias planteadas así como la parte económica tanto pública como privada además generar un marco normativo de los detalles y especificaciones técnicas de los vehículos eléctricos.

1.7.1.2. Proyecto de Investigación N° 2 (Colombia)

Título de la investigación: “Metodología para la implementación de buses eléctricos duales con baterías litio-ferrofosfato en la ruta circular sur 302 de Medellín, Colombia”.

Autor/es: (Zapata Briñón, 2018)

Institución superior: Universidad Pontificia Bolivariana.

Idea central:

En Medellín, Colombia mediante un modelo de simulación y un análisis de costos de inversión/operación se pudo calcular el consumo energético y la potencia de buses eléctricos duales con baterías litio-ferrofosfato, determinando la factibilidad de implementación en la ruta

con 3 secciones electrificadas con catenarias y el uso del motor eléctrico para las demás secciones. La autora concluye que es importante tomar en cuenta el estado de carga durante el trayecto y los valores iniciales de inversión, logrando así obtener la reducción de la contaminación y el aprovechamiento de la energía hidroeléctrica del país.

1.7.1.3. Proyecto de Investigación N° 3 (Colombia)

Título de la investigación: Pasado, presente y futuro de vehículos eléctricos.

Autor/es: (García Ruíz, 2015)

Institución superior: Universidad Tecnológica de Pereira.

Idea central:

En este trabajo de investigación se indica la evolución que ha tenido el vehículo dependiendo de las necesidades del ser humano a lo largo del tiempo, pasando así por una serie de modificaciones que gracias al avance de la tecnología se ha logrado desarrollar, creando así un vehículo que es propulsado por uno o más motores eléctricos, utilizando la energía eléctrica como medio principal de propulsión, misma que se almacena en baterías recargables, generando así hasta tres veces mayor rendimiento en comparación a un vehículo convencional, siendo así el principal objetivo de estos automóviles promover una movilidad moderna y sostenible mediante el empleo de energías limpias.

1.7.1.4. Proyecto de Investigación N° 4 (Chile)

Título de la investigación: Evaluación económica y social de la incorporación de buses eléctricos al transporte público urbano de Santiago.

Autor/es: (Oemick Jerez, 2019)

Institución superior: Universidad de Chile.

Idea central:

En este trabajo de investigación nos indica que la inserción de los buses eléctricos rompe todos los esquemas en relación a la incertidumbre operacional en el uso de esta nueva tecnología y como la misma podrá adaptarse sin problemas a la gestión de empresas operadoras en Santiago de Chile, ya que según los datos obtenidos el valor del costo inicial de los buses eléctricos varía un poco a la de los buses tradicionales, pero las ventajas reales de este tipo de vehículos además de ser amigables con el medio ambiente, son sus costos operacionales reducidos, gracias a esto las principales autoridades del país han aceptado promover estrategias económicas como beneficios fiscales para promover e incentivar este tipo de transporte sostenible, ya que además de provocar un cambio en el aspecto climático, lo será también dentro de lo social, económico y tecnológico.

1.7.1.5. Proyecto de Investigación N°5 (España)

Título de la investigación: Estudio de viabilidad de movilidad con bicicletas eléctricas.

Autor/es: (Veliz Delgadillo, 2018)

Institución superior: Universitat Politècnica de Catalunya Barcelonatech.

Idea central:

Este proyecto se lo realizó en la ciudad de Barcelona, España; con el objetivo principal de conocer a detalle el impacto que tendría la implementación de bicicletas eléctricas en la movilidad urbana de la ciudad, comparándola con diferentes modos alternativos de transporte (coche eléctrico, tranvía, metro, ciclomotor) en eficiencia energética y costos. Mediante una encuesta y estudio de mercado se determinó que las ventas y el uso de la bicicleta eléctrica tendrá un aumento con el pasar de los años, añadiendo que la mayoría de la población estaría dispuesta a la implementación de éstas. Al final el autor propone varios puntos para asentar a la bicicleta eléctrica como una alternativa viable de transporte, entre los cuales esta: motivar el uso de este medio de transporte, mejoras en la infraestructura de este medio.

1.7.1.6. Proyecto de Investigación N°6 (Colombia)

Título de la investigación: Scooter eléctrico para el desplazamiento en áreas urbanas diseñado desde la perspectiva de diseño universal.

Autor/es: (Castro Bueno, 2019)

Institución superior: Universidad El Bosque – Facultad de Creación y comunicación.

Idea central:

Este trabajo de investigación propone el diseño de un innovador medio de transporte conocido como scooter o monopatín de tres ruedas que es propulsado por motores eléctricos, el avance de estas nuevas tecnologías ha logrado darle un mayor impulso a la utilización de energías renovables y limpias mejorando de esta manera la calidad del medio ambiente, la ciudad de Bogotá es considerada como una de las más problemáticas en cuanto al tráfico de la zona urbana donde se encuentran muchos puntos de atracción de personas (centroides) como Universidades, Supermercados, Iglesias mismos que se ven afectados por la excesiva aglomeración de vehículos y los tiempos altos de viaje entre un destino y origen, debido a la situación actual se ha tomado en cuenta implementación de medios de transporte alternativos inclusivos y amigables con el ecosistema como son los scooters eléctricos llamados VIRA vehículo con una capacidad de carga para objetos personales y de gran volumen además que tiene una característica moderna enfocado a las personas con discapacidad, usuarios que debido a su condición física utilicen silla de ruedas

puedan adaptar a este vehículo su medio de movilización transformándose en una sola máquina que podrá trasladar a cualquier persona sin dificultad y con las medidas de seguridad correspondientes, el avance de la tecnología permiten romper todos los estereotipos y brindar nuevas alternativas para satisfacer las necesidades de los seres humanos.

1.7.2. Investigaciones a nivel Nacional

1.7.2.1. Proyecto de Investigación N° 1

Título de la Investigación: “Análisis y estimación de la demanda eléctrica con la implementación de vehículos eléctricos conectados a una red de distribución en Cuenca y el Ecuador”.

Autor/es: (Vélez Sánchez, 2017)

Institución Superior: Universidad de Cuenca.

Idea Central:

En esta investigación el autor realizó una comparación técnica, económica y socio-ambiental entre un vehículo eléctrico y uno tradicional; concluyó que la electromovilidad es una alternativa sostenible para la economía de los habitantes de la ciudad, por su eficiencia energética y autonomía, aportando a la reducción de la contaminación ambiental existente, tomando en cuenta que la recarga de dichos vehículos podrá ser en las electrolineras o desde sus hogares directamente a la red de distribución en horario a partir de las 10:00 pm.

1.7.2.2. Proyecto de Investigación N° 2

Título de la Investigación: “Estudio de viabilidad en la implementación de vehículos eléctricos en la ciudad de Cuenca”.

Autor/es: (Torres Sarmiento, 2015)

Institución Superior: Universidad Politécnica Salesiana.

Idea Central:

Investigación realizada en el año 2015, el autor analiza a fondo el vehículo eléctrico y el impacto que tendría en la ciudad, determina así un grado de aceptación muy bueno especialmente para la modalidad tipo taxi además que sería una gran oportunidad para el aprovechamiento energético de la ciudad, concluyendo así que la electromovilidad ya sea pública o privada es una de las estrategias más importantes para llegar a una movilidad sostenible amigable con el medio ambiente.

1.7.2.3. Proyecto de Investigación N° 3

Título de la Investigación: Estimación de costos para que una empresa operadora de transporte público pase de motores de combustión interna a motor eléctricos.

Autor/es: (Tamayo Avalos, 2014)

Institución Superior: Pontificia Universidad Católica del Ecuador – Matriz.

Idea Central:

El proyecto de investigación realiza principalmente una comparación y estimación de costos enfocada al cambio de los buses tradicionales que funcionan con motores de combustión interna a buses eléctricos dentro de una operadora de transporte público del Distrito Metropolitano de Quito, teniendo como resultado la viabilidad económica del proyecto puesto que al momento de implementar los buses eléctricos se tendrá un mayor costo de inversión inicial en comparación al que se tiene con los buses tradicionales, pero las ganancias radican en que los costos de mantenimiento, funcionamiento y administrativos serán considerablemente menores, ya que si solo comparamos los valores del combustible a la de la corriente eléctrica se tiene un ahorro muy grande, además de que estos son totalmente amigables con el medio ambiente ya que utilizan energía renovable y no emiten los mismos residuos que al utilizar productos derivados del petróleo como diésel y gasolina.

1.7.2.4. Proyecto de Investigación N° 4

Título de la Investigación: Estudio y Normativas para la implementación de Automóviles Eléctricos en el Distrito Metropolitano de Quito.

Autor/es: (Viera, Diego; Arévalo, 2017)

Institución Superior: Universidad Internacional del Ecuador.

Idea Central:

Investigación realizada en el año 2017 el autor nos indica que la implementación de los vehículos eléctricos en la ciudad de Quito es una alternativa viable para el cuidado del medio ambiente, impulsando también de esa forma una movilidad sostenible utilizando energías limpias, en relación al ámbito social y económico la inserción de estos vehículos generarían impactos positivos, sin embargo a pesar de todos los beneficios y ventajas que poseen, expertos en el tema manifiestan que la electromovilidad no es muy fiable en una época equivocada sobre todo en el Ecuador, pero no descartan la posibilidad que en años posteriores se pueda dar un avance en la tecnología, concientización hacia la contaminación provocada por el transporte y el empleo a nuevos recursos.

1.7.2.5. Proyecto de Investigación N°5

Título de la Investigación: “Estudio de factibilidad financiera del uso de bicicletas eléctricas en la ciudad de Cuenca”

Autor/es: (León Arpi & Ochoa Carrasco, 2018)

Institución Superior: Universidad del Azuay.

Idea Central:

Con el objetivo de determinar un esquema de negocios para un servicio gratuito de bicicletas eléctricas dirigido a turistas nacionales y extranjeros dentro de la ciudad de Cuenca, los autores de esta investigación comenzaron explicando el funcionamiento, ventajas, facilidades de la bicicleta eléctrica; analizaron el estado de la infraestructura (ciclo vías) existente; los sectores y rutas más utilizadas por la población para determinar puntos estratégicos (estaciones, paradas); por último la situación de mercado y la parte financiera (balances, estados y flujo de efectivo, presupuesto) con la finalidad de evaluar la rentabilidad del negocio.

Los Autores concluyen que existe gran aceptación por parte del sector turístico de la ciudad para la implementación de esta alternativa; pero en el ámbito financiero determinan que no es factible debido a que el proyecto no generará la rentabilidad deseada en los 6 primeros años de creación.

1.7.3. Antecedentes históricos de vehículos eléctricos

El vehículo eléctrico es tan antiguo como un automóvil a combustión interna, los primeros modelos se crearon a mediados del siglo XIX en Alemania (Europa) por la empresa *Siemens* la cual fue precursora en estos prototipos. En la misma época el desarrollo del motor a combustión interna ya era popular mundialmente gracias a los tecnólogos Otto y Diesel, este tipo de vehículos se insertó principalmente en el ámbito deportivo por lo que era el más comercializado; por otro lado en USA fue Thomas Alva Edison el pionero en la investigación para el desarrollo y funcionamiento del coche eléctrico ya que se basaba en dos argumentos de gran valor, el primero indicaba la simplicidad del motor eléctrico en cuanto a componentes en comparación a un motor de combustión interna, el segundo se refiere a la eficiencia energética demostrando así que el vehículo eléctrico es más eficiente que un vehículo convencional. (Murias, 2010)

Para principios del siglo XX el desarrollo del vehículo eléctrico quedo en el olvido, debido a factores como: falta de abastecimiento de energía eléctrica a la población mundial; el vehículo de combustión interna era económicamente más accesible, provocando la explotación de fuentes de petróleo dando paso a la producción masiva de gasolina y diésel; para los años 50 y 60 algunas empresas del sector automovilístico como *Renault*, *Nissan*, *Opel* y *BMW* optaron por desarrollar

prototipos eléctricos sin enfocarse en la producción a gran escala, ya que no apostaban por este tipo de movilidad y la contaminación ambiental no tenía mucha relevancia. (Murias, 2010)

Por otro lado, la bicicleta eléctrica tuvo su origen casi al mismo tiempo que la bicicleta convencional. En Boston, en el año de 1897, Óseas W. Libbey creó un prototipo de bicicleta la cual se impulsaba por un motor eléctrico doble y posteriormente reutilizado por la marca Giant Lafree e-bikes en la década de los 90. Durante el transcurso del siglo XX, las bicicletas eléctricas tuvieron un mayor auge ocupando un papel importante dentro de la movilidad y cuidado medio ambiental de las ciudades principales en todo el mundo, ya que representaba una alternativa versátil, flexible y económica frente a los problemas de transporte que se suscitaban. (ECOSEED, 2019)

Con el pasar de los años varias empresas creaban nuevos modelos de bicicletas eléctricas impulsando esta alternativa de movilidad en el transporte urbano provocando así que para el año 2005 creciera la demanda gracias a la batería de litio. Las ventas de las bicicletas eléctricas tuvieron un aumento anual del 30 % a partir del año 2008 ingresando a todos los mercados a nivel mundial; con un registro de ventas de 40 millones en 2012. (ECOSEED, 2019)

Entre el año 1915 y 1922, en USA y Alemania el imperio Krupp empresa dedicada a las armas se pasó a la producción del primer *scooter* o monopatín motorizado denominado Motoped. Mientras transcurrían los años el scooter iba evolucionando y aparecían cada vez más modelos al mercado, después de la Segunda Guerra Mundial aumentó la producción de monopatines implementando nuevos materiales para su estructura, mejorando aspectos como: frenos, estabilidad y flexibilidad llegando a transformarse en un vehículo ideal para zonas urbanas principalmente en lugares de ocio y entretenimiento. A partir de los años 90 se logra implementar un motor eléctrico al scooter creando así un medio de transporte sostenible convirtiéndolo en una alternativa ideal para la reducción de la contaminación. (Torres González, 2019)

1.8. Marco Teórico

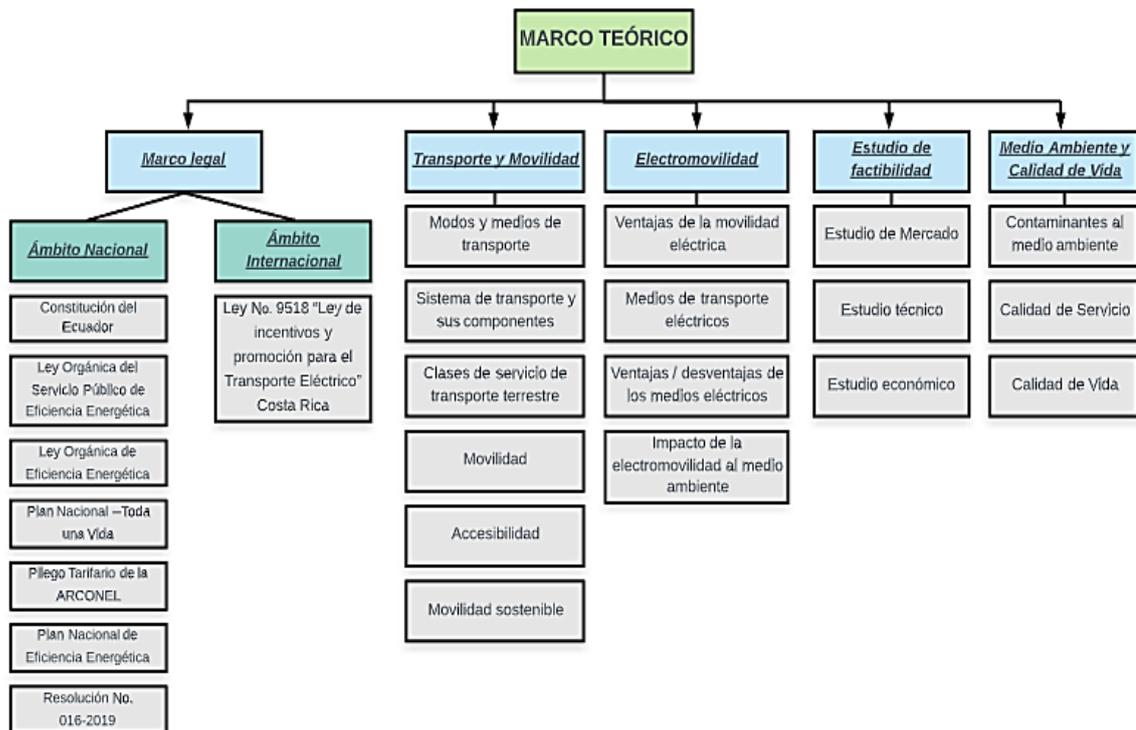


Figura 1 – 1. Estructura del marco teórico

Fuente: Trabajo de investigación

1.8.1. Marco legal

1.8.1.1. Ámbito legal Nacional

Constitución de la República del Ecuador 2008:

En base a la (Constitución de la República del Ecuador, 2008):

- En el Art. 14 se manifiesta que el Estado reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y equilibrado, garantizando la sostenibilidad y el buen vivir.
- Según el Art. 15 el Estado estará encargado de promover tanto en la parte pública como privada el uso de tecnologías limpias y energías alternativas, que no contaminen el medio ambiente.
- Según el Art. 394 indica que el Estado deberá regular y garantizar la libertad del transporte vía terrestre dentro del territorio nacional.
- En el Art. 395 numeral 2 manifiesta que las políticas de gestión ambiental se aplicarán y su cumplimiento será obligatorio por parte del Estado y las personas naturales o jurídicas dentro del territorio.
- En el Art. 413 manifiesta que el Estado promoverá la eficiencia energética, desarrollo y uso de tecnologías limpias y sanas para el medio ambiente; energías renovables de bajo impacto.

- El Art. 414 comenta que el Estado adoptará medidas adecuadas para el cambio climático, reduciendo las emisiones de gases nocivos, deforestación y contaminación hacia el aire.

Ley Orgánica del Servicio Público de Eficiencia Energética:

Según la (Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica, 2015):

- Según el Art. 74 numeral 5 la eficiencia energética buscará disminuir el consumo de combustibles fósiles cambiándolos por un servicio o producto con el menor consumo de energía.
- En el Art. 75 se manifiesta que las políticas adoptadas por parte del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable buscarán un mayor aprovechamiento del uso de la energía eléctrica por parte de los consumidores.
- El Art. 76 indica que el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable promoverá la eficiencia y uso de la energía eléctrica en sus diferentes campos mediante incentivos.

Ley Orgánica de Eficiencia Energética:

El Art. 14 manifiesta que se busca priorizar el uso del transporte público, logístico y carga pesada impulsados por energía eléctrica; para la compra y venta de cualquier auto nuevo se contará con una etiqueta indicando el cumplimiento de las condiciones de la eficiencia energética; el Gobierno Nacional a través de ministerios y GADS crearán un plan de chatarrización para vehículos de trabajo y transporte público que salgan de servicio y sean reemplazados por vehículos eléctricos. (Ley orgánica de Eficiencia Energética, 2019)

Se establece que todos los vehículos que ingresen al transporte público urbano e inter parroquial a partir del año 2025 deberán ser eléctricos. Además, se establecerán políticas que fomenten la producción y consumo de biocombustible, mecanismos e infraestructura para incentivar la electromovilidad. (Ley orgánica de Eficiencia Energética, 2019)

Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 – Toda una Vida:

De acuerdo con el Objetivo 5, Política 7 manifiesta que se garantizará un suministro energético de calidad, sostenible y continuo para la transformación productiva y social del país buscando el desarrollo del mismo. (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2017)

Decreto Ejecutivo No. 371 del 19 de abril de 2018:

Mediante este decreto se declara como política pública la adopción de los objetivos y metas de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de la ONU. Según el objetivo 7 de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible se busca garantizar el acceso a una energía segura, sostenible y moderna aumentando la cooperación internacional especialmente para países en desarrollo facilitando el acceso a energías limpias, fuentes renovables, eficiencia energética y promover la

inversión en infraestructura para prestar servicios energéticos modernos y sostenibles. (Decreto Ejecutivo No. 371, 2018)

Pliego Tarifario de la ARCONEL:

Dentro de éste se indica una tarifa general de bajo, medio y alto voltaje para las estaciones de carga de los vehículos eléctricos dentro del territorio nacional. (ARCONEL, 2019)

Proyecto de Reglamento Técnico Ecuatoriano No. 1622 “Accesorios de carga para vehículos eléctricos”:

El Servicio Ecuatoriano de Normalización-INEN elabora este proyecto con el objetivo de establecer características, parámetros técnicos y de seguridad que deben cumplir los cargadores, baterías, conectores y cableado para la carga de vehículos eléctricos. (INEN, 2018)

Plan Nacional de Eficiencia Energética

Según el Eje No. 4: Eje Transporte; se busca optimizar el consumo de energía dentro del transporte de pasajeros y carga a través de la ejecución de proyectos de eficiencia energética que generen beneficios en el sector, reemplazando tecnologías ineficientes de transporte, incorporando vehículos híbridos, eléctricos y con nuevas tecnologías además de la mejora en la infraestructura y operación del transporte. (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, 2017)

Resolución N° 016-2019

El Comité de Comercio Exterior (COMEX) mediante resolución N° 016-2019 adoptada el 03 de junio de 2019 indica que se reducirá los aranceles o impuestos para la importación de vehículos eléctricos al 0%, también los vehículos eléctricos que incursionan en el sector público y transporte de carga, implementos necesarios para los puntos de carga, piezas importantes o indispensables para mantenimiento de las unidades. (Comité de Comercio Exterior, 2019)

1.8.1.2. Ámbito legal Internacional

Actualmente en el Ecuador no existe una normativa jurídica decretada por la autoridad competente sobre el transporte eléctrico, de forma que para tener una idea más clara sobre este tema se ha investigado uno de los países que ha elaborado normativas en relación a la implementación de la electromovilidad y promoción de energías limpias como es el caso de Costa Rica, con la Ley N° 9518-“Ley de incentivos y promoción para el Transporte Eléctrico” creada en el año 2017 y modificada dos veces, misma que tiene carácter legislativo sobre el sector del transporte y su población en general. (Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica, 2017)

Ley N° 9518 “Ley de incentivos y promoción para el Transporte Eléctrico” Costa Rica.

Decreitada por la Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica constituida por 9 capítulos y subdividida en 39 artículos, además de transitorios ligados a la misma; tiene como objetivo principal la regulación y promoción del transporte eléctrico en el país incentivando su uso tanto en el sector público como privado organizando la administración pública vinculada a la electromovilidad, permitiendo la disminución de aranceles, exoneraciones e incentivos para promover su implementación. (Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica, 2017)

Tabla 1 – 1: Estructura de la Ley 9518

Ley 9518 (Incentivos y Promoción para el Transporte Eléctrico)								
Capítulo 1	Capítulo 2	Capítulo 3	Capítulo 4	Capítulo 5	Capítulo 6	Capítulo 7	Capítulo 8	Capítulo 9
Disposiciones generales	Competencias Institucionales	Incentivos	Obligaciones de la Administración pública	Obligaciones de los importadores de vehículos eléctricos	Transporte público	Centros de recarga	Financiamiento del transporte eléctrico	Disposiciones finales
Artículos (1-3)	Artículos (4-7)	Artículos (8-16)	Artículos (17-20)	Artículos (21-25)	Artículos (26-30)	Artículos (31-34)	Artículos (35-37)	Artículos (38-39)

Fuente: Ley N° 9518 (Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica, 2017)

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Capítulo I / Disposiciones Generales

Este capítulo abarca toda la información relacionada al objeto de la ley y el marco normativo al cual estará ligado la presente, para promover el transporte eléctrico en el país, además de las definiciones más importantes de los términos involucrados en la electromovilidad como el centro de recarga y vehículo eléctrico, refiriéndose también a la declaración del interés dentro del sector del transporte público y privado, cumpliendo con todos los compromisos adquiridos en los convenios que se manejan de manera internacional, ligados al artículo 50 de la constitución política. (Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica, 2017)

Capítulo II / Competencias Institucionales

Dentro de este capítulo se indica las competencias del Ministerio de Ambiente y Energía, ente principal encargado de la aplicación de esta ley con las responsabilidades de dirección, monitoreo, evaluación y control, entre una de las obligaciones que maneja esta entidad es la capacitación realizando campañas educativas para fomentar el uso del transporte eléctrico y las ventajas de cambiar la flota para mejorar la calidad del medio ambiente, el Ministerio de Obras Públicas y Transportes desempeña un papel muy importante dentro de esta ley, ya que el mismo establece las metas sobre el cambio de la flota tanto pública como privada y vela por la aplicación de esta ley con sus reglamentos. La coordinación institucional implica la participación de las personas y

organizaciones que se encuentran legalmente constituidas de forma participativa, protegiendo los intereses de las personas y el medio ambiente. (Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica, 2017)

Capítulo III / Incentivos

Los incentivos juegan un papel muy importante dentro de esta ley, ya que son las estrategias principales de carácter económico, uso en circulación, acceso al crédito entre otros aspectos que son diferentes para cada tipo de vehículos solicitados tanto por personas naturales o jurídicas. Estas exoneraciones se beneficiarán sobre los impuestos de ventas, impuestos selectivos de consumo e impuestos sobre el valor aduanero. (Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica, 2017)

Tabla 2 – 1: Incentivos de la Ley 9518

Monto exonerado del valor CIF del vehículo eléctrico.	Exoneración del impuesto sobre ventas.	Exoneración del impuesto general sobre ventas.	Exoneración del impuesto selectivo de consumo.	Exoneración del impuesto sobre el valor aduanero.
Los primeros \$ 30.000 del valor CIF del vehículo eléctrico.	100% de exoneración	de	100% de exoneración	100% de exoneración
De \$ 30.001 hasta \$45.000 del valor CIF del vehículo eléctrico.	50% de exoneración	de	75% de exoneración	100% de exoneración
De \$ 45.001 hasta \$60.000 del valor CIF del vehículo eléctrico.	0% de exoneración	de	50% de exoneración	100% de exoneración
De \$ 60.001 en adelante.	0% de exoneración	de	0% de exoneración	0% de exoneración

Fuente: Ley N° 9518 (Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica, 2017)

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

La aplicación de estas exoneraciones tiene una vigencia de cinco años, a partir de la emisión de la misma, para calcular el valor del vehículo se usará el CIF en aduanas para vehículos importados, por otro lado, el valor de fabricación, para aquellos producidos o ensamblados en territorio nacional. Otro aspecto importante es la exoneración de los repuestos, el equipo para el ensamblaje y la producción de vehículos eléctricos, la exoneración del impuesto a la propiedad de vehículos, restricción vehicular, exoneración del pago de parquímetros y el uso de parqueos azules para el sistema de transporte eléctrico que se aplicará en conjunto con el Ministerio del Ambiente. (Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica, 2017)

Capítulo IV / Obligaciones de la administración pública

En este capítulo se indican las obligaciones de la administración pública y las facilidades para el transporte eléctrico, permitiendo libremente su uso y circulación, la compra del estado para renovación de flota vehicular autoriza a todas las instituciones que manejan la administración pública la adquisición y utilización de todos estos vehículos siempre y cuando cumplan con todas

las especificaciones técnicas requeridas, además de su incursión dentro de la inversión e infraestructura y la educación sobre el uso de transportes amigables con el medio ambiente, contribuyendo de esta forma a la eficiencia energética y a la disminución de los gases nocivos, potenciando el ahorro económico de combustible. (Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica, 2017)

Capítulo V / Obligaciones de los importadores de vehículos eléctricos

Las obligaciones de los importadores de los vehículos eléctricos se relacionan con la forma de manejo e incorporación de los modelos y marcas de flota, con tecnología de punta, actualizados en el mercado y ajustándose a los estándares mundiales. El servicio de reparación y revisión se cumplirá de acuerdo a las garantías que se encuentren estipulados en la ley N° 8839 “Ley para la Gestión Integral de Residuos” además de mencionar la colocación de un distintivo para la flota eléctrica y su información entorno a sus características. (Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica, 2017)

Capítulo VI / Transporte público

En este capítulo se menciona la inserción de la flota eléctrica en el sistema de transporte público donde tendrán prioridad nacional para las modalidades de ferrocarriles, trenes, taxis ajustándose a las necesidades de la población y posibilidades tanto económicas y financieras del país, promoviendo la importación y producción local de tecnologías renovables y modernas. Las concesiones de autobuses, taxis y transporte escolar o turístico es otro tema principal que establece el Plan Nacional de Transporte Eléctrico, proyectando el reemplazo de la flota de todos los buses convencionales por eléctricos, cada dos años dependiendo de la vida útil de los mismos. (Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica, 2017)

Capítulo VII / Centros de recarga

La implementación de centros de recarga para vehículos eléctricos es uno de los aspectos importantes dentro de esta ley, debido a que la construcción y operación de los mismos corresponden a las distribuidoras de electricidad, indicando que deberán existir dichas centrales o electrolinerías cada 80 km en vías nacionales o principales, por otro lado en vías secundarias o caminos cantonales deberán ser ubicadas cada 120 km, distancias que pueden ser modificadas dependiendo la demografía o puntos de atracción dentro de una zona específica. La venta de electricidad en estos puntos se encontrará bajo la administración de la Autoridad Reguladora de Servicios Públicos (Aresep), ente que procederá al cálculo de la tarifa para este servicio. (Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica, 2017)

Capítulo VIII / Financiamiento del transporte eléctrico

La parte financiera entorno al transporte eléctrico se lo detalla en este capítulo, donde se tiene a las entidades principales e impulsadoras de proyectos en materia de electromovilidad, destacando

así al Ministerio de Economía, Industria /Comercio y al Sistema Bancario Nacional, ente que impulsa el financiamiento para las líneas base o facilidades en la adquisición de vehículos eléctricos, estos organismos quedan totalmente autorizados para que presten sus fondos de inversión de obras públicas fortaleciendo así el impulso de la electromovilidad en el país. (Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica, 2017)

Capítulo IX / Disposiciones Generales

El último capítulo emite las reformas o artículos adicionales para cumplir la presente ley, como la utilización de los parqueos azules, servicio que es muy importante en el ordenamiento del tráfico vehicular de una ciudad, razón por la cual se deberá implementar espacios preferenciales para este tipo de vehículos sin reemplazar a los ya establecidos para personas con discapacidad, además del uso de tecnologías eficientes para el control y monitoreo de los mismos, aportando con una movilidad eficiente y aprovechando los recursos disponibles. (Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica, 2017)

Transitorios

Según la (Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica, 2017) la presente ley cuenta con 5 transitorios, que en plena acción de sus derechos establecen lo siguiente:

- **Transitorio I:** El Ministerio de Ambiente y Energía en conjunto con el Ministerio de Obras públicas y Transportes, serán los entes encargados de elaborar el Plan Nacional de Transporte Eléctrico dentro de un plazo correspondiente a 6 meses posteriores a la emisión de la presente ley.
- **Transitorio II:** Las empresas distribuidoras de electricidad deberán brindar todos los accesos necesarios para el funcionamiento de dichas infraestructuras de carga de este tipo de vehículos.
- **Transitorio III:** Las empresas que se encuentren a cargo de la distribución de la electricidad deberán poner a disposición o funcionamiento los puntos de carga en un plazo de 12 meses sin opción a postergar por imprevistos.
- **Transitorio IV:** El Ministerio de Ambiente y Energía emitirá los resultados sobre la gestión que se está realizando para la incorporación de este sistema de transporte amigable con el medio ambiente en un periodo de un año, a partir de la publicación de la presente ley.
- **Transitorio V:** Los diferentes entes relacionados a la presente ley deberán extender las certificaciones correspondientes a las personas naturales o jurídicas para que puedan obtener los incentivos de carácter económico en relación a la adquisición de vehículos eléctricos.

Impacto de la implementación de la Ley N° 9518 “Ley de incentivos y promoción para el Transporte Eléctrico” en la actualidad

En el transcurso del periodo 2019-2020 se ha dado los primeros avances de la Ley N° 9518 “Ley de incentivos y promoción para el Transporte Eléctrico” logrando insertar entre 2.379 a 3.000 vehículos eléctricos cero emisiones dentro del sector público y privado. (Blanco Coto, 2020)

Costa Rica se ha posicionado como el tercer país en Latinoamérica con más vehículos eléctricos per cápita ya que el Gobierno impulsa la utilización de estos medios gracias a la producción de energía renovable (hidro, eólica, solar, geotérmica). (Sánchez, 2020)

1.8.2. Transporte y movilidad

1.8.2.1. Transporte

La palabra transporte asocia muchos términos debido a la importancia de su ejecución, todos los seres vivos necesitan trasladarse de un origen hacia un destino para cumplir con necesidades y satisfacer deseos, obligaciones para continuar con el ciclo normal en las acciones de la vida diaria, la demanda obligatoria que implica el movilizarse a distintos sitios permite la comunicación y el aporte a los distintos sectores involucrados en el movimiento socioeconómico de un país.

Modos y medios de transporte

Los modos de transporte son las formas, maneras o nexos de conexión que harán posible la movilización de una manera eficiente, segura y confiable dependiendo del tipo de objeto o mercancías a trasladar desde un punto inicial o llamado origen hasta un punto final o llamado destino, actualmente existe cinco modos de transporte los cuales indicamos en el siguiente mapa conceptual.

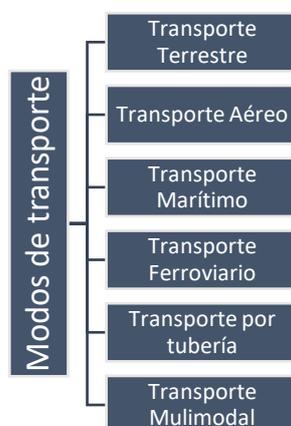


Figura 2 – 1. Modos de transporte

Fuente: (Sarache Castro; Cardona Alzate 2007)

La elección del modo de transporte dependerá principalmente de las necesidades del usuario acogiéndose a ciertas ventajas y desventajas que cada uno de ellos ofrece, parámetros que son realmente importantes al momento de ejecutar la acción.

Transporte terrestre

El transporte terrestre es el modo más utilizado y con las mayores ventajas en comparación a los demás, este se realiza en cualquier zona que posea una infraestructura adecuada para movilizar personas o mercancías, empleando una maquina o también llamado vehículo que tiene como fuente de energía el combustible o la electricidad.

Entre las principales características que posee este modo de transporte se tiene a la accesibilidad ya que al efectuar la acción de trasladarse desde un origen hasta un destino es completamente posible para todas las personas y facilita las acciones de carga y descarga en distintos puntos de acuerdo a las necesidades del usuario, otro parámetro es la seguridad al momento del viaje porque la persona encargada de la transportación puede mantener un chequeo visual, reduciendo significativamente el riesgo de daños y saqueos, la utilización de la infraestructura es universal esto quiere decir que puede realizar las acciones logísticas en cualquier punto geográfico y por último la flexibilidad que este modo de transporte nos brinda, haciendo posible el traslado de grandes o pequeños volúmenes de mercancías en todas sus presentaciones como productos sólidos, líquidos y gaseosos. (Sarache Castro & Cardona Alzate, 2007)

Ventajas y desventajas

Tomando en cuenta las características principales de este modo de transporte se puede analizar las siguientes situaciones:

Tabla 3 – 1: Ventajas y desventajas del transporte terrestre

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> - Accesible para todas las personas. - Costos razonables dependiendo del tipo o volumen de carga o viaje. - Flexibilidad al momento de transportar en las vías ya que es posible realizar paradas dependiendo las necesidades. - Infraestructura universal permitiendo la conexión entre diversos puntos. - Seguridad en todo momento evitando así los riesgos de sufrir algún imprevisto dentro del viaje. - Documentación sencilla debido a la universalidad de su servicio. - Libertad para elección de horarios. 	<ul style="list-style-type: none"> - Su capacidad de carga puede variar dependiendo la necesidad, pero en comparación a volumen de carga a transportar no es uno de los mejores. - Grandes distancias ya que este modo es permitido dentro zonas específicas donde tenga los permisos exclusivos para su movilización. - Congestionamientos o tráfico debido a que es un sistema universal y el elegido por la mayoría de los transportadores. - Es el modo más contaminante de todos los demás porque generalmente es el más empleado.

Fuente: La logística del transporte (Sarache Castro; Cardona Alzate 2007)
Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Sistema de transporte

Un sistema es un conjunto de elementos indispensables que coordinados eficientemente y relacionados entre sí forman una estructura global para cumplir objetivos o metas planteadas satisfaciendo las necesidades de las personas dependiendo su ámbito de aplicación.(Chiavenato, 1996)

Relacionado este concepto con el transporte podemos determinar qué para su correcta operación o ejecución es necesaria la intervención de agentes o componentes los cuales se encargan de tareas específicas para lograr un correcto desenvolvimiento en las operaciones, la ausencia de uno de ellos afectaría completamente el cumplimiento de las obligaciones o necesidades de movilidad. (Agosta, 2006)

Un sistema de transporte es considerado como una unidad global o también motor de la movilidad entre la interacción de sus componentes principales o también llamados subsistemas los cuales son indispensables para su correcta operación a través de las relaciones económicas establecidas por personas naturales o jurídicas y un basamento geográfico determinado.(Agosta, 2006)

Según (Manheim, 1979) un sistema de transporte es interpretado cómo el conjunto de elementos físicos manejados por organizaciones humanas destinado a movilizar bienes y personas desde un origen a un destino.

Componentes del sistema de transporte

Los principales componentes de un sistema de transporte son dichos parámetros sin los cuales la acción de realizar el transporte de mercancías o personas fuera posible, Según (Manheim, 1979) estos son:

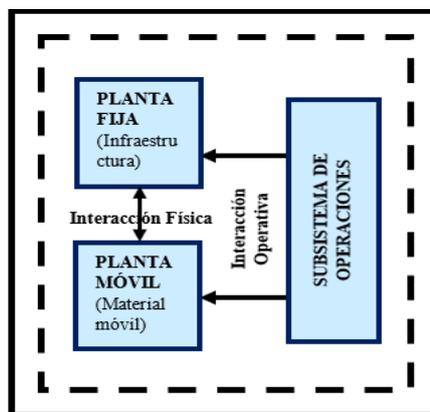


Figura 3 – 1. Componentes del sistema de transporte

Fuente: (Manheim, 1979)

Detallando el gráfico donde se indican los principales componentes de un sistema de transporte se tiene:

- **Planta fija (Infraestructura)**

La infraestructura del sistema de transporte es el escenario en donde se desarrollara la acción de movilizar los vehículos por las diferentes vías terrestres dentro de una zona determinada, dentro de este subsistema juega un papel muy importante las redes y terminales de transporte en donde encontramos a la implantación geográfica específica en donde podrán tener interacción directa con los otros componentes del sistema, también están consideradas las señales o infraestructura operativa o dispositivos para el control y por último las transferencias de la carga útil (objetos o personas) a trasladar hacia y desde el sistema de transporte. (Manheim, 1979)

- **Planta móvil (Material móvil)**

El material móvil hace referencias a la flota o vehículos considerados como el soporte material exclusivo para la circulación de las mercancías o pasajeros, estos varían dependiendo el modo de transporte en el cual se vaya a realizar la operación o movilización, dentro de este subsistema también se encuentran incluidas todas las máquinas necesarias para el traslado, almacenamiento, carga y descarga de mercancías o pasajeros entre otras acciones. (Manheim, 1979)

- **Subsistema de operaciones**

El subsistema de operaciones es el parámetro más importante dentro de un sistema de transporte ya que prácticamente el talento humano es la cabeza de la operación desde el inicio hasta el fin del viaje, está relacionado con toda la administración y uso de la plata fija cómo de la móvil de forma que es el responsable directo de todo el sistema, sin su existencia no sería posible el traslado de mercancías o personas en ninguno de los modos de transporte. (Manheim, 1979)

La interacción de los 3 componentes del sistema de transporte da como consecuencia la correcta operación logística y toma de decisiones dentro de cualquier jurisdicción o país, enfocándonos en Ecuador el servicio de transporte terrestre es el modo principal de conexión ya sea para grandes o pequeños nichos de mercado, por lo que es necesario e importante analizar cuál es su clasificación.

Clases de servicios de transporte terrestre

Según la Ley Orgánica de Transporte Terrestre Tránsito y Seguridad Vial (LOTTTSV, 1996) Título II de los servicios de transporte, Capítulo I de las clases de servicio de transporte terrestre en el artículo 51 nos indica que para fines de aplicación se establecen las siguientes clases de transporte terrestre:

- a) Público
- b) Comercial; y.
- c) Por cuenta propia

Transporte público

Según el artículo 55 el transporte público es considerado un servicio vital y estratégico para una zona geográfica establecida, la cual contará de una infraestructura, vehículos y la gestión totalmente equipada para ejecutar sus operaciones, la característica de este servicio es que se encuentra parcialmente financiado por el estado siendo uno de los entes principales que puede tomar decisiones importantes entorno a su constitución. El ámbito de operación es amplio de acuerdo a las necesidades de la población ya que su servicio abarca a sistemas de transporte como tranvías, metros, teleféricos, funiculares y otros similares, estableciendo sus rutas y frecuencias de acuerdo a planes de movilidad dentro de una área metropolitana. (LOTTTSV, 1996)

1.8.2.2. Movilidad

La movilidad ha sido una actividad que ha realizado el hombre desde su apareamiento en la tierra con el único fin de satisfacer las necesidades o sus deseos para crear una armonía en su entorno, con el transcurso del tiempo se ha ido modificando la forma de pensar y la utilización de términos específicos para esta acción que no es otra cosa que la capacidad que tiene un individuo o un objeto para moverse. En la actualidad podemos definir a la movilidad como el conjunto de viajes o desplazamientos de personas o mercancías realizados dentro de una zona específica o entorno común, empleando diferentes modos, sistemas o tipos de transporte para cumplir con las necesidades de conexión o interacción entre ellos. (González, 2007)

Accesibilidad

La accesibilidad es la facilidad para poder realizar cualquier acción o acceder a cualquier servicio que se encuentre dentro de las prioridades o necesidades básicas de movilización del ser humano, es la posibilidad de tener el acceso a los puntos principales de atracción o concentración de personas como parques, centros educativos, mercados, iglesias, supermercados conocidos también como centroides de una ciudad en crecimiento. (González, 2007)

El acceso completo de una ciudad no solo se determina por la calidad del transporte, su infraestructura o la intervención de los usuarios viales, sino también por la influencia de otros factores importantes como el desarrollo urbanístico y la correcta distribución de los servicios, justificando de esa manera que el espacio físico donde se desenvuelva la vida diaria de los habitantes sea la adecuada para satisfacer sus deseos y necesidades. (González, 2007)

Movilidad sostenible

La movilidad sostenible se compone de dos aspectos principales para crear un enfoque común, el primero hace referencia al traslado o movilización de las personas para satisfacer sus necesidades sin tomar en cuenta parámetros como medio ambiente o calidad de vida de las personas, por otro

lado, el término sostenible hace referencia a la manera en cómo un sistema pueda funcionar en armonía con los demás factores externos. (González, 2007)

Definiendo de esta manera a la movilidad sostenible como una estrategia a largo plazo con el objetivo de fomentar el uso racional de los medios de transporte para aprovechar los desplazamientos de sus usuarios viales dentro de una zona específica, tomando en cuenta el cuidado al medio ambiente y preservando el valor de sus recursos para no sacrificar el futuro entorno en el que se desarrollaran las futuras generaciones, en resumen la movilidad sostenible hace referencia a un equilibrio entre el funcionamiento técnico, financiero, social y medioambiental. (González, 2007)

Importancia de la movilidad sostenible

Todas las acciones positivas o estrategias que pretendan reorientar a la movilidad actual hacia un enfoque más consciente o sostenible generaran cambios positivos que alientan al cuidado y preservación del medio ambiente a largo plazo. (Zuluaga Ruiz, 2017)

Dentro de las ventajas principales que conlleva la utilización de un sistema de movilidad sostenibles:

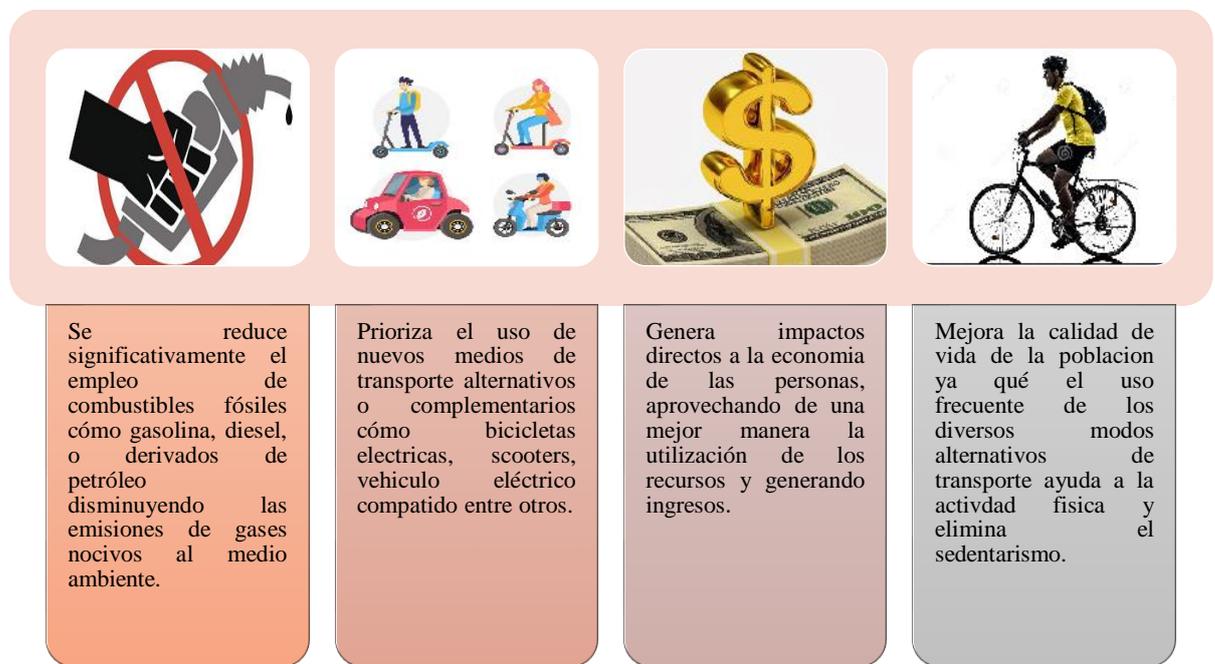


Figura 4 – 1. Importancia de la movilidad sostenible

Fuente: (Zuluaga Ruiz, 2017)

1.8.3. Electromovilidad

La electromovilidad es un término que adopta al nuevo y mejorado uso de la tecnología en el ámbito del transporte mediante la utilización de vehículos eléctricos, impulsando de esa manera el uso consciente de los recursos y el auge de las energías limpias y sostenibles. (García Bernal, 2019)

El desarrollo de nuevas tecnologías ha permitido que la manera en cómo se visualiza el entorno urbano de las ciudades evolucionen convirtiéndolas en espacios eco inteligentes, esto ha llevado a la creación de estrategias importantes relacionadas a parámetros indispensables en un sistema de transporte como la energía, la arquitectura o infraestructura de una ciudad y el diseño de la flota, mismos que se denominan puntos clave para el impulso de la electromovilidad. (ICAP, 2017)

Ventajas de la movilidad mediante la utilización de vehículos eléctricos

Relacionando cada uno de los parámetros que influyen dentro de la electromovilidad como la eficiencia energética, energías renovables o limpias y el diseño sostenible de una ciudad se puede destacar los siguientes puntos clave:

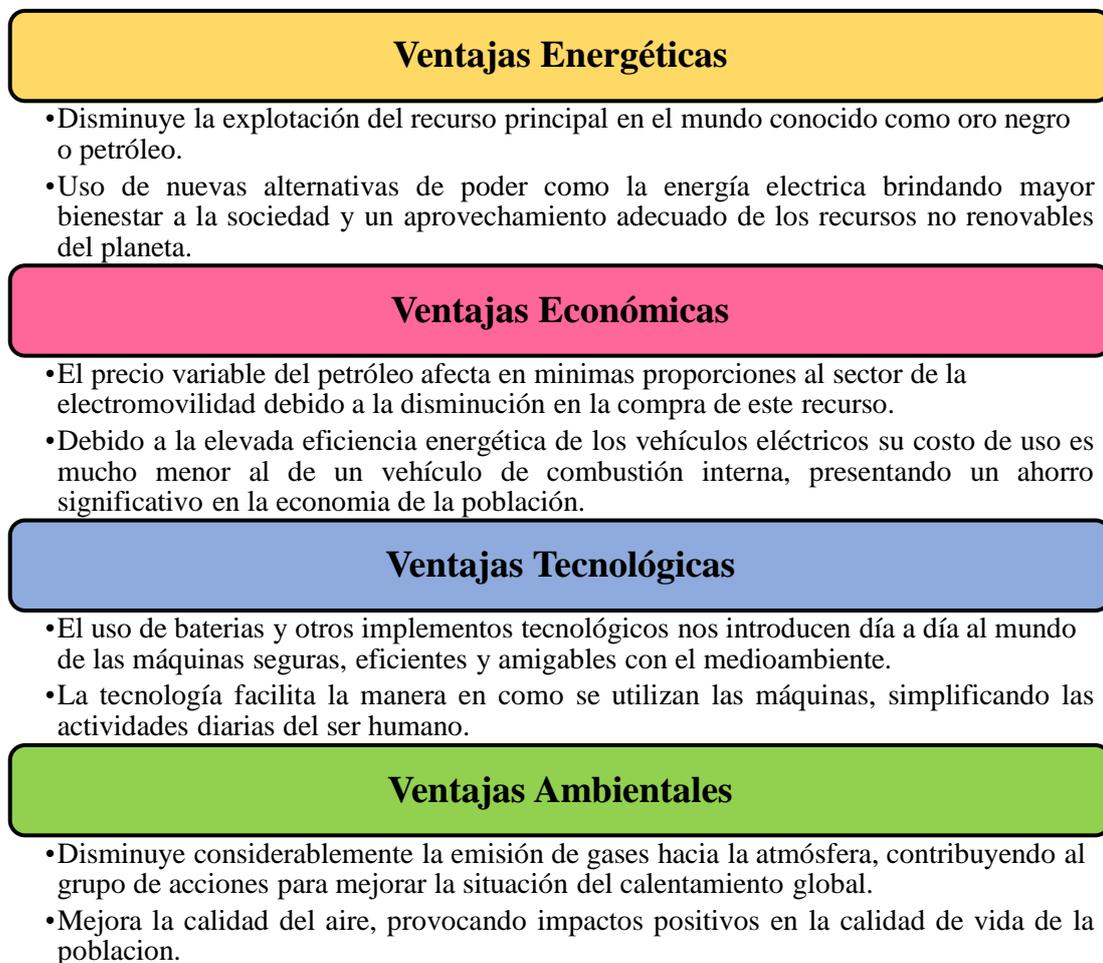


Figura 5 – 1. Ventajas de la movilidad a través de vehículos eléctricos

Fuente: (Risi, 2017)

1.8.3.1. Medios de transporte eléctricos

Los medios de transporte eléctricos son alternativas de movilidad eficiente entorno al uso de nuevas tecnologías, el mundo de la construcción y elaboración de vehículos se ha industrializado año tras año con el objetivo de mejorar su flota y en términos medioambientales reducir la cantidad de gases que se emiten hacia la atmósfera, esto significa que el auge de medios alternativos propulsados por energía eléctrica aumenta cada día, dejando de lado a la movilidad fósil causante directa de los impactos más relevantes hacia el medio ambiente. Los motivos principales para que el sector del transporte busque incorporar nuevos sistemas eléctricos se encuentran relacionados a la eficiencia energética ya que actualmente las principales fuentes de poder de los vehículos convencionales son limitados (combustibles fósiles), otro aspecto es la reducción de la dependencia del petróleo, contribuyendo directamente al desarrollo urbanístico amigable de una ciudad y sobre todo a la salubridad de los actores principales dentro de ella. (Circutor, 2015)

Dentro de los principales vehículos que utilizan la energía eléctrica como fuente de poder y se acoplan perfectamente al funcionamiento dentro de los sistemas de transporte público se tiene a:

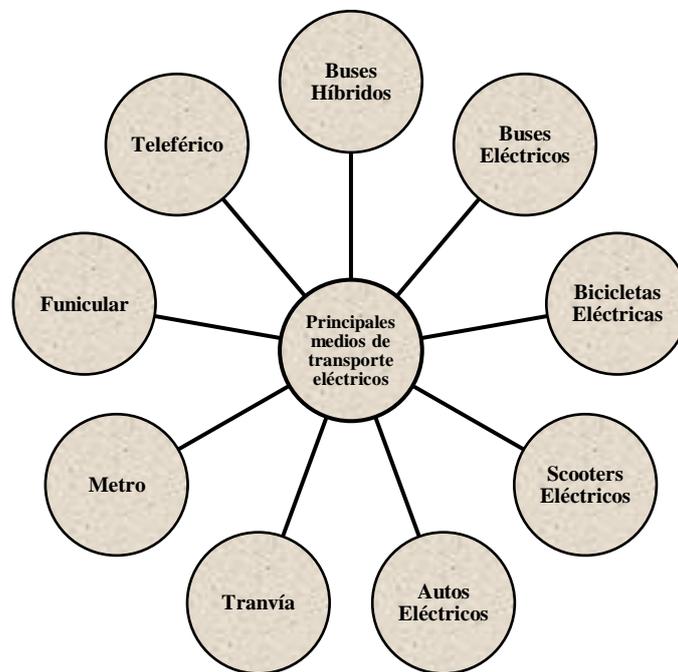


Figura 6 – 1. Principales medios de transporte eléctricos
Fuente: (Circutor, 2015)

Buses híbridos



Figura 7 – 1. Bus híbrido

Fuente: (Transmilenio Colombia, 2018)

El bus híbrido es un medio de transporte que presta su servicio principalmente al sector público o en algunos casos a empresas o entidades privadas, su capacidad depende de las características de su modelo, esta máquina no tiene una relación mecánica entre el motor de combustión interna y el eje motriz por lo que el motor es el encargado de enviar la potencia a un generador y cargar la batería y a los demás motores eléctricos haciendo posible los giros de las ruedas. Estos buses pueden clasificarse en algunas clases como híbrido en serie, en paralelo, en paralelo – serie, cada una de ellas posee cualidades únicas dependiendo de la estructura y la manera en cómo se acoplan a sus partes mecánicas, otra característica notable es la forma de operación ya que hay ciertos buses que funcionan convencionalmente y otros que necesitan enchufes de donde obtienen su energía por una fuente externa. (Díez , Andrés; Bohórquez, Armando; Rodríguez, Jaime; Roa, Fernando; Almario, Pedro; Velandia, 2009)

Buses eléctricos



Figura 8 – 1. Bus eléctrico

Fuente: (Diario El espectador Cali, 2018)

Los buses eléctricos son considerados como medios de transporte modernos e innovadores en la actualidad, gracias a sus características versátiles su incursión dentro del servicio público es una excelente opción, estos funcionan con energía eléctrica liberada por la fuente de poder que se almacena en sus baterías recargables y debido a los largos recorridos que deben realizar dentro del transporte de pasajeros, estos poseen baterías a bordo para poder completar su trayectoria sin ningún problema y sobre todo cumplir con el objetivo de satisfacer las necesidades de los

usuarios. Enfocándose en el funcionamiento los buses eléctricos podemos dividir estos en dos grandes tipos, aquellos que no requieren recargas ya que su energía es obtenida por medio del sistema de cableado eléctrico de la ciudad como por ejemplo el trolebús y por otro lado tenemos a los buses que si requiere una recarga continua de energía en cabeceras de línea, paradas o electrolinerías. (Grütter, 2014)

Bicicletas eléctricas



Figura 9 – 1. Bicicleta eléctrica Trek super commuter +9

Fuente: (Trek Bikes Corporation, 2020)

La bicicleta eléctrica se define prácticamente como una bicicleta con características generales o normales a la cual se le ha incorporado un motor eléctrico para facilitar de esa manera la utilización de la misma, este motor puede encontrarse ubicado tanto en la parte trasera como en la delantera o cerca del eje pedal, la función principal del motor es el movimiento que genera al momento de ejercer la fuerza del pedaleo alcanzando así una potencia de hasta 250 W dependiendo el modelo de la bicicleta. (Veliz Delgadillo, 2018)

El impacto que ha tenido en los últimos años la bicicleta entorno al uso de energías limpias y sostenibles ha impulsado el sistema de renta o préstamo gratuito de bicicletas dentro de las zonas céntricas de las ciudades con una gran demanda de usuarios viales, además de prestar un servicio versátil y amigable con el medio ambiente, pueden servir como extensiones de un viaje intermodal integrado al sistema de transporte público como una alternativa más eficiente de moverse de un origen hacia un destino, este sistema se puede clasificar de acuerdo a su manera de gestión o administración ya que pueden funcionar con personal para prestar la atención a los usuarios y también de formas automatizadas mediante el uso de tarjetas o códigos inteligentes para el registro de sus beneficiarios. (Ferrando, Haritz; Anaya, Esther; Arauzo, 2007)

Scooters eléctricos



Figura 10 – 1. Scooter eléctrico

Fuente: (Bird company, 2019)

El scooter eléctrico o también conocido como patín eléctrico es el medio de transporte que lleva integrado en su interior un motor con escobillas constituido por baterías recargables generalmente hechas de materiales como plomo o litio, esta parte es la que brinda la fuerza suficiente para que se pueda dar el movimiento dentro de la zona del bastidor, donde se activan las baterías y transmiten la electricidad al motor por medio de los cables que hacen conexión entre sí, dependiendo del modelo del scooter la fuerza principal puede ubicarse en la rueda delantera o posterior, otra de las características que destacan de este medio de transporte es que puede alcanzar una velocidad de 65 kilómetros por hora, convirtiéndolo en un sistema de transporte que fácilmente se adapta a las necesidades de movilidad dentro del perímetro urbano. Este tipo de transporte tiene la denominación de vehículo de movilidad personal por lo que no necesita de un permiso o carnet especial para conducirlo, ni tampoco de un seguro que lo proteja en caso de accidentes o imprevistos, gracias a la flexibilidad que brindan los scooters son una opción eficaz para incorporarlos al sistema de transporte público, similar a la operación de las bicicletas eléctricas públicas. (Camacho, 2018)

Vehículo eléctrico compartido



Figura 11 – 1. Auto eléctrico sedán E5

Fuente: (BYD e-Motors, 2018)

El automóvil eléctrico es un medio de transporte nuevo y moderno creado exclusivamente para reducir las emisiones de gases tóxicos o nocivos hacia el medio ambiente, las características que sobresalen de este medio de transporte se derivan desde la forma como se genera el movimiento del mismo ya que es producido por uno o más motores a través de las baterías que almacenan la energía o fuente de poder que es la electricidad, estas deben ser recargadas en electrolineras o puntos clave para lo cual es necesario contar con la infraestructura adecuada. Este tipo de vehículo es considerado como uno de los pioneros en la utilización de energías limpias, ya que al no utilizar ningún combustible fósil no se produce la combustión interna dentro del motor convencional de los vehículos actuales y por ende no hay la emisión excesiva de gases hacia la atmósfera. Gracias a las ventajas que tiene este tipo de transporte en aspectos medio ambientales y económicos, lo convierte en una alternativa perfecta que fácilmente puede acoplarse al sistema de transporte público dentro del perímetro urbano, el factor que más resalta del vehículo eléctrico compartido

es el uso simultáneo entre sus usuarios permitiendo así compartir los gastos y disminuir la cantidad de vehículos dentro de un centro de, eliminando los niveles de congestión y malestar a los usuarios, mejorando de esta forma la movilidad de la ciudad y la calidad de vida de la población. (León Estrella, 2017)

Tranvía



Figura 12 – 1. Tranvía de Murcia

Fuente: (ESN Tranvía Murcia 2017)

Este medio de transporte ha sido uno de los más antiguos conocidos en el ámbito del servicio público, su funcionamiento se da comúnmente sobre rieles establecidas en las superficies urbanas, sin separaciones del tráfico vehicular convencional, para la instalación de este medio de transporte es indispensable realizar un análisis sobre la geografía o la infraestructura por donde marcará su trayectoria habitual, ya que su fuente de poder recorre el cableado eléctrico y se toma directamente de la línea de contacto ubicada en el aire, por otro lado gracias al avance de la tecnología existen nuevos tranvías que funcionan sin la toma de corriente eléctrica aérea y su sistema de tracción está constituido principalmente por dos componentes indispensables como el carretón del tranvía donde está impregnado el trole, regulador y una palanca que sirve para cambiar la dirección de la máquina, fuera del carretón de la vía encontramos a las subcentrales eléctricas, el carril, agujas, postes y demás partes que conforman la línea aérea, que trabajando en conjunto hacen posible la marcha de este y su operación eficaz.

El tranvía ha venido constituyendo una parte medular de grandes ciudades entorno al sistema de transporte público urbano ya que éste puede operar sin problema en pendientes y en lugares de gran demanda de personas, su objetivo principal es disminuir el número de personas que optan diariamente por el vehículo particular aumentando el número de ocupantes diarios en el servicio público. (Albisser, 2018)

Metro



Figura 13 – 1. Metro de Madrid

Fuente: (Metro de Madrid, España, 2017)

El metro es un medio de transporte masivo de pasajeros, considerado también como un sistema que puede integrarse con otros servicios públicos creando así una conexión más amplia entre los principales puntos de origen y destino, este medio requiere principalmente derechos exclusivos de vía para su funcionamiento por lo que la mayoría de sistemas de metro se los construye de forma subterránea lo que significa un gran costo en la inversión inicial (Wright, Llyayd; Fjellstrom, Karl; Wagner, 2006); otra de las características son las rigurosas medidas de seguridad por las altas velocidades que alcanza en su trayecto, este medio se desplaza por un circuito propio exclusivo dentro de una ciudad con muchos puntos de alta concentración de personas, centroides como centros educativos, zonas de vivienda, actividades económicas o socioculturales. Este sistema de transporte es muy popular a nivel mundial debido a la eficacia de su servicio en grandes ciudades con densidad poblacional considerable, sirve como distribuidor de viajes durante su trayecto por lo que es perfecto dentro de la zona urbana de la ciudad descongestionando puntos de conflicto o saturación de tráfico. (Comité de Metros, 2003)

Funicular



Figura 14 – 1. Funicular de Artxanda - Bilbao

Fuente: (Ayuntamiento de Bilbao, 2019)

El funicular es considerado como uno de los medios más populares dentro del transporte público turístico, utilizado principalmente para el traslado de personas o mercancías en pendientes considerables, este tipo de ferrocarril tiene la característica principal de circular sobre rieles mediante la tracción de trenes que se encuentran asegurados y sostenidos por un cable resistente, está maquina en su mayoría está constituida de dos vehículos, uno ascendente y otro descendente

ambos funcionan entre sí de forma sincronizada para ejercer la fuerza suficiente en ambos sentidos, de manera que cuando el vehículo que baja compensa el peso del vehículo que sube brindando la energía permitiendo el movimiento de la máquina. Este sistema juega uno de los papeles más importantes como atractivo turístico ligado a deportes de invierno en zonas donde el clima hace posible la acción de estos, su forma de operación se ha basado en el mismo principio a lo largo de los años pero gracias al avance de la tecnología algunos funiculares han sido modificados para brindar un mayor beneficio entorno a parámetros como seguridad, funcionalidad, capacidad de transporte y carga, logrando trasladar sin problema objetos con un peso de hasta 500 toneladas, se podría mencionar que su adaptación para ciudades con pendientes es perfecta, ya que puede operar sin problema en inclinaciones de hasta 60 grados acoplándose también a sistemas similares que puedan circular en la superficie urbana. (Sancler, 2019)

Teleférico



Figura 15 – 1. Teleférico de La Paz - Bolivia

Fuente: (Empresa Estatal de Transporte por Cable "Mi Teleférico", 2018)

El teleférico es un sistema de transporte por cable que al igual que el funicular actualmente operan con mayor relevancia en el ámbito turístico, este medio consiste en un mecanismo de arrastre encargado de tensionar y movilizar el cable que sostiene a la máquina o también llamada cabina de pasajeros desde un punto de partida a otro, logrando así el desplazamiento de las personas entre dos puntos ubicados estratégicamente a distancias medias o cortas, la fuente de poder de este sistema de transporte se la obtiene de la energía eléctrica por lo que evita la emisión de gases nocivos hacia los usuarios y a la atmósfera convirtiéndolo en una opción amigable para el ecosistema (Padilla, Walter; León, 2016).

Su construcción y operación es más accesible económicamente ya que requiere de poca adquisición de terrenos, evitando las demoliciones, expropiaciones entre otros aspectos que no pueden afectar por lo que su vía principal se encuentra en el aire. Los teleféricos son una de las opciones principales dentro de zonas urbanas o lugares de topografía muy variada ya que tienen puntos de difícil acceso para otros sistemas de transporte públicos lo que hace que su eficiencia sea vital y se convierta en un proyecto rentable a largo plazo por sus bajos costos de inversión y mantenimiento. (Díaz, 2017)

1.8.3.2. Ventajas y desventajas de los medios de transporte eléctricos

De acuerdo a las características de los diferentes medios de transporte eléctricos que se ha investigado se puede resaltar las principales ventajas y desventajas que conlleva la implementación y funcionamiento de los mismos dentro de la movilidad urbana de las ciudades.

Tabla 4 – 1: Ventajas y desventajas de los medios de transporte eléctricos

TABLA DE VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS DIFERENTES SISTEMAS DE TRANSPORTE PÚBLICO PROPULSADOS A TRAVÉS DE LA ELECTRICIDAD

No.	Sistemas de transporte público eléctrico	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Primero	Bus eléctrico/híbrido	<p>De acuerdo a (Díez , Andrés; Bohórquez, Armando; Rodríguez, Jaime; Roa, Fernando; Almario, Pedro; Velandia, 2009) y (Grütter, 2014) se tiene las siguientes ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Son tecnologías que arrojan excelentes resultados en cuestiones de eficiencia energética porque reemplazan a los combustibles fósiles por energías más limpias. b. Su mantenimiento es relativamente económico debido a que su sistema de operación está constituido por menos componentes mecánicos a comparación de un bus que funciona con un motor de combustión interna. c. La emisión de gases tóxicos es un aspecto importante ya que sus cantidades son muy bajas, convirtiéndolo en un modo de transporte amigable con el medio ambiente. d. Beneficios fiscales por parte del estado ya que ellos buscan promover el uso de energías limpias, reduciendo así los valores de impuestos, aranceles y demás costos en relación al transporte Público. e. Bajo costo del servicio para los usuarios debido a la eliminación del uso de combustibles fósiles y por ende se retira el subsidio por parte del estado. 	<p>De acuerdo a (Díez , Andrés; Bohórquez, Armando; Rodríguez, Jaime; Roa, Fernando; Almario, Pedro; Velandia, 2009) y (Grütter, 2014) se tiene las siguientes desventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Alto costo de inversión inicial a la hora de adquirir el bus eléctrico. b. Su autonomía es inferior a la de un bus convencional, ya que por su batería no puede recorrer distancias considerables sin recarga previa. c. Altos costos en la instalación de la infraestructura destinada para puntos de recarga de la flota de buses eléctricos. d. Diferencia considerable en el tiempo de recarga de las unidades, ya que los buses eléctricos necesitan de varias horas para continuar su operación a comparación de los buses convencionales que tiene una duración de ciertos minutos. e. Algunos modelos de estos buses eléctricos necesitan de una conexión continua por medio de enchufes a la corriente eléctrica lo que complica la maniobrabilidad de las unidades.

		<p>f. Se elimina totalmente la contaminación acústica ya que los buses eléctricos son silenciosos y casi imperceptibles al oído.</p>	
<p>Segundo</p>	<p>Bicicleta eléctrica</p>	<p>En base a (Veliz Delgadillo, 2018) y (Ferrando, Haritz; Anaya, Esther; Arauzo, 2007) se tiene las siguientes ventajas:</p> <p>a. Este sistema de transporte es una alternativa muy recomendable para transitar dentro de la zona urbana de la ciudad como parte de proyectos cortos y medios, siendo esta una opción recomendable y amigable para el medio ambiente.</p> <p>b. Además de ser un medio de transporte que ayuda a desplazarse de un punto a otro, es una forma de ejercitarse y mantener un buen estado de salud, ya que utiliza la tracción humana para pedalear manteniendo activo el motor eléctrico.</p> <p>c. Es un medio de transporte efectivo para circular cuando exista congestión vehicular especialmente en las horas pico, ya que la bicicleta permite rebasar y evitar el tráfico reduciendo el tiempo de viaje.</p> <p>d. En el ámbito económico y financiero de la electromovilidad, la bicicleta eléctrica es el vehículo más barato y de fácil adquisición, en comparación con los demás medios de transporte eléctricos existentes.</p> <p>e. Es un vehículo fácil de estacionar, no requiere de gran espacio y se lo puede hacer en cualquier lugar, a comparación de otros medios de transporte, evitando pérdida de tiempo en busca de un parqueadero y gastos económicos por el uso de estos.</p>	<p>En base a (Veliz Delgadillo, 2018) y (Ferrando, Haritz; Anaya, Esther; Arauzo, 2007) se tiene las siguientes desventajas:</p> <p>a. La bicicleta eléctrica es un vehículo motorizado que tiene una baja velocidad de circulación en comparación con otros medios de transporte motorizados, por lo que no pueden ser usadas en autovías o carreteras de alta velocidad, restringiendo su uso exclusivo al perímetro urbano.</p> <p>b. Son más caras que una bicicleta convencional porque su estructura consta de un motor eléctrico y baterías.</p> <p>c. La duración de las baterías de la bicicleta eléctrica limita las distancias de un viaje, por ello no es recomendable para trayectos largos, además de que sus baterías deben ser recargadas por un periodo de entre 2 a 5 horas.</p> <p>d. Es un vehículo que necesita de cuidados específicos porque sus partes eléctricas se encuentran expuestas a diferentes situaciones climáticas.</p> <p>e. Por su innovación en el mercado y atracción entre los fanáticos de este tipo de transporte puede ser un blanco fácil para la delincuencia, por el costo de sus piezas.</p>

		<p>f. La bicicleta es un vehículo motorizado que para su uso no es necesario poseer una licencia o carnet ni tampoco el pago de una matrícula.</p> <p>g. En la mayoría de ciudades a nivel mundial, la bicicleta cuenta con su propio carril exclusivo de circulación, lo cual permite una libre movilidad.</p>	
Tercero	Scooter eléctrico	<p>En base a (Camacho, 2018) se tiene las siguientes ventajas:</p> <p>a. Es un medio de transporte alternativo aceptado en todo el mundo ya que gracias a su diseño puede funcionar para desplazarse o para utilizarlo en acciones de ocio y diversión.</p> <p>b. Es perfecto para viajes de corta distancia y donde exista excesivo tráfico vehicular, por sus características es atractivo para ciudades con un clima tropical o cálido.</p> <p>c. Este tipo de transporte está catalogado como vehículo de movilidad personal así que no necesita un permiso para poder conducirlo, ni tampoco contratar un seguro por posibles daños.</p> <p>d. Es un vehículo totalmente amigable con el ambiente, reduce totalmente las emisiones de gases y distintos tipos de contaminación auditiva y visual.</p> <p>e. Este vehículo es súper liviano por lo que en cuestión de minutos se adaptaría para poder llevarlo a la mano.</p>	<p>En base a (Camacho, 2018) se tiene las siguientes desventajas:</p> <p>a. Por su diseño y tamaño no permite alcanzar grandes velocidades, ni es un medio que permita realizar viajes de considerables distancias.</p> <p>b. La seguridad que este medio de transporte ofrece es relativamente baja en comparación a la de otro vehículo eléctrico, este medio no podría ser recomendable usarlo en la noche ni tampoco en situaciones climáticas adversas.</p> <p>c. La autonomía de estos vehículos eléctricos varía mucho dependiendo de factores como el peso del usuario, de manera que puede durar menos de lo que su manual indique.</p> <p>d. Es un vehículo unipersonal que por su diseño no permite llevar acompañantes.</p>

		<p>f. Es una alternativa para movilizar de manera segura a los adultos mayores ya sea dentro de sus propios hogares o fuera de ellos, como una alternativa de aparato de ayuda médica.</p> <p>g. El mantenimiento que debe realizarse hacia ellos es mínima debido a que su batería es recargable y tiene una vida útil de 500 ciclos de carga.</p>	
Cuarto	Vehículo eléctrico	<p>De acuerdo a (León Estrella, 2017) las ventajas son:</p> <p>a. Son vehículos que no emiten gases contaminantes o de efecto invernadero hacia la atmósfera porque reemplazan el combustible fósil por la energía eléctrica para su propulsión.</p> <p>b. Los automóviles eléctricos casi no emiten sonidos a la hora de moverse por las ciudades, lo que aporta a una menor contaminación acústica.</p> <p>c. Representa un gran ahorro económico en cuanto al mantenimiento del motor y del auto en general, ya que es muy compacto y cuenta con menos partes mecánicas que un auto convencional.</p> <p>d. En cuanto a su eficiencia este auto necesita de menos energía para realizar la misma función que un auto con motor de combustión interna, lo que representa menos uso de combustible (energía eléctrica) para su movilización.</p> <p>e. El auto eléctrico al ser un vehículo amigable con el medio ambiente, cuenta con varios beneficios fiscales por parte de los gobiernos al momento de su adquisición y uso, representando un ahorro económico para el usuario.</p>	<p>De acuerdo a (León Estrella, 2017) las desventajas son:</p> <p>a. Para recargar la batería de un auto eléctrico, es necesario contar con la infraestructura adecuada y especializada, estas paradas son muy escasas y tienen un alto costo de instalación en países subdesarrollados.</p> <p>b. Para el uso del auto eléctrico, es necesario que sus baterías se encuentren cargadas en su totalidad, pero realizar esta acción conlleva mucho tiempo a comparación de un vehículo convencional.</p> <p>c. Un motivo por el cual no se adquiere un auto eléctrico, es el bajo nivel de energía eléctrica que puede ser almacenada en sus baterías, provocando que un vehículo de este tipo no pueda recorrer grandes distancias sin realizar largas paradas para su recarga.</p> <p>d. Los talleres para el mantenimiento y reparación de autos eléctricos son muy escasos es decir no existe gran variedad de especialistas en este nuevo campo.</p>

<p style="text-align: center;">Quinto</p>	<p style="text-align: center;">Tranvía</p>	<p>En base a (Albisser, 2018) se tiene las siguientes ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Es un medio de transporte que brinda su servicio de una manera eficaz a las demandas de ciudades con densidades poblaciones considerables. b. Es el transporte público más rápido en distancias inferiores a 7 kilómetros, llegando a obtener una velocidad comercial de 17 a 19 km/h. c. Este sistema de transporte cuenta con prioridad semafórica y rápido acceso, de manera que los tiempos de viaje son reducidos. d. La accesibilidad que tiene este sistema de transporte es amplia ya que las estaciones se encuentran cerca entre sí y su acceso es cómodo y sin desniveles. e. Los requerimientos geológicos no son tan exigentes en comparación a otros sistemas de transporte. f. El acceso a este sistema de transporte es totalmente universal, pueden abordar ciclistas con sus bicicletas, ancianos, discapacitados, madres con cochecitos de bebés, entre otros. g. La comodidad del usuario es alta, debido a su baja gravedad es reducida la sensación de mareo o movimiento, creando una sensación estable y equilibrada al momento del viaje. h. Este sistema está construido con materiales ligeros por lo que tiene bajos niveles de relacionados a vibraciones y ruidos. 	<p>En base a (Albisser, 2018) se tiene las siguientes desventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Debido a su estructura y funcionamiento este hace que sus recorridos sean rígidos. b. Si existe avería en la línea, queda inutilizado todo el sistema de transporte, hasta que el problema sea solucionado. c. Los únicos beneficiarios de dicho servicio son exclusivamente los que se encuentran en la zona por donde circula, más no por todos los que pagan el servicio. d. El costo de inversión inicial de la flota y su infraestructura es mayor en comparación a otro sistema de transporte. e. En caso de que el tranvía se encuentre funcionando con el tendido eléctrico aéreo, provocaría un aspecto negativo en el ámbito estético de la ciudad, aumentando así la contaminación visual. f. La mayoría de infraestructuras pueden llegar a amortizarse a medio o largo plazo, además de que el costo de mantenimiento es muy elevado. g. Si existiría alguna avería o cambio de pieza mecánica de la máquina, quedaría varado el sistema hasta que puedan reparar dicho problema.
--	---	--	---

		<p>i. Debido a que este sistema de transporte funciona con energía eléctrica, no genera emisiones contaminantes o la generación de gases de efecto invernadero.</p>	
Sexto	Metro	<p>De acuerdo a (Comité de Metros, 2003) las ventajas son:</p> <p>a. Aporta a la reducción de la contaminación ambiental, ya que es un sistema que funciona a base de energía eléctrica dejando de lado la utilización de los combustibles fósiles.</p> <p>b. Reducción de la congestión vehicular del transporte terrestre, ya que es un sistema que requiere de derechos exclusivos de vía, por lo que opera en un carril exclusivo de manera elevada o subterránea dependiendo de la geografía de la ciudad.</p> <p>c. Tiene un desplazamiento más rápido que los vehículos terrestres convencionales, ya que opera a grandes velocidades por el hecho de tener un carril exclusivo.</p> <p>d. Por su velocidad de operación, el metro reduce los tiempos de viaje para los usuarios que necesitan recorrer largas distancias en cortos lapsos de tiempo.</p> <p>e. Es un sistema de transporte público que se caracteriza por el elevado número de pasajeros que transporta en comparación con otros servicios públicos.</p> <p>f. El metro opera con los índices más altos de seguridad, garantizando al usuario un viaje tranquilo y cómodo.</p>	<p>De acuerdo a (Comité de Metros, 2003) las desventajas son:</p> <p>a. Es uno de los sistemas con los costos más altos de construcción, ya que es necesario un carril exclusivo de manera elevada o subterránea para su operación.</p> <p>b. El metro es un sistema diseñado para atender ciudades con alta densidad demográfica, no es aplicable a ciudades con poca población ya que no funcionará de una manera eficiente y no sustentará la inversión económica realizada.</p> <p>c. Se aplica a ciudades con gran extensión geográfica, ya que por su velocidad de operación no puede detenerse en distancias cortas, por ello sus paradas deben estar alejadas entre sí.</p> <p>d. Altos costos en mantenimiento de los carriles exclusivos, así como también de las piezas que conforman el metro.</p> <p>e. No es accesible universalmente ya que por su trayectoria no tiene la capacidad de simular paradas continuas cada cierto tiempo, por lo contrario, maneja exclusivamente paradas determinadas donde se ubican los centroides principales de la ciudad.</p>

		<p>g. Aporta a la reducción del uso del vehículo privado implicando de esta forma la disminución de los accidentes de tránsito que puedan generarse en la ciudad.</p>	
Séptimo	Funicular	<p>En base a (Sancler, 2019) se tiene las siguientes ventajas:</p> <p>a. Este sistema de transporte tiene usos diversos que generan más atracción del mismo tanto como medio de transporte público urbano y medio turístico.</p> <p>b. Los funiculares pueden circular tanto en la superficie como los tranvías o en túneles como el metro dependiendo de las necesidades de la población y sobre todo la geografía de una ciudad ya que es perfecto para lugares con pendientes o difíciles puntos de acceso.</p> <p>c. Además de ser utilizado para el transporte de personas, este también es útil para trasladar materiales de hasta 500 toneladas por lo que lo convierte en uno sistema de transporte flexible.</p> <p>d. Este sistema de transporte es perfecto para ciudades con pendientes de hasta 60 grados.</p> <p>e. Este sistema de transporte es totalmente seguro internamente ya que se encuentra equipado con asientos de materiales no inflamables.</p> <p>f. Este sistema es completamente amigable con el medio ambiente ya que por su estructura no emite gases nocivos hacia la atmósfera.</p>	<p>En base a (Sancler, 2019) se tiene las siguientes desventajas:</p> <p>a. Circula exclusivamente sobre rieles lo que significa que tiene un trayecto predeterminado.</p> <p>b. Si existe daños en los rieles o el cable no se podrá realizar el movimiento de tracción para que funcione este sistema de transporte funcione correctamente.</p> <p>c. No es accesible universalmente dependiendo de los puntos de origen y destino de toda la población.</p> <p>d. Existe un solo recorrido para un solo destino y un origen, por lo que no es flexible en cuestión a las paradas del viaje.</p>

Octavo	Teleférico	<p>De acuerdo a (Padilla, Walter; León, 2016) y (Díaz, 2017) las ventajas son:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. El teleférico no es considerado solo como un sistema de transporte para trasladar personas desde un lugar de origen hacia un destino sino también se enfoca a la parte turística dependiendo de las zonas en donde se encuentre ubicado. b. La instalación y construcción del sistema es rápida y a un bajo costo, por la menor necesidad de infraestructura. c. Un servicio continuo y regular de transporte gracias a un menor personal y la automatización de sus instalaciones. d. Accesibilidad a lugares donde la topografía sea muy variada y el transporte terrestre no puede llegar. e. La ocupación del suelo que tiene el sistema de transporte público por teleférico es mínima, ya que no precisa de una superficie para un carril por el cual circular. f. Es un proyecto muy rentable a largo plazo ya que sus costos de mantenimiento y operación son relativamente bajos en comparación a otro sistema de transporte eléctrico. g. No emite ningún tipo de contaminación de lo contrario estéticamente se ve atractivo en lugares turísticos. 	<p>De acuerdo a (Padilla, Walter; León, 2016) y (Díaz, 2017) las desventajas son:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Capacidad de pasajeros reducida por las dimensiones de las cabinas. b. No es versátil ya que no puede realizar paradas en su único y exclusivo recorrido. c. La longitud de conexión entre los dos puntos es corta/media. d. Velocidad de viaje es muy baja en comparación a otros sistemas de transporte ya que tiene la función de ejercer acciones de turismo dependiendo las zonas en donde se encuentre ubicado.
---------------	-------------------	--	---

Fuente: Trabajo de investigación
Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

1.8.3.3. Impacto de la electromovilidad al medio ambiente

De acuerdo con la información y datos obtenidos del World Resource Institute (WRI) se manifiesta que en el año 2015 el sector del transporte en América Latina y el Caribe emiten alrededor del 16% de las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel mundial relacionadas con la energía, demostrando así que el sector del transporte es uno de los principales contaminantes del medio ambiente a escala global y que el objetivo principal es la utilización consciente de los recursos energéticos. (Pérez Jaramillo, Gutiérrez, & Mix, 2019)

Tomando referencia a nivel internacional se puede indicar que la electromovilidad representa una gran oportunidad para América Latina y el Caribe (ALC) porque son las regiones con menor incorporación de este tipo de movilidad en comparación a Norteamérica, Asia y Europa, teniendo en cuenta que en ALC la energía proviene de fuentes significativamente menos contaminantes que algunos países desarrollados, con un factor de emisión del 21% (kgCO₂/kWh), Estados Unidos tiene el 62% , Alemania el 69% y por último Países Bajos con el 49% de emisiones contaminantes de CO₂, lo que significa una gran ventaja entorno a la implementación del uso de nuevas tecnologías por medio de la movilidad eléctrica y sostenible aprovechando de mejor forma los recursos. (Pérez Jaramillo et al., 2019)

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) ha planteado que para el año 2050 la región de América Latina y el Caribe deberán disminuir las emisiones de carbono en dos toneladas métricas per cápita anuales, mediante acciones y proyectos piloto han logrado visiones positivas a largo plazo impulsando de esta forma la descarbonización y el uso de energías limpias para el cuidado del medio ambiente y la salud pública. (Martínez, 2019)

Impulso de la electromovilidad

A nivel internacional se han adoptado medidas para ayudar a la implementación de la movilidad eléctrica, como por ejemplo la fijación de estándares que regulen la eficiencia energética al parque automotor, la disminución de aranceles o impuestos al momento de la adquisición de vehículos eléctricos especialmente para el transporte público además de realizar estudios previos para la construcción de la infraestructura adecuada donde se encontraran los puntos de recarga eléctrica o llamadas electrolineras. (García Bernal, 2019)

Los países europeos son pioneros en la inserción de la movilidad eléctrica a nivel mundial porque sus gobiernos se han preocupado en eliminar las barreras que impedían la penetración de los vehículos eléctricos y todos los aspectos que vienen ligados a este tipo de movilidad sostenible, como políticas fiscales (impuestos) regulaciones para el uso de la energía aprovechando de mejor manera este recurso y por último el diseño urbanístico y de mercado al cual están destinados principalmente la operación de la electromovilidad. (García Bernal, 2019)

Para especificar de una forma clara las acciones que han implementado algunos países europeos en cuestión al impulso de la electromovilidad tenemos a:

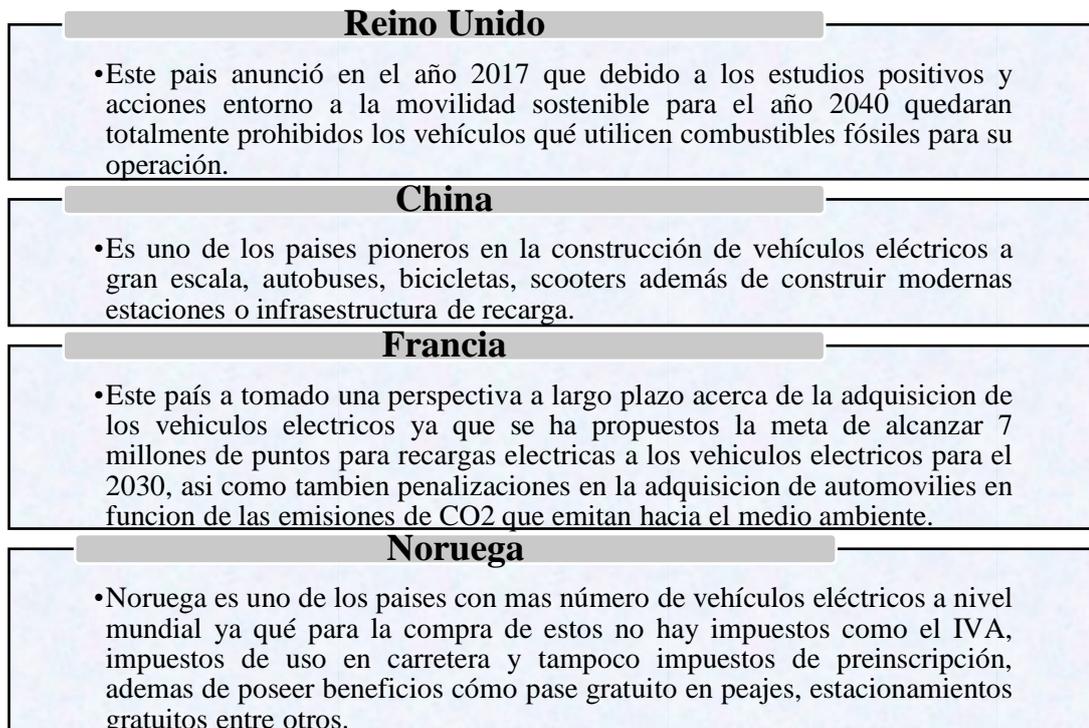


Figura 16 – 1. Impulso de la electromovilidad en varios países
Fuente: (García Bernal, 2019)

1.8.4. Estudio de factibilidad

Un estudio de factibilidad es el proceso donde se realiza un análisis de varias características de un proyecto para determinar si las metas o alcances tendrán resultados exitosos o por lo contrario no será factible al momento de aplicarlo o ejecutarlo.

Según (Santos, 2008) es un proceso continuo de acercamientos para especificar un problema que se busca solucionar, para empezar esto debemos tomar en cuenta estimaciones, hipótesis y pronósticos a corto y largo plazo dependiendo de la confiabilidad de la información obtenida a través de fuentes primarias y secundarias o de previos estudios en campo, para conocer la factibilidad del proyecto a lo largo de su vida útil.

La factibilidad de un proyecto se puede comprobar a través de la elaboración de sus etapas principales empezando por el diagnóstico de la situación actual o acciones que generan el problema, la sustentación teórica de la hipótesis, los métodos específicos para desarrollar las metas y objetivos, finalmente el planteamiento de la propuesta y evaluación de los resultados. (Dubs de Moya, 2002)

La importancia de este estudio es vital para la toma de decisiones entorno a la ejecución de cualquier tipo de proyecto sea cual sea su ámbito de operación, ya que se debe conocer la situación actual de todos los parámetros y realizar un análisis detallado de los aspectos principales cómo (estudio de mercado, infraestructura, costos, medio ambiente) para su implementación y las condiciones su éxito a largo plazo.

Esquema de un estudio de factibilidad

Para elaborar un estudio de factibilidad se debe tomar en cuenta tres objetivos que hacen referencia a la disponibilidad de los recursos necesarios para cumplir con todos los requerimientos básicos y comprobar la factibilidad de un proyecto. (Baca Urbina, 2001)

- Verificación de la existencia de un mercado potencial en donde va a incursionar nuestro proyecto, desde el punto de vista de una población insatisfecha por los bienes o servicios actuales.
- Demostrar la viabilidad tecnológica en la construcción del proyecto y todos los parámetros en cuestión a infraestructura y demás aspectos físicos indispensables para su funcionamiento.
- Constatar qué es económicamente rentable su operación tanto al momento de su inversión y a lo largo de su vida útil.

Tomando en cuenta estos objetivos básicos qué determinan completamente la ejecución del proyecto se puede destacar 3 pilares fundamentales en un estudio de factibilidad que son:



Figura 17 – 1. Pilares fundamentales de un estudio de factibilidad

Fuente: (Baca Urbina, 2001)

1.8.4.1. Estudio de mercado

Se denomina estudio de mercado al análisis que hacemos para cuantificar y determinar la demanda y oferta a la cual vamos a destinar nuestro proyecto, además de los precios y el estudio de la comercialización. Aunque la información de los sectores en donde se encuentra ubicada la oferta y demanda puedan obtenerse de fuentes primarias y secundarias, es totalmente necesaria la realización de una investigación actual y en campo, de manera que se cuente con datos actualizados y confiables para poder continuar con la investigación y visualizar la posibilidad de penetración del proyecto al mercado global. Al momento de realizar este estudio se puede palpar la realidad del éxito o fracaso en situaciones normales, sin olvidar los riesgos cualitativos que implican la toma de decisiones y la forma en cómo afectará la competencia a la estabilidad tanto económica y financiera del proyecto. (Baca Urbina, 2001)

Principales objetivos del estudio de mercado

Según (Baca Urbina, 2001) las metas que se plantean al momento de realizar el estudio de mercado son:

- Afirmar la existencia de las necesidades insatisfechas de la población en un determinado sector del mercado, con la visión de brindar un mejor servicio a comparación de los productos existentes en el mercado.
- Determinar los precios en relación a la competencia, para poder asegurar el éxito del proyecto además de la calidad de bienes o servicios provenientes de una nueva unidad de producción.
- Indagar los principales medios de difusión influyentes dentro del mercado para llegar a los consumidores.
- Analizar el riesgo que correría el proyecto al momento de ser insertado al mercado, su posible éxito o fracaso, de esa forma los inversionistas puedan tomar las decisiones correctas.

Según (Baca Urbina, 2001) para obtener la información completa en el estudio de mercado se debe tener las siguientes características:

- a) La recolección de datos debe ser sistemática.
- b) El método de recopilación de la información debe ser muy objetivo y claro.
- c) Toda la información recopilada debe ser relevante para el estudio de mercado.
- d) La investigación debe centrarse en obtener la información necesaria para crear una base en la ejecución del problema.

Para el estudio de mercado del proyecto de investigación se toma en cuenta principalmente la oferta, demanda y precios de una manera general.

1.8.4.2. Estudio técnico

Se le conoce como estudio técnico al proceso de analizar las distintas opciones tecnológicas que se requieren para producir los bienes o servicios que el proyecto plantea, tiene el objetivo de verificar la factibilidad técnica de los equipos, maquinaria, materias primas y las instalaciones principales, además de crear una línea base para los costos de inversión, operación y capital de trabajo. (Baca Urbina, 2001)

Esta parte del estudio de factibilidad se divide principalmente en cuatro aspectos que son:

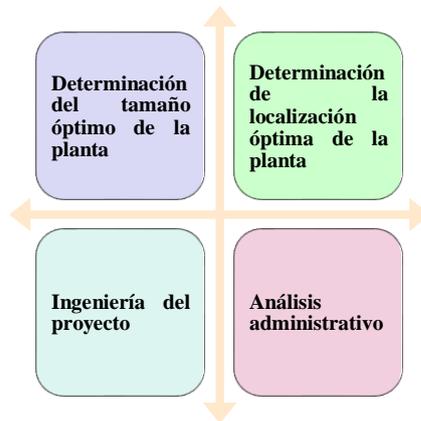


Figura 18 – 1. Aspectos principales

Fuente: (Baca Urbina, 2001)

Tamaño óptimo de la planta

Se puede definir al tamaño óptimo de la planta como la magnitud de un proyecto representada por su capacidad instalada y la misma esta expresada en unidades de producción en el periodo de un año. Dentro de este parámetro se necesita conocer con mayor alcance los tiempos o movimientos de los procesos, con el objetivo de diseñar y realizar cálculos con datos precisos utilizando varias técnicas y herramientas, debido a que diseñar la planta se considera un arte más que un acto netamente relacionado con la ingeniería, este proceso es considerado como fundamental porque los métodos existentes para su estudio son interactivos por lo que es necesario plantear algunas alternativas o acciones siempre y cuando se conozca a la perfección la tecnología que se va a implementar. (Baca Urbina, 2001)

Localización óptima del proyecto

Según (Baca Urbina, 2001) la localización óptima de un proyecto es aquella que se encuentra totalmente enfocada en su mayoría a lograr una tasa elevada de rentabilidad sobre el capital y obtener un costo unitario mínimo, el objetivo general de este punto situar específicamente el lugar donde se instalará y operará la planta.

Ingeniería del proyecto

Básicamente la ingeniería del proyecto esta netamente relacionada a la instalación y funcionamiento de la planta, desde los procesos principales como la adquisición de la maquinaria, su distribución, su estructura jurídica y la organización que deberá tener el talento humano para la manipulación de los equipos. (Baca Urbina, 2001)

Análisis Administrativo

El análisis administrativo hace referencia a la gestión de la organización humana y el ámbito jurídico, se debe plantear una estructura jerárquica con todas las acciones, responsabilidades o

tareas de los responsables del proyecto para posteriormente conformarse de acuerdo a los intereses de los socios. (Baca Urbina, 2001)

1.8.4.3. Estudio Económico

El objetivo de este parámetro es ordenar la información de carácter monetario y financiero en todas las etapas que involucran la utilización de insumos, materia prima, mano de obra y demás materiales necesarios para la operación del proyecto. Dentro de este punto se puede analizar el entorno que ocupa la empresa dentro del mercado, obtener datos acerca de su situación actual en cuanto a recursos, utilidades, gastos y sobre todo la rentabilidad que tenga el proyecto. (Baca Urbina, 2001)

Determinación de los costos totales

Este parámetro se puede deducir en todos los aspectos monetarios, como el desembolso de dinero en efectivo hecho en un periodo de tiempo, también conocido como inversión inicial para generar ingresos de acuerdo a la rentabilidad del proyecto utilizando los costos futuros o costos de oportunidad, hablando en el sentido amplio de todos los costos que se utilizaran dentro de la ejecución del proyecto se puede citar principalmente a los costos de producción, costos de administración, costos de venta siendo estos los que desempeñan roles importantes dentro del ámbito financiero. (Baca Urbina, 2001)

Capital de trabajo

El capital de trabajo prácticamente se define como el dinero o capital que la empresa o proyecto necesita para empezar a trabajar o realizar sus operaciones, técnicamente podríamos referirnos a este término como la diferencia aritmética que existe entre el activo circulante y el pasivo circulante, diferenciándolo de la inversión inicial ya que si bien tiene un papel similar no cumple con las mismas funciones, este capital hace referencia al valor monetario que el proyecto necesita para financiar la primera producción de sus productos bienes o servicios antes de recibir sus ganancias o ingresos. (Baca Urbina, 2001)

Evaluación económica

En este punto se determina principalmente la tasa de rendimiento mínima que debe aceptar el proyecto para poder funcionar de una manera óptima, además del cálculo correspondiente a los flujos netos de efectivo, ambos valores deben ser determinados con financiamiento y sin él, ya que deben tener un punto estable para asegurar el éxito de todos los procesos que involucran estos montos. (Baca Urbina, 2001)

Estado de resultados proforma

La finalidad principal de este punto es el análisis del estado de resultados, es decir las pérdidas o ganancias que se tuvo dentro de un periodo contable de tiempo, con el fin de calcular principalmente los márgenes de las utilidades obtenidas y los flujos netos de efectivo que el proyecto ha generado, se toma en cuenta que este valor se obtiene restando a los ingresos totales los costos de planta o producción y el monto de los impuestos que se debe pagar a las entidades reguladoras, solo ahí se conocerá las cifras exactas del estado de resultados. (Baca Urbina, 2001)

Punto de equilibrio

El punto de equilibrio dentro de las finanzas de un proyecto hace referencia al nivel de los valores en ventas donde los costos fijos y variables se encuentran totalmente cubiertos, en términos generales el punto de equilibrio significa que el beneficio es igual a cero, donde no existen ganancias pero tampoco pérdidas de dinero, por lo tanto se determina que el proyecto está cubriendo sin ningún problema el valor de los costos y si al incrementar el monto de sus ventas logra superar al punto de equilibrio generará beneficios positivos, de lo contrario perder dinero por la caída de sus ventas. (Baca Urbina, 2001)

1.8.5. Medio ambiente y calidad de vida

La importancia del análisis del medio ambiente y la calidad de vida en la ejecución de un proyecto es totalmente indispensable ya que el entorno en el que se va a implementar y desarrollar la investigación debe acoplarse y mejorar continuamente en relación a las características como niveles de contaminación, tráfico vehicular y calidad del servicio en el sistema de transporte público, entre otros aspectos.

1.8.5.1. Contaminantes al medio ambiente

Entre los principales contaminantes al medio ambiente se tiene a los gases emitidos por el sector del transporte, ya que la combustión que realizan los motores de los vehículos convencionales generan niveles altos de contaminación a la atmósfera, sin dejar de lado la contaminación que genera el hombre al realizar sus actividades cotidianas, entre los principales contaminantes tenemos:

- **Óxido nitroso (NOx)**

Este compuesto químico es liberado a la atmósfera desde los tubos de escape de los vehículos convencionales producto de la combustión interna de sus motores al utilizar el petróleo y sus derivados, una vez liberados al aire provocan reacciones fotoquímicas contaminantes las cuales forman smock o niebla densa principalmente notable en ciudades con gran cantidad de automóviles afectando a la calidad del aire y salud de las personas. (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2016)

- **Monóxido de carbono (CO)**

Al igual que el óxido nitroso este compuesto químico es producido por la combustión que realizan los vehículos que obtienen su energía a partir de combustibles fósiles y sus derivados, el sector del transporte es considerado como una de las fuentes principales de emisión de estos gases nocivos, la elevada concentración de CO puede tener consecuencias muy serias para la salud, es por eso que la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha establecido un valor de 9 ppm como límite tolerante para la inhalación de este gas que un individuo puede tolerar en zonas de gran congestión vehicular, pero rara vez este valor es respetado debido a la cantidad de vehículos motorizados existentes en una ciudad independientemente de la geografía de la misma. (Moretton, 1996)

- **Dióxido de carbono (CO₂)**

Este compuesto químico contaminante es considerado de (efecto moderado) ya que si bien no es tóxico en niveles bajos, su presencia en niveles mayores puede causar perturbación y desequilibrar el balance de la calidad del aire, el CO₂ resulta de la quema de combustibles fósiles principalmente del petróleo, industria y otras actividades. Adicionalmente a esto se agrega la baja calidad de la refinación que se le da al crudo razones suficientes para aumentar los niveles de este compuesto en el aire. (García Liñán, 2015)

1.8.5.2. Calidad del servicio

Según (Morocho & Rodríguez, 2019) la calidad del servicio en el ámbito del transporte refleja principalmente la satisfacción de las necesidades que tiene el usuario en relación a las expectativas del servicio y la percepción del mismo al momento de ocupar el sistema, también es el resultado del cumplimiento de todas las características que el sistema ofrece, tomando en cuenta indicadores que determinan la calidad para analizar diferentes aspectos del servicio y poder emitir un criterio real del mismo, como:

- **Seguridad:** Hace referencia a la manera en cómo se realizan los viajes, teniendo presente aspectos importantes relacionados a el mantenimiento del vehículo, dispositivos de control, señales regulatorias, entre otras, con el único fin de completar el viaje sin problemas y cuidando la integridad de los pasajeros.
- **Confort:** Se relaciona al estado de la flota o vehículo en donde se brinda el servicio, tomando en cuenta parámetros como higiene, espacio ocupacional, aseo de la unidad y del conductor.
- **Atención al Cliente:** Este aspecto se refiere al trato o interacción entre el prestador del servicio y el usuario, donde los valores éticos y morales desempeñan un papel muy importante en el periodo que se realiza el servicio.
- **Tiempos de viaje:** Este indicador es uno de los más importantes dentro de la calidad del servicio ya que el tiempo en el que la unidad realiza su recorrido es decisivo para demostrar

que el sistema está cumpliendo con el objetivo de satisfacer las necesidades de movilidad de la población en los periodos establecidos por las autoridades competentes.

1.8.5.3. Calidad de vida

La calidad de vida hace referencia al conjunto de condiciones aptas para crear ambientes armónicos entre diferentes actores del sistema de transporte como usuarios, medio ambiente, flota vehicular, infraestructura entre otros, mismos que se definen como indicadores que señalan el nivel de cumplimiento en las necesidades de la población sin atentar contra variables importantes como la salud y contaminación ambiental. (Gómez & Semeshenko, 2018)

Se puede señalar dos partes importantes dentro de la calidad de vida en una sociedad como:

- **Parte social**

De acuerdo al presente trabajo de investigación, un indicador primordial del ámbito social es la congestión vehicular debido a que es uno de los principales problemas que aqueja la movilidad de las ciudades medias interfiriendo en las actividades diarias de las personas, ya que la aglomeración excesiva del parque automotor impide cumplir con el principal objetivo de la movilidad que es de priorizar la creación de ciudades para personas y no para vehículos, mejorando de esta forma la accesibilidad de todos los centroides y tiempos de viaje.

- **Parte Medioambiental**

Un aspecto que resalta dentro del ámbito medioambiental es la contaminación provocada por la emisión de gases de efecto invernadero y residuos de carbono producidos por el transporte terrestre dentro de las ciudades, niveles que pueden ser monitoreados constantemente mediante la implementación de instrumentos de medición de la calidad del aire y ruido, con el objetivo de que las autoridades competentes tomen decisiones en base a estos resultados y enfoquen la importancia del cuidado al ecosistema y preservación de los recursos.

1.9. Marco Conceptual

Eficiencia energética

La eficiencia energética es considerada como la acción que concientiza el uso de los recursos de una manera adecuada, esto quiere decir que se utilizan otros medios de potencia para que rindan el mismo nivel de energía sin contaminar de manera excesiva al medio ambiente.

Centroides

En el ámbito del transporte se considera al centroide como un punto geográfico que genera y atrae viajes de forma considerable dentro de una ciudad o estado, estos puntos generalmente son centros educativos, hospitales, centros de comercio o entretenimiento, entre otros.

Transporte Sostenible

Se puede definir al transporte sostenible cómo una actividad que puede conservarse o salir a flote mediante sus propios medios o características sin necesidad de factores externos que ayuden dentro de su operación.

Diseño universal

El diseño universal puede considerarse como un parámetro que se establece de forma general dentro de cualquier ámbito, con la capacidad de adaptarse a cualquier medio de aplicación.

Motor de combustión interna

El motor de combustión interna es una máquina que obtiene su poder a partir del petróleo y sus derivados, en donde la energía mecánica es obtenida por la transformación de la energía térmica fruto de una combustión.

Motor eléctrico

Es una máquina compuesta con menos piezas móviles en comparación a un motor de combustión interna que convierte la energía eléctrica a mecánica generando así la potencia suficiente para impulsar el movimiento de las partes del motor.

Energías renovables

Las energías renovables son consideradas como un tipo de fuente natural de poder, que producen energía inagotable o ilimitada, ya que tiene la característica de renovarse de forma natural sin la acción del hombre transformándola en las mejores alternativas para generar potencia de forma limpia y no contaminante.

Calidad del servicio

La calidad del servicio es un concepto que engloba el nivel o grado en el que un servicio, bien o producto satisface las necesidades de los consumidores o clientes, corresponden a las expectativas, deseos u opiniones que tienen las personas respecto al servicio brindado.

Electrolineras

La electrolinera es un punto o establecimiento que cuenta con la infraestructura adecuada para abastecer o suministrar de energía eléctrica a los vehículos eléctricos o híbridos.

Energía eléctrica

Se puede definir a la energía eléctrica como la forma de energía fruto del movimiento de electrones, además de que es el resultado de la diferencia potencial entre dos puntos que al interactuar con un conductor eléctrico se obtiene una corriente eléctrica, esta puede transformarse en muchas otras formas de energía como mecánica o térmica, entre otras.

Transporte unipersonal

Un transporte unipersonal es aquel que acorde a sus características exclusivamente tiene la capacidad para movilizar o trasladar a una persona.

Inversión inicial

La inversión inicial es la cantidad de dinero o el valor en términos monetarios necesario para invertir en todos los recursos tangibles o intangibles que son indispensables para poner en marcha un proyecto.

Calidad de vida

Es el conjunto de características y aspectos que aportan al bienestar de las personas y la sociedad en general.

Consumo energético

Es la cantidad de energía utilizada durante un periodo de tiempo para realizar alguna actividad específica.

1.10. Hipótesis

Con la propuesta de implementación de la electromovilidad en el sistema de transporte público urbano se mejoraría la movilidad proporcionando un entorno saludable con menos contaminación ambiental y reducción de la congestión vehicular dentro de la zona urbana de la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo.

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Enfoque de investigación

El presente trabajo de investigación tiene un enfoque mixto ya que se analiza variables cualitativas y cuantitativas que intervienen en la implementación de la electromovilidad en el transporte público urbano.

2.1.1. *Cualitativo*

Tiene un enfoque cualitativo ya que se necesita una descripción del estado actual del sistema de transporte público urbano (calidad de servicio, seguridad, comodidad y atención al usuario) de acuerdo a la perspectiva de la población que utiliza el sistema, además es necesario identificar el comportamiento y preferencias de las personas al momento de movilizarse.

2.1.2. *Cuantitativo*

Mediante la recolección, tabulación y análisis de datos obtenidos de la encuesta, se desea conocer el nivel de aceptación de los medios de transporte eléctricos propuestos, la influencia en tiempos de viaje y costos; determinando así la mejor alternativa para complementar al sistema de transporte público urbano de la ciudad.

2.2. Nivel de investigación

2.2.1. *Exploratorio*

Para la investigación fue necesario conocer el estado actual del sistema de transporte público urbano, explorando el área de estudio y recopilando información necesaria para determinar la factibilidad de la electromovilidad en el sistema y cumplir con los objetivos planteados.

2.2.2. *Bibliográfica*

Se compila información necesaria a través de herramientas como: páginas web, libros, artículos, trabajos de investigación, noticias, entre otros relacionados a la electromovilidad en el transporte público urbano; sirviendo de guía para la realización del proyecto de investigación.

2.3. Diseño de investigación

2.3.1. *No experimental*

Es una investigación de tipo no experimental debido a que se realiza un análisis de las variables, sin tener que intervenir en el curso natural de las mismas, es decir que no se trabaja en laboratorios realizando experimentos o simulaciones para comprobar el problema, sino se trabaja en campo que en nuestro caso es el perímetro urbano de la ciudad de Riobamba específicamente en el sistema de transporte público urbano.

2.4. Tipo de estudio

2.4.1. *Transversal*

Es de tipo transversal ya que el trabajo de investigación se lo realiza en un período de tiempo específico que no es continuo; con el uso de la encuesta y entrevista aplicada a una determinada muestra poblacional permitiendo conocer la situación del transporte público urbano y el nivel de aceptación de los medios de transporte eléctricos.

2.5. Población y muestra

2.5.1. *Ubicación del área de estudio*

2.5.1.1. *Ubicación geográfica del área de estudio*

Provincia de Chimborazo

Se encuentra ubicada en la zona centro del Ecuador, con una extensión de 6.500 km² y una población cerca de 509.352 habitantes lo que la pone entre las 10 provincias más pobladas del país. Dentro de ella se encuentra el nevado Chimborazo con una altura de 6.310 msnm, que da nombre a la provincia y su capital es la ciudad de Riobamba.(EcuRed, 2017)

Ciudad Riobamba

Conocida como “La Sultana de los Andes” tiene una extensión de 990 km² con una geografía relativamente plana en su parte urbana, una temperatura promedio de 13°C - 18°C y su altitud de 2.764 msnm.(Dirección de Gestión de Turismo del Gobierno Autónomo Descentralizado de Riobamba, 2017)

Está constituida por cinco parroquias urbanas y once rurales:

- **Parroquias urbanas:** Maldonado, Veloz, Lizarzaburu, Velasco y Yaruquíes.
- **Parroquias rurales:** San Juan, Licto, Calpi, Quimiag, Cacha, Flores, Punín, Cubijíes, San Luis, Pungalá y Licán

Parroquias urbanas de Riobamba

Para el trabajo de investigación, se ha considerado la parte urbana de la ciudad como área de estudio, compuesta por 5 parroquias:

- Lizarzaburu
- Velasco
- Maldonado
- Veloz
- Yaruquíes

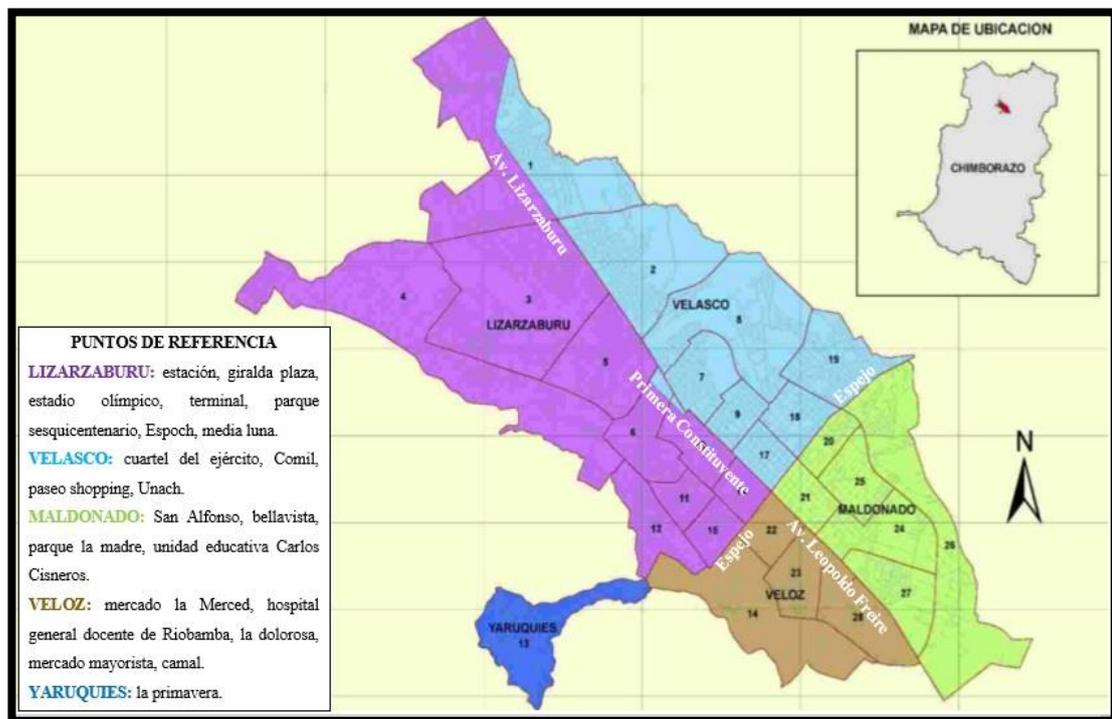


Figura 1 – 2. Parroquias urbanas de Riobamba

Fuente: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

2.5.2. Población de estudio

Según el último censo realizado en el año 2010 por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC) la población de la ciudad de Riobamba es de 225.741 habitantes; dividido en 156.723 residentes en la parte urbana y 69.018 en la parte rural. El área de estudio que se ha tomado es la parte urbana dividida en 5 parroquias detallando el número de habitantes por cada una:

Tabla 1 – 2: Población por parroquia urbana de la ciudad de Riobamba en el año 2010

Zona urbana	
Parroquia	No. de habitantes
Lizarzaburu	53.286
Velasco	42.315
Maldonado	32.912
Veloz	25.076
Yaruquíes	3.134
Total	156.723

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censo

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Para el trabajo de investigación se proyecta el número de habitantes por cada parroquia urbana al año 2020 con una tasa de crecimiento (TCA) según el INEC de 1,63% y mediante el empleo de la siguiente ecuación:

P₀: Población inicial.

i: Tasa de crecimiento anual (TCA).

n: Años a proyectar.

(Ecuación 1)

$$\text{Población 2020} = P_0(1 + i)^n$$

Tabla 2 – 2. Población proyectada por parroquia urbana (Riobamba) al año 2020

Zona urbana proyectada al 2020	
Parroquia	No. de habitantes
Lizarzaburu	62.637
Velasco	49.741
Maldonado	38.688
Veloz	29.477
Yaruquíes	3.684
Total	184.226

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censo

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

2.5.3. *Tamaño de la muestra*

Para el cálculo de la muestra se utiliza como población al número de habitantes de la zona urbana proyectada al año 2020 que es de 184.226; empleando la siguiente ecuación:

(Ecuación 2)

$$n = \frac{N * z^2 * p * q}{e^2(N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Donde:

N= Población.

z= Nivel de confianza 97% (1,97).

e= Error muestral 3% (0,03).

p= Probabilidad de éxito 50% (0,5).

q= Probabilidad de fracaso 50% (0,5).

$$n = \frac{184.226 * (1,97)^2 * 0,5 * 0,5}{(0,03)^2(184.226 - 1) + (1,97)^2 * 0,5 * 0,5}$$

n = 1071

2.6. Métodos, técnicas e instrumentos de investigación

2.6.1. Métodos de investigación

2.6.1.1. Método inductivo - deductivo

Mediante información obtenida sobre datos particulares de viajes realizados en la ciudad de Riobamba, se alcanza un conocimiento claro sobre las necesidades y comportamiento de la población en el área de estudio. Por otro lado, tomando datos generales de los diferentes medios de transporte eléctricos, se selecciona los más aptos para el caso del sistema de transporte público urbano de la ciudad de Riobamba.

2.6.1.2. Método analítico - sintético

Implica la separación de un todo en sus elementos constitutivos; esto permite comprender mejor el sistema de transporte público urbano y la posible adaptación de la electromovilidad al mismo, a su vez mediante el análisis de datos se determina la factibilidad de la electromovilidad en el sistema de transporte público.

2.6.2. Técnicas e instrumentos de investigación

Para el trabajo de investigación, en lo que respecta a fuentes primarias se manejan las siguientes técnicas:

2.6.2.1. Encuesta

Se utiliza esta técnica para recopilar información real acerca de la movilidad urbana antes y durante la emergencia sanitaria covid-19, así como también el criterio de la ciudadanía sobre el estado del sistema de transporte público urbano y la posible implementación de medios eléctricos a este; información que ayuda para el desarrollo del trabajo de investigación referente a la electromovilidad en el transporte público.

2.6.2.2. Cuestionario en línea

Se emplea un cuestionario de 20 preguntas que está dividido en dos secciones: una dirigida a la movilidad antes de la emergencia sanitaria Covid-19 y otra durante esta emergencia; destinada a una población en un rango de edad a partir de los 15 años en adelante residentes de las parroquias urbanas de la ciudad de Riobamba; el cuestionario se realizó en la plataforma Google Forms y posteriormente compartido en redes sociales, páginas web, contactos y familiares de la ciudad con el objetivo de recopilar la mayor información posible para posteriormente tabular y analizar dichos datos. (Anexo A)

2.6.2.3. Entrevista

Esta técnica está orientada a la conversación con los diferentes actores que intervienen en el transporte público urbano relacionado al trabajo de investigación, mediante el uso de preguntas abiertas con el objetivo de recopilar información que aporta al desarrollo de la tesis.

Para fuentes secundarias se emplearon las siguientes técnicas:

Libros acerca de movilidad urbana, artículos relacionados al uso de medios de transporte eléctricos, tesis sobre la electromovilidad aplicada al transporte público urbano.

2.6.2.4. Guía de entrevista

Se utiliza un cuestionario de 11 a 14 preguntas abiertas aplicado a los actores principales del funcionamiento del sistema de transporte público urbano (Director de Movilidad de la ciudad de Riobamba – Crnl. Ángel Astudillo, Gerente de la cooperativa de transporte público urbano “El Sagrario”- Sr. Cristian Mosquera, Socio de la cooperativa de transporte público urbano “El Sagrario” – Sr. Simón Mosquera) para conocer su punto de vista referente al estado actual y la factibilidad de implementación de la electromovilidad al mismo; adicionalmente una entrevista al Director de la carrera de Gestión del Transporte (Espoch) Ing. César Villa referente al tema de investigación. (Anexo B)

CAPÍTULO III

3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

3.1. Análisis e interpretación de resultados

3.1.1. Zonificación

Para la recopilación de información se zonifica el área de estudio de acuerdo a la división política de la ciudad de Riobamba, tomando en cuenta solo las parroquias urbanas, dando un total de 5 zonas de estudio:

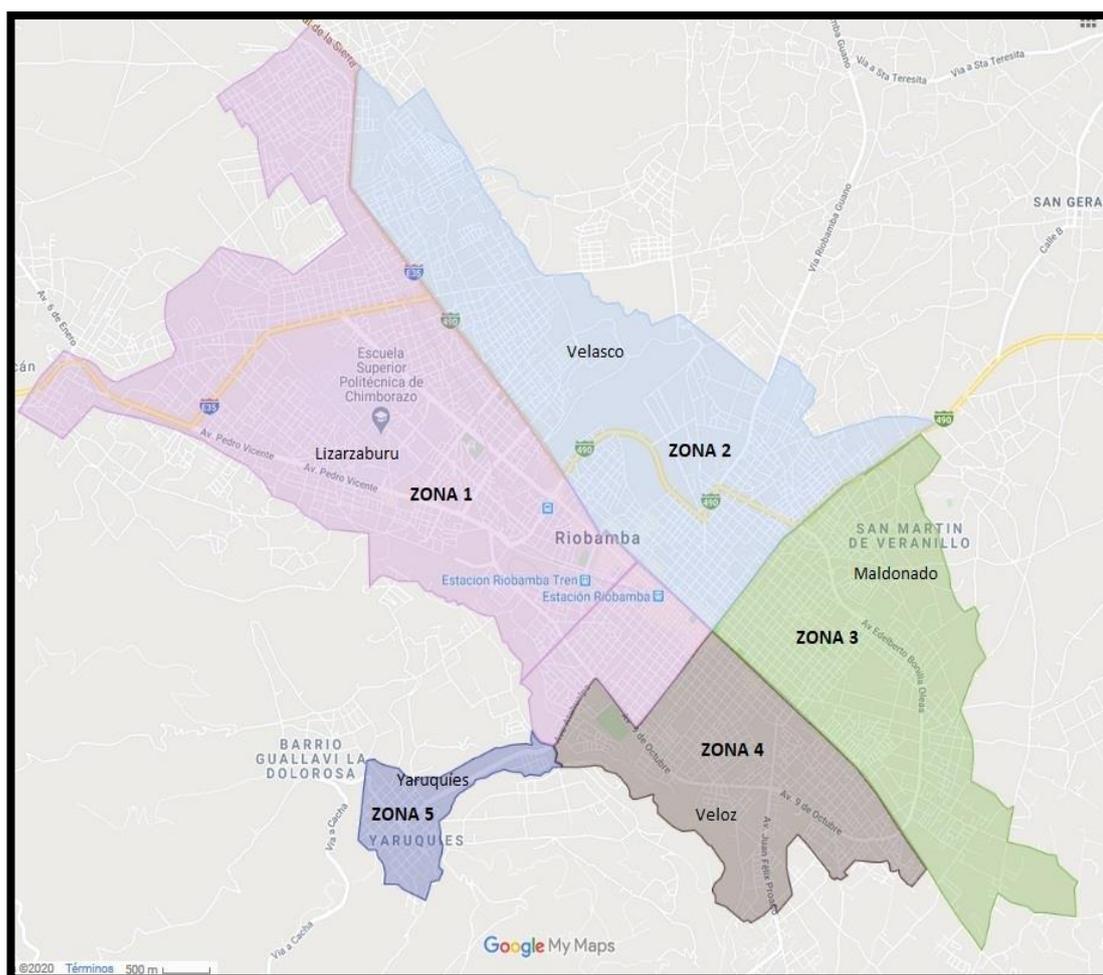


Figura 1 – 3. Zonificación de la parte urbana de la ciudad de Riobamba

Fuente: (Google Maps, 2020)

De acuerdo a la fórmula de la muestra se obtuvo que deben realizarse 1.071 encuestas las cuales se dividieron en base a los porcentajes de población del año 2020 y la zonificación realizada, dando como resultado el número de encuestas a realizar por zona de estudio.

Tabla 1 – 3: Población y muestra por zona de estudio

Población y muestra zonificada 2020				
Zona	Parroquia	Población año 2020	Porcentaje	Muestra
Z1	Lizarzaburu	62.637	34%	364
Z2	Velasco	49.741	27%	289
Z3	Maldonado	38.688	21%	225
Z4	Veloz	29.477	16%	172
Z5	Yaruquies	3.684	2%	21
Total	Total	184.226	100%	1.071

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censo

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

3.1.2. Encuesta

Mediante el uso de la herramienta Google Forms se realiza la recopilación de datos a través de un cuestionario virtual dirigido a los pobladores de las parroquias urbanas de la ciudad (Lizarzaburu, Velasco, Maldonado, Veloz, Yaruquies); se logró obtener un mayor número de encuestas llegando a un total de 1.175 las cuales fueron almacenadas en la plataforma de Google y posteriormente recopiladas en una base de datos en la aplicación Excel donde se filtró, tabuló y organizó la información con la cual se realizó el respectivo análisis y representación gráfica.

3.1.2.1. Tabulación de encuestas

Datos personales

Edad personas encuestadas:

Tabla 2 – 3: Estratos de edad

Estratos de edad	No. respuestas	Porcentaje
15-25 años	430	37%
26-35 años	199	17%
36-45 años	155	13%
46-55 años	164	14%
56-65 años	124	10%
66 años en adelante	103	9%
Total	1.175	100%

Fuente: Encuesta

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

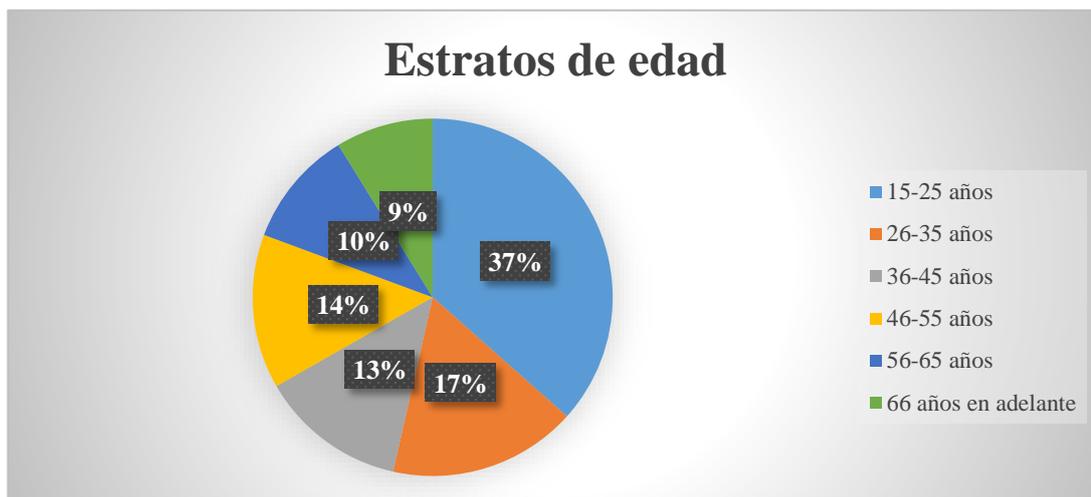


Gráfico 1 – 3. Estratos de edad muestra

Fuente: Encuesta

Realizado por: Barahona, J., Heredia, R. 2020

Análisis e interpretación:

Se puede interpretar que, dentro de la movilidad, las personas que tienen mayor participación en relación a viajes dentro del perímetro urbano de la ciudad de Riobamba se encuentran en el rango de edades comprendidas entre los 15 a 25 años en comparación a las personas de la tercera edad las cuales tienen menor incidencia en la generación de viajes.

Género personas encuestadas:

Tabla 3 – 3: Género de la muestra

Género	No. respuestas	Porcentaje
Hombre	603	51%
Mujer	572	49%
Total	1.175	100%

Fuente: Encuesta

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

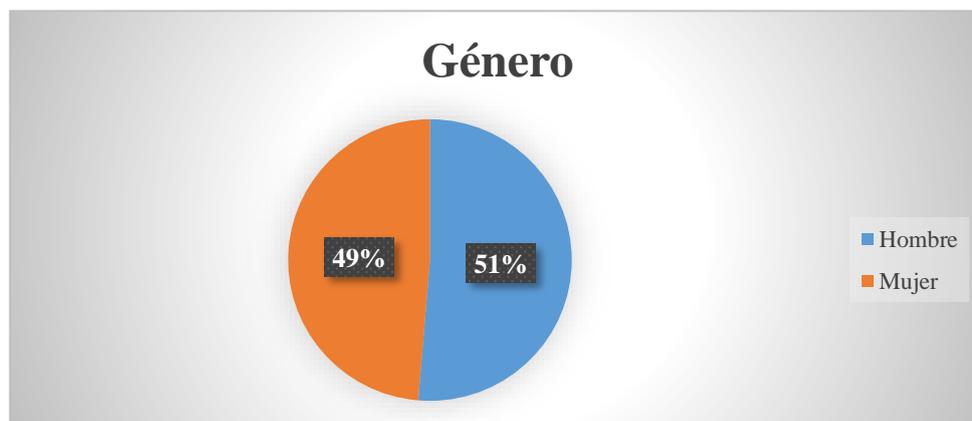


Gráfico 2 – 3. Género

Fuente: Encuesta

Realizado por: Barahona, J., Heredia, R. 2020

Análisis e interpretación:

Se puede observar que existe una mínima diferencia que corresponde al 1% en la cantidad de encuestas realizadas por hombres y mujeres dentro de la ciudad de Riobamba, concluyendo que ambos géneros son potencialmente generadores de viajes.

Parroquia de residencia personas encuestadas:

Tabla 4 – 3: Parroquia de residencia

Zona	Parroquia	No. respuestas	Porcentaje
Z1	Lizarzaburu	381	32%
Z2	Velasco	302	26%
Z3	Maldonado	243	21%
Z4	Veloz	196	17%
Z5	Yaruquíes	53	4%
Total	Total	1.175	100%

Fuente: Encuesta

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

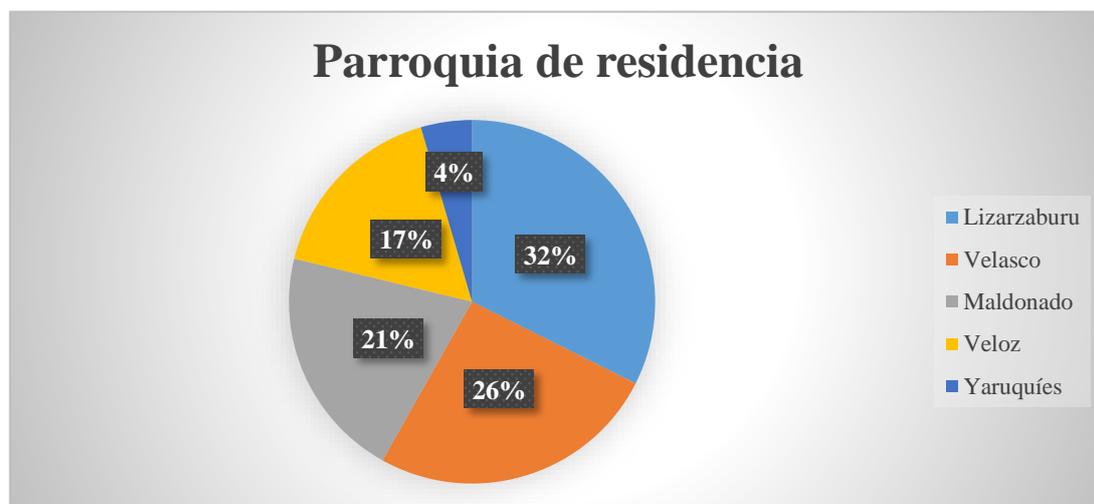


Gráfico 3 – 3. Parroquia de residencia

Fuente: Encuesta

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Análisis e interpretación:

Con los datos obtenidos se puede concluir que la mayoría de la población se encuentra localizada en la zona 1 (Lizarzaburu) razón por la cual esta parroquia lidera a las demás en número de generación/atracción de viajes debido a la extensión de la misma en comparación a Yaruquíes, que es la zona con menos residentes y por ende menos cantidad de viajes.

Salario mensual personas encuestadas:

Tabla 5 – 3: Rango salarial

Rango salarial	No. respuestas	Porcentaje
\$ 0 - \$ 400	642	55%
\$ 401 - \$ 800	359	31%
\$ 801 - \$ 1200	122	10%
\$ 1201 en adelante	52	4%
Total	1.175	100%

Fuente: Encuesta

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

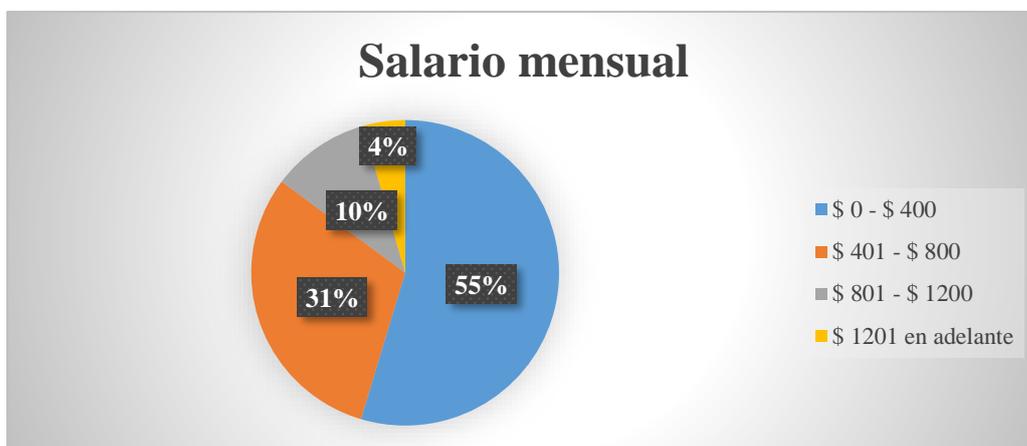


Gráfico 4 – 3. Salario mensual

Fuente: Encuesta

Realizado por: Barahona, J., Heredia, R. 2020

Análisis e interpretación:

De acuerdo a la información obtenida se puede apreciar que más del 50% de la población de estudio tiene un salario mensual estipulado en los rangos básicos que es de 0 a 400 dólares, evidenciando que el poder adquisitivo es mínimo y la mayoría de la población opta por servicios más accesibles entorno a su situación económica.

Datos generales del viaje en una situación normal antes del Covid-19.

Pregunta No. 1: En referencia a la imagen; indique el lugar de origen y destino de sus viajes frecuentes en una situación normal (antes de la emergencia sanitaria Covid-19)

- **Puntos de generación y atracción de viajes**

Viajes generados:

Representan los viajes que las personas realizan desde un origen hacia un destino (O-D) en una situación normal antes de la emergencia sanitaria covid-19 dentro del área urbana partiendo de cada una de las zonas (parroquias) de la ciudad, datos que fueron obtenidos mediante la encuesta realizada.

Tabla 6 – 3: Viajes generados en una situación normal (antes del Covid-19)

OD	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Total
Z1	130	70	76	69	21	366
Z2	104	72	58	48	19	301
Z3	96	56	50	46	15	263
Z4	69	40	42	43	3	197
Z5	18	12	7	6	5	48
Total	417	250	233	212	63	1.175

Fuente: Encuesta

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

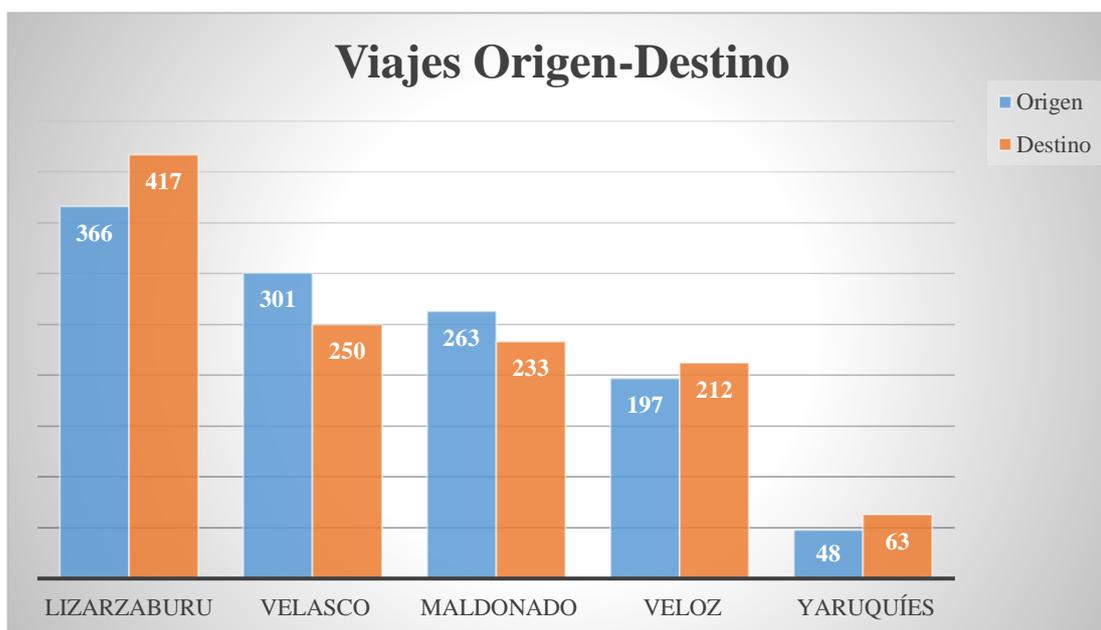


Gráfico 5 – 3. Viajes Origen-Destino en una situación normal (antes del Covid-19)

Fuente: Encuesta

Realizado por: Barahona, J., Heredia, R. 2020

Análisis e interpretación:

La parroquia Lizarzaburu es la zona que lidera a las demás en cuestión de atracción/generación de viajes dentro del perímetro urbano debido a que por su locación estratégica dentro de la ciudad tiene la mayor cantidad de centroides como instituciones educativas, zonas de comercio, parques, terminales de transporte terrestre, entre otros, además de que es la parroquia que tiene mayor extensión geográfica y concentración poblacional a diferencia de la zona 5 (parroquia Yaruquies) la cual se encuentra alejada de las zonas principales que generan y atraen viajes.

Viajes expandidos:

Con la expansión de viajes se da a conocer los desplazamientos reales de la población de estudio en base a la matriz origen-destino obtenida por el levantamiento de información y el uso de las siguientes ecuaciones:

Donde;

FE= Factor de expansión.

NV= Número de viajes.

EXP= Expansión de viajes.

(Ecuación 3)

$$FE = \frac{Población}{Muestra}$$

$$FE = 156,7881$$

A continuación, se multiplica el factor de expansión por el número de viajes de la matriz origen-destino:

(Ecuación 4)

$$EXP = FE * NV$$

Tabla 7 – 3: Viajes expandidos en una situación normal (antes del Covid-19)

O/D	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Total
Z1	20.382	10.975	11.916	10.818	3.293	57.384
Z2	16.306	11.289	9.094	7.526	2.979	47.193
Z3	15.052	8.780	7.839	7.212	2.352	41.235
Z4	10.818	6.272	6.585	6.742	470	30.887
Z5	2.822	1.881	1.098	941	784	7.526
Total	65.381	39.197	36.532	33.239	9.878	184.226

Fuente: Encuesta

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

- **Líneas de deseo**

Representa la movilidad urbana de la ciudad en una situación normal antes de la emergencia sanitaria covid-19 especificando los viajes que genera cada zona como origen respecto hacia las demás zonas y viajes que se realizan en la misma.

➤ **Viajes generados desde la zona 1 (Lizarzaburu)**

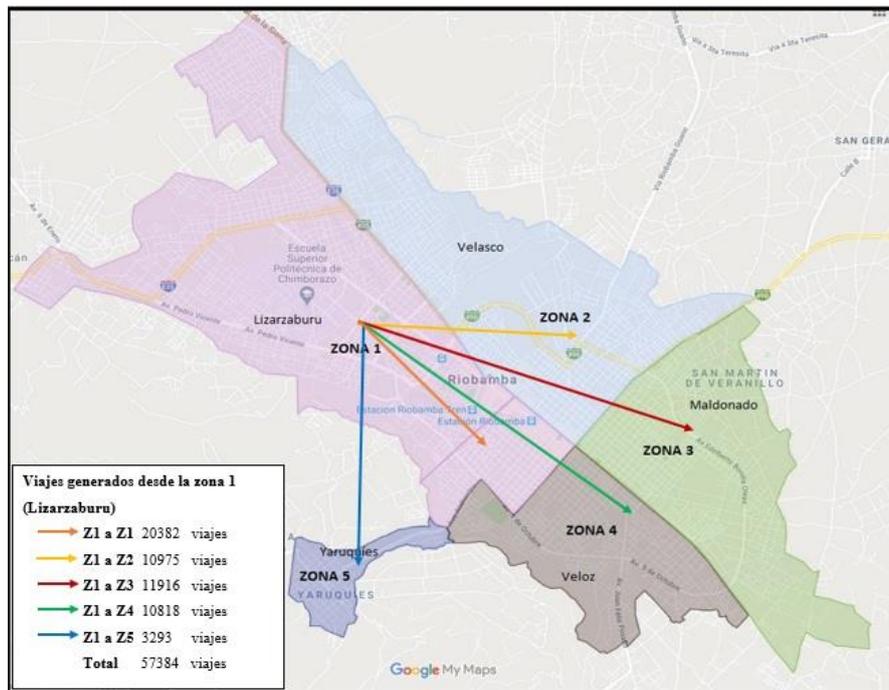


Figura 2 – 3. Líneas de deseo Z1 (Lizarzaburu)

Fuente: Encuesta electromovilidad, 2020

➤ **Viajes generados desde la zona 2 (Velasco)**

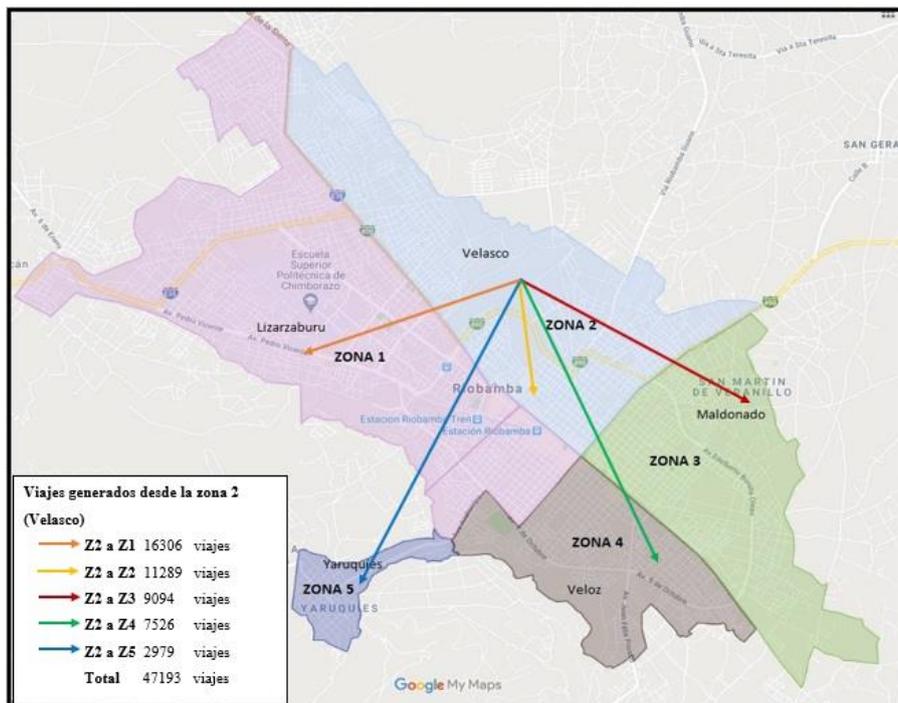


Figura 3 – 3. Líneas de deseo Z2 (Velasco)

Fuente: Encuesta electromovilidad, 2020

➤ **Viajes generados desde la zona 3 (Maldonado)**

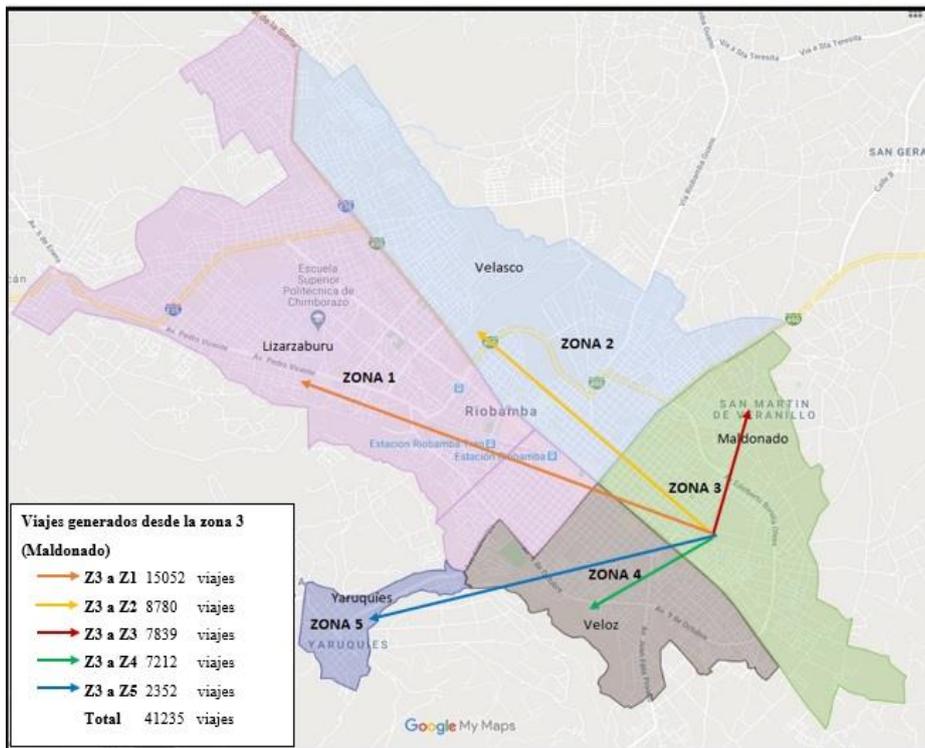


Figura 4 – 3. Líneas de deseo Z3 (Maldonado)
Fuente: Encuesta electromovilidad, 2020

➤ **Viajes generados desde la zona 4 (Veloz)**

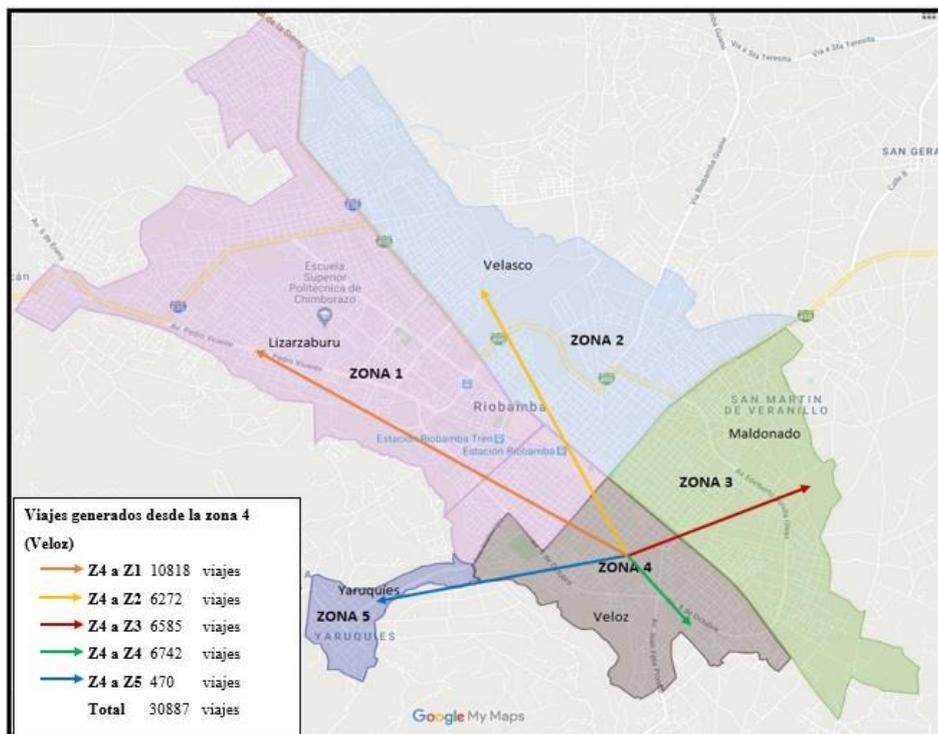


Figura 5 – 3. Líneas de deseo Z4 (Veloz)
Fuente: Encuesta electromovilidad, 2020

➤ **Viajes generados desde la zona 5 (Yaruquíes)**

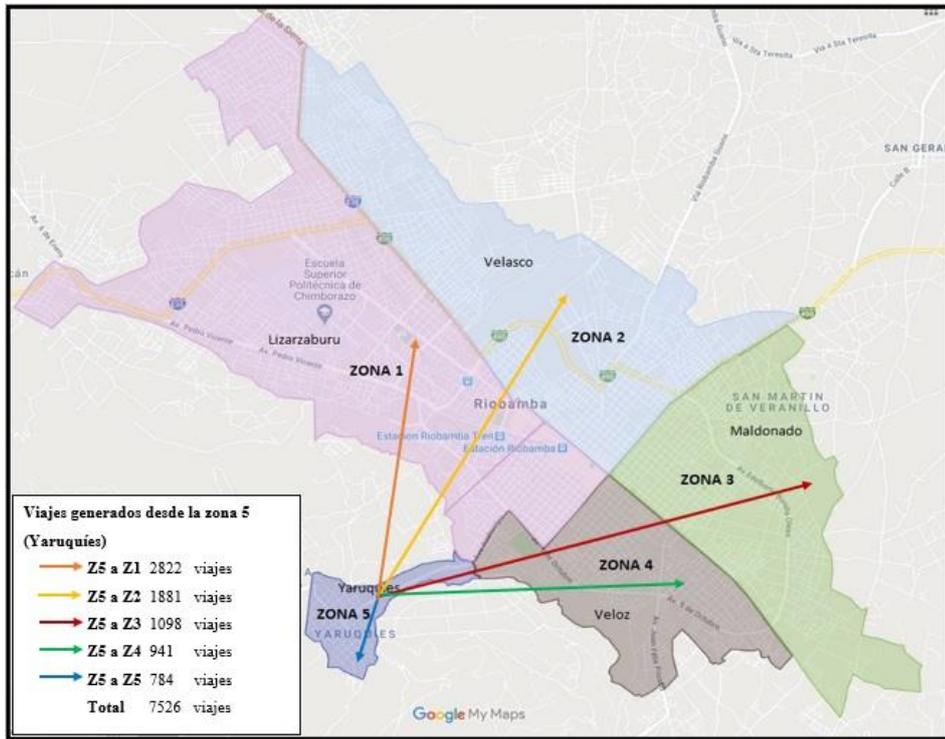


Figura 6 – 3. Líneas de deseo Z5 (Yaruquíes)

Fuente: Encuesta electromovilidad, 2020

Datos generales del viaje durante el estado de emergencia sanitaria Covid-19.

Pregunta No. 15: ¿Actualmente usted realiza viajes dentro del área urbana de la ciudad?

Tabla 8 – 3: Viajes durante la emergencia sanitaria covid-19

Opción	No. respuestas	Porcentaje
Si	626	53%
No	549	47%
Total	1.175	100%

Fuente: Encuesta

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

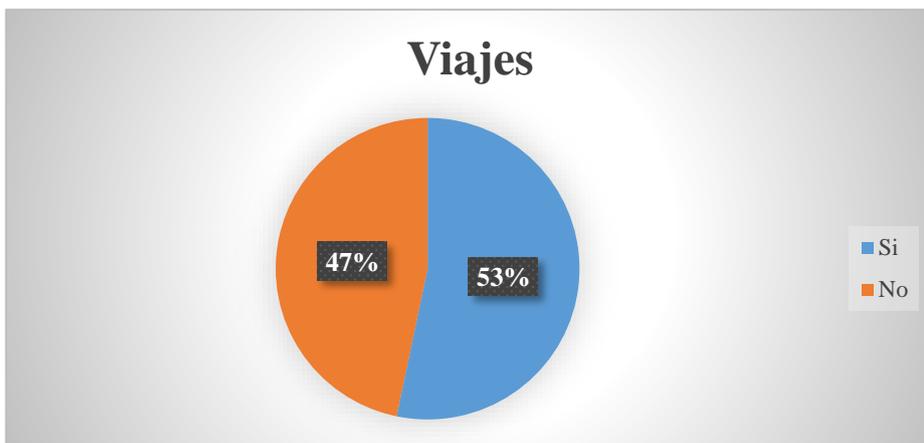


Gráfico 6 – 3. Viajes durante la emergencia sanitaria covid-19

Fuente: Encuesta

Realizado por: Barahona, J., Heredia, R. 2020

Análisis:

Se puede apreciar que el estado de emergencia sanitaria Covid-19 ha influido de una manera drástica sobre la cantidad de viajes generados diariamente en la ciudad de Riobamba, teniendo casi el 50% de la población inmovilizada debido a la gravedad de la situación.

Pregunta No. 16: ¿Cuántas veces por semana realiza sus viajes?

Tabla 9 – 3: Viajes por semana durante la emergencia sanitaria covid-19

Opción	No. respuestas	Porcentaje
1-2 veces	394	63%
3-4 veces	106	17%
5 veces en adelante	126	20%
Total	626	100%

Fuente: Encuesta

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020



Gráfico 7 – 3. Viajes por semana durante la emergencia sanitaria covid-19

Fuente: Encuesta

Realizado por: Barahona, J., Heredia, R. 2020

Análisis:

De acuerdo al análisis se puede apreciar que más de la mitad de las personas que realizan viajes durante el estado de emergencia lo hacen exclusivamente para acciones necesarias, demostrando así que la población está cumpliendo con las normas del confinamiento establecido por las autoridades pertinentes.

Pregunta No. 17: En referencia a la imagen; indique el lugar de origen y destino de sus viajes actualmente (durante la emergencia sanitaria Covid-19)

- **Puntos de generación y atracción de viajes**

Viajes generados

Representan los viajes que las personas realizan desde un origen hacia un destino (O-D) durante la emergencia sanitaria covid-19 dentro del área urbana partiendo de cada una de las zonas (parroquias) de la ciudad, datos que fueron obtenidos mediante la encuesta realizada:

Tabla 10 – 3: Viajes generados durante la emergencia sanitaria covid-19

O/D	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Total
Z1	72	28	34	43	7	184
Z2	30	65	18	26	3	142
Z3	30	29	48	43	7	157
Z4	21	21	25	44	1	112
Z5	6	4	7	3	11	31
Total	159	147	132	159	29	626

Fuente: Encuesta

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

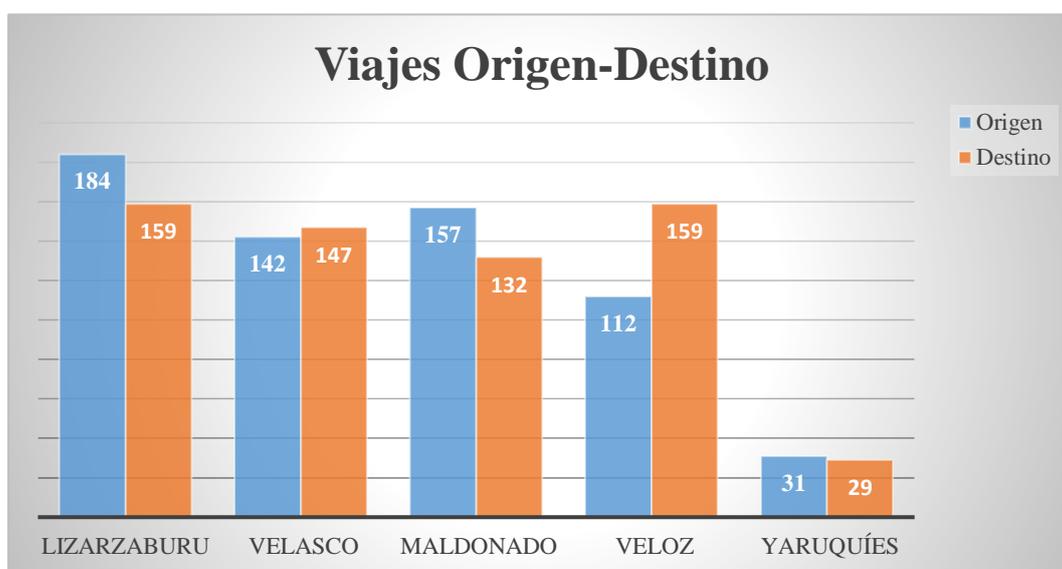


Gráfico 8 – 3. Viajes Origen-Destino durante la emergencia sanitaria covid-19

Fuente: Encuesta

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Análisis:

La parroquia Lizarzaburu es la zona que lidera a las demás en cuestión de atracción y generación de viajes dentro del perímetro urbano debido a que por su locación estratégica dentro de la ciudad tiene la mayor cantidad de centroides como: zonas de comercio, centros de salud, lugares indispensables para abastecerse de productos de primera necesidad durante la emergencia sanitaria Covid-19 además de que es la parroquia que tiene mayor extensión geográfica y concentración poblacional a diferencia de la zona 5 (parroquia Yaruquíes) la cual se encuentra alejada de las zonas principales que generan y atraen viajes.

Viajes expandidos:

Con la expansión de viajes se da a conocer los desplazamientos reales de la población de estudio durante la emergencia sanitaria covid-19 en base a la matriz origen-destino obtenida por el levantamiento de información y el uso de las siguientes ecuaciones:

Donde;

FE= Factor de expansión.

NV= Número de viajes.

EXP= Expansión de viajes.

(Ecuación 3)

$$FE = \frac{Población}{Muestra}$$

$$FE = 156,7881$$

A continuación, se multiplica el factor de expansión por el número de viajes de la matriz origen-destino:

(Ecuación 4)

$$EXP = FE * NV$$

Tabla 11 – 3: Viajes expandidos durante la emergencia sanitaria covid-19

O/D	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Total
Z1	11.289	4.390	5.331	6.742	1.098	28.849
Z2	4.704	10.191	2.822	4.076	470	22.264
Z3	4.704	4.547	7.526	6.742	1.098	24.616
Z4	3.293	3.293	3.920	6.899	157	17.560
Z5	941	627	1.098	470	1.725	4.860
Total	24.929	23.048	20.696	24.929	4.547	98.149

Fuente: Encuesta

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

- **Líneas de deseo**

Representa la movilidad urbana de la ciudad durante la emergencia sanitaria covid-19 especificando los viajes que genera cada zona como origen respecto hacia las demás zonas y viajes que se realizan en la misma.

- **Viajes generados desde la zona 1 (Lizarzaburu) durante la emergencia sanitaria covid-19.**

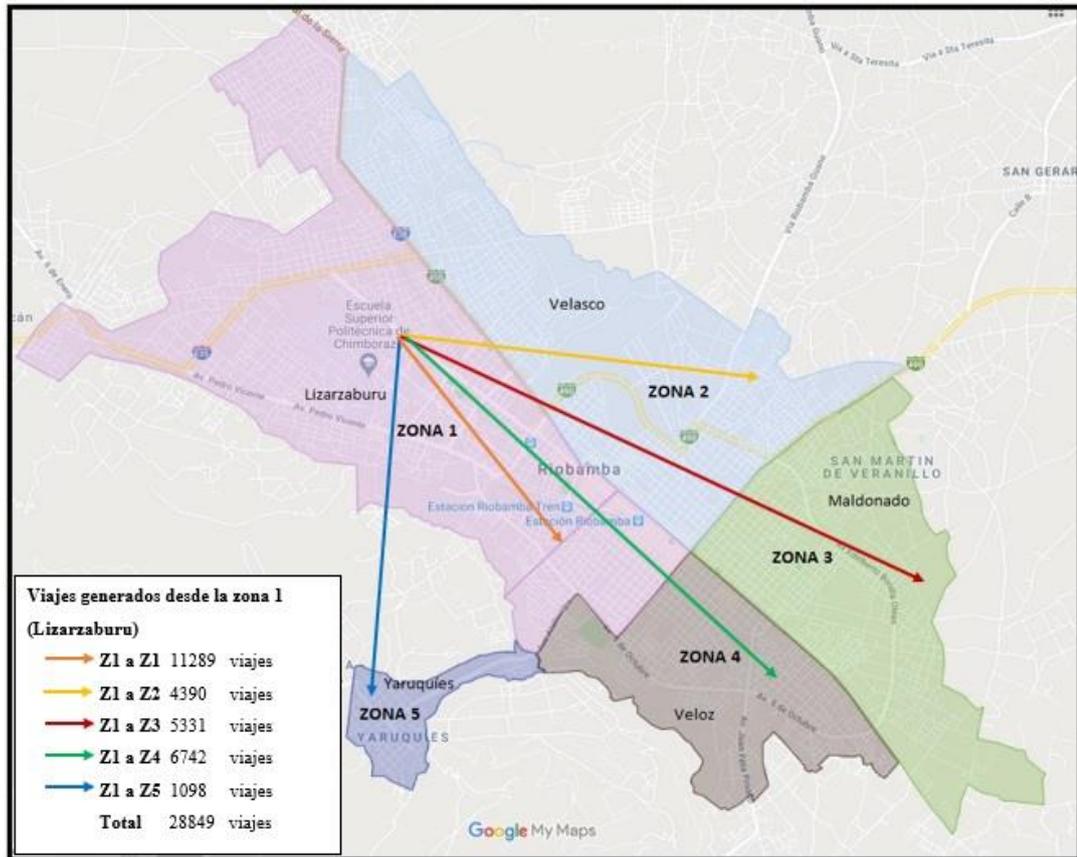


Figura 7 – 3. Líneas de deseo Z1 (Lizarzaburu)

Fuente: Encuesta electromovilidad, 2020

➤ **Viajes generados desde la zona 2 (Velasco) durante la emergencia sanitaria covid-19.**

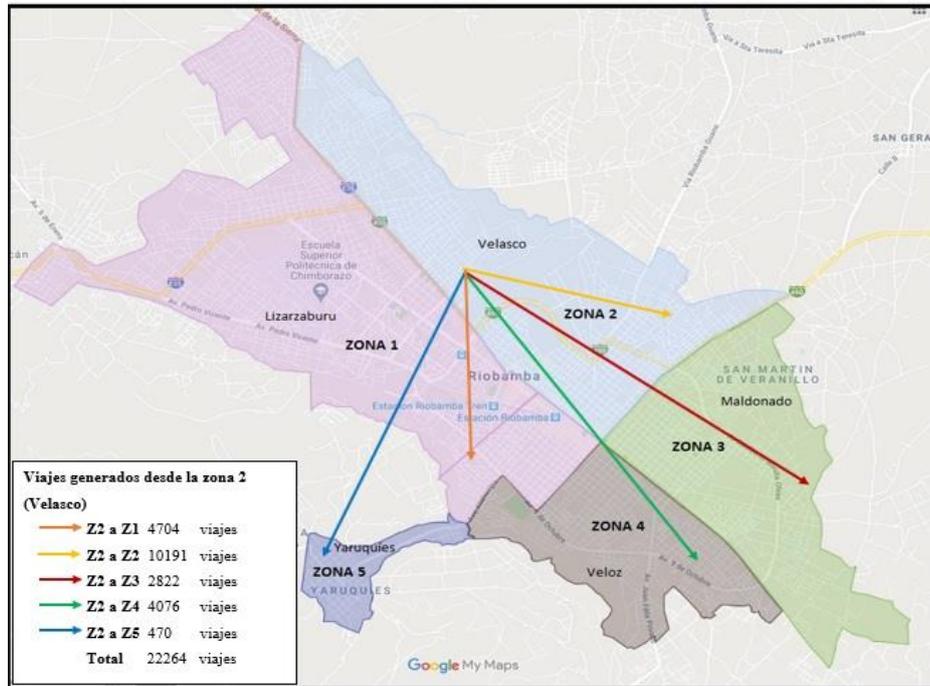


Figura 8 – 3. Líneas de deseo Z2 (Velasco)
Fuente: Encuesta electromovilidad, 2020

➤ **Viajes generados desde la zona 3 (Maldonado) durante la emergencia sanitaria covid-19.**

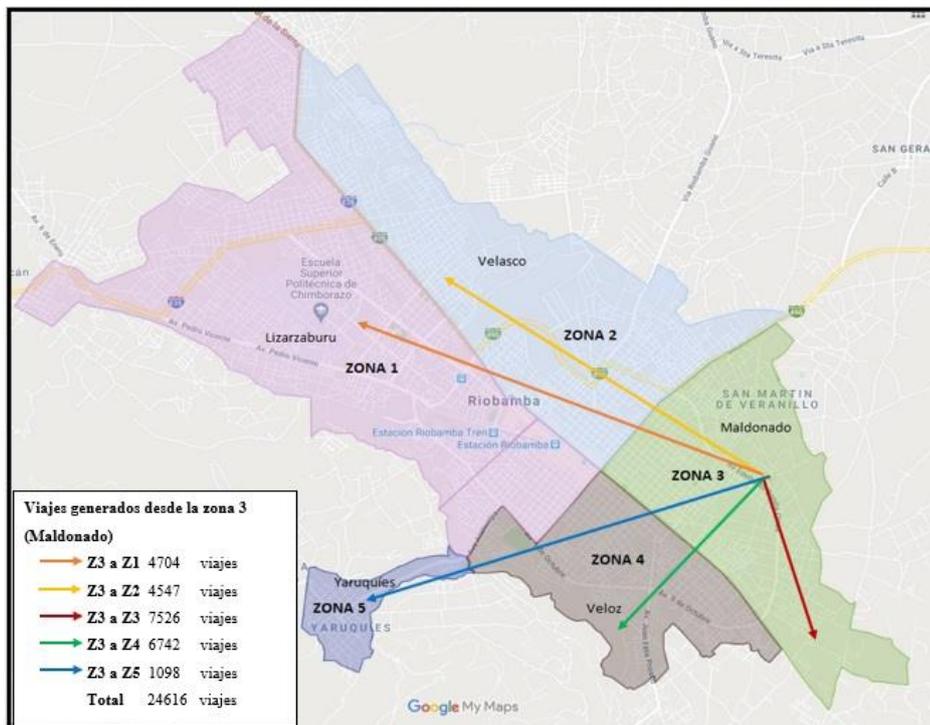


Figura 9 – 3. Líneas de deseo Z3 (Maldonado)
Fuente: Encuesta electromovilidad, 2020

➤ **Viajes generados desde la zona 4 (Veloz) durante la emergencia sanitaria covid-19.**

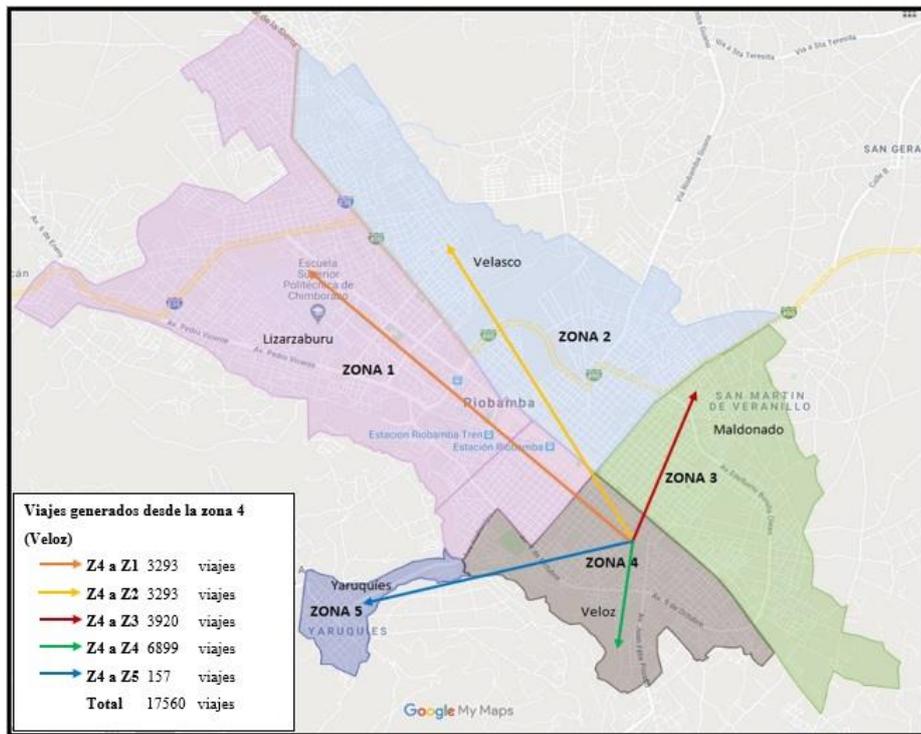


Figura 10 – 3. Líneas de deseo Z4 (Veloz)
Fuente: Encuesta electromovilidad, 2020

➤ **Viajes generados desde la zona 5 (Yaruquíes) durante la emergencia sanitaria covid-19.**

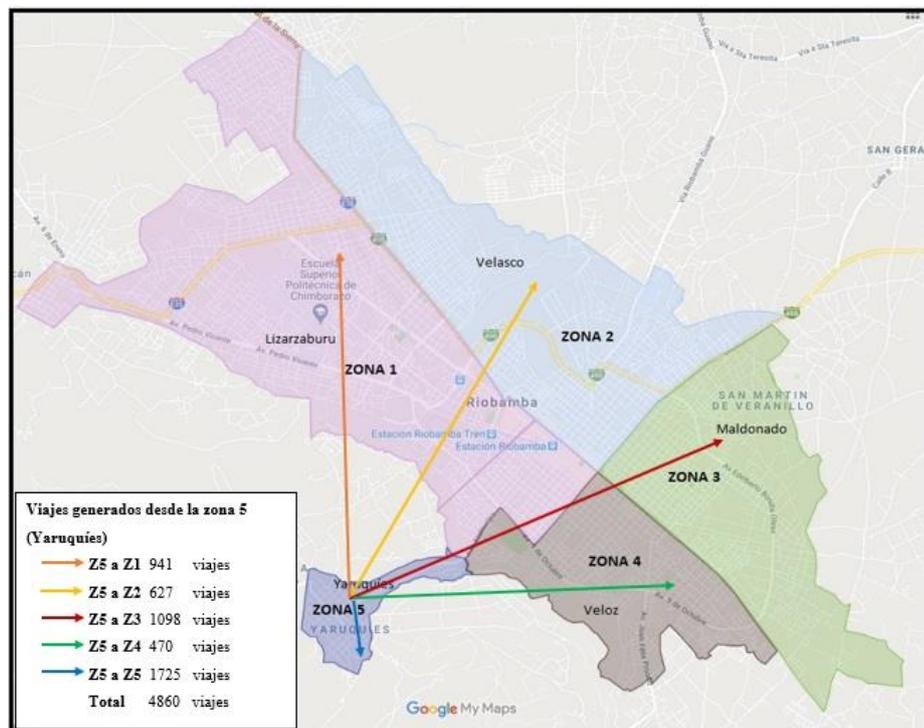


Figura 11 – 3. Líneas de deseo Z5 (Yaruquíes)
Fuente: Encuesta electromovilidad, 2020

Comparación de viajes realizados antes y durante el estado de emergencia (Covid-19).

Se observa que existe una reducción notable de la cantidad de viajes durante la emergencia (Covid-19) en comparación a una situación normal, indicando una disminución del 47 % de desplazamientos, debido a las restricciones vehiculares, distanciamiento social y el temor que existe por parte de la ciudadanía a contraer este virus letal, impulsando de esta manera el uso de medios de transporte alternativos como la bicicleta, motocicleta y la caminata en donde existen menores riesgos de contagios, además se evidencia que la Z1 (parroquia Lizarzaburu) es la zona principal de generación y atracción de viajes antes y durante la emergencia sanitaria.

Pregunta No. 2: Seleccione el motivo por el cuál realiza frecuentemente sus viajes en una situación normal (antes de la emergencia sanitaria Covid-19)

Pregunta No. 18: Seleccione el motivo por el cuál realiza frecuentemente sus viajes actualmente (durante la emergencia sanitaria Covid-19)

Tabla 12 – 3: Motivo de viaje en una situación normal y durante el Covid-19

Motivo de viaje	Situación Normal		Emergencia Sanitaria (Covid-19)		
	No. respuestas	Porcentaje	Motivo de viaje	No. respuestas	Porcentaje
Estudio	296	25%	-	-	-
Trabajo	443	38%	Trabajo	198	32%
Entretenimiento	100	9%	-	-	-
Comercio	120	10%	Comercio	65	10%
Salud	64	5%	Salud	29	5%
Alimentación	152	13%	Alimentación	334	53%
Total	1.175	100%	Total	626	100%

Fuente: Encuesta

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020



Gráfico 9 – 3. Motivo de viaje en una situación normal y durante el Covid-19

Fuente: Encuesta

Realizado por: Barahona, J., Heredia, R. 2020

Análisis e interpretación:

Se interpreta que en una situación normal, las necesidades de movilidad de las personas en la ciudad de Riobamba se generan principalmente por trabajo y estudio, seguido por otras acciones relacionados al comercio, alimentación, entretenimiento y salud; a comparación de los motivos generadores y atractores de viajes durante la emergencia sanitaria Covid-19 donde se evidencia que las actividades de estudio y entretenimiento han quedado de lado porque presentan un mayor peligro para las personas de contraer el virus, por lo que al revisar la información obtenida se indica que hay un incremento del 40% en la alimentación y una reducción del 6% en el trabajo, demostrando así que esta pandemia ha cambiado drásticamente las necesidades de movilización de los riobambeños.

Pregunta No. 3: Indique el medio de transporte que utiliza frecuentemente en una situación normal (antes de la emergencia sanitaria Covid-19)

Pregunta No. 19: Indique el medio de transporte que utiliza con frecuencia actualmente (durante la emergencia sanitaria Covid-19)

Tabla 13 – 3: Partición modal en una situación normal y durante el Covid-19

Medio de transporte	Situación Normal		Emergencia sanitaria (Covid-19)		
	No. respuestas	Porcentaje	Medio de transporte	No. respuestas	Porcentaje
Bus público	445	38%	-	-	-
Vehículo particular	351	30%	Vehículo particular	231	37%
Taxi	142	12%	Taxi	70	11%
Bicicleta	55	5%	Bicicleta	104	17%
Motocicleta	34	3%	Motocicleta	17	3%
Caminata	148	12%	Caminata	204	32%
Total	1.175	100%	Total	626	100%

Fuente: Encuesta

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

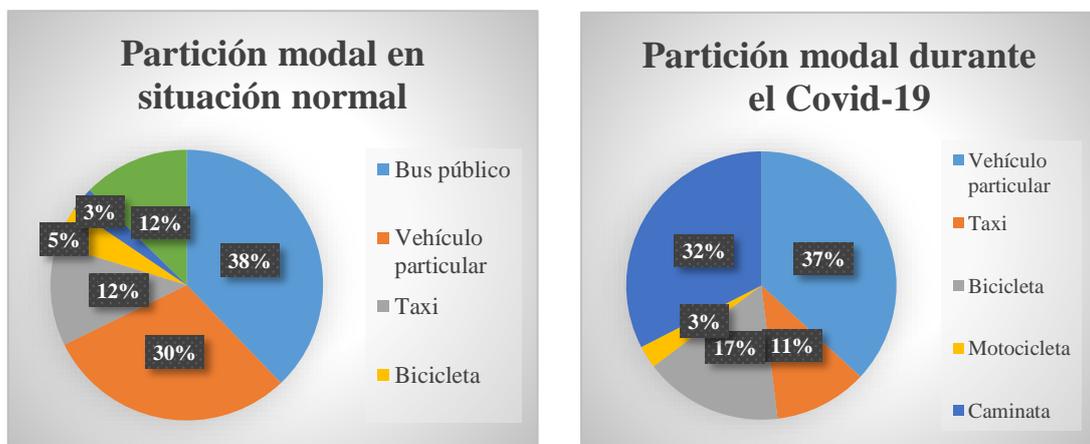


Gráfico 10 – 3. Partición modal en una situación normal y durante el Covid-19

Fuente: Encuesta

Realizado por: Barahona, J., Heredia, R. 2020

Análisis e interpretación:

Durante una situación normal se evidencia que el bus público es el medio más accesible y utilizado por los usuarios de la ciudad de Riobamba, seguido de otros medios importantes como el vehículo particular, taxi, caminata, bicicleta y motocicleta mismos que se ajustan dependiendo las necesidades de las personas para su movilidad. Por otro lado, en la emergencia sanitaria Covid-19 se puede apreciar que la forma de movilizarse de las personas ha cambiado radicalmente por el miedo que existe de contagiarse con este virus; demostrando así que el sistema de transporte público ha quedado paralizado y ha dado paso a otros medios de transporte como la caminata incrementando su uso un 20% y la bicicleta en un 12% convirtiéndolos en actores principales de la movilidad durante esta pandemia.

Pregunta No 4: ¿Cuál es el tiempo que le toma completar su viaje en una situación normal (antes de la emergencia sanitaria Covid-19)?

Pregunta No. 20: ¿Cuál es el tiempo que le toma completar su viaje actualmente (durante la emergencia sanitaria Covid-19)?

Tabla 14 – 3: Tiempo de viaje en una situación normal y durante el Covid-19

Tiempo de viaje	Situación Normal		Emergencia sanitaria (Covid-19)	
	No. respuestas	Porcentaje	Tiempo de viaje	No. respuestas
10 - 20 minutos	453	39%	10 - 20 minutos	284
21 - 30 minutos	411	35%	21 - 30 minutos	161
31 - 40 minutos	197	17%	31 - 40 minutos	88
41 - 50 minutos	61	5%	41 - 50 minutos	29
51 minutos en adelante	53	4%	51 minutos en adelante	64
Total	1.175	100%	Total	626

Fuente: Encuesta

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

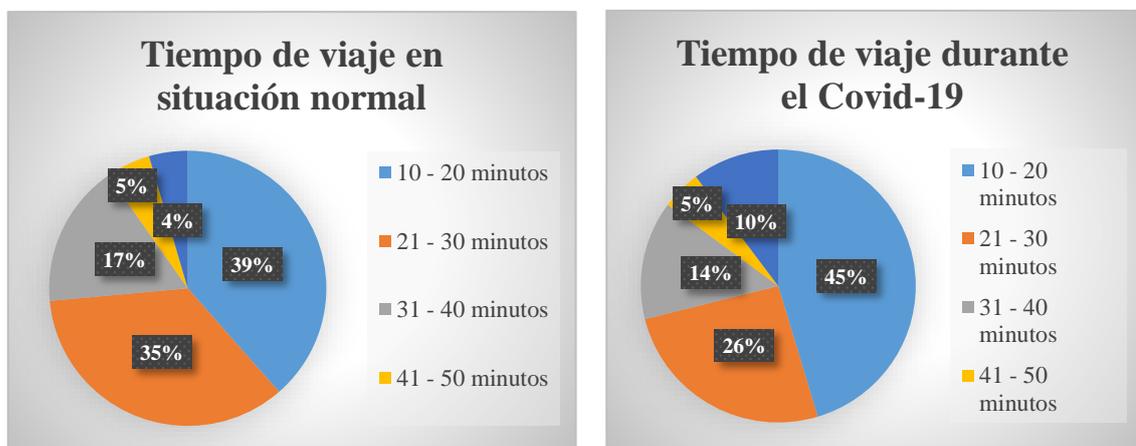


Gráfico 11 – 3. Tiempo de viaje en una situación normal y durante el Covid-19

Fuente: Encuesta

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Análisis e interpretación:

De acuerdo a la información obtenida de los encuestados se puede concluir que la mayoría de los viajes realizados diariamente en una situación normal toman un tiempo aproximado de 10 a 20 minutos en completarse debido a la distancia entre las zonas y otros aspectos dependiendo de la accesibilidad de las personas. Por otro lado, los datos obtenidos durante la emergencia Covid-19 evidencia un aumento del 6% en los viajes largos de 51 minutos en adelante debido al uso de medios de transporte como la caminata y bicicleta dejando de lado el transporte público por el peligro de contraer el virus y acatando a las medidas de seguridad como el distanciamiento social.

Pregunta No. 5: ¿Cómo califica el sistema de transporte público urbano de la ciudad de Riobamba en un escenario normal (antes de la emergencia sanitaria Covid-19)?

Tabla 15 – 3: Calificación del sistema de transporte público

Opción	No. respuestas	Porcentaje
Malo	192	16%
Regular	606	52%
Bueno	341	29%
Muy bueno	31	2%
Excelente	5	1%
Total	1.175	

Fuente: Encuesta

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

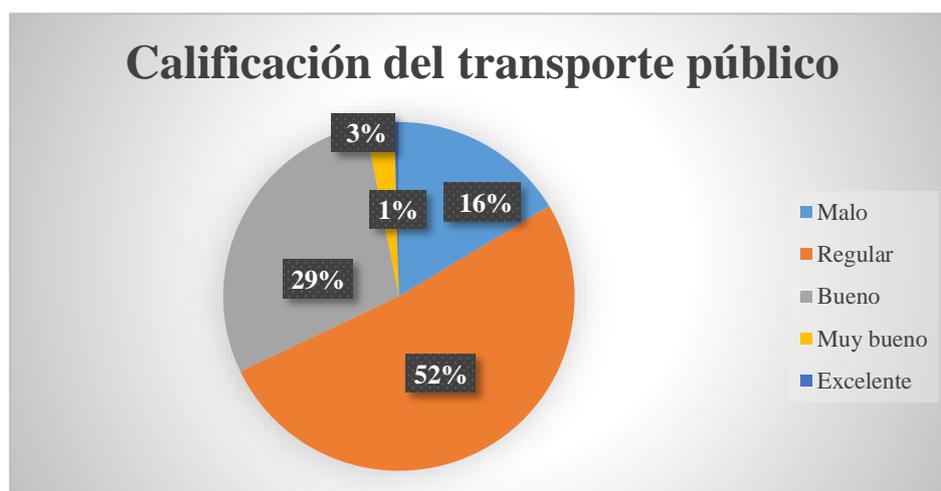


Gráfico 12 – 3. Calificación del transporte público

Fuente: Base de datos Excel

Realizado por: Barahona, J., Heredia, R. 2020

Análisis e interpretación:

Interpretando los datos obtenidos se puede señalar que más de la mitad de las personas encuestadas califican al sistema de transporte como un servicio regular, es decir que no cumple con todos los requerimientos básicos para lograr un nivel excelente.

Pregunta No. 6: Según su criterio ¿Qué parámetros afectan significativamente de forma negativa al sistema de transporte público urbano de la ciudad de Riobamba en un escenario normal (antes de la emergencia sanitaria Covid-19)? Puede seleccionar 2 o más opciones.

Tabla 16 – 3: Parámetros negativos del sistema de transporte público urbano

Opción	No. respuestas	Porcentaje
Inseguridad	793	32%
Incomodidad	625	26%
Horarios inadecuados	299	12%
No es accesible universalmente	197	8%
Atención al usuario	470	19%
Aspectos que controla el servicio (rutas, velocidad, paradas)	46	2%
Aspectos que no controla el servicio (congestión vehicular, gestión de autoridades)	19	1%
Total	2.449	100%

Fuente: Encuesta

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

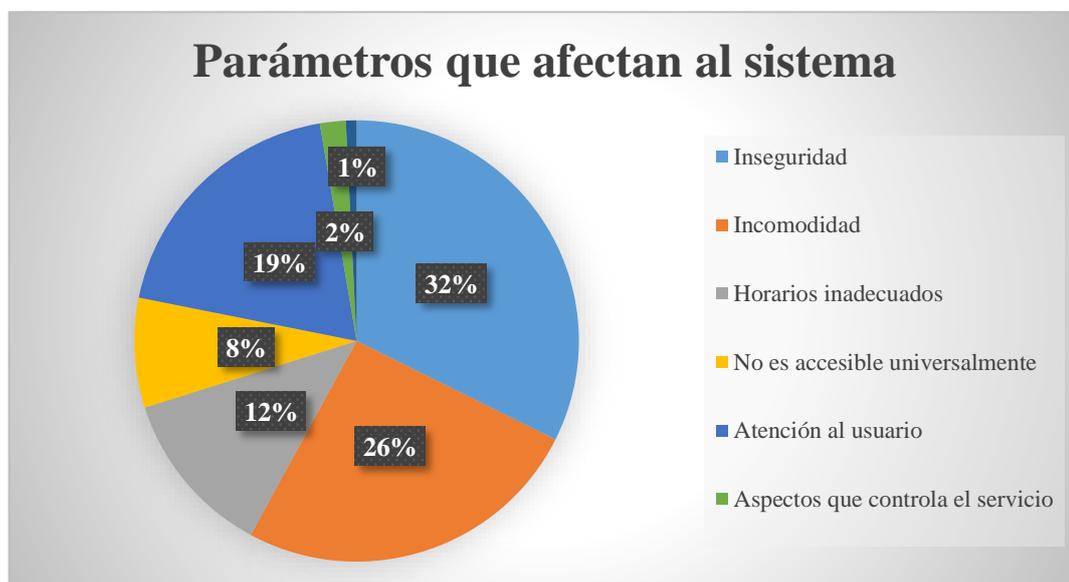


Gráfico 13 – 3. Parámetros negativos del sistema de transporte público urbano

Fuente: Encuesta

Realizado por: Barahona J., Heredia R., 2020

Análisis e interpretación:

Se puede apreciar que entre los aspectos que más destacan la inconformidad de las personas encuestadas son la inseguridad, incomodidad y atención al usuario parámetros que son muy importantes al momento de realizar la elección del medio de transporte y por ende determinan si el mismo brinda un servicio de calidad o por el contrario debe mejorar en estos aspectos, otros parámetros que los encuestados manifestaron se relacionan a acciones que el servicio de

transporte público no puede controlar como el tráfico, mala gestión por los entes de control y la ubicación de las paradas.

Vehículo particular

Pregunta No. 7: ¿En el caso de usar vehículo particular, cuánto tiempo promedio utiliza a diario en un escenario normal (antes de la emergencia sanitaria Covid-19)?

Tabla 17 – 3: Tiempo de uso del vehículo particular por día

Tiempo de uso	No. respuestas	Porcentaje
30 min - 59 min	123	35%
1 - 2 horas	153	44%
3 - 4 horas	63	18%
5 - 6 horas	7	2%
6 horas en adelante	5	1%
Total	351	100%

Fuente: Encuesta

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

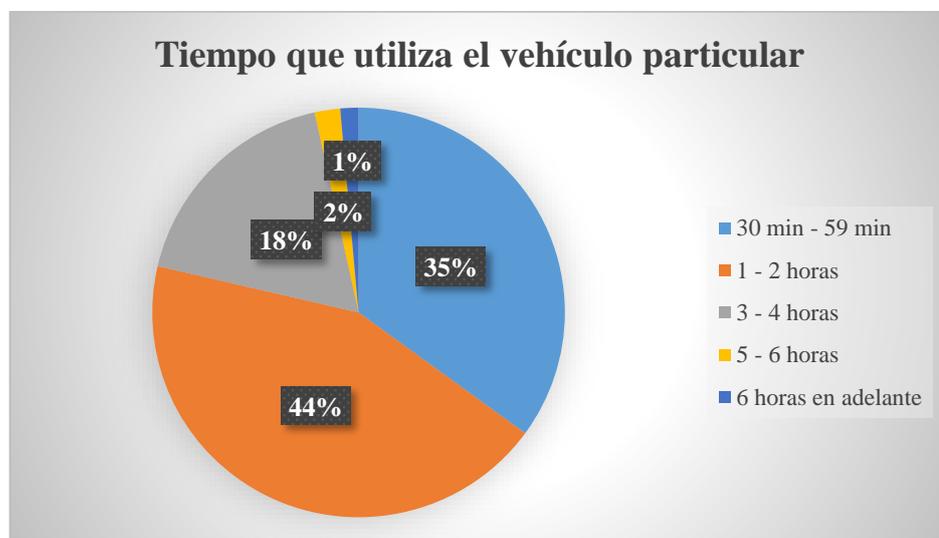


Gráfico 14 – 3. Tiempo de uso diario del vehículo particular

Fuente: Encuesta

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Análisis e interpretación:

En base a la información recopilada se observa que aproximadamente la mitad de la población utiliza diariamente el vehículo particular evidenciando la gran cantidad de estos en las calles de la ciudad causando congestión vehicular y contaminación ambiental, adicionalmente se pudo observar que en la mayoría de los casos el tiempo de uso diario es de aproximadamente 30 a 59 minutos, llegando así hasta el tiempo menos habitual que es de 6 horas en adelante.

Pregunta No. 8: ¿Cuántos pasajeros sin contar el conductor comúnmente transporta en sus viajes diarios en un escenario normal (antes de la emergencia sanitaria Covid-19)?

Tabla 18 – 3: Pasajeros transportados en vehículo particular por día

No. Pasajeros	No. respuestas	Porcentaje
Sin pasajeros	65	19%
1 pasajero	92	26%
2 pasajeros	100	28%
3 pasajeros	53	15%
4 pasajeros	41	12%
Total	351	100%

Fuente: Encuesta

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

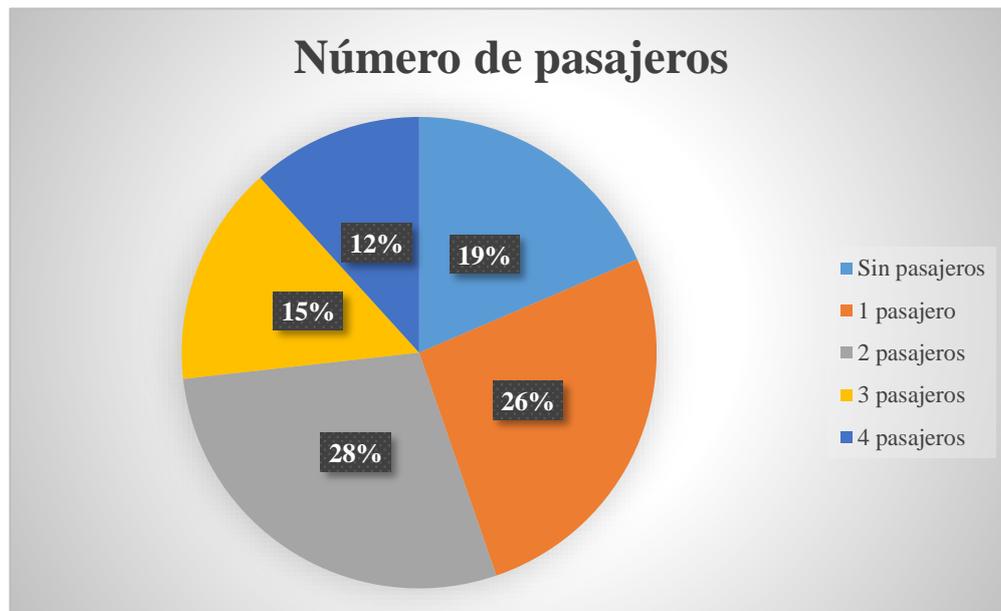


Gráfico 15 – 3. Número de pasajeros transportados en vehículo particular por día

Fuente: Encuesta

Realizado por: Barahona, J., Heredia, R. 2020

Análisis e interpretación:

Se toma como referencia a las personas que utilizan el vehículo particular, el 86% de ellos circulan con pasajeros independientemente del número de personas dentro del vehículo.

Factibilidad electromovilidad

Pregunta No. 9: ¿Qué medios de transporte considera usted que podrían complementar al sistema de transporte público urbano? Puede seleccionar 2 o más opciones.

Tabla 19 – 3: Medios de transporte complementarios

Opción	No. respuestas	Porcentaje
Bus eléctrico	681	32%
Bicicleta eléctrica	696	32%
Scooter o patín eléctrico	264	12%
Vehículo eléctrico compartido	337	16%
Ninguno	129	6%
Medios de transporte masivos de pasajeros	23	1%
Medios de transporte con capacidad moderada de pasajeros	23	1%
Total	2.153	100%

Fuente: Encuesta

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

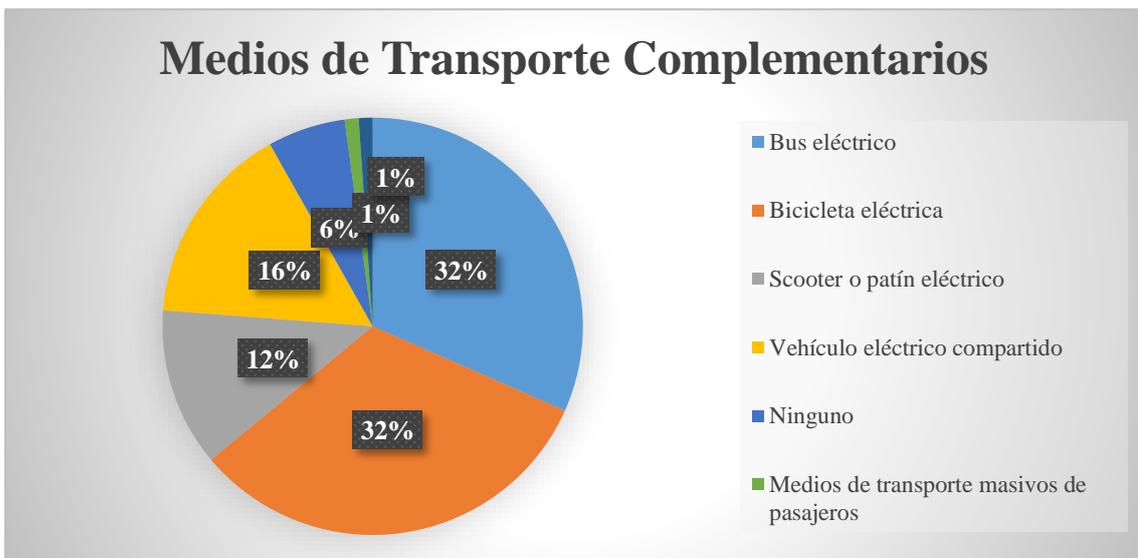


Gráfico 16 – 3. Medios de transporte complementarios

Fuente: Encuesta

Realizado por: Barahona, J., Heredia, R. 2020

Análisis e interpretación:

Según la información obtenida se puede determinar que las opciones con más acogida dentro de la población de estudio con un 64% fueron los buses y las bicicletas eléctricas, ya que ambos sistemas se acoplan a las necesidades de las personas y su situación económica.

Pregunta No. 10: En el caso de complementar al sistema de transporte público urbano con bicicletas o scooters eléctricos ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por la inscripción anual para su uso?

Tabla 20 – 3: Inscripción anual por uso de bicicleta o scooter eléctrico

Inscripción anual	No. respuestas	Porcentaje
(\$20 - \$30)	715	61%
(\$31 - \$40)	102	9%
(\$41 - \$50)	48	4%
\$50 en adelante	18	1%
No estoy interesado/a en este sistema	292	25%
Total	1.175	100%

Fuente: Encuesta
 Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

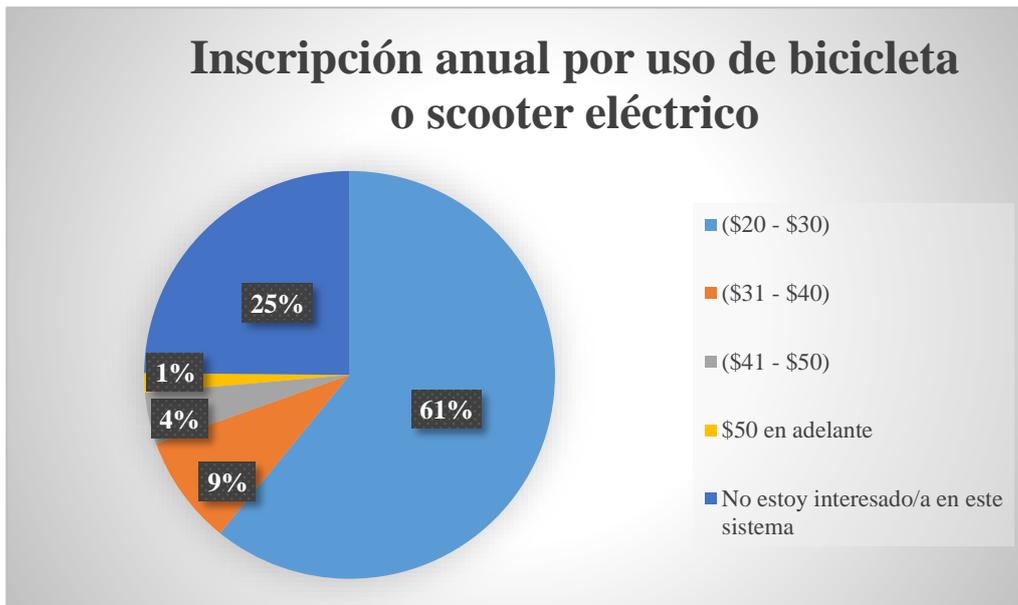


Gráfico 17 – 3. Inscripción anual por uso de bicicleta y scooter eléctrico

Fuente: Encuesta
 Realizado por: Barahona, J., Heredia, R. 2020

Análisis e interpretación:

Del total de la información recopilada la mayoría de personas indican que están dispuestas a utilizar este sistema pagando un valor aproximado de 20 a 30 dólares, esto demuestra que al momento de implementar este medio complementario de bicicletas o scooters eléctricos tendrá éxito dentro del área urbana siempre y cuando se estipule costos accesibles.

Pregunta No. 11: En el caso de complementar al sistema de transporte público urbano con vehículos eléctricos compartidos ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por la inscripción anual?

Tabla 21 – 3: Inscripción anual del vehículo compartido eléctrico

Inscripción anual	No. respuestas	Porcentaje
(\$40 - \$50)	612	52%
(\$51 - \$60)	95	8%
(\$61 - \$70)	29	3%
\$71 - \$80)	23	2%
No estoy interesado/a en este sistema	416	35%
Total	1.175	100%

Fuente: Encuesta

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

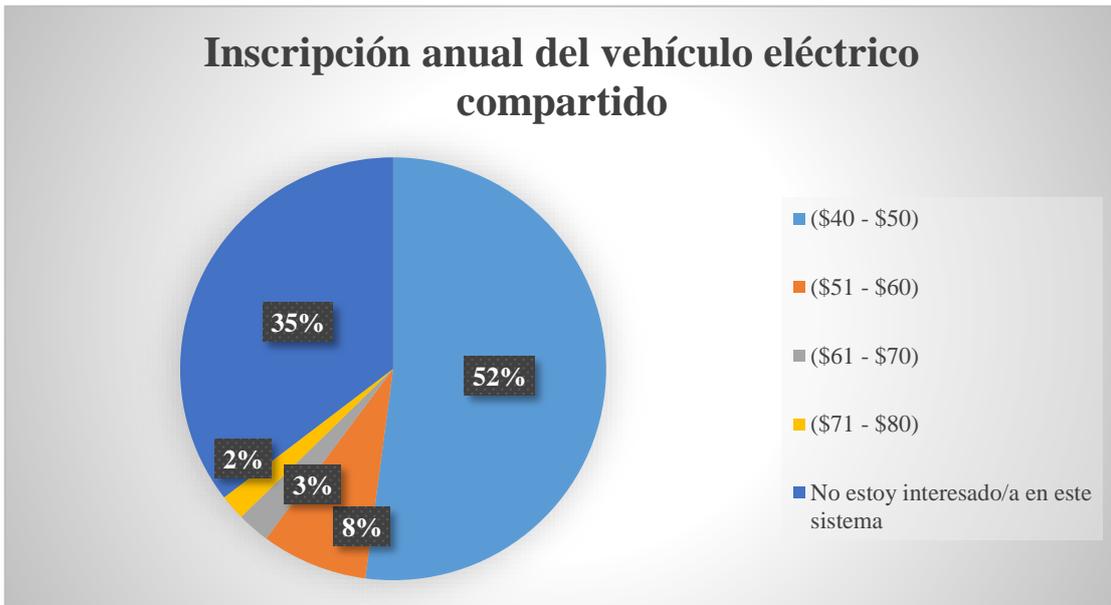


Gráfico 18 – 3. Inscripción anual del vehículo eléctrico compartido

Fuente: Encuesta

Realizado por: Barahona, J., Heredia, R. 2020

Análisis:

Se puede apreciar que más del 50% de los encuestados que prefieren este sistema de transporte mediante la utilización de vehículos eléctricos compartidos estarían dispuestos a cancelar valores mínimos por la inscripción anual de este servicio, otro porcentaje significativo no está interesado en pagar valores iniciales para el uso del mismo buscando otros medios alternativos de cobro.

Pregunta No. 12: En el caso de complementar al sistema de transporte público urbano con vehículos eléctricos compartidos, ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por su uso por hora?

Tabla 22 – 3: Tarifa de uso por hora del vehículo eléctrico compartido

Tarifa por hora	No. respuestas	Porcentaje
(\$5 - \$7)	606	51%
(\$8 - \$10)	91	8%
(\$11 - \$13)	21	2%
(\$14 - \$16)	20	2%
No estoy interesado/a en este sistema	437	37%
Total	1.175	100%

Fuente: Encuesta

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

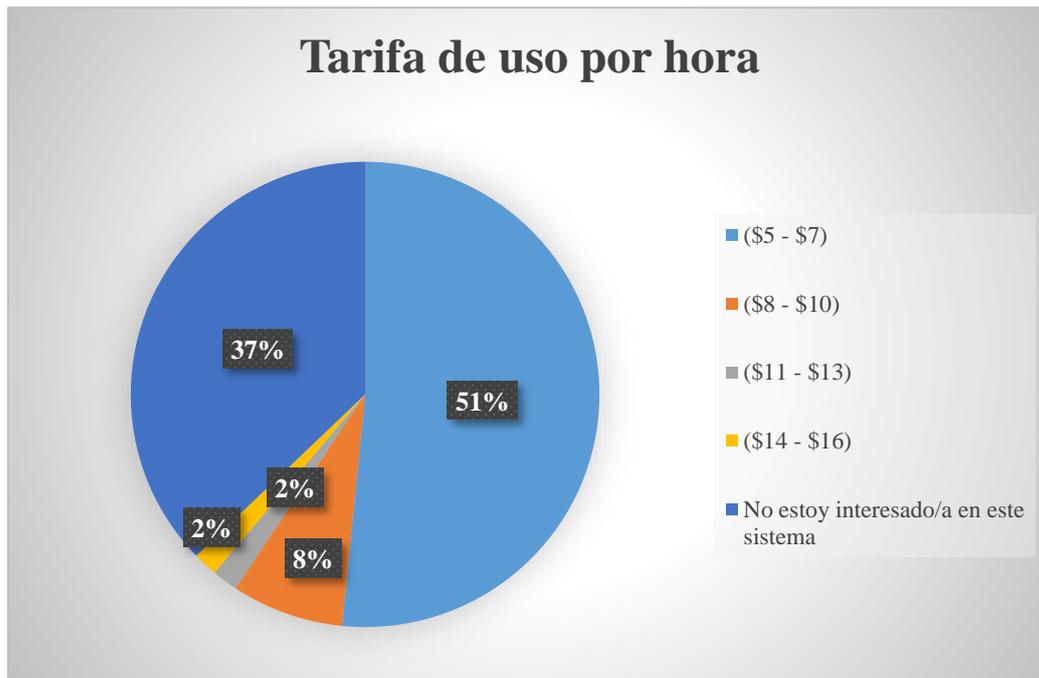


Gráfico 19 – 3. Tarifa de uso por hora del vehículo compartido eléctrico

Fuente: Encuesta

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Análisis:

Se puede apreciar que el 63% de la población encuestada está dispuesta a pagar valores monetarios para el uso por hora de este sistema, mientras que por otro lado el 37% restante no se encuentra interesado en esta forma de pago, indicando que se puede tomar otras alternativas de recaudación.

Pregunta No. 13: En el caso de que exista un cambio de flota de los buses convencionales a buses eléctricos dentro del sistema de transporte público urbano; ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por su servicio?

Tabla 23 – 3: Tarifa del bus eléctrico

Tarifa	No. respuestas	Porcentaje
\$ 0.30 - \$ 0.35	540	46%
\$ 0.36 - \$ 0.40	279	24%
\$ 0.41 - \$ 0.45	82	7%
\$ 0.46 - \$ 0.50	74	6%
\$ 0.51 en adelante	9	1%
No estoy interesado/a en este sistema	191	16%
Total	1.175	100%

Fuente: Encuesta
 Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

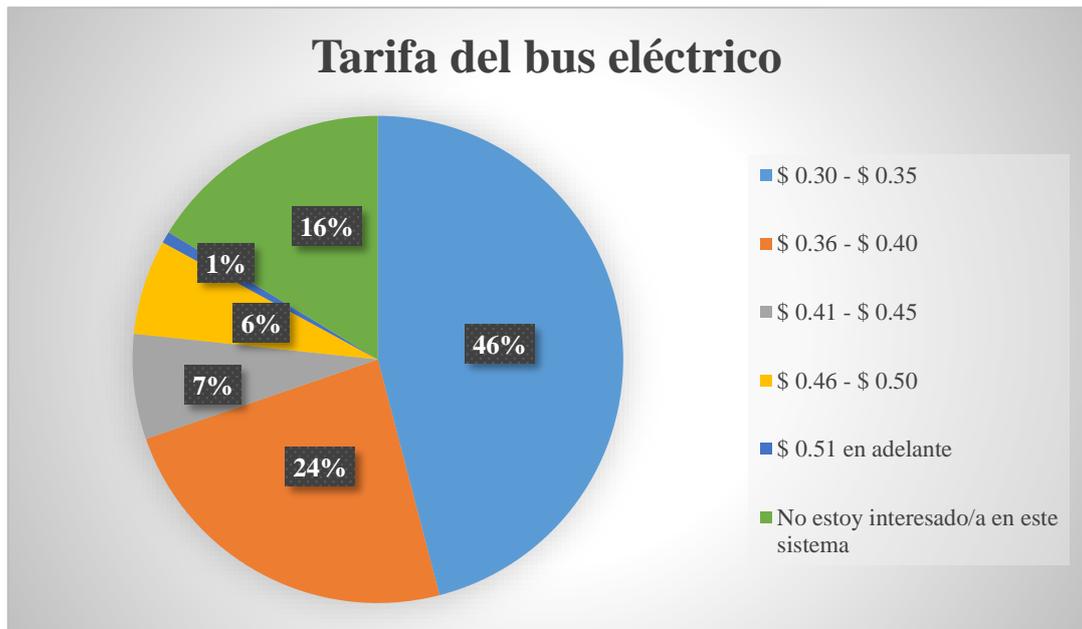


Gráfico 20 – 3. Tarifa del bus eléctrico

Fuente: Encuesta
 Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Análisis:

La mayoría de la población encuestada manifiesta que está dispuesta a cancelar por el servicio de transporte público urbano eléctrico un valor aproximado de \$ (0.30 – 0.35) haciendo referencia a la tarifa actual que maneja este tipo de transporte y aceptando el alza de \$ (0.05 a 0.10) por el cambio de flota a buses eléctricos.

Publicidad

Pregunta No. 14: ¿Qué medios de comunicación utilizaría usted para informarse acerca de los nuevos sistemas de transporte público urbano como bus, bicicleta, scooter y vehículos eléctricos? Puede seleccionar 2 o más opciones.

Tabla 24 – 3: Medios de comunicación

Medios de comunicación	No. respuestas	Porcentaje
Página web	468	19%
Redes sociales	867	34%
Televisión	671	26%
Frecuencias de radio	358	14%
Periódico	182	7%
Total	2.546	100%

Fuente: Encuesta

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

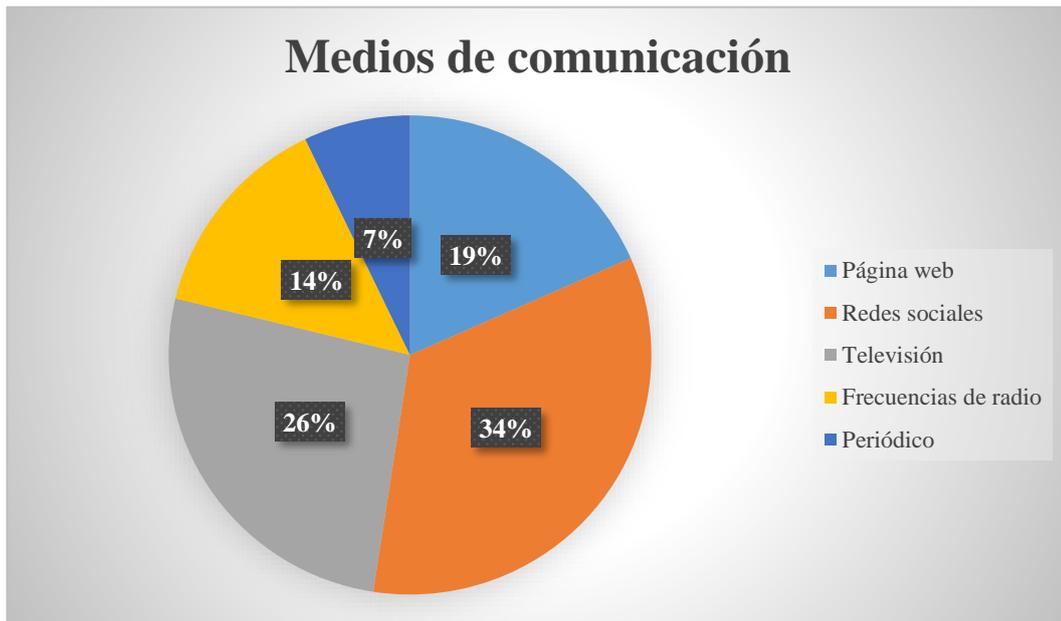


Gráfico 21 – 3. Medios de comunicación

Fuente: Encuesta

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Análisis:

Más del 50% del total de los encuestados indican que los medios más efectivos para la difusión de la electromovilidad a través de sistemas alternativos de transporte amigables con el medio ambiente es la utilización de las redes sociales y las páginas web, observando así la gran influencia del internet para satisfacer las necesidades de comunicación de la población.

3.1.3. Entrevista

3.1.3.1. Entrevista dirigida al Director de la Dirección de Gestión de Movilidad, Tránsito y Transporte de Riobamba Crnl. Ángel Astudillo.

El Director Ángel Astudillo considera que el estado del sistema de transporte público urbano de la ciudad de Riobamba antes de la emergencia sanitaria Covid-19 presenta varias deficiencias que

con el tiempo mejoraran mediante la implementación del plan de movilidad que se elabora actualmente, en relación al estado de la flota que opera dentro del servicio, la gran mayoría se encuentra dentro de la vida útil; por otro lado la Dirección de Tránsito como entidad pública se preocupa por la investigación de nuevos y modernos sistemas de transporte amigables con el medio ambiente tomando como referencia el transporte eléctrico, indicando que hasta el 2025 se debe cambiar la flota de buses convencionales a eléctricos a nivel nacional y acotando que es factible la implementación de medios de transporte eléctricos al sistema público urbano como la bicicleta eléctrica, scooters eléctrico, y vehículo eléctrico compartido ya que son vehículos amigables con el medio ambiente y buscan promover una movilidad sostenible.

La emergencia sanitaria Covid-19 tiene un impacto negativo hacia el sistema de transporte público urbano ya que es uno de los principales focos de contagio, situación que ha generado pérdidas para los socios de las operadoras y la economía a nivel general, las medidas establecidas por la Dirección de Tránsito y el COE nacional tienen como objetivo evitar la propagación del virus realizando controles y operativos con los agentes civiles de tránsito para controlar la circulación de los vehículos particulares de acuerdo al número de placa y la verificación del cumplimiento de salvoconductos.

3.1.3.2. Entrevista dirigida al Gerente de la Cooperativa de Transporte Público Urbano “El Sagrario” Sr. Cristian Mosquera

El Gerente Cristian Mosquera manifiesta que actualmente el sistema de transporte urbano se está manejando de una forma inadecuada, debido a la gran cantidad de usuarios en las horas pico y el irrespeto de la capacidad dentro de las unidades, pero a pesar de las dificultades el servicio de transporte público está cubriendo casi la totalidad de la periferia de la ciudad de Riobamba, en relación al estado de la flota en el sistema a nivel general en todas las cooperativas es necesario que en el plan de movilidad gestionada por el Coronel Ángel Astudillo proponga el incremento de las unidades siempre y cuando cumplan con los requisitos establecidos. En cuestión al desarrollo de una movilidad sostenible en la ciudad de Riobamba el valor de la inversión para la adquisición de buses eléctricos es muy alto, razón por la cual no se puede implementar el bus eléctrico en este momento porque no es rentable económicamente, además de que la ciudad no cuenta con la infraestructura adecuada en relación a la capa asfáltica y otros aspectos. Por lo que es totalmente considerable la complementación de medios de transporte eléctricos alternativos al servicio, para promover la utilización de nuevas tecnologías en relación al transporte.

La Emergencia sanitaria Covid-19 ha generado un gran impacto para todo el Ecuador y para todos los gremios de la transportación urbana por lo que actualmente se están tomando las medidas necesarias para poder brindar el servicio de transporte público a la ciudadanía.

3.1.3.3. Entrevista dirigida a Socio de la Cooperativa de Transporte Público Urbano “El Sagrario” Sr. Simón Mosquera

Simón Mosquera socio de la Cooperativa “El Sagrario” considera que el estado del sistema de transporte público actual tiene falencias que afectan al servicio, pero se realiza las acciones necesarias para tratar de mejorar, en cuestión a la accesibilidad el sistema abastece a la mayoría de la población, pero al existir una mejor planificación por parte de las autoridades y la ciudadanía se podría llegar a poseer un servicio de calidad. El desarrollo de una movilidad sostenible mediante la implementación del bus eléctrico es bastante complejo debido a los altos costos de inversión y la falta de implementos necesarios para su operación, pero por otro lado la complementación de medios de transporte como bicicletas, vehículo compartido y scooter eléctricos al sistema de transporte público urbano son alternativas muy buenas para la conservación del medio ambiente y la cultura de las personas.

Actualmente la pandemia del coronavirus ha golpeado muy fuerte al sector del transporte y demás actividades en el ámbito económico, pero a pesar de la situación se ha retomado las actividades con todas las medidas de seguridad necesarias con el fin de resguardar la integridad de los usuarios.

3.1.3.4. Entrevista dirigida al Director de la carrera de Ingeniería en Gestión de Transporte Ing. Cesar Villa Maura

Cesar Villa Maura Director de la carrera de Ingeniería en Gestión de Transporte considera que el transporte urbano tiene una mala calidad del servicio por factores como inseguridad, el deterioro del transporte público, elevado costo del pasaje entre otros aspectos que afectan a la economía de la ciudadanía. Como autoridad de la Carrera de Gestión de Transporte se trata temas relacionados a electromovilidad en los diferentes módulos donde se combina las diferentes modalidades incluida la movilidad eléctrica, la administración de la flota y otras asignaturas que tocan temas relacionados a modelos futuros de transporte como el bus eléctrico, alternativa eficiente en cuestión económica, costos de operación y cuidado al medio ambiente.

El sector transporte es uno de los principales focos de contagio para esta pandemia por ello es que se ha visto muy afectado y poco a poco se ha implementado medidas para poder brindar el servicio con seguridad utilizando diferentes mecanismos para cumplir el distanciamiento social; todo esto genera un alto costo económico y con la reducción de la capacidad del bus se está trabajando casi a pérdida cubriendo solo los gastos de operación.

3.2. Verificación de hipótesis

Después de la aplicación de los instrumentos de investigación se procedió al análisis e interpretación de los datos obtenidos determinando así parámetros e información importante para la realización de la propuesta.

Mediante el empleo de la encuesta se pudo conocer información relevante como las zonas de mayor generación y atracción de viajes, participación modal, tiempo y motivo de viaje antes y durante la emergencia sanitaria Covid-19; opinión acerca del servicio de transporte urbano, uso diario del vehículo particular, medios de difusión, aceptación de los diferentes medios eléctricos, tarifa por uso e inscripción de estos medios.

Por otro lado con la aplicación de las entrevista a los diferentes actores que intervienen en el sistema de transporte urbano se pudo recopilar opiniones acerca del servicio que se brinda, la contaminación ambiental y congestión que genera este sistema, pro y contras de la electromovilidad, opinión sobre la posible implementación de medios eléctricos dentro del sistema urbano, impacto de la pandemia Covid-19 al sector del transporte así como también estrategias y medidas que fueron tomadas para enfrentar esta situación.

Los datos obtenidos y presentados demuestran que el sistema de transporte público urbano tiene falencias en varios parámetros respaldando la idea a defender y ayudando a que el estudio de factibilidad se lo realice tomando la mejor alternativa para mejorar la movilidad urbana de la ciudad de Riobamba.

3.3. Propuesta

3.3.1. Título de la propuesta

Estudio de factibilidad para el uso de la electromovilidad en el transporte público urbano – caso Riobamba, provincia de Chimborazo.

3.4. Contenido de la propuesta

La propuesta se basa en la interpretación y análisis de los resultados obtenidos en la encuesta, se observa que el 38 % de la población urbana de Riobamba se moviliza mediante el transporte público demostrando así ser el más utilizado en comparación a otros medios terrestres, causando en parte contaminación ambiental y congestión vehicular dentro del perímetro urbano. Adicionalmente más de la mitad de los encuestados calificaron al sistema de transporte público como regular, indicando las deficiencias del mismo; por lo cual el uso de la electromovilidad en el sistema de transporte público urbano pretende mejorar el servicio, reducir la emisión de gases contaminantes y por ende aportar a una mejor calidad de vida de los pobladores de la ciudad.

Para la propuesta se toma en cuenta los medios de transporte eléctricos que tuvieron más aceptación de acuerdo a los datos obtenidos, con un 32% la bicicleta eléctrica, 32% para el bus eléctrico y un 16% para el vehículo compartido eléctrico; posteriormente se analiza cada uno de los medios seleccionados en base a los siguientes parámetros: estudio de mercado (demanda, organismos de control); estudio técnico (infraestructura, flota vehicular, gestión y operación, consumo eléctrico); estudio económico (talento humano, costos de mantenimiento, impacto ambiental y calidad de vida); y finalmente se realiza una comparación entre los medios de transporte analizados, determinando así el más factible para mejorar el sistema transporte público urbano de la ciudad de Riobamba.

3.4.1. Análisis de la situación del transporte público en una situación normal

El estado del sistema actual de la ciudad de Riobamba comprende la integración de las diferentes cooperativas de transporte público urbano, las paradas o zonas específicas para el embarque o desembarque de pasajeros, así como también los dispositivos de control de tiempo o rutas de las unidades.

De acuerdo a la información obtenida de las encuestas realizadas a los pobladores de la ciudad de Riobamba tenemos que aproximadamente el 38% del total, se moviliza en bus público, abarcando la mayoría del porcentaje en relación a los otros medios de transporte, indicando así que este sistema es el más importante en la movilidad de las personas dentro del perímetro urbano,

Riobamba actualmente cuenta con una flota de aproximadamente 184 buses que se encuentran repartidas en 3 cooperativas y 4 compañías, mismas que se encuentran legalmente constituidas para su operación.



Figura 12 – 3. Operadoras del transporte público urbano de Riobamba

Fuente: (Cooperativa de Transporte Urbano “El Sagrario,” 2018)

Estas cooperativas actualmente brindan el servicio de transporte público urbano dentro de la ciudad de Riobamba, trabajan con un sistema rotativo en las 16 líneas o rutas establecidas dentro del plan de movilidad de la ciudad, cada una de las rutas tiene sus paradas y horarios tanto los días laborables como sábados y domingos.

3.4.2. Puntos de origen y llegada

Sus estaciones de descanso al término de cada ciclo de los buses urbanos dependerán de la ruta o tramo de las distintas líneas (16) recalcando que todas tienen circuitos cerrados.

Se indica a continuación las paradas establecidas con los puntos de origen y fin de las diferentes líneas de transporte público de la ciudad de Riobamba.

Los datos que se presentan a continuación son necesarios para indicar el estado actual del sistema de transporte público urbano de Riobamba ya que debido a los cambios y reestructuraciones de las rutas y horarios realizados en el año 2019 han tenido influencia sobre la accesibilidad y forma de operación del servicio; además esta información sirve de línea base para la gestión y operación al momento de implementar una flota de buses eléctricos al sistema público.

Tabla 25 – 3: Características de las 16 rutas del transporte público urbano de Riobamba

Línea / Ruta	Inicio de Recorrido	Fin de Recorrido	Distancia Total	Tiempo
Línea 1	Santa Ana	Bellavista	22,5 km	1 h 23 min
Línea 2	24 de Mayo	Bellavista	22,1 km	1 h 22 min
Línea 3	El Carmen	Camal	23,8 km	1 h 26 min
Línea 4	Licán	Camal	24,5 km	1 h 29 min
Línea 5	Corona Real	Bellavista	28,7 km	1 h 45 min
Línea 6	Miraflores	Bellavista	21,2 km	1 h 19 min
Línea 7	Barrio Inmaculada	Rosal	29,3 km	1 h 55 min
Línea 8	Yaruquíes	Las Abras	26,1 km	1 h 32 min
Línea 9	Ciudadela Cactus (Pinos)	Tubasec	27,5 km	1 h 45 min
Línea 10	Terminal Intercantonal	Mayorista / Unach / San Antonio	25,2 km	1 h 41 min

Línea 11A	Las dos salen de la campana (Terminal Intercantonal)	11A: Terminal Intercantonal, Campana Ciudadela el Pinar, Terminal vira a la derecha, Macají, circunvalación, mayorista, vasija, vía a Penipe, entrada al estadio de la Unach, paseo shopping, Comil, Avenida La Prensa, terminal intercantonal.	25,1 km	1 h 25 min
Línea 11B		11B: Terminal Intercantonal, Campana Ciudadela el Pinar, Terminal vira a la izquierda, Avenida la Prensa, Comil, Paseo Shopping, Unach, Estadio de la Unach, Vía a Penipe, Vasija, Mayorista, Macají, Avenida Unidad Nacional, Terminal Intercantonal	20,8 km	1 h 13 min
Línea 12	San Gerardo	El Batán	24,8 km	1 h 30 min
Línea 13	Sixto Durán	By Paz Norte	28,9 km	1 h 46 min
Línea 14	San Luis (parque)	By Paz Norte	30,4 km	2 h 1 min
Línea 15	Plaza de Licán	Unach / Vasija	23,6 km	1 h 26 min
Línea 16	Calpi (parque)	Ciudadela “La Paz”	23,4 km	1 h 25 min

Fuente: (Cooperativa de Transporte Urbano “El Sagrario,” 2018)

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Actualmente el recorrido de las líneas se distribuye de acuerdo a los sectores de mayor demanda y cubriendo gran parte de la ciudad con sus parroquias urbanas y rurales, mencionando que en el año 2019 se reorganizó los tramos de las líneas 9, 10, 11.

3.4.3. Horario del Sistema

El horario del sistema de transporte público de la ciudad de Riobamba se adapta a las necesidades de movilidad de la población y a la organización que manejan las diferentes operadoras en sus tablas de trabajos, en el Anexo C se detalla el horario de trabajo de lunes a viernes (días laborables), sábados, domingos y feriados, mismo que sirve de línea base para el análisis de factibilidad de los buses eléctricos.

3.4.4. Paradas

Las paradas que son utilizadas por los usuarios al momento de trasladarse por medio del transporte público se establecen de acuerdo a la necesidad de la población, las mismas se encuentran repartidas por toda la ciudad, pero con la observación de que algunas si se encuentran demarcadas con todas las medidas y normas establecidas (Norma técnica ecuatoriana NTE-INEN 2292:2017, “Accesibilidad de las personas al medio físico, terminales, estaciones y paradas de transporte. Requisitos”), (CPE-INEN 21-1:2015, Directrices para el desarrollo de normas sobre sistemas de transporte. Necesidades de las personas con discapacidad y adultos mayores); mientras que otras se improvisan dependiendo la zona, la cantidad de pasajeros, el tiempo de viaje y necesidades.

3.4.5. Calidad de servicio

De acuerdo a los datos obtenidos por las encuestas realizadas a los pobladores de la ciudad de Riobamba en relación a calidad del servicio del sistema de transporte publico teniendo en cuenta el siguiente rango de medida (Malo, Regular, Bueno, Muy Bueno, Excelente) se puede apreciar que el 52% del total manifiesta que el servicio que se brinda a la ciudadanía es regular, por otro lado el 29 % indica que su perspectiva del servicio es buena y un 16 % que el servicio es malo, por lo que podemos percibir que actualmente en la ciudad de Riobamba existen muchos factores que impiden brindar un servicio 100% eficiente, ya que esta condición se asocia a factores externos como internos.

3.4.6. Parámetros que afectan al sistema de transporte público

Para determinar la calidad del servicio se deben asociar parámetros importantes que ayudan a calificar a un sistema y por ende tomar las decisiones correctas entorno al futuro del mismo, actualmente en la ciudad de Riobamba el 32% de los encuestados manifestaron que el principal problema en el transporte público se asocia a la inseguridad, 26% indica que la incomodidad es otro de los factores que inciden en el nivel del servicio y el porcentaje restante señala que hay parámetros adicionales importantes relacionados a: atención al usuario, horarios inadecuados, accesibilidad además de factores que el servicio puede o no controlar.

De acuerdo a la información obtenida por la población de la ciudad se demuestra que aún existen parámetros que indican falencias dentro del transporte público, mismos que deben mejorar para brindar un servicio óptimo a la ciudadanía, de forma que pueda captar más usuarios y disminuir el uso del vehículo particular promoviendo así una movilidad consciente, ordenada en un ambiente armónico respetando los espacios de cada componente dentro de un sistema de transporte.

3.4.7. Cruce de variables

En base a la información obtenida en la encuesta realizada a los pobladores de la parte urbana de la ciudad de Riobamba se destacan variables (tiempo de viaje, medios de transporte, motivo de viaje, zonas de atracción y generación de viajes) importantes que al analizarlas entre si nos detalla información crucial para el desarrollo de la propuesta de la investigación.

3.4.7.1. Zonas de atracción y generación de viajes vs tiempo de viaje

A continuación, se detalla cada zona indicando el número de viajes que genera en una situación normal (antes del Covid-19) de acuerdo al destino y tiempo de viaje:

➤ Tiempo de viaje desde la zona 1 (Lizarzaburu)

Tabla 26 – 3: Tiempo de viaje en una situación normal (antes del Covid-19) zona 1

Zona\Tiempo	10-20 min.	21-30 min.	31-40 min.	41-50 min.	51. min en adelante	Total
Z1 a Z1	22,13%	9,02%	1,09%	1,91%	1,37%	35,52%
Z1 a Z2	8,20%	6,83%	1,64%	1,37%	1,09%	19,13%
Z1 a Z3	6,83%	7,65%	4,92%	0,27%	1,09%	20,77%
Z1 a Z4	6,01%	6,83%	3,55%	1,37%	1,09%	18,85%
Z1 a Z5	1,64%	1,64%	1,64%	0,55%	0,27%	5,74%
Total	366 viajes diarios muestra/ 57.384 viajes expandidos diarios					100%

Fuente: Encuesta

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Análisis e interpretación:

Se puede apreciar que la mayor cantidad de viajes generados de la Z1 (Lizarzaburu) tienen como destino la misma zona, ya que en esta se encuentran los principales centroides o puntos estratégicos de la ciudad con un tiempo aproximado de viaje de 10 a 20 minutos.

➤ Tiempo de viaje desde la zona 2 (Velasco)

Tabla 27 – 3: Tiempo de viaje en una situación normal (antes del Covid-19) zona 2

Zona\Tiempo	10-20 min.	21-30 min.	31-40 min.	41-50 min.	51 min. en adelante	Total
Z2 a Z1	10,63%	19,60%	2,33%	1,00%	1,00%	34,55%
Z2 a Z2	17,94%	4,32%	0,66%	0,33%	0,66%	23,92%
Z2 a Z3	6,64%	7,97%	4,32%	0,00%	0,33%	19,27%
Z2 a Z4	5,32%	6,31%	3,99%	0,00%	0,33%	15,95%
Z2 a Z5	0,33%	1,99%	3,32%	0,00%	0,66%	6,31%
Total	301 viajes diarios muestra/ 47.193 viajes expandidos diarios					100%

Fuente: Encuesta

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Análisis e interpretación:

Se observa que la mayor cantidad de viajes generados de la Z2 (Velasco) tienen como destino la Z1 (Lizarzaburu), justificando que en esta zona se localiza los principales puntos estratégicos de la ciudad con un tiempo aproximado de viaje de 21 a 30 minutos.

➤ **Tiempo de viaje desde la zona 3 (Maldonado)**

Tabla 28 – 3: Tiempo de viaje en una situación normal (antes del Covid-19) zona 3

Zona\Tiempo	10-20 min.	21-30 min.	31-40 min.	41-50 min.	51 min. en adelante	Total
Z3 a Z1	6,84%	13,31%	11,41%	3,04%	1,90%	36,50%
Z3 a Z2	6,84%	8,75%	3,42%	0,76%	1,52%	21,29%
Z3 a Z3	11,41%	4,94%	0,00%	0,00%	2,66%	19,01%
Z3 a Z4	9,13%	6,08%	1,14%	0,38%	0,76%	17,49%
Z3 a Z5	0,38%	1,14%	3,04%	1,14%	0,00%	5,70%
Total	263 viajes diarios muestra/ 41.235 viajes expandidos diarios					100%

Fuente: Encuesta

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Análisis e interpretación:

Se obtiene que la mayor cantidad de viajes generados de la Z3 (Maldonado) tienen como destino la Z1 (Lizarzaburu), justificando que en esta zona se localiza los principales puntos estratégicos de la ciudad con un tiempo aproximado de viaje de 21 a 30 minutos.

➤ **Tiempo de viaje desde la zona 4 (Veloz)**

Tabla 29 – 3: Tiempo de viaje en una situación normal (antes del Covid-19) zona 4

Zona\Tiempo	10-20 min.	21-30 min.	31-40 min.	41-50 min.	51 min. en adelante	Total
Z4 a Z1	7,11%	11,17%	10,66%	5,58%	0,51%	35,03%
Z4 a Z2	4,57%	10,66%	4,57%	0,51%	0,00%	20,30%
Z4 a Z3	12,18%	7,11%	1,02%	0,00%	1,02%	21,32%
Z4 a Z4	11,17%	3,55%	3,05%	2,03%	2,03%	21,83%
Z4 a Z5	0,00%	1,02%	0,51%	0,00%	0,00%	1,52%
Total	197 viaje diarios muestra/ 30.887 viajes expandidos diarios					100%

Fuente: Encuesta

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Análisis e interpretación:

Se obtiene que la mayor cantidad de viajes generados de la Z4 (Veloz) tienen como destino la Z1 (Lizarzaburu), justificando que en esta zona se localiza los principales puntos estratégicos de la ciudad con un tiempo aproximado de viaje de 21 a 30 minutos.

➤ **Tiempo de viaje desde la zona 5 (Yaruquies)**

Tabla 30 – 3: Tiempo de viaje en una situación normal (antes del Covid-19) zona 5

Zona\Tiempo	10-20 min.	21-30 min.	31-40 min.	41-50 min.	51 min. en adelante	Total
Z5 a Z1	0,00%	6,25%	16,67%	12,50%	2,08%	37,50%
Z5 a Z2	2,08%	10,42%	10,42%	2,08%	0,00%	25,00%
Z5 a Z3	4,17%	4,17%	6,25%	0,00%	0,00%	14,58%
Z5 a Z4	0,00%	12,50%	0,00%	0,00%	0,00%	12,50%
Z5 a Z5	6,25%	2,08%	2,08%	0,00%	0,00%	10,42%
Total	48 viajes diarios muestra/ 7.526 viajes expandidos diarios					100%

Fuente: Encuesta

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Análisis e interpretación:

Se obtiene que la mayor cantidad de viajes generados de la Z5 (Yaruquies) tienen como destino la Z1 (Lizarzaburu), justificando que en esta zona se localiza los principales puntos estratégicos de la ciudad con un tiempo aproximado de viaje de 31 a 40 minutos.

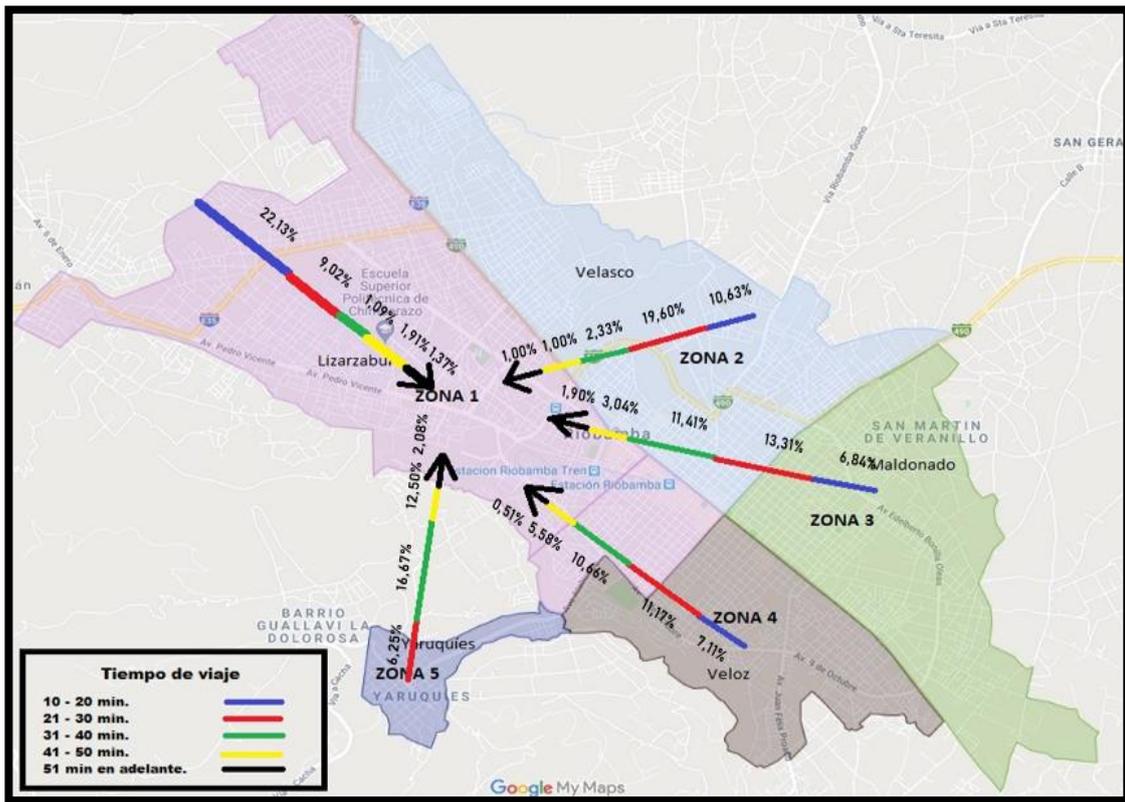


Figura 13 – 3. Zonas de atracción y generación de viajes vs tiempo de viaje

Fuente: Encuesta electromovilidad, 2020

La figura muestra a la Z1 (Lizarzaburu) como la principal zona de atracción de viajes de la parte urbana de la ciudad de Riobamba y los tiempos de viaje entre las distintas zonas.

3.4.7.2. Zonas de atracción y generación de viajes vs motivos de viaje

A continuación, se detalla cada zona indicando el número de viajes que se genera en una situación normal (antes del Covid-19) de acuerdo al destino y los motivos principales por lo que se generan los viajes:

➤ Motivos de viaje desde la zona 1 (Lizarzaburu)

Tabla 31 – 3: Motivos de viaje en una situación normal (antes del Covid-19) zona 1

Zona\Motivo	Estudio	Trabajo	Entretenimiento	Comercio	Salud	Alimentación	Total
Z1 a Z1	16,39%	7,38%	1,91%	1,09%	4,92%	3,83%	35,52%
Z1 a Z2	7,65%	5,46%	1,64%	0,82%	0,27%	3,28%	19,13%
Z1 a Z3	4,37%	9,56%	3,83%	1,91%	0,27%	0,82%	20,77%
Z1 a Z4	3,28%	6,56%	1,09%	3,28%	0,55%	4,10%	18,85%
Z1 a Z5	1,09%	2,19%	1,64%	0,55%	0,00%	0,27%	5,74%
Total	366 viajes diarios muestra/ 57.384 viajes expandidos diarios						100%

Fuente: Encuesta

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Análisis e interpretación:

Se puede apreciar que la mayor cantidad de viajes generados de la Z1 (Lizarzaburu) tienen como destino la misma zona, ya que en esta se encuentran los principales centroides o puntos estratégicos de la ciudad resaltando que el principal motivo de viaje por el cual se moviliza la población es el estudio.

➤ Motivos de viaje desde la zona 2 (Velasco)

Tabla 32 – 3: Motivos de viaje en una situación normal (antes del Covid-19) zona 2

Zona\Motivo	Estudio	Trabajo	Entretenimiento	Comercio	Salud	Alimentación	Total
Z2 a Z1	9,97%	12,29%	4,65%	2,33%	1,66%	3,65%	34,55%
Z2 a Z2	4,65%	10,30%	1,33%	2,99%	1,66%	2,99%	23,92%
Z2 a Z3	0,33%	9,30%	1,99%	2,66%	0,66%	4,32%	19,27%
Z2 a Z4	1,33%	7,64%	0,66%	2,99%	0,33%	2,99%	15,95%
Z2 a Z5	0,00%	3,65%	1,00%	0,66%	1,00%	0,00%	6,31%
Total	301 viajes diarios muestra/ 47.193 viajes expandidos diarios						100%

Fuente: Encuesta

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Análisis e interpretación:

Se puede apreciar que la mayor cantidad de viajes generados de la Z2 (Velasco) tienen como destino la Z1 (Lizarzaburu), ya que en esta se encuentran los principales centroides o puntos

estratégicos de la ciudad resaltando que el principal motivo de viaje por el cual se moviliza la población es por trabajo.

➤ **Motivos de viaje desde la zona 3 (Maldonado)**

Tabla 33 – 3: Motivos de viaje en una situación normal (antes del Covid-19) zona 3

Zona\Motivo	Estudio	Trabajo	Entretenimiento	Comercio	Salud	Alimentación	Total
Z3 a Z1	12,55%	12,17%	3,80%	3,80%	0,76%	3,42%	36,50%
Z3 a Z2	4,94%	10,65%	1,90%	1,14%	0,38%	2,28%	21,29%
Z3 a Z3	3,04%	7,22%	0,76%	3,80%	2,28%	1,90%	19,01%
Z3 a Z4	2,66%	7,98%	0,38%	3,42%	0,76%	2,28%	17,49%
Z3 a Z5	0,76%	3,04%	0,38%	0,38%	0,00%	1,14%	5,70%
Total	263 viajes diarios muestra/ 41.235 viajes expandidos diarios						100%

Fuente: Encuesta

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Análisis e interpretación:

Se puede apreciar que la mayor cantidad de viajes generados de la Z3 (Maldonado) tienen como destino la Z1 (Lizarzaburu), ya que en esta se encuentran los principales centroides o puntos estratégicos de la ciudad resaltando que el principal motivo de viaje por el cual se movilizan la población es el estudio.

➤ **Motivos de viaje desde la zona 4 (Veloz)**

Tabla 34 – 3: Motivos de viaje en una situación normal (antes del Covid-19) zona 4

Zona\Motivo	Estudio	Trabajo	Entretenimiento	Comercio	Salud	Alimentación	Total
Z4 a Z1	13,20%	11,17%	4,06%	4,06%	1,52%	1,02%	35,03%
Z4 a Z2	5,08%	11,68%	0,51%	1,52%	0,00%	1,52%	20,30%
Z4 a Z3	2,54%	10,15%	1,52%	2,03%	2,03%	3,05%	21,32%
Z4 a Z4	2,54%	6,09%	1,52%	1,52%	1,52%	8,63%	21,83%
Z4 a Z5	0,00%	0,51%	0,00%	0,51%	0,00%	0,51%	1,52%
Total	197 viajes diarios muestra/ 30.887 viajes expandidos diarios						100%

Fuente: Encuesta

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Análisis e interpretación:

Se puede apreciar que la mayor cantidad de viajes generados de la Z4 (Veloz) tienen como destino la Z1 (Lizarzaburu), ya que en esta se encuentran los principales centroides o puntos estratégicos de la ciudad resaltando que el principal motivo de viaje por el cual se movilizan la población es el estudio.

➤ **Motivos de viaje desde la zona 5 (Yaruquies)**

Tabla 35 – 3: Motivos de viaje en una situación normal (antes del Covid-19) zona 5

Zona\Motivo	Estudio	Trabajo	Entretenimiento	Comercio	Salud	Alimentación	Total
Z5 a Z1	25,00%	4,17%	0,00%	2,08%	4,17%	2,08%	37,50%
Z5 a Z2	6,25%	8,33%	0,00%	2,08%	0,00%	8,33%	25,00%
Z5 a Z3	2,08%	6,25%	0,00%	0,00%	4,17%	2,08%	14,58%
Z5 a Z4	0,00%	6,25%	0,00%	2,08%	2,08%	2,08%	12,50%
Z5 a Z5	4,17%	2,08%	0,00%	4,17%	0,00%	0,00%	10,42%
Total	48 viajes diarios muestra/ 7.526 viajes expandidos diarios						100%

Fuente: Encuesta

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Análisis e interpretación:

Se puede apreciar que la mayor cantidad de viajes generados de la Z5 (Yaruqués) tienen como destino la Z1 (Lizarzaburu), ya que en esta se encuentran los principales centroides o puntos estratégicos de la ciudad resaltando que el principal motivo de viaje por el cual se movilizan la población es el estudio.

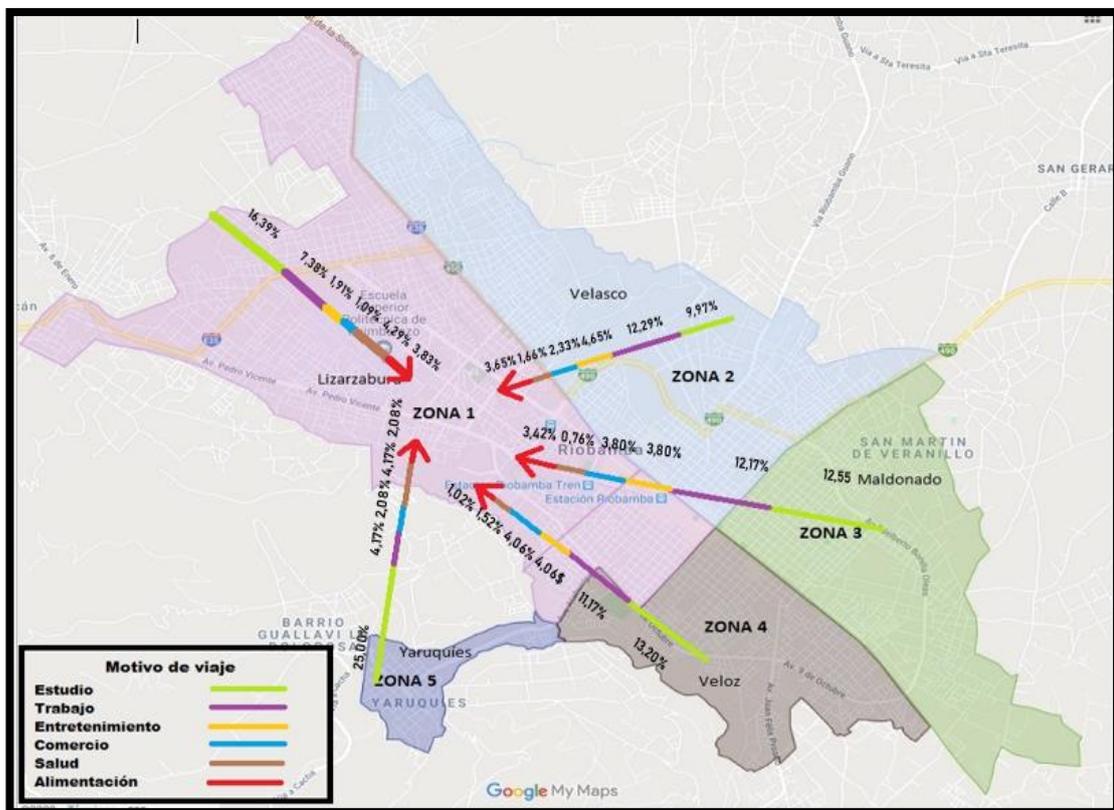


Figura 14 – 3. Zonas de atracción y generación de viajes vs motivo de viaje

Fuente: Encuesta electromovilidad, 2020

La figura muestra a la Z1 (Lizarzaburu) como la principal zona de atracción de viajes de la parte urbana de la ciudad de Riobamba y los principales motivos de viaje entre las distintas zonas son por estudio y trabajo.

3.4.7.3. Zonas de atracción y generación de viajes vs medios de transporte

A continuación, se detalla cada zona indicando el número de viajes que se genera en una situación normal (antes del Covid-19) de acuerdo al destino y los medios principales empleados para realizar los viajes:

➤ Medios de transporte utilizados desde la zona 1 (Lizarzaburu)

Tabla 36 – 3: Medios de transporte en una situación normal (antes del Covid-19) zona 1

Zona\Medio	Bus público	Vehículo particular	Taxi	Bicicleta	Motocicleta	Caminata	Total
Z1 a Z1	12,57%	7,10%	3,28%	1,37%	1,37%	9,84%	35,52%
Z1 a Z2	4,92%	6,83%	3,83%	1,37%	1,37%	0,82%	19,13%
Z1 a Z3	12,02%	6,56%	1,09%	0,55%	0,00%	0,55%	20,77%
Z1 a Z4	7,38%	5,46%	4,10%	0,82%	0,27%	0,82%	18,85%
Z1 a Z5	1,37%	2,46%	0,82%	0,27%	0,82%	0,00%	5,74%
Total	366 viajes diarios muestra/ 57.384 viajes expandidos diarios						100%

Fuente: Encuesta

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Análisis e interpretación:

Se puede apreciar que la mayor cantidad de viajes generados de la Z1 (Lizarzaburu) tienen como destino la misma zona, ya que en esta se encuentran los principales centroides o puntos estratégicos de la ciudad resaltando que el principal medio de transporte para la movilización es el bus público.

➤ Medios de transporte utilizados desde la zona 2 (Velasco)

Tabla 37 – 3: Medios de transporte en una situación normal (antes del Covid-19) zona 2

Zona\Medio	Bus público	Vehículo particular	Taxi	Bicicleta	Motocicleta	Caminata	Total
Z2 a Z1	11,96%	11,96%	4,98%	1,99%	1,00%	2,66%	34,55%
Z2 a Z2	5,32%	5,98%	1,66%	1,66%	0,66%	8,64%	23,92%
Z2 a Z3	7,31%	5,98%	4,32%	0,33%	0,66%	0,66%	19,27%
Z2 a Z4	4,65%	6,98%	1,99%	0,33%	1,00%	1,00%	15,95%
Z2 a Z5	1,66%	2,99%	1,33%	0,33%	0,00%	0,00%	6,31%
Total	301 viajes diarios muestra/ 47.193 viajes expandidos diarios						100%

Fuente: Encuesta

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Análisis e interpretación:

Se puede apreciar que la mayor cantidad de viajes generados de la Z2 (Velasco) tienen como destino la Z1 (Lizarzaburu), ya que en esta se encuentran los principales centroides o puntos estratégicos de la ciudad resaltando que los principales medios de transporte para la movilización son el bus público y vehículo particular.

➤ **Medios de transporte utilizados desde la zona 3 (Maldonado)**

Tabla 38 – 3: Medios de transporte en una situación normal (antes del Covid-19) zona 3

Zona\Medio	Bus público	Vehículo particular	Taxi	Bicicleta	Motocicleta	Caminata	Total
Z3 a Z1	18,25%	10,65%	3,80%	0,38%	1,14%	2,28%	36,50%
Z3 a Z2	7,22%	7,22%	3,04%	2,66%	0,76%	0,38%	21,29%
Z3 a Z3	4,18%	2,66%	1,90%	2,66%	0,00%	7,60%	19,01%
Z3 a Z4	7,98%	4,56%	1,52%	1,14%	0,76%	1,52%	17,49%
Z3 a Z5	3,04%	2,28%	0,38%	0,00%	0,00%	0,00%	5,70%
Total	263 viajes diarios muestra/ 41.235 viajes expandidos diarios						100%

Fuente: Encuesta

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Análisis e interpretación:

Se puede apreciar que la mayor cantidad de viajes generados de la Z3 (Maldonado) tienen como destino la Z1 (Lizarzaburu), ya que en esta se encuentran los principales centroides o puntos estratégicos de la ciudad resaltando que el principal medio de transporte para la movilización es el bus público.

➤ **Medios de transporte utilizados desde la zona 4 (Veloz)**

Tabla 39 – 3: Medios de transporte en una situación normal (antes del Covid-19) zona 4

Zona\Medio	Bus público	Vehículo particular	Taxi	Bicicleta	Motocicleta	Caminata	Total
Z4 a Z1	18,78%	11,17%	2,03%	2,03%	0,00%	1,02%	35,03%
Z4 a Z2	10,15%	7,11%	2,54%	0,00%	0,00%	0,51%	20,30%
Z4 a Z3	8,12%	6,09%	1,52%	1,02%	0,51%	4,06%	21,32%
Z4 a Z4	2,54%	4,06%	3,05%	0,00%	1,02%	11,17%	21,83%
Z4 a Z5	0,00%	1,02%	0,51%	0,00%	0,00%	0,00%	1,52%
Total	197 viaje diarios muestra/ 30.887 viajes expandidos diarios						100%

Fuente: Encuesta

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Análisis e interpretación:

Se puede apreciar que la mayor cantidad de viajes generados de la Z4 (Veloz) tienen como destino la Z1 (Lizarzaburu), ya que en esta se encuentran los principales centroides o puntos estratégicos de la ciudad resaltando que el principal medio de transporte para la movilización es el bus público.

➤ **Medios de transporte utilizados desde la zona 5 (Yaruquies)**

Tabla 40 – 3: Medios de transporte en una situación normal (antes del Covid-19) zona 5

Zona\Medio	Bus público	Vehículo particular	Taxi	Bicicleta	Motocicleta	Caminata	Total
Z5 a Z1	25,00%	12,50%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	37,50%
Z5 a Z2	10,42%	8,33%	6,25%	0,00%	0,00%	0,00%	25,00%
Z5 a Z3	8,33%	6,25%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	14,58%
Z5 a Z4	8,33%	4,17%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	12,50%
Z5 a Z5	4,17%	0,00%	2,08%	2,08%	0,00%	2,08%	10,42%
Total	48 viajes diarios muestra/ 7.526 viajes expandidos diarios						100%

Fuente: Encuesta

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Análisis e interpretación:

Se puede apreciar que la mayor cantidad de viajes generados de la Z5 (Yaruquies) tienen como destino la Z1 (Lizarzaburu), ya que en esta se encuentran los principales centroides o puntos estratégicos de la ciudad resaltando que el principal medio de transporte para la movilización es el bus público.

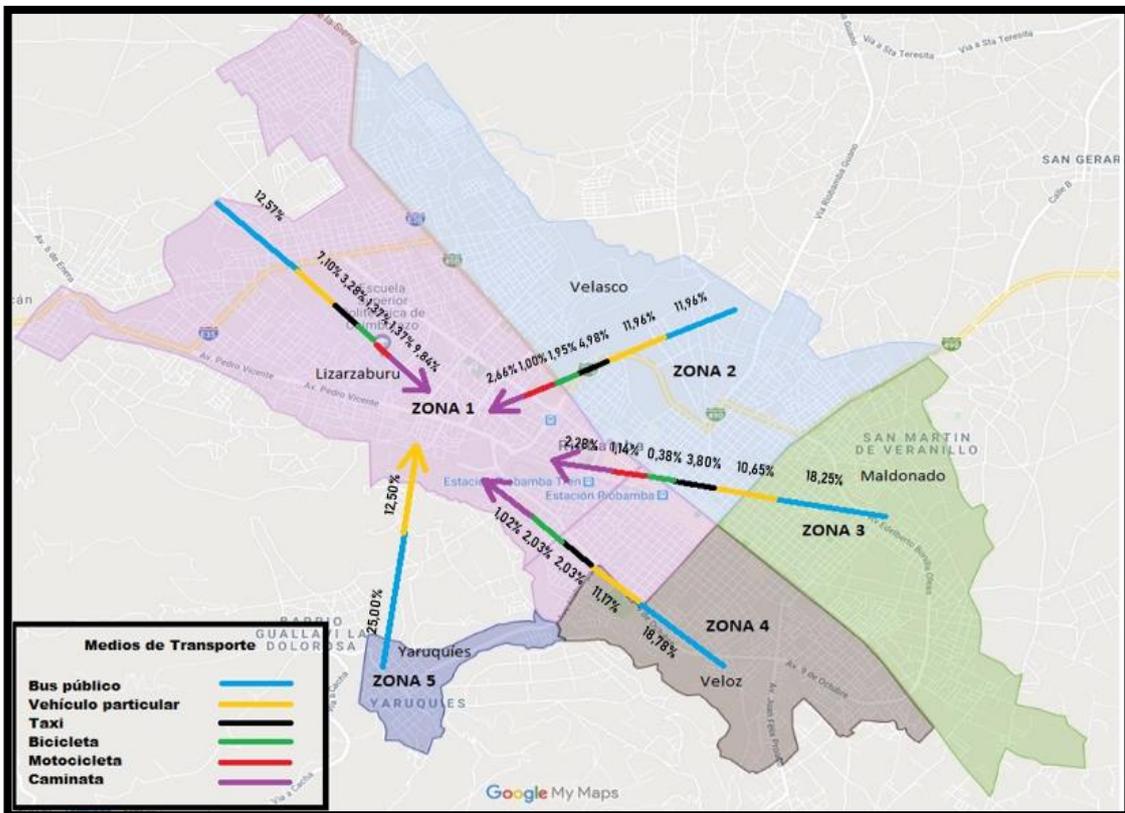


Figura 15 – 3. Zonas de atracción y generación de viajes vs medios de transporte

Fuente: Encuesta electromovilidad, 2020

La figura muestra a la Z1 (Lizarzaburu) como la principal zona de atracción de viajes de la parte urbana de la ciudad de Riobamba y los principales medios de transporte utilizados para moverse entre las distintas zonas son el bus público y vehículo particular.

3.4.7.4. Personas que ocupan el vehículo particular vs tiempo de uso vs capacidad del vehículo

Tabla 41 – 3: Ocupación del vehículo particular

Tiempo de uso/Capacidad	Sin pasajeros	1 pasajero	2 pasajeros	3 pasajeros	4 pasajeros	Total
30 min - 59 min	34	45	25	11	8	123
1 - 2 horas	23	35	45	31	19	153
3 - 4 horas	7	11	26	9	10	63
5 - 6 horas	1	0	3	1	2	7
6 horas en adelante	0	1	1	1	2	5
Personas que ocupan el vehículo particular						351

Fuente: Encuesta

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

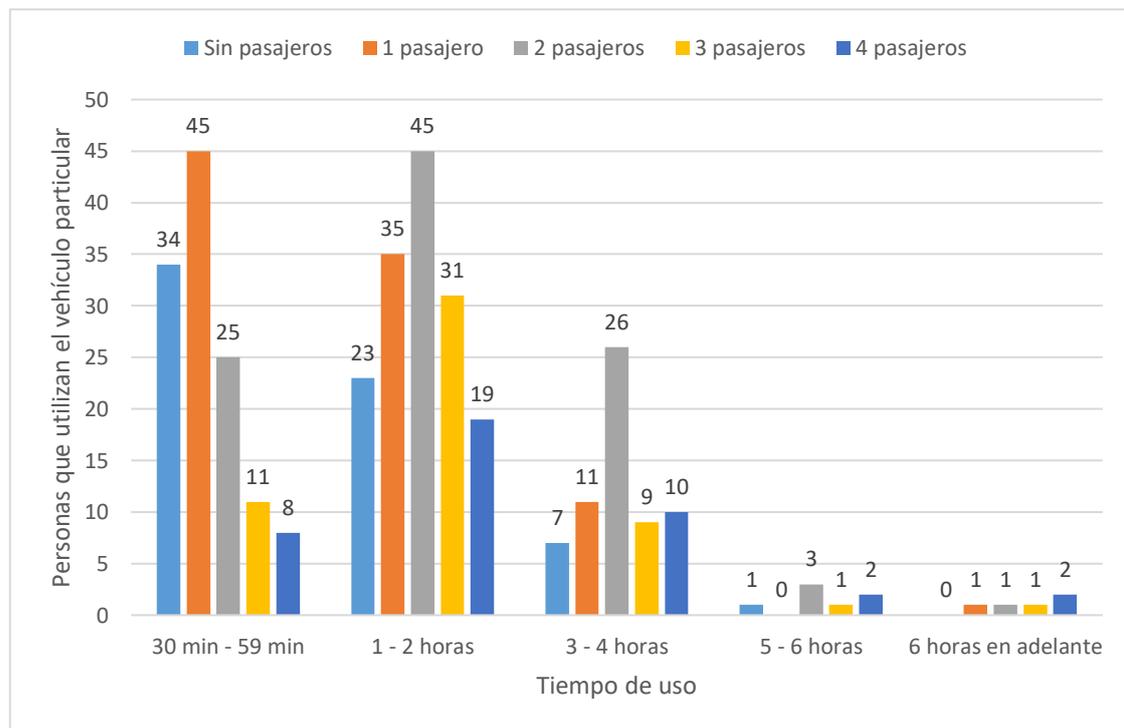


Gráfico 22 – 3. Ocupación del vehículo particular en una situación normal

Fuente: Encuesta

Realizado por: Barahona, J., Heredia, R. 2020

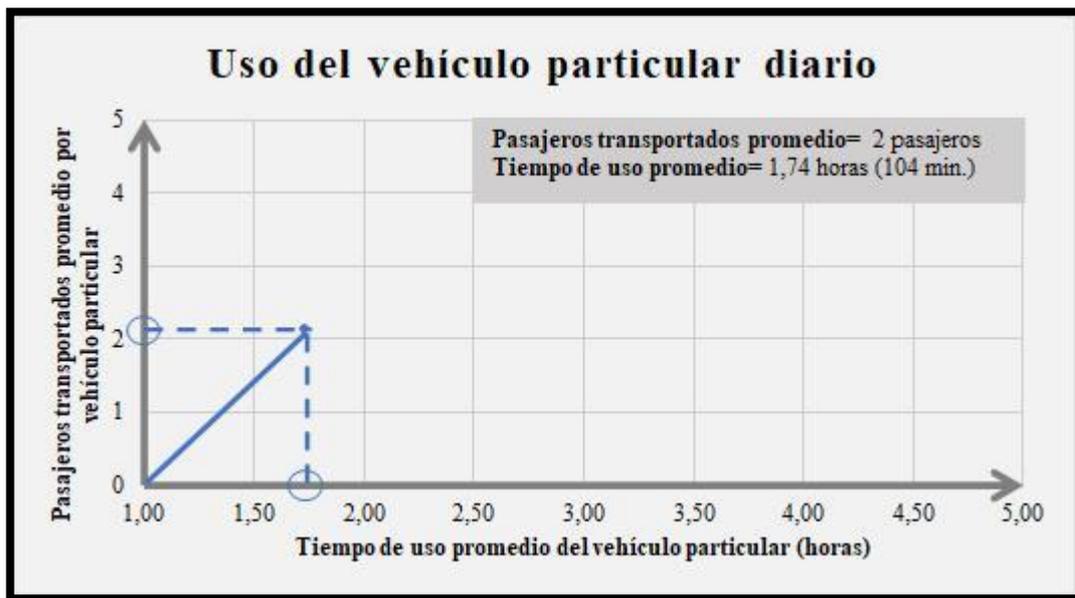


Figura 16 – 3. Promedio de ocupación del vehículo particular en una situación normal
Fuente: Encuesta electromovilidad, 2020

Análisis e interpretación:

Dentro del perímetro urbano de la ciudad de Riobamba se puede apreciar que del total de personas que utilizan el vehículo particular para movilizarse diariamente el tiempo promedio de ocupación es de 1,74 horas (104 min) y la capacidad promedio con la que viajan es de 2 pasajeros sin contar el conductor, demostrando así que el vehículo particular desempeña un papel importante en la movilidad de la población de la ciudad.

3.4.8. Situación actual durante la emergencia sanitaria Covid-19

En el año 2020 se ha vivido una de las tragedias más grandes que el mundo haya visto en los últimos años, la presencia de un virus letal que se originó en Asia ha cambiado totalmente la vida de todas las personas en el mundo, la normalidad que se conocía hace algún tiempo, no se lo percibe de la misma manera. El miedo a contraer este virus ha obligado a toda la población a nivel mundial a cambiar su rutina diaria, en ámbitos como salud, educación, comercio, turismo, ocio y sobre todo el transporte, este sector se ha visto totalmente devastado a nivel local como internacional, ya que la paralización de la movilidad a nivel mundial por alrededor de 4 meses ha provocado grandes pérdidas monetarias, así como también la inestabilidad de todos los países del mundo.

En el ámbito del transporte público en la ciudad de Riobamba sus operaciones han estado totalmente paralizadas en estos meses de distanciamiento social, el temor que existe por parte de los usuarios viales a contraer el virus ha desencadenado pérdidas cuantiosas en el servicio, además de que sus colaboradores han sido despedidos de sus puestos de trabajo por la falta de recursos. Las autoridades al querer brindar alternativas de solución a este problema que aún se hace

presente, permitió la operación de las unidades de transporte público dentro de las ciudades con menores índices de contagios, las operadoras de transporte debían retomar sus actividades con el 30% a 50 % del aforo total, con el único fin de resguardar la integridad de los usuarios y también de sus conductores.

La población en general ha adoptado medidas de precaución contra esta pandemia enfocadas al distanciamiento social, impulsando de esta forma el uso de bicicletas, vehículo particular y el más importante actualmente el traslado a pie o caminata, los seres humanos necesitan moverse para realizar sus actividades y poder satisfacer las necesidades.

En la ciudad de Riobamba se determinó que los motivos principales de movilización de las personas son actividades relacionadas a la alimentación (53%), trabajo (32%), comercio (10%), y salud (5%) acciones que son primordiales para la vida de las personas, mismas que se han realizado empleando los siguientes medios de transporte: vehículo particular en un 37%, la caminata en un 32%, la bicicleta en un 17%, el taxi particular en un 11% y la motocicleta en un 3%, dejando totalmente de lado el sistema de transporte público ya que no es una de las opciones más seguras debido a la situación a la que el mundo se está enfrentando actualmente.

Estudio de factibilidad de los tres sistemas eléctricos complementarios al transporte público urbano

3.5. Bicicleta eléctrica

3.5.1. Estudio de Mercado

3.5.1.1. Demanda del sistema

De acuerdo a los datos obtenidos, el 32% del total de la población (58.952) encuentra atractivo la complementación del sistema de transporte público urbano con bicicletas eléctricas demostrando una aceptación notable al momento de implementar este sistema; la demanda que existe para este servicio de bicicleta pública eléctrica es el valor mencionado anteriormente, pero para la investigación se toma en cuenta a la población de las 5 parroquias urbanas de la ciudad de Riobamba (184.226 habitantes) ya que al momento de insertar este medio al transporte público puede incrementar el número de usuarios, por lo que este servicio puede volverse más atractivo al momento de su operación.

3.5.1.2. Organismos de control

Los principales organismos que se encargarán del control de este sistema de transporte eléctrico complementario al servicio público serán:

- La Agencia Nacional de Tránsito como entidad primaria, ya que dentro de sus funciones establece todas las normas y reglamentos necesarios en relación al transporte en todas sus modalidades.
- La Dirección de Gestión de Movilidad, Tránsito y Transporte en conjunto con los agentes civiles de tránsito de la ciudad de Riobamba mismos que se encargan de regular, modernizar y ordenar las actividades relacionadas a diferentes aspectos como señalización, seguridad vial y tránsito con el objetivo de asegurar la calidad del servicio para los usuarios.

3.5.2. Estudio Técnico

3.5.2.1. Análisis para la implementación del sistema de bicicletas eléctricas en base a las variables de estudio

Tomando en cuenta la cantidad de viajes y el tiempo de duración de los mismo indicados en la figura 13 – 3, se determina que la mayor cantidad de viajes se generan y atraen dentro de la Z1 (Lizarzaburu) tomando en cuenta este análisis se tiene una base para poder desarrollar el estudio de factibilidad y la elaboración de una red de ciclovías que se conecten en función de la Z1 dando abastecimiento a todas las zonas de estudio.

Por otro lado, analizando el cruce de variables entre las zonas de atracción / generación y los motivos de viaje, tenemos al estudio y al trabajo como principales actividades por las que se movilizan los pobladores de la parte urbana de la ciudad, razón por la cual al momento de establecer los centroides para diseñar el sistema de bicicletas eléctricas, se toma en cuenta lugares de mayor concentración relacionados a instituciones educativas y el sector laboral (empresas públicas y privadas).

3.5.2.2. Infraestructura

Ciclovía

La ciclovía es un espacio destinado exclusivamente al uso de la bicicleta, delimitado y separado del tránsito motorizado y peatonal que puede ser de uno a dos carriles.

Un factor que influye en la creación de ciclovías es el aumento del uso de la bicicleta por parte de la población para movilizarse por diferentes motivos; ya que en base a los resultados obtenidos de las encuestas se evidencio que durante la emergencia sanitaria covid-19 el uso de la bicicleta aumento del 5% al 17%, por ello se busca dar seguridad a estos usuarios viales mediante una red de ciclovías.

Cabe resaltar que para la construcción de la ciclovía es necesario contar con un presupuesto de \$90.000 por kilómetro de vía. (Villa Uvida, 2014)

En base a la figura 14 – 3 se determina que los principales motivos por el cual se movilizan las personas son por trabajo y estudio añadiendo que la mayor cantidad de viajes se concentran en la Z1, por ello es necesario crear una red de ciclovia que permita conectar la mayor cantidad posible de instituciones educativas y empresas públicas o privadas de la zona urbana de la ciudad de Riobamba sin dejar de lado la población que se moviliza por otros motivos.

Partiendo de las consideraciones anteriores y en base al número de viajes generados y atraídos obtenido de las encuestas, se identifica los posibles centroides por cada zona que permiten determinar las diferentes alternativas de rutas de ciclovia.

Tabla 42 – 3: Posibles centroides por parroquia urbana

No.	Parroquia (zona)	Posibles Centroides
1	Lizarzaburu	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Sector media luna</u> • <u>Escuela Superior Politécnica de Chimborazo</u> • Parque Sesquicentenario • <u>Terminal terrestre</u> • Parque infantil/estadio olímpico • <u>Giralda plaza</u> • Plaza Alfaro • Estación • <u>Consejo Provincial</u> • <u>Unidad Educativa Riobamba</u> • <u>Unidad Educativa Nicanor Larrea</u> • <u>Unidad Educativa Camilo Gallegos</u> • <u>Unidad Educativa Vicente Anda Aguirre</u> • <u>Unidad Educativa Jefferson</u> • <u>Hospital del IESS</u> • <u>Registro Civil</u>
2	Velasco	<ul style="list-style-type: none"> • <u>By pass- salida a Quito</u> • <u>UNIANDES</u> • <u>Multiplaza Riobamba</u> • <u>Unidad Educativa Salesianos</u> • <u>Unidad Educativa Comil</u> • Cuartel del ejercito • <u>Universidad Nacional de Chimborazo (Campus vía Guano)</u> • <u>Paseo shopping</u> • Mercado la Esperanza • Mercado Oriental • Unidad Educativa La Salle • Mercado plaza Davalos

3	Maldonado	<ul style="list-style-type: none"> • Mercado San Alfonso • Bellavista • <u>Unidad educativa Carlos Cisneros</u> • <u>Dirección de movilidad</u> • <u>Parque Industrial</u> • <u>Unidad Educativa San Felipe Neri</u> • <u>Unidad Educativa Juan de Velasco</u> • <u>Gobierno autónomo Descentralizado de Riobamba</u>
4	Veloz	<ul style="list-style-type: none"> • Mercado la merced • <u>Hospital General Docente de Riobamba</u> • <u>La Dolorosa</u> • <u>Universidad Nacional de Chimborazo (Campus Dolorosa)</u> • Mercado mayorista • Mercado San francisco • <u>Unidad Educativa Fernando Daquilema</u> • <u>Unidad Educativa Edmundo Chiriboga</u> • <u>Unidad Educativa Isabel de Godin</u>
5	Yaruquíes	<ul style="list-style-type: none"> • Barrio La Primavera • Estadio Yaruquíes • Iglesia San Juan Bautista de Yaruquíes • <u>Unidad Educativa George Washington</u>

Fuente: Trabajo de investigación

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Diseño de la ciclovía

El diseño de una ciclovía se basa en el dimensionamiento de todos los componentes de la infraestructura ciclista para garantizar una adecuada movilidad de los usuarios brindando la máxima seguridad posible durante la circulación. (Villa Uvida, 2014)

Según (Villa Uvida, 2014) para el diseño de ciclovías eficientes se debe tomar en cuenta los siguientes aspectos básicos:

- La función de la vía, tipo, y el uso que se le da.
- Dimensiones promedio de una bicicleta

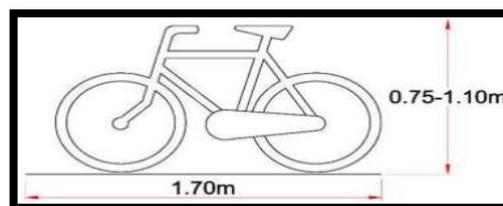


Figura 17 – 3. Dimensiones promedio de una bicicleta

Fuente: Plan Maestro de Ciclovías de Lima y Callao

- Espacios de operación del ciclista

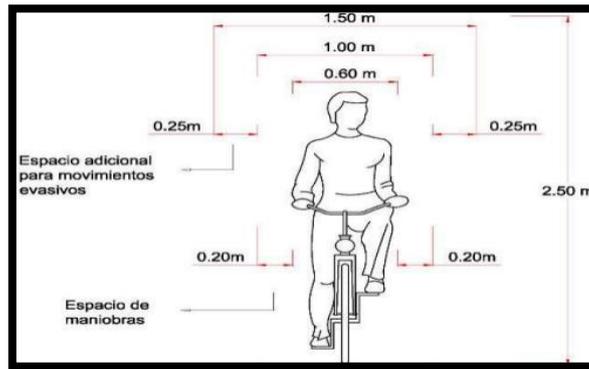


Figura 18 – 3. Espacios de operación del ciclista

Fuente: Plan Maestro de Ciclovías de Lima y Callao

Además de parámetros técnicos como el ancho de la ciclovía, velocidad de diseño, el radio de volteo, el peralte y el perfil longitudinal, los cuales se calculan de acuerdo a la situación geográfica de cada ciudad y un trabajo de campo.

Ancho de la ciclovía

El ancho de la ciclovía dependerá básicamente del ancho efectivo de la calzada, y se propone que para calles urbanas de zonas de ampliación debe ser de 8,50 metros, además se considera un ancho mínimo para la ciclovía de 1,0 metro y pendiente máxima del 10%. (Villa Uvida, 2014)

De acuerdo con el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-Parte 6 “Señalización vial ciclovías” se establece que para ciclovías de un solo sentido y carril deben tener un ancho mínimo de 1,20 metros para permitir una circulación cómoda, pero si se toma en cuenta el adelantamiento y la circulación en paralelo el ancho recomendable de vía sería 1,50 metros. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011)

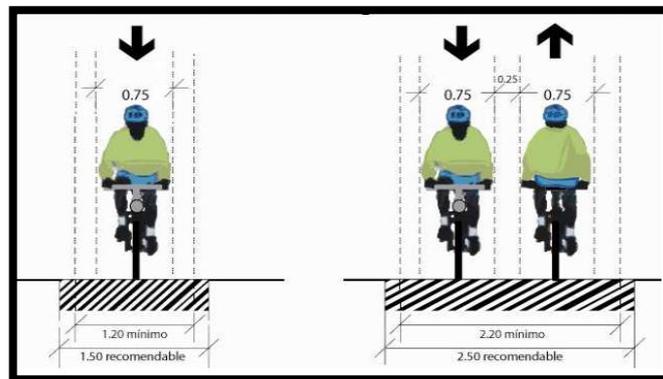


Figura 19 – 3. Ancho recomendado de ciclovía

Fuente: RTE-INEN 004 Señalización vial parte 6 “Ciclovías”

Trazado de rutas

Para trazar la red de ciclovía se analizó el comportamiento de los viajes dentro de la zona urbana de la ciudad y los posibles centroides por parroquia tabla 42 – 3 los cuales son puntos referenciales para establecer la ruta de la ciclovía buscando dar conectividad a las 5 parroquias urbanas estudiadas.

Tabla 43 – 3: Rutas de ciclovía propuestas

Tramo	Identificación
Ruta 1	Lizarzaburu - Veloz
Ruta 2	Velasco - Maldonado
Ruta 3	Yaruquíes – Unach vía a Guano

Fuente: Encuesta

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Características de la Ruta 1 - Lizarzaburu – Veloz:

Tabla 44 – 3: Características de la Ruta No. 1

Parámetro	Descripción
Ruta ida	Avenida Pedro Vicente Maldonado; Avenida La Prensa; Avenida Daniel León Borja; Calle 10 de agosto; Avenida Eloy Alfaro; Avenida Leopoldo Freire
Ruta retorno	Avenida Leopoldo Freire, Calle Primera Constituyente; Calle Carabobo; Avenida Daniel León Borja; Avenida La Prensa; Avenida Pedro Vicente Maldonado
Distancia total	16,3 kilómetros
Ancho de ciclovía	1,50 metros
Número de carriles	1 carril por sentido
Sentido de ciclovía	Unidireccional

Fuente: Encuesta

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Características de la Ruta 2 - Velasco – Maldonado

Tabla 45 – 3: Características de la Ruta No. 2

Parámetro	Descripción
Ruta ida	Avenida Lizarzaburu; Avenida La Prensa; Calle Gonzalo Dávalos; Calle Uruguay; Avenida Héroes de Tapi; Avenida Antonio José de Sucre; Avenida Luis Cordovez; Calle Juan de Velasco; Calle Febres Cordero; Avenida Juan Bernardo de León
Ruta retorno	Calle Buenos Aires; Calle Mariana de Jesús; Avenida Luis Cordovez; Avenida Antonio José de Sucre; Avenida Héroes de Tapi; Calle Brasil; Calle Gonzalo Dávalos; Avenida La Prensa; Avenida Lizarzaburu
Distancia total	14 kilómetros
Ancho de ciclovía	1,50 metros
Número de carriles	1 carril por sentido
Sentido de ciclovía	Unidireccional

Fuente: Encuesta

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Características de la Ruta 3 - Yaruquíes – Unach vía a Guano

Tabla 46 – 3: Características de la Ruta No. 3

Parámetro	Descripción
Ruta ida	Avenida Antonio José de Sucre; Calle Carabobo; Avenida Atahualpa; Padre Lobato
Ruta retorno	Padre Lobato; Avenida Atahualpa; Avenida 9 de Octubre; Calle Vicente Rocafuerte; Avenida Antonio José de Sucre
Distancia total	12,1 kilómetros
Ancho de ciclovía	1,50 metros
Número de carriles	1 carril por sentido
Sentido de ciclovía	Unidireccional

Fuente: Encuesta

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

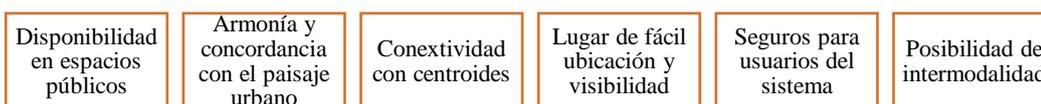


Figura 21 – 3. Criterios recomendados para ubicación de estaciones

Fuente: (Montezuma, 2015)

De acuerdo a los criterios recomendados para la ubicación de estaciones, cruce de variables entre las zonas de atracción/ generación y motivos de viaje (trabajo y estudio) figura 14 - 3 además de la tabla 42-3 de los posibles centroides de la zona urbana, se determinan los puntos de localización de las estaciones por cada parroquia, priorizando las instituciones educativas y el sector laboral, teniendo como resultado 11 estaciones que se detallan a continuación:

Tabla 47 – 3: Ubicación de estaciones de bicicletas eléctricas

No.	Estación	Ubicación
1	“Avenida Pedro Vicente Maldonado”	Av. Pedro Vicente Maldonado y Calle Cofanes ➤ -1.65762, -78.69074
2	“Escuela Superior Politécnica de Chimborazo”	Av. Pedro Vicente Maldonado y Calle Pedro Alcocer ➤ -1.66164, -78.67667
3	“Terminal Terrestre/Unidad Educativa Riobamba”	Av. La Prensa y Calle Agustín Davalos ➤ -1.66279, -78.66343
4	“Plaza Eloy Alfaro”	Av. Daniel León Borja y Calle Juan Montalvo ➤ -1.66948, -78.65395
5	“Universidad Nacional de Chimborazo” (Campus la Dolorosa)	Av. Eloy Alfaro y Calle Primera Constituyente ➤ -1.67947, -78.64161
6	“Sector Mercado Mayorista”	Av. Leopoldo Freire y Calle Bucarest ➤ -1.68678, -78.63402
7	“Yaruquíes”	Calle Eloy Alfaro y Calle Padre Lobato ➤ -1.68842, -78.67594
8	“Unidad Educativa Comil”	Av. Héroes de Tapi y Av. Antonio José de Sucre ➤ -1.6632, -78.64956
9	“Universidad Nacional de Chimborazo” (Campus Vía a Guano)	Av. Antonio José de Sucre y Calle S/N ➤ -1.65008, -78.64268
10	“Bellavista / Unidad Educativa Juan de Velasco”	Calle Buenos Aires y Calle Cuba ➤ -1.67378, -78.63858

Fuente: Trabajo de investigación

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Parqueaderos

Los parqueaderos conforman parte de la infraestructura y son esenciales para el buen funcionamiento del sistema de bicicleta pública, para su correcta ubicación se deben considerar algunas variables como:

- Capacidad
- Seguridad
- Accesibilidad
- Comodidad

El modelo de parqueadero que se utilizara contará con elementos de U invertida, distancia entre ejes de bicicleta de 0,60 metros, capacidad de 10 bicicletas y un espacio de 2,4 x 4,8 metros que se asemeja al espacio que ocupa un vehículo convencional. (Villa Uvida, 2014)

Según (Cali & Tasigchana, 2019) el precio estimado para el modelo de parqueadero escogido es de \$1.650 por unidad.

Para determinar el número de parqueaderos se basa en dos aspectos fundamentales: el tipo de ciudad y el número de habitantes de la zona de estudio; según el Manual de Optimización de Sistemas de Bicicleta Pública en ciudades europeas tenemos la siguiente información:

Tabla 48 – 3: Tipo de ciudad por No. de habitantes

Tipo de ciudad	No. de habitantes
Ciudades grandes	Más de 500.000 habitantes
Ciudades medianas	De 100.000 a 500.000 habitantes
Ciudades pequeñas	De 20.000 a 100.000 habitantes

Fuente: (Optimising Bike Sharing in European Cities, 2011)

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Tabla 49 – 3: Parqueaderos promedio por tipo de ciudad

No.	Promedio ciudades grandes	Promedio ciudades medianas	Promedio ciudades pequeñas
Parqueaderos por cada 10.000 habitantes	1,5	1,3	1,8

Fuente: (Optimising Bike Sharing in European Cities, 2011)

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Para calcular el número de parqueaderos se ha determinado que Riobamba es una ciudad mediana y para el número de habitantes se utiliza la población proyectada al año 2020 de las parroquias urbanas que es 184.226 habitantes.

Tabla 50 – 3: Número de parqueaderos para el área de estudio

Promedio de parqueaderos para ciudades medianas	Población de estudio área urbana ciudad de Riobamba	Número de parqueaderos promedio para área de estudio.
1,3 parqueaderos por cada 10.000 habitantes	184.226 habitantes	24 parqueaderos

Fuente: Trabajo de investigación

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Ubicación de parqueaderos

La ubicación de los parqueaderos se define en base a tres principales parámetros: criterios recomendados (seguridad, capacidad, accesibilidad y comodidad), cruce de variables entre las zonas de atracción/ generación y motivos de viaje (trabajo y estudio) figura 14 -3, además de la tabla 42 -3 de los posibles centroides de la zona urbana, determinando así los puntos de localización de los parqueaderos por cada parroquia, priorizando las instituciones educativas y el sector laboral, teniendo como resultado 24 parqueaderos considerando que deben situarse adyacente a la ciclovía y no generar molestias al peatón.

Tabla 51 – 3: Ubicación de parqueaderos para bicicleta eléctrica

No.	Parqueadero	Ubicación
1	“Avenida Pedro Vicente Maldonado”	Av. Pedro Vicente Maldonado y Calle Cofanes ➤ -1.65767, -78.69053
2	“ESPOCH”	Av. Pedro Vicente Maldonado y Calle Pedro Alcocer ➤ -1.66173, -78.67635

3	“Gasolinera Brito”	Av. Pedro Vicente Maldonado y Calle Juan de Dios Morales ➤ -1.66362, -78.66961
4	“Gasolinera Jorge Calderón”	Av. La Prensa y Av. Unidad Nacional ➤ -1.66556, -78.66579
5	“Terminal Terrestre”	Av. La Prensa y Calle Agustín Davalos ➤ -1.66268, -78.66328
6	“Parque Infantil”	Av. Daniel León Borja y Calle Primeras Olimpiadas ➤ -1.66579, -78.65827
7	“Plaza Eloy Alfaro”	Av. Daniel León Borja y Calle Juan Montalvo ➤ -1.66941, -78.65401
8	“Mercado San Francisco”	Calle 10 de Agosto y Calle Juan de Velasco ➤ -1.6749, -78.6474
9	“La Dolorosa”	Av. Eloy Alfaro y Calle Primera Constituyente ➤ -1.67939, -78.64153
10	“Sector Mercado Mayorista”	Av. Leopoldo Freire y Calle Bucarest ➤ -1.68683, -78.63398
11	“UE George Washington	Av. Atahualpa ➤ -1.68407, -78.66783
12	“Capitán Edmundo Chiriboga”	Av. 9 de Octubre y Calle Vicente Rocafuerte ➤ -1.67724, -78.65885
13	“La Condamine”	Calle Carabobo y Calle Colombia ➤ -1.67296, -78.65588
14	“Comil”	Av. Héroes de Tapi y Av. Antonio José de Sucre ➤ -1.66317, -78.64964
15	“Gasolinera Primax	Av. Antonio José de Sucre y Av. Edelberto Bonilla Oleas ➤ -1.66052, -78.64774
16	“Colegio Maldonado”	Av. Antonio José de Sucre y Calle Gerónimo Carrión

		➤ -1.65872, -78.6468
17	“Paseo Shopping”	Av. Antonio José de Sucre y Calle Girasoles
		➤ -1.65326, -78.64452
18	“Unach”	Av. Antonio José de Sucre
		➤ -1.65198, -78.64348
19	“By Pass”	Av. Lizarzaburu y Av. Monseñor Leónidas Proaño
		➤ -1.64548, -78.67301
20	“Uniandes”	Av. Lizarzaburu y Calle Joaquín Pinto
		➤ -1.64946, -78.66985
21	“Parque Cdl. Cemento Chimborazo”	Av. Lizarzaburu y Calle Emilio Colina
		➤ -1.65323, -78.66723
22	“Sector Multiplaza”	Av. Lizarzaburu y Av. Saint Amand Montrond
		➤ -1.65577, -78.66465
23	“Colegio Salesianos”	Calle Gonzalo Dávalos y Calle Los Nogales
		➤ -1.66083, -78.65598
24	“Bellavista”	Calle Buenos Aires y Calle Cuba
		➤ -1.6739, -78.63833

Fuente: Trabajo de investigación

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Mapa total de la red de ciclovía, estaciones y parqueaderos para el sistema de bicicleta eléctrica pública

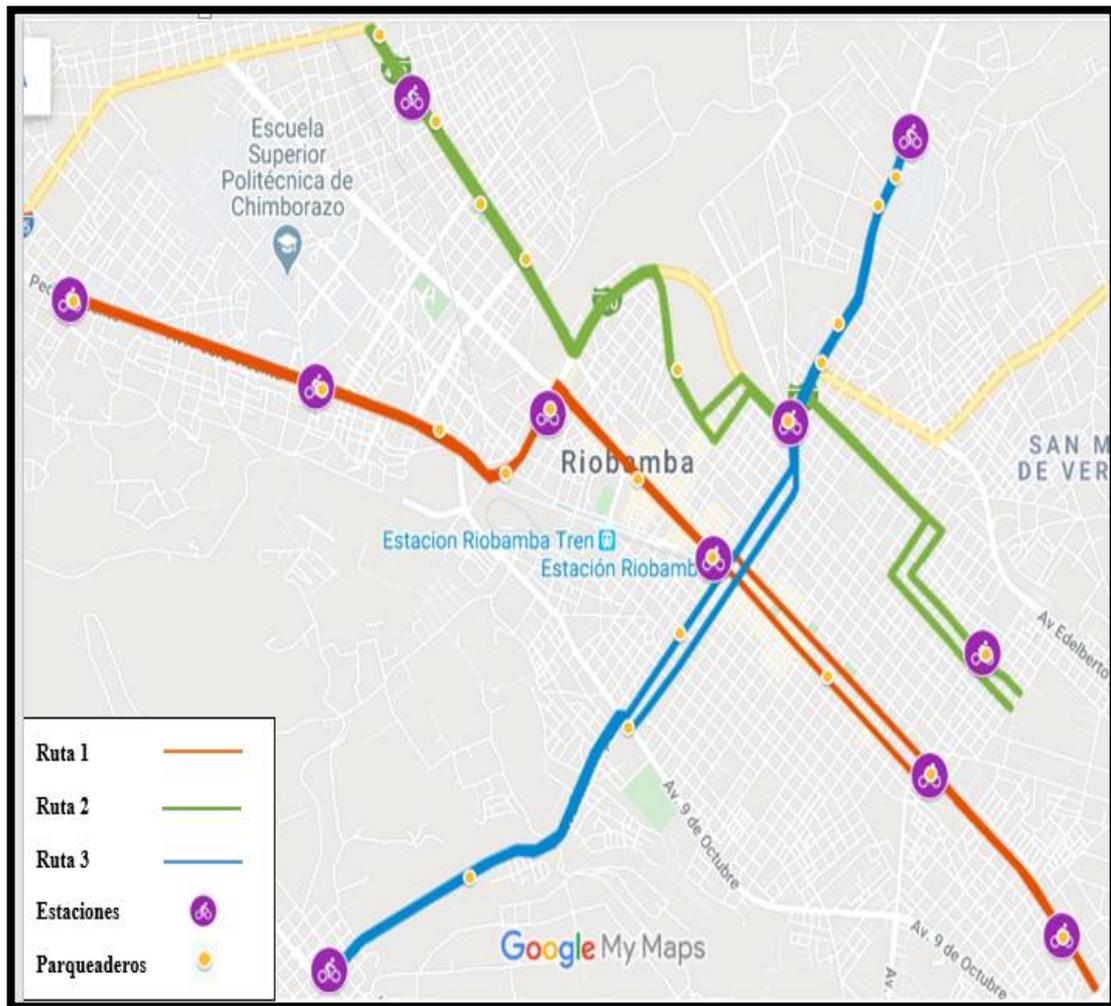


Figura 22 – 3. Mapa total de la red de ciclovía, estaciones y parqueaderos

Fuente: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Señalización

Señalización Vertical

Son todos los dispositivos instalados a nivel de la vía o sobre ella, mediante placas fijadas en postes o estructuras con el objetivo de transmitir a los usuarios viales la reglamentación, prevención e información al momento de desplazarse.

En el caso de las ciclovías, estas señales deben ser claras y visibles tanto para el ciclista como para los demás usuarios viales, con la finalidad de compartir la vía de una manera correcta, garantizando la seguridad de todos y evitar accidentes. Deben ser ubicadas en puntos estratégicos a lo largo de la ciclovía tomando en cuenta parámetros específicos y de acuerdo a la función que cumplen.

Señales regulatorias

Tabla 52 – 3: Señales regulatorias

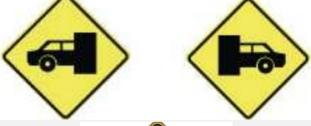
Señalética	Ilustración	Código	Observación
Ciclovia exclusiva.		RC2 - 1	Indica la circulación exclusiva de bicicletas.
No rebasar		RC3 - 1	Prohíbe rebasar y la circulación en paralelo de dos ciclistas.
No motocicletas y similares		R3 - 7	Prohibición de ingreso de motocicletas, tricimotos, cuadrones en una ciclovia.

Fuente: RTE-INEN 004 Señalización vial parte 6 “Ciclovías”

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Señales preventivas

Tabla 53 – 3: Señales preventivas

Señalética	Ilustración	Código	Observación
Vía resbalosa		PC1 - 1	Advierte al ciclista que las condiciones de la vía pueden causar pérdida de control de la bicicleta.
Entrada y salida de vehículos		PC1 – 4D PC1 – 4I	Advertencia de aproximación a una entrada o salida de vehículos.
Ciclistas en la vía		PC6 - 4	Se utiliza en zonas de alta concentración de ciclistas en base a estudios.
Cruce de bicicletas al virar		PC6 – 5I PC6 – 5D	Advertencia de aproximación a un cruce de infraestructura ciclista al girar.
Descenso, ascenso pronunciado		PC1 - 2	Advertencia al ciclista de aproximación a un descenso o ascenso pronunciado.

Fuente: RTE-INEN 004 Señalización vial parte 6 “Ciclovías”

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Señales informativas

Tabla 54 – 3: Señales informativas

Señalética	Ilustración	Código	Observación	Ubicación
Estacionamiento para bicicletas		IC2 - 1	Indica lugares donde existe el aparcamiento para bicicletas.	Estas señales se ubicaran en los mismos puntos donde se plantearon las estaciones y parqueaderos del sistema de bicicleta eléctrica pública.
Renta de bicicletas			Indica lugares donde se puede alquilar una bicicleta.	

Fuente: RTE-INEN 004 Señalización vial parte 6 “Ciclovías”

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Semáforos

Los semáforos para la ciclovía deben ser colocados en toda intersección semaforizada para vehículos motorizados que se encuentren dentro de la ruta propuesta, con el objetivo de aumentar la seguridad del ciclista. En base al RTE INEN 004 “Señalización vial Parte 5. Semaforización” los semáforos tendrán una altura máxima de 3,50 m, coordinados correctamente con los semáforos peatonales y de vehículos, dejando un tiempo de preferencia de 3 a 5 segundos para el arranque.



Figura 23 – 3. Semáforo para bicicletas

Fuente: RTE-INEN 004 Señalización vial parte 6 “Ciclovías”

Señalización Horizontal

Representa la demarcación ubicada a lo largo de la ciclovía, serán pintadas de color blanco, amarillo y opcional el color verde en la calzada de las calles urbanas de la ciudad de Riobamba con la finalidad de guiar a los usuarios de la ciclovía.

Tabla 55 – 3: Señalética horizontal

Señalética	Grafica	Observación
Flecha, símbolo y letra sobre pavimento.		Para todos los casos de señalización horizontal para ciclovías deberán cumplir con la norma NTE INEN 1042.
Señalización para carril bicicleta en contra flujo y carril bicicleta con estacionamiento o en paralelo.		Indica carril exclusivo de ciclovía unidireccional en contraflujo, mismo sentido y ciclovías junto a estacionamientos.
Señalización cruce de ciclistas en intersección para ciclovía unidireccional.		El color verde es opcional para aumentar la seguridad y correcta movilidad.
Separadores viales tipo delineador de carril exclusivo.		<p>Propósito de proporcionar un espacio más seguro y visible para los ciclistas.</p> <p>Alto: 85 mm</p> <p>Ancho: 150 mm</p> <p>Largo: 400 mm</p> <p>Colocación: cada 300 mm</p>

Separadores
viales tipo
delineador
abatible.



Altura mínima:
750 mm
Diámetro: 750 –
100 mm
Ancho de la base:
100 – 200 mm
Colocación en
intersecciones.

Fuente: RTE-INEN 004 Señalización vial parte 6 “Ciclovías”
Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

3.5.2.3. Flota vehicular

Para el sistema se ha propuesto una bicicleta eléctrica diseñada especialmente para movilizarse de manera rápida dentro del área urbana de la ciudad, el modelo “Vit” es importado por la empresa ecuatoriana “Ecomove” ubicada en la ciudad de Quito con un costo aproximado de \$1.159,82, además se incluirá un GPS con un valor estimado de \$45,00; dando un total de \$1.204,82 por unidad acotando que cada una vendrá con su cargador.



Figura 24 – 3. Bicicleta eléctrica modelo “Vit”
Fuente: (Ecomove, 2020)

Tres modalidades: eléctrico, asistencia de pedal, manual	Batería: 36V 10Ah Li-ion	Motor: posterior de cubo sin engranaje sin escobillas 36V 250W	Velocidad: 28 Km/h
Autonomía: 30 - 60 km; 0,036 kWh/Km	Tiempo de carga: 5 horas 100-240V	Material: aleación de aluminio 6061	Peso: 23 Kg
Carga máxima: 110 Kg	Llanta: 28"	Monitor LCD 36V Luz frontal	Modelo: urbana

Figura 25 – 3. Características técnicas de la bicicleta eléctrica modelo “Vit”

Fuente: (Ecomove, 2020)

Cálculo de la flota

Para determinar el número de bicicletas eléctricas se basa en dos aspectos fundamentales: el tipo de ciudad tabla 48 – 3 y el número de habitantes de la zona de estudio según el Manual de Optimización de Sistemas de Bicicleta Pública en ciudades europeas.

Tabla 56 – 3: Promedio bicicletas por tipo de ciudad

No.	Promedio grandes ciudades	Promedio medianas ciudades	Promedio pequeñas ciudades
Bicicletas por cada 10.000 habitantes	15,6	14,4	14,0

Fuente: (Optimising Bike Sharing in European Cities, 2011)

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Para calcular la flota se ha determinado que Riobamba es una ciudad mediana y se utiliza la población proyectada al año 2020 de las parroquias urbanas que es 184.226 habitantes.

Tabla 57 – 3: Número de bicicletas para el área de estudio

Promedio de bicicletas para ciudades medianas	Población de estudio área urbana ciudad de Riobamba	Número de Bicicletas promedio para área de estudio
14,4 bicicletas por cada 10.000 habitantes	184.226 habitantes	265 bicicletas

Fuente: Trabajo de investigación

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

3.5.2.4. Gestión y operación

Para la implementación de un sistema público de bicicletas se puede considerar los siguientes criterios:

Tabla 58 – 3: Parámetros para un sistema de bicicleta pública

Parámetro del sistema	Criterio y objetivo a considerar:
Temporales	Horario de servicio; días a la semana Tiempo de uso de la bicicleta; gratuito o con costo
Espaciales	Localización de los parqueaderos Densidad poblacional Localización de las estaciones
Modelo de bicicleta	Tamaño Tipo de bicicleta (eléctrica o convencional) Accesorios y complementos Características técnicas Costo
Restricciones de uso	Edad Residente o turista Cédula de ciudadanía
Funcionamiento	Moneda/ tarjeta/ vía celular/ mixto
Coste para el usuario del sistema	Gratuito/ tarifa por uso/ cobro de gastos de tarjeta y seguro/ cobro extras/ inscripción
Responsabilidades de la administración	Devolución/ daños/ robo/ accidentes
Responsabilidades del usuario	Devolución/ daños/ robo/ accidentes
Responsabilidades de la empresa	Daños/ robo/ accidentes
Gestión	Privada/ pública/ mixta
Financiación	Privada/ pública/ mixta
Indicadores	No. de usuarios/ incidencias/ quejas/ reparaciones/ sugerencias
Mantenimiento del sistema	Incidencias/ redistribución de bicicletas/ daño o cambio de bicicletas
Difusión y publicidad	Vía internet/ mediante los GADS/ campañas

Fuente: Guía metodológica para la implantación de sistemas de bicicletas públicas en España 2007

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Se plantea un sistema de bicicleta eléctrica pública gestionada por la Dirección de Gestión de Movilidad, Tránsito y Transporte de Riobamba, tendrá un talento humano especializado y un software para control por GPS a cada unidad. Con estaciones y paradas ubicadas de acuerdo a la necesidad de la población mediante un estudio de campo, área de mantenimiento y bodega para

guardar las bicicletas, contara además con un sistema para recolección de las bicicletas dentro del perímetro urbano.

Objetivo del sistema:

Brindar un servicio de transporte sostenible y amigable con el medio ambiente, a través de una red de ciclovías para el uso de bicicletas eléctricas, garantizando la seguridad y movilidad adecuada dentro del perímetro urbano mejorando la calidad y estilo de vida de los pobladores de la ciudad de Riobamba.

Normas para inscripción y uso del servicio

- Presentar requisitos, formulario, contrato y valor de la inscripción anual en la Dirección de Gestión de Movilidad, Tránsito y Transporte de Riobamba.
- Aprobada la inscripción, se remitirá un carnet al usuario del sistema de bicicleta eléctrica pública que tendrá vigencia de un año.
- El usuario del sistema será capacitado previamente acerca del funcionamiento de las bicicletas eléctricas.
- Para el uso del sistema, la persona se acercará a cualquier estación del sistema y presentará su carnet, posteriormente se le entregará la unidad.
- Se dará un tiempo máximo de 45 minutos para el uso de la unidad.
- Al terminar el tiempo, el usuario depositara la bicicleta en la estación o parada más cercana.

Obligaciones generales del uso del servicio

- El carnet es único e intransferible.
- Circulación permitida solo para una persona por bicicleta.
- Respetar las normas y leyes de tránsito.
- Uso de casco, chaleco o cintas reflectivas para la circulación.
- Asegurarse del buen estado de la bicicleta, cualquier daño será sancionado.

Valor por uso del sistema:

De acuerdo a los resultados obtenidos de la encuesta realizada, se puede evidenciar que el 61% de la población prefiere pagar de \$20 - \$30, es decir el valor más bajo y económico por la inscripción anual al sistema. Pero tomando en cuenta la inversión necesaria y el mantenimiento para las bicicletas eléctricas, se ha escogido un rango de precio de \$31 - \$40 para la inscripción anual al sistema de bicicleta eléctrica pública.

Horario de atención del sistema:

- **Lunes a Viernes:** 07:00 am – 19:00 pm
- **Sábado, domingo y feriados:** 08:00 am – 17:00 pm

Publicidad

El marketing es un factor muy decisivo para impulsar un nuevo sistema de transporte, ya que mediante la publicidad se podrá llegar positivamente a la población incentivando el uso de este nuevo sistema; de acuerdo al análisis de datos se puede identificar que la población prefiere la difusión de nueva información a través de redes sociales, televisión y páginas web, por ello la publicidad y marketing debe centrarse en estos medios digitales sin dejar de lado otras formas de publicidad.

Se propone crear cuentas oficiales en redes sociales (Facebook, Instagram, Twitter), spots publicitarios en canales de televisión locales, página web, vallas publicitarias dentro de la ciudad, anuncio en periódicos dando a conocer la red de ciclovía, calles específicas, ubicación de paradas y estaciones, valor por uso del sistema, modelo de bicicleta y las ventajas del nuevo sistema de bicicleta eléctrica pública.

Vehículo para recolección y distribución de bicicletas

Dentro del sistema se plantea la distribución y recolección de las bicicletas eléctricas en los parqueaderos y estaciones propuestas en la zona de estudio; para ello se ha planteado la adquisición de dos vehículos tipo furgoneta de la marca JAC con un costo aproximado de \$ 39.990,00.



Figura 26 – 3. “JAC Sunray” de carga

Fuente: (JAC Motors, 2020)

3.5.3. Estudio Económico

3.5.3.1. Talento humano

Para la gestión del sistema de bicicleta eléctrica pública se ha propuesto varios cargos tomando como base el organigrama estructural del sistema de bicicleta pública “Bici-Quito”; los mismos estarán supervisados por la Dirección de Movilidad de ciudad de Riobamba.

Tabla 59 – 3: Talento humano propuesto

Cargo	No. de trabajadores	Salario unitario	Salario total
Gerente del sistema de bicicleta pública eléctrica	1	\$800,00	\$800,00
Jefe de operaciones	1	\$415,38	\$415,38
Jefe de mantenimiento	1	\$415,38	\$415,38
Coordinador financiero	1	\$401,20	\$401,20
Coordinador legal	1	\$400,00	\$400,00
Entrega y recepción (atención al usuario)	11	\$400,00	\$4.400,00
Mecánico	2	\$413,78	\$827,56
Supervisor de sistemas, desarrollo, tecnología	1	\$500,00	\$500,00
Ayudante de sistemas	1	\$400,00	\$400,00
Chofer (recolección y distribución de bicicletas)	2	\$400,00	\$800,00
TOTAL:	22	\$4.545,74	\$9.359,52

Fuente: Tabla de salarios mínimos sectoriales 2020 - Ministerio del Trabajo
Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

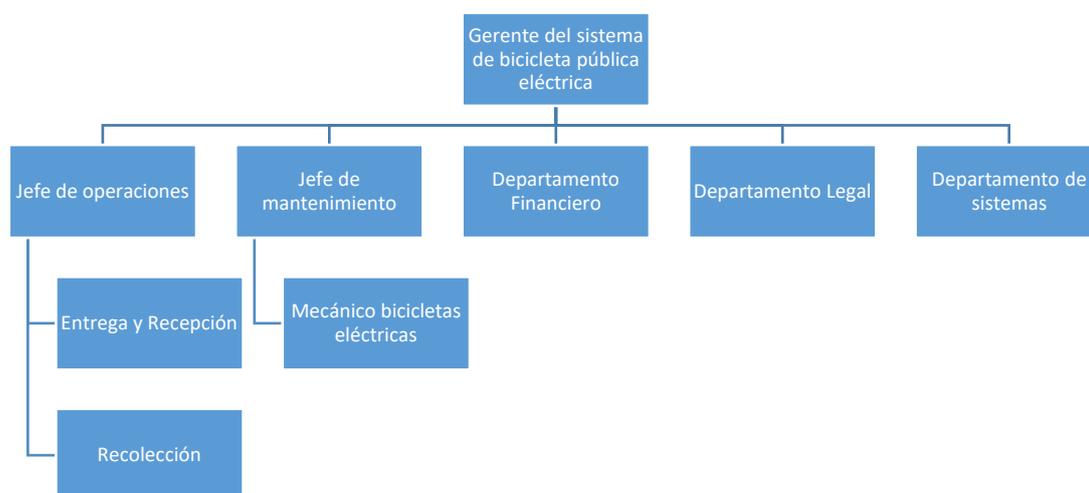


Figura 27 – 3. Organigrama estructural para sistema de bicicleta eléctrica pública

Fuente: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

3.5.3.2. Mantenimiento de una bicicleta eléctrica

A continuación, se detallan los componentes básicos de la bicicleta eléctrica en general, su año de vida útil y precio aproximado en el mercado internacional.

Tabla 60 – 3: Costo de componentes de una bicicleta eléctrica

Concepto	Vida útil	Precio (dólar)
Cuadro	Indefinida	\$ 177,16
Sillín	2 años	\$ 35,43
Manillar	Indefinida	\$ 59,05
Suspensión	4 años	\$ 47,24
Pastillas de freno	1 año	\$ 11,81 par
Cubiertas de rueda	2 años	\$ 35,43
Cámara de aire	2 años	\$ 8,27
Ruedas completas	5 años	\$ 59,05
Platos y piñones	5 años	\$ 47,24
		\$ 70,87
Cambios de marcha	2 años	\$ 53,15
Pedalieres y eje	5 años	\$ 59,05
Cables de freno y marchas	2 años	\$ 5,91
Cadena	2 años	\$ 9,45
Baterías	3 años	\$ 413,38
Motores	4 años	\$ 141,73
Centralitas de control	5 años	\$ 53,15
Sensores de freno	3 años	\$ 17,72
Sensores de arranque	3 años	\$ 17,72
Cuadros de control	Indefinida	\$ 35,43
Luces delanteras	2 años	\$ 11,81

Fuente: (Rovira Coll, 2016)

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Tareas de mantenimiento

El estado físico y vida útil de la bicicleta eléctrica dependerá en gran medida del mantenimiento que se realice, por ello es necesario conocer las actividades de revisión y cada que tiempo hacerlas.

Tabla 61 – 3: Tareas de mantenimiento para bicicleta eléctrica

Tarea	Tiempo (por bicicleta)	Periodo
Limpieza	2 minutos	Semanal
Lubricación	5 minutos	Bimensual
Inspección	15 minutos	Semestral
Baterías	3 minutos	Semestral
Total	25 minutos	

Fuente: (Rovira Coll, 2016)

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Según (Rovira Coll, 2016) el costo de mantenimiento anual estimado para 50 bicicletas eléctricas es \$ 2.049,18; en la propuesta se señala que se necesitaran 265 bicicletas por lo cual el costo de mantenimiento anual es de \$ 10.860,67.

3.5.3.3. Inversión inicial referencial

En el estudio económico se puede detallar los valores referenciales más representativos relacionados a la inversión inicial para la implementación de un sistema de bicicleta eléctrica pública en la ciudad de Riobamba.

Tabla 62 – 3: Inversión inicial referencial para sistema de bicicleta eléctrica pública

Concepto	Unidad	Valor Unitario	Cantidad	Valor total	Observación
Parqueadero	U	\$1.650,00	24	\$39.600,00	Valor estimado para el modelo propuesto de parqueadero.
Estación	U	\$4333,69	11	\$45.470,59	Dentro de cada estación existirá una bodega de 15 m2 para guardar y cargar las bicicletas eléctricas.
Ciclovía	Km	\$90.000 por km de vía	42,4	\$3.816.000	Incluye señalización vertical y horizontal, capa de rodadura, semáforos.
Flota	U	\$1.204,82	265	\$319.277,30	El precio unitario no tiene IVA y cada bicicleta tiene su propio cargador y GPS.
Vehículo tipo furgoneta	U	\$39.990	3	\$119.970	Recorrerán 11 estaciones, 24 parqueaderos distribuyendo y recogiendo las unidades.
TOTAL				\$4.340.317,89	

Fuente: Trabajo de investigación

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

3.5.3.4. Período de recuperación de la inversión (P.R.I)

El P.R.I. es un indicador financiero que nos ayuda a conocer el plazo de tiempo en el que se recuperara el total de la inversión inicial, este valor refleja la liquidez del proyecto, así como también el riesgo que existe al momento de realizar la inversión para anticipar eventos en el corto plazo. Para calcular el P.R.I. que tendrá la implementación del sistema de bicicletas eléctricas en la ciudad de Riobamba se debe relacionar valores específicos que para la investigación se mantendrán constantes a través del tiempo como:

- Inversión inicial referencial (tabla 62 -3)
- Costos anuales generados por: costo de mantenimiento de bicicletas y costo de talento humano (tabla 59 -3)
- Ingresos anuales (inscripciones al servicio)

Para obtener este valor se toma en cuenta la cantidad de usuarios que señalaron en la encuesta la aceptación del servicio de bicicletas eléctricas que es 58.952 personas correspondiente al 32% y el valor tentativo de la inscripción anual que se encuentra establecido en un rango de \$31 - \$40 donde se toma la mediana que es de \$35,5 para posteriormente multiplicar estos valores y obtener el monto de la inscripción anual total de \$2.092.807,36.

Tabla 63 – 3: Valores acumulados anuales de ingresos y costos

Año	Ingreso anual	Costos anuales
0	0	\$ 4.340.317,89
1	\$ 2.092.807,36	\$ 4.463.492,80
2	\$ 4.185.614,72	\$ 4.586.667,71
3	\$ 6.278.422,08	\$ 4.709.842,62

Fuente: Trabajo de investigación

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

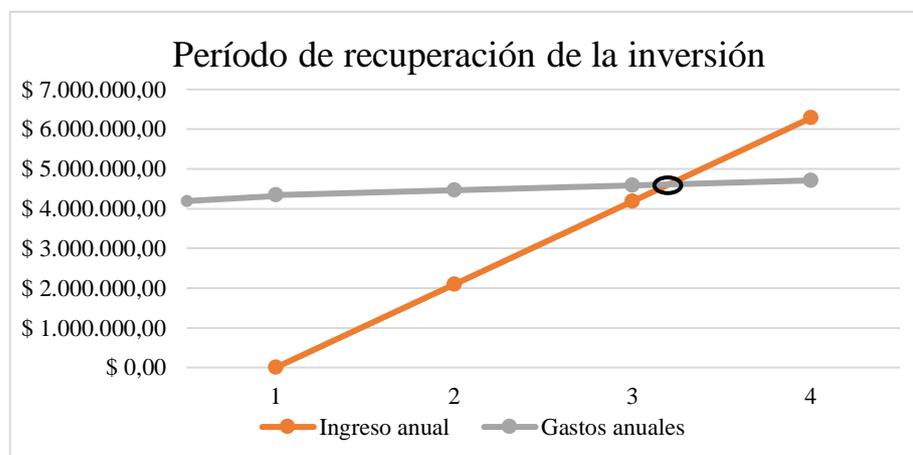


Figura 28 – 3. Período de recuperación de la inversión del sistema de bicicletas eléctricas

Fuente: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Análisis e interpretación:

Se determina que el período de retorno de la inversión al momento de implementar el sistema de bicicleta eléctrica pública en la ciudad de Riobamba es de aproximadamente 3 años y dos meses sin tomar en cuenta otros valores de ingresos y costos específicos relacionados al sistema como (patrocinadores, servicios básicos, software, etc.); demostrando así que el proyecto es viable ya que el tiempo de recuperación de la inversión inicial es relativamente corto en comparación a otros proyectos relacionados al ámbito del transporte.

3.5.3.5. Impacto ambiental y calidad de vida

Calidad del aire: con la implementación de la bicicleta eléctrica se disminuiría el uso de otros medios de transporte que necesitan de combustibles derivados del petróleo para movilizarse; por ello la bicicleta eléctrica reduciría considerablemente la emisión de gases de efecto invernadero dentro del perímetro urbano lo cual tendría un impacto positivo para el medioambiente y a la salud de la población mejorando la calidad de vida.

Incentiva la economía local: la implementación de un sistema de bicicleta pública creará oportunidades de empleo, generara beneficios financieros ya que se crearán nuevos productos y servicios en relación al sistema de bicicletas.

Reduce la congestión vehicular: con este nuevo sistema se espera la reducción del uso del automóvil para trayectos cortos, generando una mejor movilidad dentro del perímetro urbano.

Opción de transporte urbano complementario: este sistema constituye una alternativa eficiente de transporte para distancias cortas y medias dentro del perímetro urbano, además de ser un servicio complementario a otros medios de transporte públicos especialmente como parte de un sistema integrado aumentando y fomentando así el uso del transporte público.

Mejora la salud de los usuarios: con el uso de una bicicleta eléctrica que cuente además con opción de movilidad a través de asistencia de pedal o manual, se aumenta la actividad física, reduce el estrés y sedentarismo de los usuarios lo cual genera beneficios en la calidad de vida y salud proporcionando una opción práctica, económica y rápida de movilidad dentro del perímetro urbano para viaje cortos.

Genera conciencia sobre el ciclismo urbano: mediante el sistema propuesto se espera un aumento de ciclistas a nivel urbano, generando conciencia de la población en general sobre la importancia de este medio de transporte y el cuidado que se le debe dar, además con la infraestructura propuesta se brindara una mayor seguridad para poder movilizarse en bicicleta.

Desarrollo de infraestructuras y servicios para la bicicleta: con la implementación del sistema y el aumento del uso de la bicicleta en la población, se generará la necesidad de crear más

infraestructura y servicios al ciclista dentro del perímetro urbano replanteando una ciudad en función de las personas y no para los vehículos.

Mejora la imagen del ciclismo urbano: muchos sistemas se han implantado en ciudades a través el mundo como parte de la red de servicio público, aumentando la imagen positiva y la reputación de la bicicleta como un medio de transporte moderno.

Reducción de la contaminación auditiva: la bicicleta eléctrica es un medio de transporte que genera el mínimo ruido en comparación a los vehículos convencionales, por ello con la implementación de un sistema de bicicleta eléctrica pública se reducirá el uso del vehículo particular generando menor ruido dentro de la zona urbana de la ciudad de Riobamba.

Reduce tiempos de traslado: de acuerdo a los resultados obtenidos de las encuestas se puede evidenciar que tanto en una situación normal como actualmente en la pandemia Covid-19, la mayoría de viajes se realizan en un tiempo de 10 a 20 minutos, considerándolos como viajes de corta distancia; tomando en cuenta que la bicicleta es un medio de transporte efectivo para viajes de corta distancia en el perímetro urbano; con la implementación de bicicletas eléctricas se reduciría los tiempos de traslado, menor esfuerzo físico y una mayor distancia en menor tiempo en comparación a una bicicleta convencional.

3.6. Bus eléctrico

3.6.1. Estudio de Mercado

3.6.1.1. Demanda del sistema

Demanda del transporte público eléctrico

La demanda del transporte público en la ciudad de Riobamba es un factor muy importante al momento de tomar las decisiones ya que si el sistema no cuenta con la suficiente acogida no será rentable y los costos de inversión y operación no se recuperaran en su totalidad o no será capaz de generar ingresos para mantener a flote el servicio, actualmente de acuerdo a estudios realizados de la reestructuración de las rutas del sistema de transporte público en la ciudad se estima que aproximadamente el 52% de todos los pobladores de la ciudad de Riobamba ocupan el servicio de transporte público para movilizarse dentro del perímetro urbano y realizar sus necesidades de movilidad.

Haciendo una relación con el sistema del transporte público que consta con 16 líneas y 184 unidades, existe un promedio diario de 126.664 pasajeros distribuidos en las diferentes rutas y si se analiza este valor asignado a cada unidad de transporte la cantidad de pasajeros sería de 716, por lo que se puede determinar que estos valores se mantendrían y la cantidad de usuarios que

ocuparan el servicio no se verá alterado de forma significativa, siempre y cuando se mantengan parámetros adicionales como la tarifa, rutas y frecuencias, horarios.

Demanda (*Energética*)

La demanda energética se puede definir como el promedio en kilo vatios hora (kWh) requerida por las baterías del autobús eléctrico en un intervalo de tiempo determinado para que el mismo pueda funcionar de manera óptima dentro del sistema de transporte público.

Las electrolinerías son los puntos específicos donde se satisfacen las necesidades o demanda de las unidades eléctricas al momento de abastecerlas de energía para poder operar y cumplir su función dentro del sistema de transporte. Esta demanda energética depende de factores como la velocidad, distancia de los tramos, número de usuarios, temperatura, topografía, calidad de vía o estado de la capa asfáltica y el comportamiento del conductor de la unidad eléctrica. (Alvear Muevecela, 2019)

De acuerdo a un análisis realizado por el Bloomberg New Energy Finance (BNEF) pronostican que para el año 2040 la evolución del transporte eléctrico influirá directamente sobre la demanda de electricidad y el mercado de oro negro, ya que los vehículos eléctricos utilizarán 2.000 TWh es decir que su nivel en términos de demanda se incrementará alrededor de un 6% y el consumo de combustible disminuirá hasta en 7.3 millones de barriles por día. (Bloomberg, 2018)

3.6.1.2. Organismos de control

Los principales organismos que se encargarán del control de este sistema de transporte eléctrico complementario al servicio público serán:

- La Agencia Nacional de Tránsito como entidad primaria, ya que dentro de sus funciones establece todas las normas y reglamentos necesarios en relación al transporte en todas sus modalidades.
- La Dirección de Gestión de Movilidad, Tránsito y Transporte en conjunto con los agentes civiles de tránsito de la ciudad de Riobamba mismos que se encargan de regular, modernizar y ordenar las actividades relacionadas a diferentes aspectos como señalización, seguridad vial y tránsito con el objetivo de asegurar la calidad del servicio para los usuarios.

3.6.2. Estudio Técnico

3.6.2.1. Análisis para la implementación de buses eléctricos en base a las variables de estudio

Tomando en cuenta la cantidad de viajes y el medio de transporte para movilizarse indicados en la figura 15 – 3, se determina que la mayor cantidad de viajes se generan y atraen de la Z1 (Lizarzaburu) y el medio de transporte más utilizado es el bus público, tomando en cuenta este

análisis se realiza el estudio de factibilidad para la incorporación de buses eléctricos a la flota actual que operan dentro del sistema público urbano.

3.6.2.2. *Infraestructura*

Electrolineras

Las electrolineras son puntos específicos o estaciones en donde se recarga la batería de los vehículos eléctricos, su ubicación depende estratégicamente de la geografía y demografía de la ciudad, pero generalmente se encuentran en espacios de gran aglomeración de personas, como centros comerciales, gasolineras, autopistas y zonas de gran circulación vehicular.

En la ciudad de Riobamba no existe circulación de buses eléctricos por lo que hace imposible la implementación de estos puntos de carga en sectores estratégicos debido a la demanda inexistente de movilidad eléctrica. Pero si se analiza el panorama en relación al cuidado medioambiental a nivel mundial, este tipo de servicio podría implementarse en un futuro cercano en la ciudad, ya que la globalización y la utilización adecuada de los recursos está en pleno auge, además en nuestro país en base al Art. 14 de la Ley Orgánica de Eficiencia Energética se establecerá el cambio de flota en sector público a partir del año 2025, razones suficientes para realizar este tipo de estudio y proyectar las mejores alternativas en relación al uso de la electromovilidad.

Tipos de Electrolineras

De acuerdo a las características de los buses eléctricos se puede distinguir dos clases principales de electrolineras o puntos de servicio que brindan diferentes opciones, la primera hace referencia a la recarga de baterías mediante un enchufe que se conecta directamente a la red eléctrica, de acuerdo al tipo de batería dependerá el tiempo de carga de la unidad; el segundo tipo de electrolinera se enfocan al recambio de baterías, es decir dispensadores rápidos de electricidad a través del cambio instantáneo de baterías universales, este concepto podría funcionar de manera óptima siempre y cuando se tenga un modelo similar de vehículos con una baterías iguales listas para poder realizar el intercambio de las mismas y adaptarse perfectamente a la máquina.

Centro de Carga

El centro de carga hace referencia al conjunto de todos los equipos o maquinas necesarias para conectar los vehículos eléctricos a una red o suministro de energía en baja tensión. Estas infraestructuras se asocian con otros implementos o maquinas necesarias para brindar el servicio, tales como:

- Cargadores
- Conectores
- Elementos de la instalación

Estos centros de carga se ubican principalmente en las paradas o puntos de descanso de las unidades de transporte público con el fin de no obstaculizar el tránsito y realizar una mejor operación de los mismos.



Figura 29 – 3. Electrolinera en Guayaquil

Fuente: Diario “El Universo” Ecuador, 2019

Modelos de estaciones de recarga rápida para vehículos eléctricos

Actualmente existen muchas empresas en el mercado a nivel mundial que han desarrollado distintos modelos de sistemas de carga rápida, estos innovadores cargadores buscan incorporar diferentes tipos de conectores dependiendo los modelos y características de los vehículos eléctricos, entre los más sobresalientes en el mercado tenemos a:

Tabla 64 – 3: Modelos de estaciones de recarga para vehículos eléctricos

Parámetros	ABB Terra 53 CJG	INGETEA M Rapid 50	Ingerev EVlink	Schneider Electric	TESLA Supercharger
Compatibilidad con estándares	CHAdeMO, CCS Tipo 2	CHAdeMO, CCS Tipo 2	CHAdeMO, CCS Tipo 2	CHAdeMO, CCS Tipo 2	TESLA, AC Tipo 2
Potencia	50kw CCs, 50 kW CHAdeMO, 43 kW AC	90kw AC			
Frecuencia	50 Hz	50 Hz	60 Hz	60 Hz	50 -60 Hz

Fuente: (Barros Guiracocha & Ortega Ortega, 2018)

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Para el caso de la ciudad de Riobamba la mejor opción sería la implementación de un sistema de carga rápida aprovechando de esta manera la energía proporcionada por la red eléctrica, por esta situación el cargador que cumple con todas las características de rapidez y confiabilidad para el eficaz funcionamiento del sistema de transporte público en la ciudad es el **Schneider Electric EVlink 27**, ya que cuenta con tres tipos de conectores, mismos que son comunes tanto para buses

eléctricos como para vehículos eléctricos, el cargador EVlink 27 puede ser instalado en cualquier tipo de red eléctrica y se adapta fácilmente con frecuencia de 50 a 60 Hz. (Barros Guiracocha & Ortega Ortega, 2018)

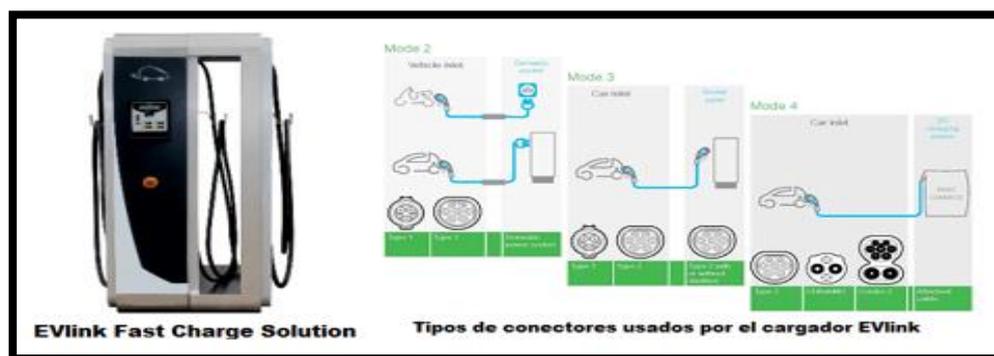


Figura 30 – 3. Schneider Electric EVlink 27
Fuente: (Schneider Electric,2020)

Ubicación de puntos de carga o electrolinerías

Para determinar los principales puntos de recarga de energía eléctrica en la ciudad de Riobamba se debe tomar en cuenta factores importantes relacionados a la ruta que realizarán los mismos dentro del perímetro urbano y se toma en cuenta que la recarga de las unidades no se debe realizar dentro de la zona céntrica o avenidas principales de la ciudad ya que esto generaría congestión y sobre todo la desorganización del tránsito vehicular.

Tomando en cuenta los siguientes aspectos, se indican los puntos tentativos para implementar la infraestructura adecuada que brindara el servicio de recarga de baterías de las unidades eléctricas.

Tabla 65 – 3: Ubicación de electrolinerías para carga de los buses eléctricos

No.	Electrolinera	Ubicación
1	Electrolinera “Las Abras”	Av. Edelberto Bonilla y Asunción ➤ (-1.67179, -78.63422)
2	Electrolinera “Las Acacias”	Panamericana y Río Santiago ➤ (-1.6381, -78.67908)
3	Electrolinera “Media Luna”	Troncal de la Sierra y Hurones ➤ (-1.65412, -78.69864)
4	Electrolinera “Av. 9 de Octubre”	Av. 9 de Octubre y 5 de Junio ➤ (-1.68176, -78.65518)
5	Electrolinera “Vía San Luis”	Av. Juan F. Proaño y Nueva Yersi ➤ (-1.69242, -78.64415)

6	Electrolinera “Yaruquíes”	Av. Cristóbal Colón y Pedro V. Maldonado ➤ (-1.68981, -78.67532)
7	Electrolinera “Vía a Chambo”	Av. Leopoldo Freire y Calle 3 ➤ (-1.69625, -78.62727)
8	Electrolinera “Sector Parque Industrial”	Av. Edelberto Bonilla Oleas y Hermanos Levi ➤ (-1.67219, -78.63437)

Fuente: Trabajo de investigación
Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Ubicación de electrolineras para carga de los buses eléctricos.

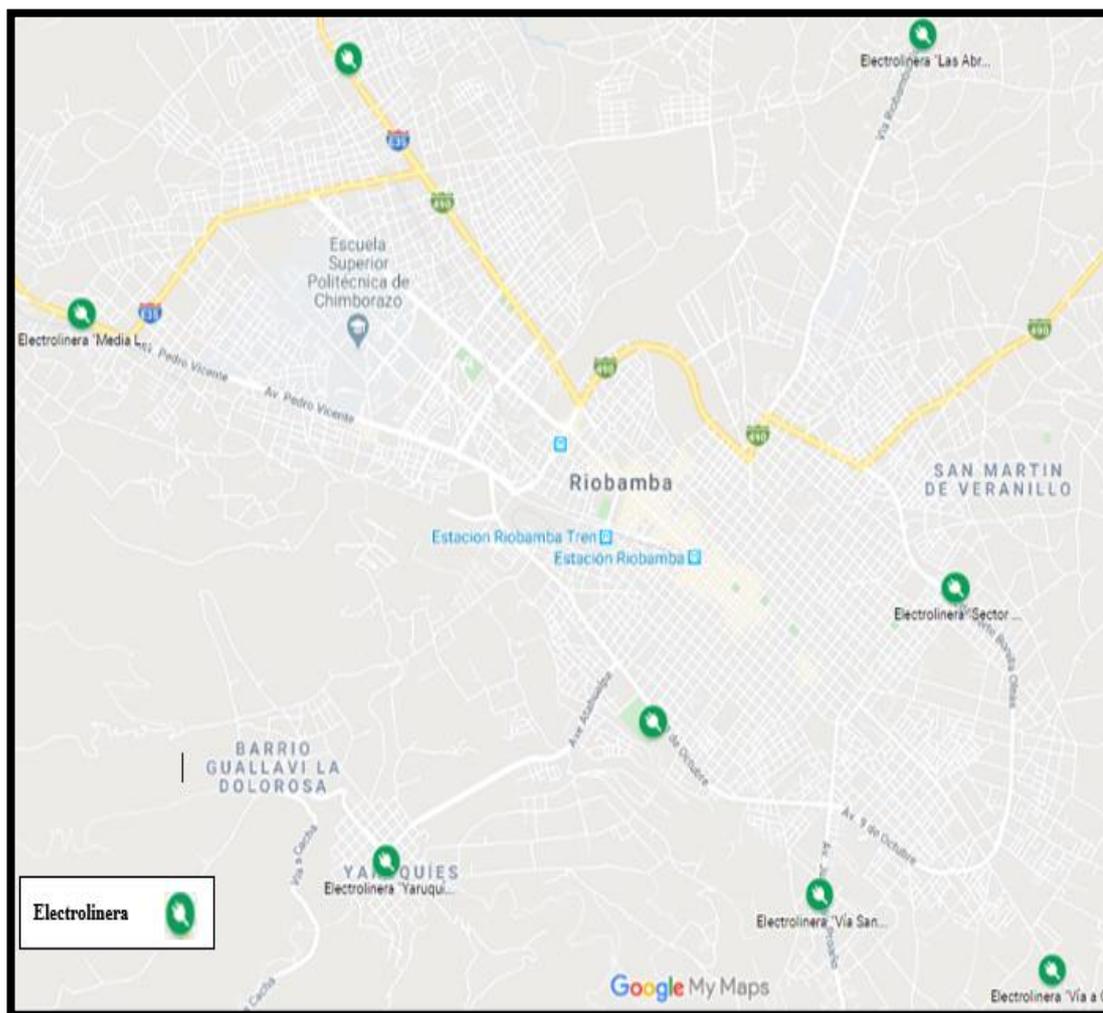


Figura 31 – 3. Ubicación de electrolineras propuestas para carga de buses eléctricos
Fuente: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Paradas del servicio de transporte público urbano

Las paradas correspondientes al sistema de transporte público urbano se encuentran establecidas de acuerdo a las rutas pertenecientes a las 16 líneas y los tramos que ocupan cada una de ellas al cubrir la extensión geográfica de la ciudad de Riobamba, actualmente las paradas que se

encuentran correctamente ubicadas de acuerdo a las normas INEN y demás reglamentos no son las únicas existentes ya que al momento de brindar el servicio existen paradas adicionales mismas que son determinadas por los usuarios de acuerdo a sus necesidades de movilidad.

De manera que al momento de incorporar los buses eléctricos a la ciudad de Riobamba la ubicación de sus paradas específicas y adicionales no se verán afectadas de ninguna manera ya que estas van de la mano con parámetros externos como número de usuarios, necesidades de movilidad, centroides, en otros aspectos que el servicio tiene que satisfacer.

3.6.2.3. Flota vehicular

Entre los principales buses eléctricos que actualmente están operando en las principales ciudades del Ecuador como Guayaquil, Quito y Cuenca, se tiene las unidades fabricadas por la empresa China BYD, el más grande fabricante y proveedor de baterías recargables a nivel mundial además de tener una gran participación en el mercado con las baterías Nickel-cadmio, Li-ion liderando de esta forma el campo de vehículos eléctricos mediante la utilización de tecnología limpia para la construcción y diseño de máquinas innovadoras y menos contaminantes.

Elección de la flota

Entre los principales modelos de buses eléctricos fabricados por la empresa BYD y de acuerdo a sus características dentro del ámbito del transporte público se tiene a:

Bus eléctrico K9G



Figura 32 – 3. Bus eléctrico modelo “K9G”

Fuente: (BYD e-Motors, 2019)

Características principales

Este bus eléctrico tiene una longitud de 12 metros, cuenta con la potencia y eficiencia para su operación en las ciudades, además de que sus gastos son mínimos en mantenimiento y carga de baterías.

Batería: 324 kWh, de litio, hierro y fosfato	La potencia del motor es de 402 HP; 1,3 KWh/km	Su tensión de carga es de 440V	Su frecuencia es de 60 Hz
La autonomía es de 250+ Km, tiempo de recarga de 4-8 horas	El ahorro de su carga es del 58% vs un motor diésel	No tiene emisiones de CO2	Capacidad 81 pasajeros

Figura 33 – 3. Características mecánicas del bus eléctrico modelo “K9G”

Fuente: BYD e-Motors, 2019

Precio del bus eléctrico modelo “K9G”

El precio de cada unidad eléctrica asciende a \$ 350.000 a \$ 360.000 en comparación a un bus de combustión interna que cuesta un tercio del valor total de un bus eléctrico, con precios alrededor de \$ 120.000 a 150.000.

De acuerdo a sus características y costo de inversión, el bus BYD K9G es la mejor opción para recorridos de ciudades medias como el caso de Riobamba, su mantenimiento y costo de operación lo hace perfecto para la economía y utilización de los recursos de la población, además de que la empresa BYD ha realizado convenios con las principales ciudades del Ecuador como Guayaquil, Quito y Cuenca para incorporar estas unidades de alta tecnología al transporte dentro de su perímetro urbano.

Cálculo de la flota

La cantidad de buses de combustión interna de la ciudad de Riobamba es de aproximadamente 184 unidades hasta los últimos datos encontrados en los permisos de operación de las 7 cooperativas y compañías pertenecientes a este sector del transporte, por lo que realizando un análisis de las unidades que están a punto de cumplir su vida útil, se determina lo siguiente:

Tabla 66 – 3: Flota vehicular del transporte público urbano por año de fabricación

Cooperativa/ Compañía	Año de Fabricación					Total Buses
	1994-1998	1999-2003	2004-2008	2009-2013	2014-2018	
Año /Unidad						
Cooperativa “Puruha”	22	19	14	1	0	56
Cooperativa “Liribamba”	15	13	8	2	3	41
Cooperativa “El Sagrario”	10	15	1	5	0	31

Compañía “Bustrap”	0	12	1	0	0	13
Compañía “Unitraseep”	0	2	8	6	12	28
Compañía “Ecoturisa”	0	0	3	6	0	9
Compañía “Urbesp”	0	4	1	1	0	6
					TOTAL	112

Fuente: (Guevara Orozco, 2017)

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

De acuerdo a la Resolución N.º 111-DIR-2014-ANT de la Agencia Nacional de Tránsito se establece un cuadro de vida útil para vehículos de transporte terrestre público y comercial, donde su aplicación es obligatoria dentro de los procesos de obtención de permisos de operación, cambios y renovaciones de vehículos, así como el incremento de las unidades dentro de las diferentes cooperativas/ compañías de transporte público y comercial. (ANT, 2014)

Tabla 67 – 3: Vida útil para transporte Intracantonal, urbano y rural

Modalidad de Transporte	Clase de vehículo	Tipo de vehículo	Vida útil total (años)
Intracantonal Urbano y Rural	Autobús	Bus o Minibús	20
		Articulado	20

Fuente: (ANT, 2014)

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Mediante un análisis en relación a la vida útil de las unidades de transporte público existentes en el sistema de transporte público urbano de la ciudad de Riobamba se puede determinar que aproximadamente el número de unidades que se encuentran próximas a cumplir los años de operación establecida son:

Tabla 68 – 3: Buses próximos a culminar su vida útil

Cooperativa/ Compañía	Año de Fabricación		
	1994-1998	1999-2003	Buses próximos a culminar su vida útil
Cooperativa “Puruha”	22	19	41
Cooperativa “Liribamba”	15	13	28
Cooperativa “El Sagrario”	10	15	25
Compañía “Bustrap”	0	12	12

Compañía “Unitraseep”	0	2	2
Compañía “Ecoturisa”	0	0	0
Compañía “Urbesp”	0	4	4
		TOTAL	112

Fuente: (Guevara Orozco, 2017)

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Las unidades que culminaron su vida útil son 47, mientras que la flota que está a punto de culminar su vida útil son aproximadamente 65 buses convencionales, teniendo un total de 112 de 184 unidades existentes que brindan el servicio de transporte público en la ciudad de Riobamba, la mayoría de estos vehículos se encuentran en la Cooperativa “Puruha”, “Liribamba” y “El Sagrario” con 41, 28 y 25 unidades respectivamente. Observando el panorama actual existen dos posibilidades que dejan totalmente abierto el tema en cuestión a la electromovilidad, ya que por una parte se podría renovar las unidades próximas a culminar sus años de operación por vehículos eléctricos K9G debido a que actualmente existe una propuesta por parte del estado que a partir del año 2025 todos los vehículos que presten servicio al sector público deberán ser eléctricos por cuestiones medioambientales, económicas y calidad de vida. Por otro lado, se puede promover la creación de una nueva cooperativa/ compañía de transporte urbano con socios que quieran renovar sus unidades por vehículos 100% eléctricos en los próximos años, o nuevas personas que quieran adquirir nuevas unidades amigables con el ecosistema, para promover la utilización de energías limpias con el objetivo de cuidar la calidad del aire y disminuir otros tipos de contaminación.

3.6.2.4. Gestión y operación

Este sistema de transporte público urbano al implementar dentro de su flota buses eléctricos se manejará de manera similar a la actual partiendo del principio en que cada socio/ dueño de las unidades que vayan a ser adquiridas o renovadas sigan formando parte de la misma cooperativa o compañía, por otro lado se plantea una nueva visión entorno a este tema de electromovilidad, ya que en un futuro la mayoría de vehículos que presten su servicio al transporte público y comercial deberán ser completamente eléctricos, se podría crear una nueva cooperativa para manejar al 100% la gestión y manejo en relación a este nuevo uso de tecnología.

La entidad que regulará completamente la gestión de rutas y frecuencias dependiendo de las necesidades de movilidad en la ciudad de Riobamba será la Dirección de Gestión de Movilidad, Tránsito y Transporte de Riobamba, ya que mediante la acción de sus técnicos en transporte, departamento jurídico, agentes de tránsito y demás talento humano capacitado en el área, desarrollaran las normas, acciones y estrategias para poder insertar este nuevo tipo de tecnología

al uso diario de la ciudadanía sin dejar de lado el control, sanciones y multas para quienes hagan mal uso del servicio.

Objetivo del Sistema

El objetivo del sistema de transporte público urbano mediante la inserción de buses eléctricos a su flota es fortalecer de manera eficaz y sostenible la forma de operación sin causar daño al medio ambiente ni a la calidad de vida de las personas que ocupan el sistema de forma diaria, brindándoles un servicio de calidad, seguridad y eficacia al momento de realizar sus viajes dentro del perímetro urbano.

Requisitos para la incorporación del vehículo eléctrico al sistema

- El vehículo debe cumplir con todos los requisitos y documentación de importación, de sus partes principales como el motor, para ser ensamblado en territorio nacional por la compañía importadora en este caso la empresa China BYD.
- El permiso para su inclusión al sistema de transporte público, deberá reflejarse en el Plan de Movilidad de la ciudad de Riobamba de acuerdo a las necesidades de la población y la operadora a la cual va a pertenecer.
- Pertenece a una cooperativa o compañía legalmente constituida, para poder realizar los trámites en conjunto para su futura operación.
- Deberá tener su logo y características principales físicas que adquieren los buses de las diferentes cooperativas, para poder operar sin problema dentro de la ciudad de Riobamba.
- Se acoplará totalmente a los horarios, rutas, tarifas establecidas por las autoridades competentes en este caso la Dirección de Gestión de Movilidad, Tránsito y Transporte de Riobamba.

Obligaciones generales para la incorporación del vehículo eléctrico al sistema

- Documentación de propiedad de la unidad en regla.
- Uso de su logo distintivo a la ciudad de Riobamba y su cooperativa.
- Respetar las normas y leyes de tránsito.
- Respetar los espacios, paradas o sitios específicos para su circulación y estacionamiento.
- Ser inclusivos con todos los pasajeros brindando un buen servicio a personas con movilidad reducida.
- Realizar un control continuo del estado físico/ mecánico de la unidad para evitar cualquier interferencia en el sistema
- Respetar los horarios y precios para la recarga de las unidades en las electrolinerías establecidas.

Horario del Sistema

De acuerdo al Anexo C se indican las características de operación para el sistema de transporte público urbano en donde se visualiza los días de trabajo con sus respectivos horarios, recalcando que las unidades eléctricas tendrán el tiempo de 4 - 8 horas para su recarga a partir del fin de su día laboral, demostrando así que no afecta al cumplimiento del servicio la incorporación de la flota eléctrica al sistema,

El horario de trabajo en los días laborables (lunes-viernes) será totalmente obligatorio para todas las líneas o tramos de transporte público, mientras que para los días sábados únicamente trabajaran las líneas con mayor demanda de pasajeros y que logren cubrir los puntos estratégicos/ específicos de la ciudad y por último para los días domingos y feriados trabajaran las líneas que abastezcan rutas esenciales de conexión entre el norte, sur, este y oeste, además de las unidades que tengan descanso podrán incorporarse al sistema en estos días si así lo desean siempre y cuando tengan el permiso de la operadora.

Rutas del Sistema

La ruta del sistema de transporte público urbano con la incorporación de los buses eléctricos no cambiará debido a que cada ruta cumple con el abastecimiento de ciertos tramos importantes dentro de las 5 parroquias urbanas de la ciudad de Riobamba, lo que puede suceder es la asignación de más o menos unidades eléctricas dependiendo la ruta o línea que le toque diariamente en el sistema rotativo de trabajo.

Estaciones o Paradas

Las estaciones o paradas de las unidades se mantendrán ya que por los horarios y frecuencias establecidas se tienen que complementar con los buses de combustión interna para no generar retrasos o desabastecimiento imprevisto dentro del sistema de transporte público eléctrico.

Tarifa del sistema

La tarifa actual por el uso del transporte público en la ciudad de Riobamba está establecida en \$0,30 centavos de dólar americano. Pero al momento de implementar estas unidades eléctricas se deberá realizar un estudio muy específico en cuestión a la nueva tarifa que se aplicará a los usuarios por el servicio; de acuerdo a la información obtenida en las encuestas a la población se obtuvo que la tarifa con más aceptación por los usuarios se encuentra en un rango de \$ (0,30 – 0,35) centavos de dólar.

Publicidad del Sistema

Actualmente predomina la era de las comunicaciones digitales, ya que a través de las redes sociales podemos encontrar cualquier tipo de información y llegar a todos los usuarios sin importar distancia o tiempo.

La publicidad o marketing es un factor muy importante dentro del desarrollo e impulso de un nuevo producto o una marca ya que se necesita llegar de forma positiva y rápida a los posibles consumidores del mismo.

Una estrategia de publicidad para insertar al mercado buses eléctricos que complementaran al sistema de transporte público de la ciudad de Riobamba, será la creación de una página web con todas las características principales, cómo: horarios, rutas, frecuencias, inquietudes, tarifas entre otros aspectos que puedan interesar a la ciudadanía. Esta página también constará con una sección de opiniones del usuario, en donde podrán expresar de esta manera sus experiencias al utilizar el sistema, brindando posibles acciones que mejoren la manera en que se brindará el servicio a futuro. Además de la difusión de información empleando medios de comunicación tales como radio, televisión y periódicos locales.

3.6.3. Estudio Económico

3.6.3.1. Talento humano

Dentro de la administración del sistema de transporte público urbano al momento de incluir buses eléctricos al servicio, se propone varias dignidades que dependiendo la forma de organización de cada cooperativa o compañía podrían integrarlas sin problema, con el objetivo de generar un ambiente de colaboración y armonía dentro de las operaciones diarias de dichas organizaciones. Se plantea el siguiente Organigrama estructural para el sistema de transporte público urbano incorporando buses eléctricos a su flota.

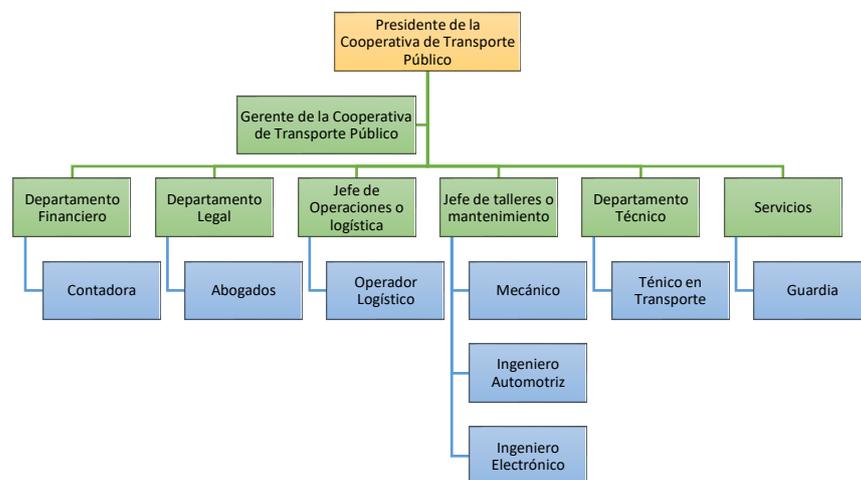


Figura 34 – 3. Organigrama estructural para buses eléctricos

Fuente: Trabajo de Investigación.

Para la gestión y administración de los colaboradores dentro de la empresa se vendrá manejando de forma tradicional con las dignidades importantes que se designa a nivel general, con la única variación de que al momento de incorporar la flota de vehículos eléctricos se deberá incluir especialistas en el área de electrónica e ingenieros automotrices específicos en el área de baterías y mantenimiento de unidades.

Tabla 69 – 3: Talento humano propuesto

Cargo	No de trabajadores	Salario unitario	Salario total
Presidente de la Coop. de Trans. Público	1	\$800,00	\$800,00
Gerente de la Coop. de Trans. Público	1	\$600,00	\$600,00
Departamento financiero (Contadora)	1	\$401,20	\$401,20
Departamento Legal (Abogado)	1	\$400,00	\$400,00
Jefe de operaciones o logística	1	\$415,38	\$415,38
Jefe de talleres o mantenimiento	1	\$415,38	\$415,38
Mecánico	2	\$400,00	\$800,00
Ingeniero Electrónico	1	\$600,00	\$600,00
Ingeniero Automotriz	2	\$600,00	\$1.200,00
Técnico en transporte	1	\$700,00	\$700,00
Guardia	1	\$400,00	\$400,00
Total	13	\$5.731,96	\$6.731,96

Fuente: Trabajo de Investigación.

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

3.6.3.2. Costo de la instalación de una electrolinera

Considerando todos los materiales que conlleva la instalación de una electrolinera se tiene un presupuesto aproximado de:

Tabla 70 – 3: Costo referencial de instalación de una electrolinera

Materiales	Unidades	Precio Unitario	Precio Total
Breaker de 125 Amp	1	\$160,00	\$160,00
Breaker de 500 Amp	1	\$180,10	\$180,10
Caja porta fusible 100 amp	3	\$91,10	\$273,30
Fusible (caja de 15KV 25 amp)	3	\$3,57	\$10,71
Pararrayo de porcelana 10KV	3	\$30,20	\$90,60
Punto de recarga CHAdeMO	1	\$28.174,00	\$28.174,00
Transformador trifásico 300 kVA, 13800/400V	1	\$7.110,00	\$7.110,00
Transformador monofásico 25 kVA, 400/220V	1	\$1.452,00	\$1.452,00
Total materiales			\$37.450,71

Fuente: (Carbo Tomalá & Mendoza Echeverría, 2017)

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

3.6.3.3. Costo de mantenimiento de un bus eléctrico

Tabla 71 – 3: Comparación entre un bus eléctrico modelo “K9G” y otro a diésel

Parámetro	Bus Eléctrico BYD K9G	Otro a diésel
Costo mantenimiento	\$ 0,05 / km	\$ 0,30 / km
Frecuencia mantenimiento	Cada 10.000 km	Cada 5.000 km
Potencia (PH)	402	200 - 300

Fuente: BYD e-Motors

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

El costo de mantenimiento por bus eléctrico se detalla a continuación:

Tabla 72 – 3: Costo de mantenimiento por bus eléctrico

Parámetro	Valor
Costo por kilometro	\$ 0,05 / km
Km promedio recorrido diario	160,44 km
Km promedio recorrido anual	58.560,60 km
Costo km recorrido anual	\$ 2.928,03 / km

Fuente: BYD e-Motors

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Para el análisis del costo de mantenimiento anual se toma en cuenta las 112 unidades propuestas obteniendo un costo de mantenimiento anual total de \$ 327.939,36 / km.

3.6.3.4. Inversión inicial referencial

En el estudio económico se detalla los siguientes valores relacionados a la incorporación de buses eléctricos al sistema de transporte público urbano de la ciudad de Riobamba.

Tabla 73 – 3: Inversión inicial referencial para buses eléctricos

Concepto	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total	Observaciones
Electrolineras	U	8	\$ 37.450,71	\$ 299.605,68	Los valores pueden variar dependiendo de la zona de construcción.

Flota	U	112	\$ 350.000,00	\$ 39.200.000,00	Buses eléctricos BYD, incluyen IVA.
Total				\$ 39.499.605,68	

Fuente: Trabajo de Investigación

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

3.6.3.5. Periodo de recuperación de la inversión (P.R.I)

Para calcular el P.R.I. que tendrá la incorporación de buses eléctricos al sistema de transporte público urbano de la ciudad de Riobamba se debe relacionar valores específicos que para la investigación se mantendrán constantes a través del tiempo como:

- Inversión inicial referencial (tabla 73 -3)
- Costos anuales generados por: costo de mantenimiento de buses eléctricos (tabla 72 -3) y costo de talento humano (tabla 69 -3)
- Ingresos anuales (inscripciones al servicio)

Para obtener este valor se toma en cuenta la cantidad de usuarios que señalaron en la encuesta la aceptación del servicio de bicicletas eléctricas que es 58.952 personas correspondiente al 32% y el valor tentativo de la tarifa se encuentra establecido en un rango de \$0,30 - \$0,35 donde se toma el valor de \$0,35 debido a los costos que involucra su implementación, para posteriormente multiplicar estos valores y obtener el monto de la tarifa anual de \$7.531.118,00.

Tabla 74 – 3: Valores acumulados anuales de ingresos y costos

Año	Ingreso anual	Costos anuales
0	0	\$ 39.499.605,68
1	\$ 7.531.118,00	\$ 39.908.328,56
2	\$ 15.062.236,00	\$ 40.317.051,44
3	\$ 22.593.354,00	\$ 40.725.774,32
4	\$ 30.124.472,00	\$ 41.134.497,20
5	\$ 37.655.590,00	\$ 41.543.220,08
6	\$ 45.186.708,00	\$ 41.951.942,96

Fuente: Trabajo de investigación

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

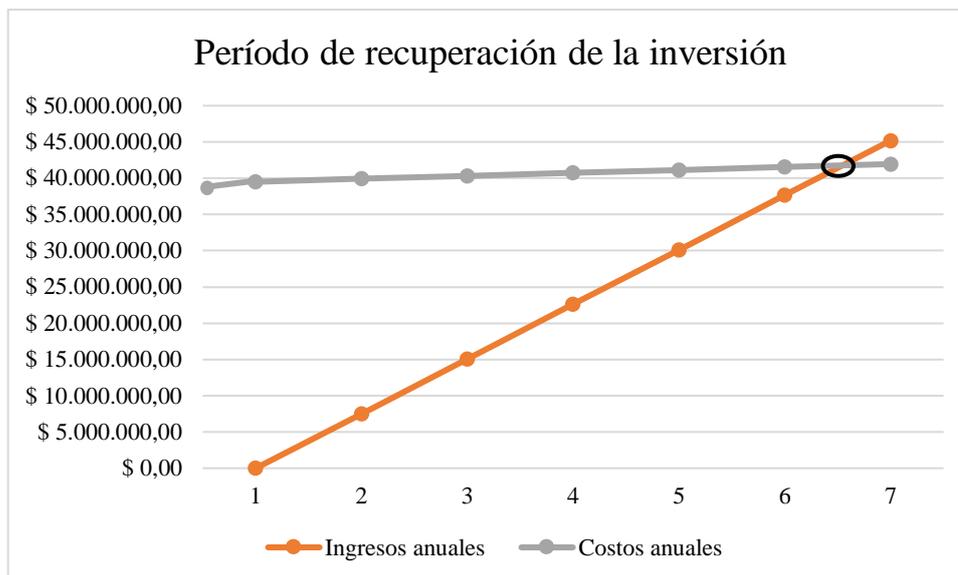


Figura 35 – 3. Período de recuperación de la inversión del bus eléctrico

Fuente: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Análisis e interpretación:

Se determina que el período de retorno de la inversión al momento de incorporar la flota de buses eléctricos al sistema de transporte público urbano de la ciudad es de aproximadamente 6 años y seis meses sin tomar en cuenta otros valores de ingresos y costos específicos relacionados al sistema como (patrocinadores, servicios básicos, etc.); demostrando así que el proyecto puede ser viable siempre y cuando se tome en cuenta valores adicionales en los ingresos para disminuir el tiempo de retorno de la inversión.

3.6.3.6. Impacto ambiental y calidad de vida

El impacto que provoca el impulso de la electromovilidad dentro de una zona específica es positivo en muchos aspectos, ya que al implementar este tipo de energías limpias al sistema de transporte público urbano se desarrollan beneficios adicionales hacia el medio ambiente y los usuarios viales, se puede destacar aspectos principales cómo:

Calidad del Aire y contaminación acústica

Al incorporar vehículos eléctricos al sistema de transporte público de la ciudad de Riobamba, existe cambios no solo en la forma de movilización de las personas sino también en la calidad del aire y otros tipos de efectos hacia el medio ambiente cómo la disminución en los niveles de contaminación acústica producida por los buses de combustión interna, al momento de realizar su trayectoria por las calles de la ciudad. El cambio de flota de vehículos que funcionan con energía mecánica producida por el combustible a los que lo hacen con energía eléctrica, contribuye a

mejorar el estado del ecosistema de forma general, brindando un mejor aspecto a la ciudad y la salud de las personas.

Cambio Climático

La variación del estado del clima se debe a muchos factores tanto internos como externos al hombre, principalmente las acciones negativas de éste como la contaminación ha generado problemas al ambiente como el calentamiento global, tema principal que es desencadenado por el mal uso de los recursos disponibles en la tierra y el facilismo de los seres humanos para satisfacer sus necesidades.

Estrategias tales como la electromovilidad en la ciudad de Riobamba ayudan de forma cuantiosa al equilibrio de la atmósfera ya que utiliza fuentes de energías limpias como la electricidad dejando de lado la utilización de combustibles fósiles que afectan a la calidad del aire y a los seres humanos.

Movilidad Sostenible

Cuando se implementa un medio de transporte alternativo que funciona mediante el empleo de energías limpias, ayuda a la manera en cómo se desarrolla la movilidad tanto de las personas como de las máquinas, creando espacios más armónicos entre todos los componentes de un sistema de transporte dentro de un espacio geográfico, en la ciudad de Riobamba estas acciones provocarían el comienzo de una cultura diferente entorno al transporte y al manejo de los recursos renovables y no renovables que tenemos a disposición actualmente.

Eficiencia Energética

En términos del transporte siempre se busca la opción más rápida, menos costosa, más accesible pero actualmente no se toma en cuenta el ámbito medioambiental, por lo que esto sería un problema muy grande a largo plazo, ya que la mala administración de los recursos provocaría la escasez de algunos en un futuro. Los vehículos eléctricos cumplen las mismas funciones que los vehículos de combustión interna, pero con la gran diferencia de que son menos contaminantes y sus características los transforman en la mejor opción de movilidad en el futuro.

Calidad de vida de los usuarios

La electromovilidad es una alternativa de transporte que actualmente a nivel mundial está tomando fuerza cada día, la inconciencia de las personas por el uso desmedido de los recursos provoca que este tipo de energía verde sea la opción más acertada en el futuro, además de que no solo se piensa en el transporte como el principal objetivo de cambio, sino también mejorar la calidad de vida de las personas.

3.7. Vehículo eléctrico compartido

3.7.1. Estudio de Mercado

3.7.1.1. Demanda del sistema

De acuerdo a los datos obtenidos de la encuesta, el 16% del total de la población (29.476) encuentra atractivo la complementación del sistema de transporte público urbano con vehículos eléctricos compartidos, indicando de esa forma una aceptación positiva dentro de los sistemas complementarios propuestos; por lo tanto para la investigación se toma en cuenta a la población de las 5 parroquias urbanas de la ciudad de Riobamba (184.226 habitantes) ya que al momento de insertar este medio al transporte público puede incrementar el número de usuarios, por lo que este servicio puede volverse más atractivo al momento de su operación.

3.7.1.2. Organismos de control

Los principales organismos que se encargarán del control de este sistema de transporte eléctrico complementario al servicio público serán:

- La Agencia Nacional de Tránsito como entidad primaria, ya que dentro de sus funciones establece todas las normas y reglamentos necesarios en relación al transporte en todas sus modalidades.
- La Dirección de Gestión de Movilidad, Tránsito y Transporte en conjunto con los agentes civiles de tránsito de la ciudad de Riobamba mismos que se encargan de regular, modernizar y ordenar las actividades relacionadas a diferentes aspectos como señalización, seguridad vial y tránsito con el objetivo de asegurar la calidad del servicio para los usuarios.

3.7.2. Estudio Técnico

3.7.2.1. Análisis para la implementación de vehículos eléctricos en base a las variables de estudio

De acuerdo a la figura 16 -3 relacionada al promedio de ocupación del vehículo particular en una situación normal se puede apreciar que del total de personas que utilizan el automóvil para movilizarse diariamente, el tiempo promedio de ocupación es de 1,74 horas (104 min) y la capacidad promedio con la que viajan es de 2 pasajeros sin contar el conductor, demostrando así que el vehículo particular desempeña un papel importante en la movilidad de la población de la ciudad por ello el objetivo principal al insertar este sistema de vehículo eléctrico compartido es reducir los viajes motorizados optimizando su ocupación además de disminuir la congestión vehicular y cuidar el medio ambiente; básicamente su operación trata de movilizar a varias personas en un mismo vehículo para llegar a un destino en común o cercano.

3.7.2.2. Infraestructura

Electrolineras

Las electrolineras son estaciones definidas y bien equipadas tecnológicamente donde se recargan las baterías eléctricas, además se almacenarán los vehículos después de la jornada laboral.

Para el sistema de auto eléctrico compartido se propone implementar el modelo Schneider Electric EVlink 27 planteado para las electrolineras de buses eléctricos en la tabla 70 – 3 ya que cuentan con tres tipos de conectadores que pueden ser utilizados para buses y vehículos eléctricos, el cargador puede ser instalado en cualquier tipo de red eléctrica y se adapta fácilmente con frecuencia de 50 a 60 Hz con un precio estimado de \$37.450,71.

Ubicación de las electrolineras

En base a los criterios de seguridad, accesibilidad, posibilidad de intermodalidad y conectividad con los posibles centroides propuestos en la tabla 42 – 3 además del cruce de variables entre las zonas de atracción/ generación y motivos de viaje (trabajo y estudio) se determinan los puntos de localización de las electrolineras por cada parroquia, priorizando los puntos cercanos a lugares como instituciones educativas y el sector laboral (empresas públicas y privadas), teniendo como resultado 10 puntos tentativos para la localización de las electrolineras que se detallan a continuación:

Tabla 75 – 3: Ubicación de electrolineras para vehículo eléctrico compartido

No.	Estación	Ubicación
1	“Espoch”	Av. Pedro Vicente Maldonado y Calle Pedro Alcocer ➤ -1.66172, -78.67658
2	“Avenida Lizarzaburu”	Av. Lizarzaburu y Calle Gaspar Zangurima ➤ -1.64647, -78.67262
3	“Av. Leopoldo Freire”	Av. Leopoldo Freire y Calle Estocolmo ➤ -1.68578, -78.63509
4	“Yaruquíes”	Av. Atahualpa y Calle Gral. Pedro Duchi ➤ -1.68717, -78.67393
5	“Parque Sucre”	Calle España y Calle 10 de Agosto ➤ -1.67148, -78.65083
6	“Parque La Madre”	Calle Venezuela y Calle Asunción ➤ -1.67612, -78.63815
7	“Unach”	Calle Víctor Emilio Estrada (sector Unach) ➤ -1.65494, -78.64319

8	“Sector Media luna”	Av. Leonidas Proaño y Calle Juan de Lizarazo ➤ -1.65473, -78.69452
9	“Centro de Salud Lizarzaburu”	Av. Leonidas Proaño y Calle Araucanos ➤ -1.64709, -78.68367
10	“Dirección de Tránsito Riobamba”	Av. Edelberto Bonilla Oleas y Calle Araujo Chiriboga ➤ -1.66653, -78.63826

Fuente: Trabajo de investigación

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Ubicación de electrolinerías para carga de vehículos eléctricos.

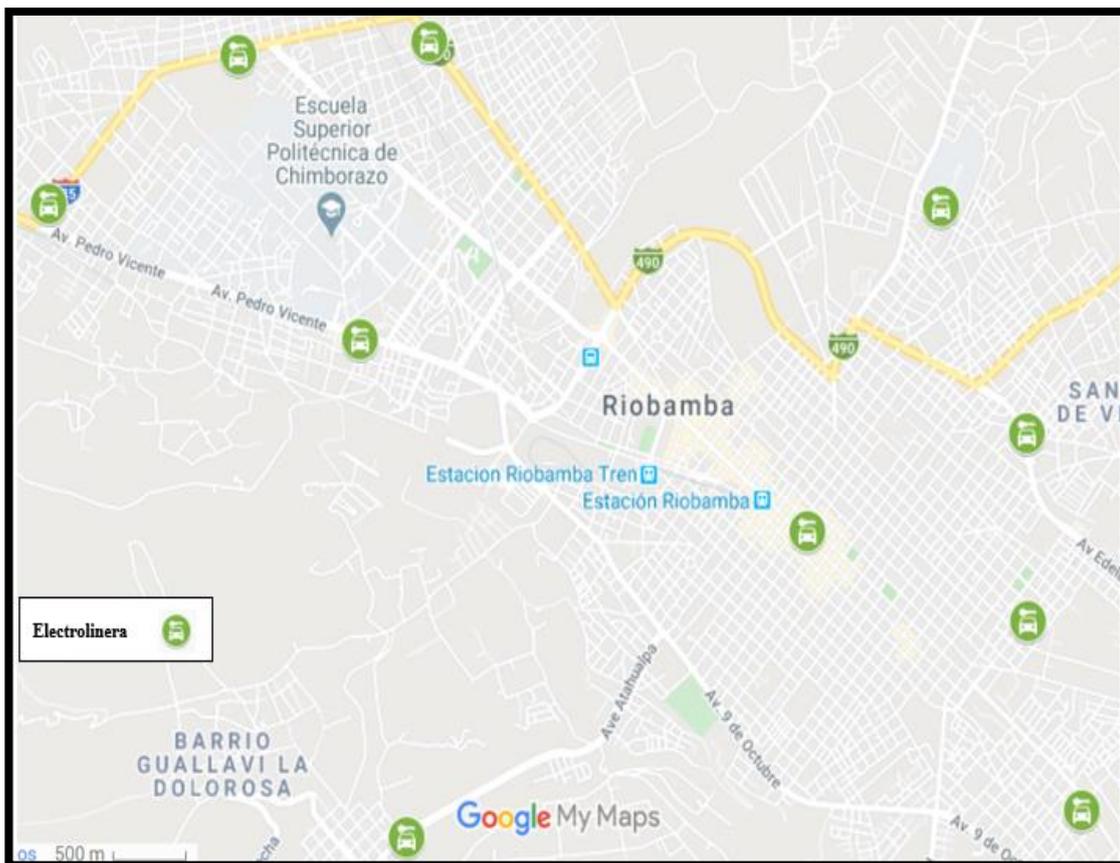


Figura 36 – 3. Ubicación de electrolinerías para carga de vehículos eléctricos

Fuente: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Estacionamientos

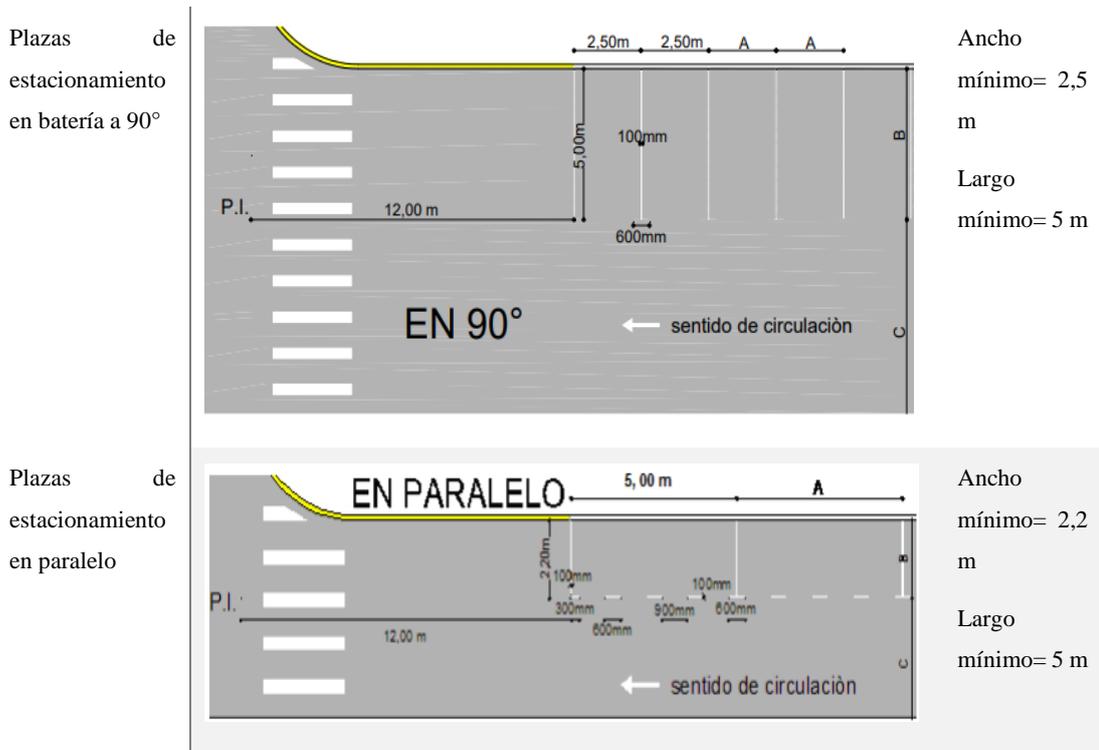
Para que el sistema de vehículo eléctrico compartido tenga un buen funcionamiento se requiere plazas de estacionamiento determinadas para el uso exclusivo dentro del perímetro urbano de la ciudad, mismos que serán ubicados en las calles de la ciudad en base a los puntos de mayor concentración de personas o posibles centroides de la tabla 42 – 3; proporcionando siempre un lugar libre y exclusivo para los vehículos eléctricos.

Según el RTE INEN 004 “Señalización vial parte 2 Señalización horizontal” las plazas de estacionamiento pueden ser de acuerdo a su disposición respecto al eje de la vía: en paralelo

demarcados con líneas color blanco de ancho 100 mm, de 600 mm pintados y 900 mm sin pintar, la demarcación debe empezar y finaliza a 12 m del punto de intersección; en batería demarcados con líneas continuas color blanco de ancho 100mm, la demarcación debe empezar y finaliza a 12 m del punto de intersección.

Tabla 76 – 3: Plazas de estacionamiento en vía pública

Tipo de estacionamiento	de Ilustración	Dimensiones mínimas
Plazas de estacionamiento en batería a 30°		<p>Ancho mínimo= 2,5 m</p> <p>Largo mínimo= 5 m</p>
Plazas de estacionamiento en batería a 45°		<p>Ancho mínimo= 2,5 m</p> <p>Largo mínimo= 5 m</p>
Plazas de estacionamiento en batería a 60°		<p>Ancho mínimo= 2,5 m</p> <p>Largo mínimo= 5 m</p>



Fuente: RTE INEN 004 “Señalización vial parte 2 Señalización horizontal”

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

3.7.2.3. Flota vehicular

Para el sistema de vehículo eléctrico compartido se propone el modelo “Sedan eléctrico E5” ideal para recorridos dentro del perímetro urbano, cómodo y seguro con una batería NCM (níquel, cobalto y manganeso) que le otorga un mejor rendimiento comparados con otros vehículos eléctricos; homologado para uso particular y como taxi, fabricado y distribuido por la empresa China BYD.



Figura 37 – 3. Auto eléctrico sedán E5

Fuente: (BYD e-Motors, 2018)

Potencia: 214,56 hp /160 kw	Torque: 310 N.m	Vida útil: mínimo 15 años	Velocidad máxima: >=130 Km/h
Autonomía: 300 - 400 kilómetros	Tiempo de carga: electrolinera 1,5 horas; cargador de casa de 6 - 7 horas	Batería: voltaje 604,8 V (168 Celdas); capacidad 60,5 kwh	Auto cero emisiones, silencioso y no contamina al medio ambiente.

Figura 38 – 3. Características de Auto eléctrico sedán E5

Fuente: (BYD e-Motors, 2018)

Otras características importantes según (BYD E-Motors Ecuador, 2020) son:

- **Bajo costo de mantenimiento:** valor estimado \$0,02/km.
- **Ahorro en mantenimiento:** en un periodo de 1000km, el sedán e5 tiene un ahorro de \$700 a \$4.000 (60%) vs modelos de taxis y vehículos particulares.
- **Ahorro en energía vs combustible:** el sedán e5 al utilizar energía eléctrica puede ahorrar entre \$150 a \$220 mensuales (60%) vs modelos de taxis y vehículos particulares.
- El **costo aproximado** del Auto eléctrico sedán E5 es de \$35.000,00.
- No necesita cambios de aceite.
- Mantenimientos realizados cada 20.000 km en comparación 5.000 km en autos convencionales.
- Los autos de BYD son cero emisiones reduciendo la contaminación al medio ambiente.
- Homologado para uso particular y como taxi.

Cálculo de la flota

Según (Vulog, 2017) el número de unidades depende de la población del área de estudio, sugiriendo comenzar un sistema de vehículo eléctrico compartido con una flota mínima inicial de 50 unidades para ciudades con población menor a 500.000 habitantes.

Para el caso de Riobamba con una población urbana de 184.226 habitantes se plante usar inicialmente 50 vehículos eléctricos distribuidos en las estaciones propuestas, en base a la utilización del sistema por parte de los usuarios se añadirán más vehículos a futuro.

3.7.2.4. Gestión y operación

Modo de funcionamiento del sistema

Actualmente la adquisición de vehículos eléctricos está tomando cada vez más fuerza a nivel mundial, debido a la concientización del ser humano para el empleo de energías limpias y manejo de recursos, es por esto que una forma de movilización pensando en el medio ambiente y sobre todo en la satisfacción de las necesidades de las personas es el vehículo eléctrico compartido, que no es otra cosa sino el alquiler de un vehículo que funciona con energía eléctrica por un tiempo determinado para trasladarse dentro del perímetro urbano con la característica que se puede compartir el servicio con otras personas que necesiten del mismo.

La implementación de este sistema complementario al transporte público ha tenido un gran éxito a nivel mundial y su aplicación se ha adoptado incluso en ciudades pequeñas con un número de habitantes alrededor de 100.000, teniendo menores costos de inversión y con tarifas estándares.

El vehículo eléctrico compartido parte principalmente del uso para viajes múltiples, es decir que el servicio permite recoger a los usuarios, trasladarlos para realizar sus actividades y dejar los vehículos en sus estaciones distribuidas por la ciudad una vez terminada su hora de alquiler.

Para ello es necesario el uso de un software en línea que indique la posición de cada vehículo tanto al usuario como a la empresa, conductores y pasajeros para que pueden buscar y acceder a viajes disponibles o vehículos con asiento libres de acuerdo a sus necesidades.

Reglas para el uso del servicio

- Ser mayor de edad, tener 18 años cumplidos.
- Contar con licencia, o permiso de conducir tipo B/C.
- Pagar el valor de inscripción en los puntos de administración del servicio (vehículo eléctrico compartido).
- Al momento de realizar la inscripción, se le emitirá una tarjeta que funcionará para el alquiler de los vehículos eléctricos compartidos sin necesidades de trámites adicionales.
- Al momento de ocupar la unidad de transporte eléctrica, verificar su funcionamiento óptimo (carga del vehículo), caso contrario comunicar a los administrativos del servicio.
- En caso de imprevistos como accidentes de tránsito o condiciones similares, se ocupará el valor del seguro previamente establecidos en la inscripción de los usuarios.
- Respetar con la señalización horizontal y vertical dentro del perímetro urbano de la ciudad de Riobamba.
- Regresar los vehículos eléctricos a las estaciones más cercanas de acuerdo a su necesidad a la hora establecida, caso contrario se cobrarán valores de multa de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 77 – 3: Multa por incumplir la hora de recepción del vehículo eléctrico

Tiempo	Valores
15 minutos después de la hora establecida	Sin recargo
30 minutos después de la hora establecida	\$5,00
45 minutos después de la hora establecida	\$10,00
1 hora después de la hora establecida	\$15,00
1 hora en adelante después de la hora establecida	\$20,00

Fuente: Trabajo de Investigación

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Horario del sistema

El sistema de vehículo eléctrico compartido tendrá el siguiente horario de acuerdo a los días laborables y fines de semana.

Tabla 78 – 3: Horario de atención del sistema

Lunes a Viernes	Sábados y Domingos	Días Feriados
De 07:00 a 21:00	De 09:00 a 19:00	De 10:00 a 17:00

Fuente: Trabajo de Investigación

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Estaciones del sistema

Existirán 10 estaciones o electrolinerías para el sistema repartidas dentro del perímetro urbano y dependiendo los centroides principales que tengan cada una de las parroquias urbanas de la ciudad de Riobamba (tabla 75 – 3); serán los puntos para retirar y entregar el vehículo eléctrico y se lo podrá hacer en cualquier estación.

Estacionamientos del sistema

Serán lugares ubicados alrededor del perímetro urbano de la ciudad de Riobamba, en la vía pública para uso exclusivo de los vehículos eléctricos dando la facilidad al usuario de parquearse de una manera rápida y segura en los principales centroides de las diferentes parroquias urbanas, para ello cada vehículo eléctrico tendrá una etiqueta de identificación.

Inscripción del sistema

De acuerdo a la información obtenida en las encuestas se ha establecido valores promedio para el cobro de la inscripción del servicio del vehículo eléctrico compartido.

Tabla 79 – 3: Valor de Inscripción para el sistema de vehículo eléctrico compartido

Tipo de inscripción	Valor (\$)
Basic RioVEC	\$40 - \$50
Business RioVEC	\$51 - \$60
Vip RioVEC	\$61 - \$70
Premium RioVEC	\$71 en adelante

Fuente: Trabajo de Investigación

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Descripción de cada uno de los tipos de inscripción:

➤ **Basic RioVEC**

Está inscripción es la más económica y tendrá más uso además de que está proyectada para la población en general (jóvenes, estudiantes, empleados, etc.) en base a la tabla 34-5 obtenida de la encuesta en relación al servicio del vehículo eléctrico compartido donde el 52% de los encuestados que estarían dispuestos a utilizar este servicio pagarían sin problema el valor de \$40 - \$50.

➤ **Business RioVEC**

Está inscripción está enfocada principalmente para la población económicamente activa ya que sus necesidades de movilidad son mayores, por lo que se adicionan promociones o cantidades de horas extras como la utilización gratuita del servicio por 4 horas en cualquier día del mes que el usuario escoja, tomando como base los datos obtenidos en relación al servicio del vehículo eléctrico compartido tabla 34-5 donde el 8% de los encuestados estarían dispuestos a utilizar este servicio y pagar sin problema estos valores.

➤ **Vip RioVEC**

Está inscripción está enfocada principalmente para la población económicamente activa con una situación económica estable, donde sus necesidades de movilidad sean mayores, por lo que se adicionan promociones o cantidades de horas extras como la utilización gratuita del servicio por 8 horas durante el transcurso del mes que el usuario escoja, convirtiéndolo en una opción más completa en comparación al Business RioVEC, de acuerdo a los datos obtenidos en relación al servicio del vehículo eléctrico compartido tabla 39-4, donde el 3% de los encuestados estarían dispuestos a utilizar este servicio y pagar estos valores.

➤ **Premium RioVEC**

Está inscripción está enfocada principalmente para la población económicamente activa con una situación económica alta, por lo que se adicionan promociones o cantidades de horas extras como la utilización gratuita del servicio por 15 horas en el mes que el usuario escoja, convirtiéndolo en

una opción más completa en comparación al Vip RioVEC en base a los datos obtenidos en relación al servicio del vehículo eléctrico compartido tabla 48-9 donde el 2% de los encuestados que estarían dispuestos a utilizar este servicio y pagar dichos valores.

Tarifa del sistema

La tarifa del sistema de vehículo eléctrico compartido dependerá de las necesidades del usuario y la cantidad de horas que vaya a utilizar el vehículo o como pasajero por viaje realizado, no se tomará en cuenta la distancia de recorrido por la demografía de la ciudad de Riobamba, de modo que se manejará un sistema de cobro estándar a la población.

De acuerdo al número de horas tenemos la siguiente tarifa establecida para usuarios que ocupen el servicio en forma de conductor:

Tabla 80 – 3: Tarifa de uso por hora para el vehículo eléctrico

Hora	Valor \$
1 hora	\$4,00
2 - 3 horas	\$3,50
4 - 5 horas	\$3,00

Fuente: Trabajo de Investigación

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

En el caso de utilizar el servicio como pasajero para realizar un viaje, se pagaría el valor mínimo que es de \$2 sin tomar en cuenta la distancia recorrida.

Publicidad del Sistema

Para la difusión de la información acerca de la incorporación de este sistema dentro de la población de la ciudad de Riobamba se basará principalmente en el uso de las redes sociales como Facebook, Instagram, Twitter, además de la creación de una página Web en donde se mostrará toda la información acerca del servicio Rio VEC, horarios, tarifas, promociones, descuentos, estaciones de recarga, estacionamientos exclusivos y atención al cliente en línea, entre otras funciones adicionales.

El marketing o publicidad que se realizará al sistema es muy importante para que los usuarios puedan conocer las ventajas que tiene el uso de esta nueva alternativa de transporte complementario, además de que pueden obtener información sin importar la distancia o tiempo, la capacidad de comunicación que tienen las redes sociales es muy amplia ya que llegan a todo el mundo en cuestión de segundos y realmente facilitan la interacción entre los seres humanos.

Además de utilizar a las redes sociales para llegar a los usuarios también podrían complementarse otros medios como la televisión, radio, periódico, dependiendo del tipo de población a la que se quiere llegar en su mayoría, pero como es un sistema de transporte público definitivamente la difusión de información mediante estos medios será complemente exitosa.

3.7.3. Estudio Económico

3.7.3.1. Talento humano

Para la gestión y administración del sistema de vehículo eléctrico compartido Rio VEC se debe reclutar al personal capacitado con el fin de brindar un servicio de calidad y poder integrar sin problema al transporte público de la ciudad de Riobamba, colaborando en todos los aspectos ya sean económicos, culturales y sobre todo el cuidado al medio ambiente.

Se plantea el siguiente Organigrama estructural para el sistema de transporte público urbano incorporando buses eléctricos a su flota.

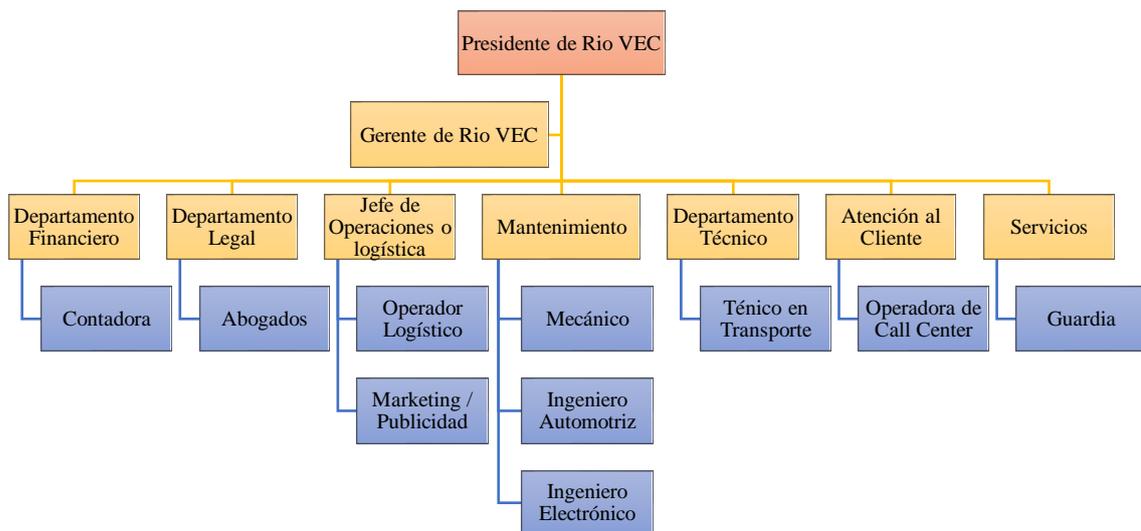


Figura 39 – 3. Organigrama estructural para sistema de vehículo eléctrico compartido

Fuente: Trabajo de Investigación

Para la gestión y administración, los colaboradores dentro de la empresa se manejarán respetando las diferentes dependencias o departamentos establecidos a nivel general, enfocándose principalmente a la logística de las unidades, paradas o estaciones y brindar un servicio oportuno en tiempos de entrega de vehículos a los usuarios.

A continuación, se detalla el salario aproximado de los colaboradores dentro de la empresa, estos valores varían dependiendo las políticas de la empresa.

Tabla 81 – 3: Personal propuesto para sistema de vehículo eléctrico compartido

Cargo	No. de trabajadores	Salario unitario	Salario total
Presidente de Rio VEC	1	\$800,00	\$800,00
Gerente de VEC	1	\$600,00	\$600,00
Departamento financiero (Contadora)	3	\$401,20	\$1.604,80
Departamento Legal (Abogado)	1	\$400,00	\$400,00
Operador Logístico	2	\$415,38	\$830,76
Licenciado en Marketing	1	\$415,38	\$415,38
Jefe de mantenimiento	1	\$415,38	\$415,38
Mecánico	3	\$500,00	\$1.500,00
Ingeniero Electrónico	2	\$600,00	\$1.200,00
Ingeniero Automotriz	3	\$600,00	\$1.800,00
Técnico en transporte	1	\$700,00	\$700,00
Atención al cliente (Call Center)	3	\$415,38	\$1.246,14
Guardia	4	\$400,00	\$1.600,00
Total	26	\$ 6.662,72	\$13.112,46

Fuente: Trabajo de Investigación

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

3.7.3.2. Costo de mantenimiento de un vehículo eléctrico

El costo de mantenimiento por vehículo eléctrico se detalla a continuación:

Tabla 82 – 3: Costo de mantenimiento por vehículo eléctrico

Parámetro	Valor
Costo por kilometro	\$ 0,02 / km
Km recorrido diario aproximado	80 km
Km recorrido anual aproximado	29.200 km
Costo km recorrido anual	\$ 584,00 / km

Fuente: BYD e-Motors

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Para el análisis del costo de mantenimiento anual se toma en cuenta las 50 unidades propuestas obteniendo un costo de mantenimiento anual total de \$ 29.200,00/ km.

3.7.3.3. Inversión inicial referencial

En el estudio económico se puede detallar los valores referenciales más representativos relacionados a la inversión inicial para la implementación de un sistema de vehículo eléctrico público en la ciudad de Riobamba.

Tabla 83 – 3: Inversión inicial referencial para sistema de vehículo eléctrico compartido

Concepto	Unidad	Valor Unitario	Cantidad	Valor total	Observación
Electrolineras	U	\$37.450,71	10	\$374.507,10	Los valores pueden variar dependiendo de la zona de construcción.
Flota	U	\$35.000,00	50	\$1.750.000,00	Vehículo eléctrico marca BYD, el precio unitario no incluye IVA.
TOTAL				\$2.124.507,10	

Fuente: Trabajo de investigación

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

3.7.3.4. Periodo de recuperación de la inversión (P.R.I)

Para calcular el P.R.I. que tendrá la implementación del sistema de vehículo compartido en la ciudad de Riobamba se debe relacionar valores específicos que para la investigación se mantendrán constantes a través del tiempo como:

- Inversión inicial referencial (tabla 83 -3)
- Costos anuales generados por: costo de mantenimiento de vehículos eléctricos (tabla 82 -3) y costo de talento humano (tabla 81 -3)
- Ingresos anuales (inscripciones al servicio)

Para obtener este valor se toma en cuenta la cantidad de usuarios que señalaron en la encuesta la aceptación del sistema de vehículo eléctrico compartido que es 29.476 personas correspondiente al 16% y el valor tentativo de la inscripción es el Basic RioVEC mismo que se encuentra establecido en un rango de \$40 - \$50 donde se toma la mediana que es \$45; para posteriormente multiplicar estos valores y obtener el monto anual de \$1.326.420,00.

Tabla 84 – 3: Valores acumulados anuales de ingresos y costos

Año	Ingreso anual	Costos anuales
0	0	\$ 2.124.507,10
1	\$ 1.326.420,00	\$ 2.311.056,62
2	\$ 2.652.840,00	\$ 2.497.606,14

Fuente: Trabajo de investigación

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

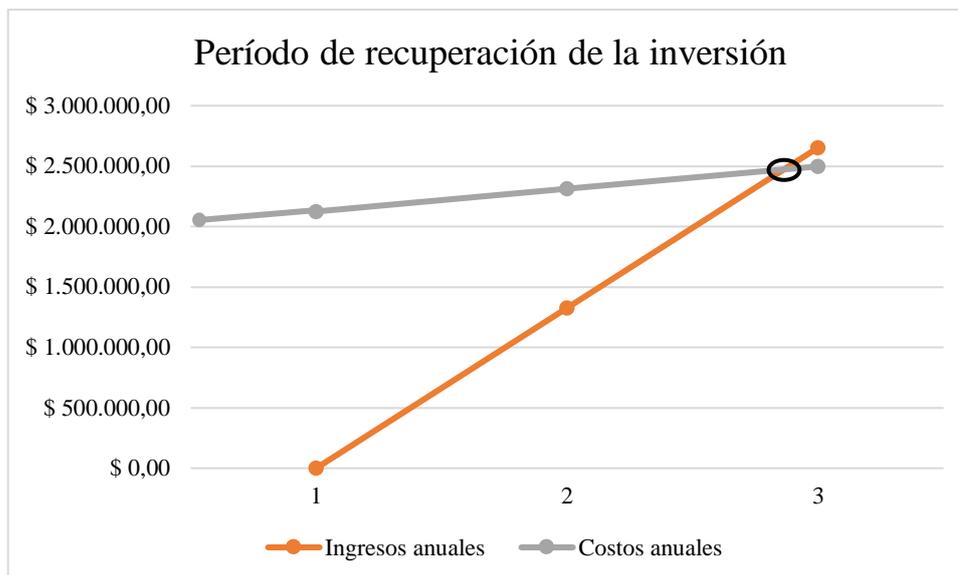


Figura 40 – 3. Período de recuperación de la inversión del vehículo eléctrico compartido
Fuente: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Análisis e interpretación:

Se determina que el período de retorno de la inversión al momento de incorporar el sistema de vehículo eléctrico compartido es de aproximadamente 2 años y nueve meses, sin embargo en este servicio existe una variante indispensable que es la tarifa, ya que este valor depende mucho del número de usuarios y las horas de ocupación al día para obtener este monto real, de manera que no se agrega este dato al cálculo del P.R.I. además de otros valores de ingresos y costos específicos relacionados (patrocinadores, servicios básicos, software, etc.); demostrando así que el proyecto puede ser viable siempre y cuando se tome en cuenta valores adicionales en los ingresos para determinar el tiempo de retorno de la inversión preciso.

3.7.3.5. Impacto ambiental y calidad de vida

El uso de este nuevo sistema complementario de transporte público tiene ventajas asociadas al ambiente, movilidad de las personas, calidad de vida, economía de la ciudad, reorganización del sistema de transporte público, entre los principales tenemos a:

- Mejorará la calidad del aire y reducirá la emisión de los gases nocivos al medio ambiente.
- Bajarán considerablemente los niveles de ruido en la zona céntrica de la ciudad de Riobamba.
- Se reorganizará la circulación vehicular al implementar este nuevo sistema a la movilidad de la ciudad.
- Se tomará conciencia en relación al uso de energías limpias y el mejor uso de los recursos.
- Se impulsará la eficiencia energética en todo el país, transformado a Riobamba como una de las ciudades pioneras en la inmersión de vehículos eléctricos compartidos.

- Se reducirá el consumo del combustible, generando el crecimiento de otro sector estratégico como es el de la energía eléctrica.
- Se promoverán un entorno armónico entre los usuarios y el sistema.

3.8. Análisis del consumo eléctrico

Para hacer una relación de la oferta y demanda energética de la ciudad de Riobamba con los sistemas públicos eléctricos propuestos se toma en cuenta los siguientes parámetros:

3.8.1. Oferta y demanda energética de la ciudad de Riobamba (año 2015).

Tabla 85 – 3: Oferta energética de la Empresa Eléctrica Riobamba S.A. 2015

Disponibilidad de Energía (KWh)	2013 (Enero-Diciembre) (KWh)	2014 (Enero-Diciembre) (KWh)	2015 (Enero - Diciembre) (KWh)
Hidráulica	94.955.520	104.108.622	105.796.153
Térmica	0	0	0
Comprada	234.644.120	248.020.257	261.367.942
Total	329.599.640,32	352.128.879,00	367.164.095,15

Fuente: (EERSA, 2015)

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Tabla 86 – 3: Consumo de energía eléctrica de la ciudad de Riobamba 2015

Energía Facturada (kWh)	2013 (Enero-Diciembre) (KWh)	2014 (Enero-Diciembre) (KWh)	2015 (Enero - Diciembre) (KWh)
Residencial	118.382.053,00	127.411.684,00	138.808.780,00
Comercial	53.290.899,00	55.186.584,00	56.529.940,00
Industrial	71.049.642,00	78.175.657,00	77.122.360,00
Alumbrado Público	29.827.637,57	29.018.057,33	28.408.420,00
Otros	23.204.418,00	23.774.198,00	26.173.150,00
Total	295.754.649,57	313.566.180,33	327.042.650,00

Fuente: (EERSA, 2015)

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

3.8.2. Consumo energético proyectado para flota de buses eléctricos propuestos

Tabla 87 – 3: Especificaciones (rutas) transporte público urbano

Promedio de Ruta (16 líneas)	Promedio Ciclos/día	Velocidad Operación Máxima permitida
26,74 km	6	50 km/ h

Fuente: Trabajo de Investigación

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Tabla 88 – 3: Consumo kWh/ día (unidad) para bus eléctrico

Promedio Kilómetros recorridos al día (unidad)	Consumo kWh/ km (Bus K9G BYD)	Consumo kWh/ día (unidad)
Promedio de Ruta * Promedio de Ciclos	Establecido por el fabricante	Promedio kilómetros recorridos al día* Consumo kWh/ km (Bus K9G BYD)
26,74 km*6	1,3 kWh/ km	160,44 km * 1,3 kWh/km
160,44 km		208,57 kWh /día

Fuente: Trabajo de Investigación

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Para el cálculo del consumo kWh/ año se ha tomado en consideración que el sistema de transporte público urbano opera los 365 días del año (sin tomar en cuenta condiciones adversas), obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 89 – 3: Consumo kWh/ año (flota) para bus eléctrico

Número de buses eléctricos propuestos	Consumo kWh/ día (flota)	Consumo kWh/ Año
	Número de buses eléctricos propuestos * Consumo kWh/día (unidad)	Consumo kWh/día (flota)* Días del año (365)
112	112 unidades * 208,57 kWh/ día	23.359,84 kWh/ día total unidades * 365
	23.359,84 kWh/ día (flota)	8.526.341,6 kWh/año (flota)

Fuente: Trabajo de Investigación

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

3.8.3. Consumo energético proyectado para sistema de vehículo eléctrico compartido

Si se toma en cuenta que el consumo de kWh/ km del vehículo eléctrico BYD Modelo Sedan eléctrico E5, es de 0,153 kWh/km y el promedio de kilómetros que recorrerá al día el vehículo eléctrico compartido en la ciudad de Riobamba es de 80 km, se puede tener la siguiente relación para obtener el cálculo del consumo kWh/ día por unidad:

Tabla 90 – 3: Consumo kWh/ día (unidad) para vehículo eléctrico compartido

Promedio Kilómetros recorridos al día	Consumo kWh/ auto eléctrico	Consumo kWh/ día (unidad)
	Establecido por el fabricante	Promedio kilómetros recorridos al día* consumo kWh/ km auto eléctrico
80 km	15,3 kWh / 100 km	80 km * 0,153 kWh/km
	0,153 kWh/km	12,24 kWh /día

Fuente: Trabajo de Investigación

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Posteriormente para el cálculo del consumo energético del sistema, se ha tomado en cuenta los 365 días del año como laborables y el uso diario de todas las unidades (50) obteniendo la siguiente operación que refleja el consumo kWh/ año (flota):

Tabla 91 – 3: Consumo kWh/ año (flota) para vehículo eléctrico compartido

Número de autos eléctricos propuestos	Consumo kWh/ día (flota)	Consumo kWh Año
	Número de autos eléctricos propuestos * Consumo kWh/día (unidad)	Consumo kWh/día (flota)* Días del año (365)
50	50 unidades * 12,24 kWh/ día	612 kWh/ día total unidades * 365
	612 kWh/ día (flota)	223.380 kWh/año (flota)

Fuente: Trabajo de Investigación

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

3.8.4. *Energía que utilizará la bicicleta eléctrica de acuerdo al número de bicicletas propuestas*

Si se toma en cuenta que el consumo de kWh/ km de la bicicleta eléctrica Modelo Vit, es de 0,036 kWh/km y el promedio de kilómetros que recorrerá al día este sistema de bicicletas eléctricas en la ciudad de Riobamba es de 45 km, podemos tener la siguiente relación para obtener el cálculo del consumo kWh/ día por unidad:

Tabla 92 – 3: Consumo kWh/ día (unidad) para bicicleta eléctrica

Promedio Kilómetros recorridos al día	Consumo kWh/ bicicleta eléctrica	Consumo kWh/ día (unidad)
	Establecido por el fabricante	Promedio kilómetros recorridos al día* consumo kWh/ bicicleta eléctrica
45 km	1,8 kWh / 50 km	45 km * 0,036 kWh/km
	0,036 kWh/km	1,62 kWh /día

Fuente: Trabajo de Investigación

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Posteriormente para el cálculo del consumo energético del sistema, se ha tomado en cuenta los 365 días del año como laborables y el uso diario de todas las unidades (265) obteniendo la siguiente operación que refleja el consumo kWh/ año (flota):

Tabla 93 – 3: Consumo kWh/ año (flota) para bicicleta eléctrica

Número de bicicletas eléctricas propuestas	Consumo kWh/ día (flota)	Consumo kWh/ Año
	Número de bicicletas eléctricas propuestas * Consumo kWh/día (unidad)	Consumo kWh/día (flota)* Días del año (365)
265	265 unidades * 1,62 kWh/ día	429,3 kWh/ día total unidades * 365
	429,3 kWh/ día (flota)	156.694,5 kWh/año (flota)

Fuente: Trabajo de Investigación

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Tabla 94 – 3: Consumo estimado kWh/ año de medios de transporte eléctricos propuestos

Medio de Transporte Complementario	Número de unidades	Consumo kWh/ día (unidad)	Consumo kWh/ día (flota)	Consumo kWh/ Año
Bus Eléctrico	112	208,57 kWh /día	23.359,84 kWh/ día	8.526.341,6 kWh/año
Auto Eléctrico Compartido	50	12,24 kWh /día	612 kWh/ día	223.380 kWh/año
Bicicleta Eléctrica	265	1,62 kWh/día	429,3 kWh/día	156.694,5 kWh/año

Fuente: Trabajo de Investigación

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Tabla 95 – 3: Disponibilidad de energía anual

Oferta energética anual	Consumo energético anual en la ciudad	Disponibilidad de energía anual
367.164.095,15 kWh/ año	327.042.650,00 kWh/ año	40.121.445,15 kWh/ año

Fuente: Trabajo de Investigación

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Tabla 96 – 3: Disponibilidad de energía anual vs consumo kWh/ año

Disponibilidad de energía anual	Bus eléctrico	Auto Eléctrico	Bicicleta eléctrica
40.121.445,15 kWh/ año	8.526.341,6 kWh/año	223.380 kWh/año	156.694,5 kWh/año
Relación	Si abastece	Si abastece	Si abastece

Fuente: Trabajo de Investigación

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

Si se analiza los valores obtenidos en relación a la disponibilidad de energía anual en la ciudad de Riobamba vs el consumo que implica la operación de los sistemas de transporte eléctricos propuestos (bus eléctrico, vehículo eléctrico compartido y bicicleta eléctrica) se puede determinar que existe la suficiente capacidad para que cualquiera de los sistemas pueda implementarse en la ciudad sin ningún contratiempo en cuestiones de oferta energética anual.

3.9. Análisis de factibilidad de los medios de transporte eléctricos propuestos

Para determinar la factibilidad entre los medios de transporte eléctricos complementarios propuestos aplicados al sistema de transporte público urbano de la ciudad de Riobamba es necesario realizar comparaciones entre los pilares fundamentales que según Baca Urbina forman un estudio de factibilidad, parámetros tales como: humanos, técnicos y económicos; adicionalmente se debe tomar en cuenta otros aspectos relacionados a la electromovilidad como el impacto ambiental y el consumo energético.

Tabla 97 – 3: Comparativa de factibilidad de los medios de transporte eléctricos

Parámetros de factibilidad	Sistema de Bicicleta Eléctrica Pública	Buses Eléctricos en el Transporte Público Urbano	Sistema de Vehículo Eléctrico Compartido
Factibilidad Técnica	Dentro del análisis de factibilidad técnica para la bicicleta eléctrica se puede concluir que la ciudad de Riobamba cuenta con la mayoría de requerimientos geográficos que se enmarcan dentro de normativas y manuales aplicados para la implementación de las ciclovías tomando en cuenta su infraestructura como parqueaderos, estaciones de carga, señalética horizontal y vertical, semáforos; además la flota propuesta tiene características que se adaptan a la necesidades de la movilidad urbana de la ciudad.	En el análisis de factibilidad técnica para la implementación de buses eléctricos al transporte público se determinó que las características de infraestructura, paradas, horarios y rutas que se manejan en el sistema actualmente son compatibles al momento de incluir estas nuevas unidades eléctricas a la flota existente; se debería tomar en cuenta la ubicación e instalación de las electrolinerías para que no afecte la circulación vehicular dentro del perímetro urbano con fin de brindar un servicio óptimo a los usuarios.	Para el análisis de factibilidad técnica se debe tomar en cuenta que es un sistema completamente nuevo a insertarse en la movilidad urbana de la ciudad de Riobamba, por ello es necesario un estudio técnico detallado de la infraestructura requerida como estaciones de carga, estacionamientos exclusivos para vehículos eléctricos y las características de la flota más convenientes para el servicio; con el objetivo de crear un ambiente armónico en el transporte urbano.
Factibilidad económica	Para la implementación de un sistema de bicicleta eléctrica publica se toma en cuenta los costos importantes de la inversión inicial al momento de ejecutar este proyecto entre los cuales destacamos: costo de instalación de parqueaderos, estaciones de recarga, ciclovía, flota, talento humano y vehículos para recolección de las recolección y distribución de bicicletas; con un valor estimado de \$ 4.340.317,89 y un P.R.I de 3 años y dos meses.	En el estudio económico para la incorporación de buses eléctricos al sistema de transporte público urbano de la ciudad de Riobamba, se estima los parámetros específicos con los que el sistema actual no cuenta como: electrolinerías, flota vehicular y el talento humano en relación al personal necesario para el manejo y mantenimiento de las unidades eléctricas, estimando un valor referencial de inversión aproximado de \$ 39.499.605,68 y un P.R.I. de 6 años y seis meses.	El estudio económico para el sistema de vehículo eléctrico compartido abarca parámetros fundamentales para su constitución ya que como este sistema parte de cero se necesita un análisis financiero detallado para conocer el presupuesto real al momento de su implementación, en su estudio se ha tomado en cuenta los parámetros más relevantes como: instalación de electrolinerías, flota vehicular y talento humano referencial para el funcionamiento del sistema obteniendo un valor estimado de \$ 2.124.507,10 y un P.R.I. de 2 años y 9 meses.

<p>Factibilidad factor humano</p>	<p>En base a los resultados obtenidos de las encuestas realizadas se puede relacionar el factor humano con el nivel de aceptación de la bicicleta eléctrica que funcionará como un medio de transporte complementario al sistema público urbano, obteniendo un 32 % de aceptación a nivel del total de encuestados lo que significa que la implementación de este servicio va a captar la atención de los usuarios generando la factibilidad del mismo; dicho lo anterior se asocia el objetivo de satisfacer las necesidades de los ciudadanos creando un ambiente de inclusión y seguridad para los mismos demostrando ser viable la implementación de la bicicleta eléctrica pública.</p>	<p>En base a los resultados obtenidos del levantamiento de información se puede relacionar el factor humano con el nivel de aceptación del bus eléctrico que se incorporaría al sistema público urbano, obteniendo un 32 % de aceptación a nivel del total de encuestados lo que significa que la implementación de las unidades eléctricas al servicio captaran la atención de los usuarios generando la eficacia del mismo; dicho lo anterior se asocia el objetivo de satisfacer las necesidades de los ciudadanos creando un ambiente de inclusión y seguridad, demostrando así que es viable la incorporación del bus eléctrico.</p>	<p>De acuerdo a los resultados obtenidos de las encuestas realizadas a la población, se puede relacionar el factor humano con el nivel de aceptación de vehículo eléctrico compartido que funcionará como un medio de transporte complementario al sistema público urbano, obteniendo un 16 % de aceptación a nivel global, lo que significa que la implementación de este servicio va a captar la atención de los usuarios generando el buen funcionamiento del mismo; mencionando lo anterior se recalca el objetivo de satisfacer las necesidades de movilidad de los ciudadanos en un ambiente de inclusión y seguridad para los mismos demostrando ser viable la implementación de vehículo eléctrico compartido.</p>
<p>Factibilidad ambiental</p>	<p>La factibilidad ambiental en la electromovilidad se refiere al uso consciente de los recursos mediante la implementación de sistemas amigables con el medio ambiente como la bicicleta eléctrica, para disminuir de esta forma el empleo de los vehículos motorizados que contaminan en gran parte al ecosistema, con el objetivo de promover la utilización de energías limpias generando una movilidad sostenible, mejorando la calidad del aire y disminuyendo los niveles de contaminación visual, acústico entre otros, preservando un ambiente equilibrado</p>	<p>Con la incorporación de los buses eléctricos al sistema de transporte público urbano se busca reducir la emisión de gases de efecto invernadero causados por el uso de vehículos a combustión interna (autos particulares, buses públicos a punto de cumplir su vida útil) impulsando de esta forma la utilización de las energías renovables (energía eléctrica) con el fin de mejorar la calidad de vida de la población de la ciudad de Riobamba y preservando el ambiente para las generaciones futuras.</p>	<p>Mediante la creación de un sistema de vehículos eléctricos compartidos se fortalecerá el uso consciente de los recursos, ya que su principal función es reducir la cantidad de autos particulares principalmente en la zona céntrica de la ciudad de Riobamba donde existen problemas relacionados a la contaminación visual, acústica, congestión vehicular y calidad del aire. Por otro lado la característica esencial de este tipo de transporte es optimizar su empleo a través de múltiples viajes de diferentes usuarios en una misma unidad, ocupando al máximo su capacidad y</p>

	para las generaciones futuras y en la actualidad vivir en un entorno más saludable.		promoviendo un entorno de compañerismo e inclusión dentro de la sociedad.
Factibilidad energética	La factibilidad energética se refiere a la disponibilidad (40.121.445,15 kWh/ año) que existe entre la oferta y demanda de energía eléctrica en la ciudad de Riobamba al momento de implementar el sistema complementario de bicicleta eléctrica al transporte público urbano; en base a esta relación se determina que la empresa eléctrica EERSA encargada del suministro de energía abastecerá de manera uniforme y sin interrupción a la demanda que generará el sistema de bicicleta eléctrica pública anualmente (156.694,5 kWh/año).	La factibilidad energética se refiere a la disponibilidad (40.121.445,15 kWh/ año) que existe entre la oferta y demanda de energía eléctrica en la ciudad de Riobamba al momento de incorporar buses eléctricos al sistema de transporte público urbano; en base a esta relación se determina que la empresa eléctrica EERSA encargada del suministro de energía abastecerá de manera uniforme y sin interrupción a la demanda que generará el uso de estas unidades públicas anualmente (8.526.341,6 kWh/año).	La factibilidad energética se refiere a la disponibilidad (40.121.445,15 kWh/ año) que existe entre la oferta y demanda de energía eléctrica en la ciudad de Riobamba al momento de implementar el sistema complementario de auto eléctrico compartido al transporte público urbano; en base a esta relación se determina que la empresa eléctrica EERSA encargada del suministro de energía abastecerá de manera uniforme y sin interrupción a la demanda que generará este sistema complementario anualmente (223.380 kWh/año).

Fuente: Trabajo de Investigación.

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

3.10. Medio de transporte más factible

En base a los resultados obtenidos y a la comparativa entre los diferentes aspectos que conlleva un estudio factibilidad (tabla 97 – 3) como humanos, técnicos y económicos, adicionalmente se analizaron parámetros indispensables relacionados a la electromovilidad como el impacto ambiental y el consumo energético.

Para seleccionar el medio complementario más factible al sistema de transporte público se toma en cuenta las siguientes características las cuales fueron calificadas dependiendo dos criterios de variables (cuantitativas y cualitativas):

Tabla 98 – 3: Comparativa de factibilidad de los medios de transporte eléctricos

Medios de Transporte	Aspectos Cuantitativos [(Bajo (Bueno) - Medio (Normal) - Alto (Malo)]			Aspectos Cualitativos [Bajo (Malo) - Medio (Normal) - Alto (Bueno)]		
	Costo de inversión inicial	Consumo energético anual	Tarifa	Universalidad	Impacto ambiental	Accesibilidad
Bicicleta Eléctrica	\$ 4.340.317,89 (Medio)	156.694,5 kWh/año (Bajo)	Bajo	Alto	Alto	Medio
Bus Eléctrico	\$ 39.499.605,68 (Alto)	8.526.341,6 kWh/año (Alto)	Medio	Medio	Bajo	Bajo
Auto eléctrico compartido	\$ 2.124.507,10 (Bajo)	223.380 kWh/año (Medio)	Alto	Bajo	Medio	Alto

Fuente: Trabajo de Investigación

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

3.10.1. Elección Final del medio de transporte eléctrico complementario más factible

En base a la tabla (98 – 3) se puede determinar el orden de factibilidad de acuerdo a los parámetros principales ya mencionados anteriormente, teniendo como resultado lo siguiente:

3.10.1.1. Aspectos Cuantitativos

Analizando las variables y la calificación a cada una de ellas concluimos que:

- ✓ La bicicleta eléctrica tiene ventaja en relación al consumo energético anual en comparación a los otros dos sistemas de transporte eléctrico complementarios (Bus eléctrico – Vehículo eléctrico compartido).

- ✓ El bus eléctrico tiene el mayor costo de inversión inicial en comparación a los otros dos sistemas de transporte eléctricos complementarios (Bicicleta – Vehículo eléctrico compartido).
- ✓ El vehículo eléctrico compartido tiene el menor costo de inversión inicial aproximado, pero su consumo energético anual es medio en comparación a los otros dos sistemas de transporte eléctricos (Bicicleta eléctrica – bus eléctrico).
- ✓ La bicicleta eléctrica tiene ventaja en relación a la tarifa o costo por el servicio, en comparación a los otros dos sistemas de transporte eléctricos complementarios, recalcando que será un servicio gratuito al cual se accede por un costo de inscripción moderado (Bus eléctrico – Vehículo eléctrico compartido).

3.10.1.2. Aspectos Cualitativos

Analizando las variables y la calificación a cada una de ellas se concluye que:

- ✓ La bicicleta eléctrica es el medio de transporte menos complicado hablando en términos de uso y operación, convirtiéndolo en el sistema más universal en comparación a los otros dos sistemas de transporte eléctricos complementarios (Bus eléctrico – Vehículo eléctrico compartido)
- ✓ Dentro del parámetro de impacto ambiental todos los medios de transporte eléctricos propuestos son amigables con el medio ambiente, pero para asignar la calificación tomaremos en cuenta el proceso de fabricación, tamaño de baterías o componentes de la flota, posicionándose en el primer lugar la bicicleta eléctrica porque es la unidad construida con menos partes en relación a los otros dos medios de transporte eléctricos complementarios (Bus eléctrico – Vehículo eléctrico compartido).
- ✓ El vehículo eléctrico compartido se destaca en términos de accesibilidad ya que al no poseer una ruta fija lo hace perfecto para movilizarse a cualquier punto de la ciudad en el tiempo requerido por el usuario, a diferencia de los otros dos medios que cuentan con horarios y rutas establecidas de acuerdo a sus características de flota e infraestructura.

3.10.2. Relación entre Variables Cuantitativas y Cualitativas

En base a las variables mencionadas anteriormente se puede determinar que el orden de factibilidad de los 3 medios de transporte eléctricos complementarios propuestos se encuentra establecida de la siguiente manera resaltando que, en cuestiones de consumo energético, inversión, accesibilidad, universalidad, tarifa e impacto ambiental se posiciona en el primer lugar la bicicleta eléctrica por lo que se convierte en el medio más factible para su implementación en el sistema de transporte público urbano de la ciudad de Riobamba, seguido del bus eléctrico y finalmente el vehículo eléctrico compartido.

Tabla 99 – 3: Orden jerárquico de factibilidad de medios eléctricos propuestos

Primer Lugar (Factibilidad) / Bicicleta Eléctrica Publica
Segundo Lugar (Factibilidad) / Bus Eléctrico
Tercer Lugar (Factibilidad) / Vehículo Eléctrico Compartido

Fuente: Trabajo de Investigación.

Realizado por: Barahona, J.; Heredia, R. 2020

CONCLUSIONES

- Se determinó en base a estudios nacionales e internacionales que los factores más influyentes en la implementación de la electromovilidad en el transporte público urbano son: el tipo de ciudad, necesidades de la población, consumo energético, contaminación ambiental, infraestructura, costos de inversión; mismos que son fundamentales al momento de elegir la mejor opción entre los diferentes medios de transporte eléctricos recalando que lo más importante en el ámbito de la electromovilidad es satisfacer las necesidades de movilidad, además de ser un sistema rentable y sostenible que utilice de forma consciente los recursos para disminuir la contaminación ambiental y mejorar la calidad de vida de la población..
- En base a los resultados obtenidos en la encuesta se determinó que el porcentaje de ocupación del transporte público urbano de la ciudad de Riobamba es del 38% indicando así que es el sistema más utilizado para la movilización en comparación a otros medios, motivo por el cual la investigación se direccionó en este sector del transporte y la factibilidad de la incorporación de medios complementarios como bicicleta eléctrica, bus eléctrico y vehículo eléctrico compartido; en relación a la calidad del servicio que posee actualmente el transporte público se evidenció falencias relacionadas a parámetros como: seguridad, comodidad y atención al cliente razones por las que el 52% de la población calificó al sistema como regular, por otro lado el estado de la flota vehicular correspondiente a los 184 buses que operan en la ciudad 112 unidades son tentativas para el cambio a la movilidad eléctrica promoviendo así el uso de energías limpias para mejorar el entorno del perímetro urbano de Riobamba.
- Para la incorporación de la electromovilidad al sistema de transporte público urbano se realizó el estudio de factibilidad de tres medios de transporte eléctricos en base al nivel de aceptación obtenido en las encuestas refiriéndose a: la bicicleta eléctrica, bus eléctrico, vehículo eléctrico compartido; después de un análisis comparativo entre los factores de mercado, técnicos, económicos, sociales y ambientales de los tres medios mencionados anteriormente, se determinó que la mejor opción sería complementar al transporte público urbano con un sistema de bicicletas eléctricas ya que es el medio más atractivo para la población y se toma en cuenta costos importantes como la inversión inicial con un valor estimado del \$ 4.340.317,89 y un P.R.I de 3 años y dos meses, adicional a esto se tomó en cuenta la zona con mayor generación y atracción de viajes que es la Z1 (Lizarzaburu) en donde por sus centroides propuestos en base a estudio y trabajo permiten la viabilidad de la integración de este sistema sin problema, esto mejoraría los tiempos de viaje, conectividad entre las parroquias, disminución de la congestión vehicular, reducción de la contaminación ambiental aportando a la reorganización de la circulación del parque automotor para crear espacios más saludables y mejorar la calidad de vida.

RECOMENDACIONES

- Es necesario que las autoridades competentes constantemente realicen estudios sobre el uso de metodologías que puedan medir los niveles de emisiones de gases provocados por el sector del transporte para brindar alternativas que ayuden a disminuir la contaminación ambiental y la incorporación de medios eléctricos al sistema para reorganizar la movilidad de la ciudad de Riobamba, por otro lado el avance de la electromovilidad puede calcularse mediante el número de unidades eléctricas que se inserten al sistema público y particular dentro del perímetro urbano mejorando así la circulación vehicular y disminuyendo la congestión en las zonas con mayor aglomeración de vehículos; la calidad de vida es otro parámetro que está relacionado con las rutinas y hábitos diarios de la población al momento de trasladarse a las diferentes zonas para satisfacer sus necesidades y se puede cuantificar con el número de personas que cambian su forma de desplazamiento por medios de transporte amigables con el medio ambiente; es por ello que se debe analizar estos factores para tomar decisiones correctas en el ámbito de la movilidad urbana.
- Es importante que los actores principales que intervienen en la operación del transporte público urbano sean conscientes del avance tecnológico y la contaminación ambiental que existe actualmente y den paso al avance de la movilidad con alternativas relacionadas al transporte eléctrico; además de que el Gobierno Nacional brinde facilidades mediante incentivos para la adquisición de esta tecnología en el territorio ecuatoriano debido a que los costos de inversión de las unidades son elevados en comparación a la flota convencional, proponiendo insertar paulatinamente vehículos eléctricos al sistema de transporte público urbano con el objetivo de impulsar una movilidad sostenible aprovechando de manera eficiente los recursos energéticos y medioambientales.
- Para la implementación de un sistema complementario eléctrico al transporte público urbano es necesario informar a la población en general mediante capacitaciones, campañas, publicidad electrónica, páginas web y redes sociales sobre las ventajas y beneficios sociales y medioambientales de estos sistemas, para impulsar de esta forma la electromovilidad dentro de la ciudad de Riobamba como alternativa eficiente de desplazamiento; además en base a la entrevista realizada al Director de la Carrera de Gestión de Transporte Ing. César Villa se propone complementar la formación profesional con cátedras referentes a la electromovilidad y nuevas tecnologías de transporte con la visión de crear nuevos proyectos en beneficio de la movilidad urbana de la ciudad de Riobamba.

GLOSARIO

Electromovilidad: Conceptualmente, la electromovilidad hace referencia al uso de vehículos eléctricos, siendo entendido como aquellos que hacen uso de combustibles y/o energía alternativa impulsado por uno o más motores eléctricos. (García Bernal, 2019)

Scooter: Un scooter, motoneta, pasola o moto, es un tipo de vehículo motorizado de dos ruedas, con un cuadro abierto en la que el conductor se sienta (sin montar a horcajadas sobre parte alguna del motor). (Camacho, 2018)

Sostenibilidad: Cualidad de sostenible, especialmente las características del desarrollo que asegura las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de futuras generaciones. (González, 2007)

Viabilidad: La viabilidad es un análisis que tiene por finalidad conocer la probabilidad que existe de poder llevar a cabo un proyecto con éxito. Por tanto, ofrece información sobre si se puede o no llevar a cabo. Así, si es viable, significa que tiene muchas posibilidades de salir adelante. (González, 2007)

Subsidio: Un subsidio, es la diferencia entre el precio real de un bien o servicio y el precio real cobrado al consumidor de estos bienes o servicios. En economía el subsidio se aplica para estimular artificialmente el consumo o la producción de un bien o servicio. (Baca Urbina, 2001)

Ciclomotor: Vehículo de dos ruedas, parecido a una bicicleta, con pedales y provisto de un motor de pequeña cilindrada. (Veliz Delgadillo, 2018)

Centroide: El punto de una zona específica donde se genera y atrae la mayor cantidad de viajes. (Agosta, 2006)

Aglomeración: Es el acto y el resultado de aglomerar: reunir muchos elementos, acoplar o pegar diferentes sustancias o fragmentos de algo. (Agosta, 2006)

Electrolinera: Una estación de carga o estación de carga eléctrica, es un lugar que provee electricidad para la recarga rápida de las baterías de los vehículos eléctricos, incluyendo los vehículos híbridos enchufables. (García Bernal, 2019)

Inserción: Es el acto y el resultado de insertar, el verbo insertar refiere a introducir o incluir. (Agosta, 2006)

Flujo de efectivo: Es el dinero que entra y sale de las cuentas de una empresa, según el estado de resultados. Puede hacer referencia a un único proyecto o a toda la actividad de la empresa. (Baca Urbina, 2001)

Auge: Crecimiento o desarrollo notables y progresivos de algo, en especial de un proceso o una actividad. (Baca Urbina, 2001)

BIBLIOGRAFÍA

- Agosta, I. R. D. (2006). *Introducción al Análisis de los Sistemas de Transporte*.
- Albisser, R. (2018). El tranvía eléctrico, una solución intermedia. Obtenido de <https://la.network/el-tranvia-electrico-una-solucion-intermedia/>
- Alvear Muevecela, W. L. (2019). *Diseño del sistema eléctrico en baja tensión para estaciones de carga de autobuses eléctricos*.
- ANT. (2014). *Resolución No. 111-DIR-2014-ANT*.
- ARCONEL. (2019). Pliego Tarifario Para Las Empresas Eléctricas de Distribución - Servicio Público de Energía Eléctrica. *Resolución Nro. ARCONEL – 035/19, 19, 1–19*.
- Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica. (2017). *Ley No 9518 “Ley de incentivos y promoción para el Transporte Eléctrico” Costa Rica*.
- Baca Urbina, G. (2001). *Evaluación de proyectos*.
- Barros Guiracocha, H. P., & Ortega Ortega, L. A. (2018). *Análisis y Diseño de la instalación eléctrica de una electrolinera en la ciudad de Cuenca*. 134.
- Bellido Chipana, Duwal Telesforo; De La Cruz, Gustavo Jo; Hidalgo Cajachagua, Jhon Alexander; Ore Salvatierra, Luis Alberto; Taype Enciso, L. A. T. E. (2018). *Análisis de la propuesta de incentivos para implementar buses eléctricos en el transporte público de Lima: Viabilidad normativa y económica desde el sector privado y público* (Vol. 10).
- Blanco Coto, A. (2020). Vehículos eléctricos en Costa Rica. Obtenido de <https://web.energia.go.cr/2020/06/09/movilidad-electrica-costa-rica/>
- Bloomberg. (2018). Crecerá mercado de autobuses eléctricos más rápido que el de automóviles eléctricos, mientras que el uso de vehículos convencionales se desvanece. Obtenido de <https://www.bloomberg.com/latam/blog/crecera-mercado-de-autobuses-electricos-mas-rapido-que-el-de-automoviles-electricos-mientras-que-el-uso-de-vehiculos-convencionales-se-desvanece/>
- BYD E-Motors Ecuador. (2020). Sedán Eléctrico e5. Obtenido de <https://bydelectrico.com/ec/autos/>
- Cali, E., & Tasigchana, V. (2019). *Propuesta de diseño de un sistema de bicicletas alternativo sostenible para el cantón Riobamba*.
- Camacho, M. (2018). Cómo funciona un patinete eléctrico 2020. Obtenido de <https://elpatinete.net/como-funciona-patinete-electrico/>
- Carbo Tomalá, J. L., & Mendoza Echeverría, S. O. (2017). *Diseño de construcción y análisis de*

emplazamiento de electrolineras en Guayaquil y Samborondón.

- Castro Bueno, S. C. (2019). *Scooter eléctrico para el desplazamiento en áreas urbanas diseñado desde la perspectiva de diseño universal.*
- Chiavenato, I. (1996). *Administración de Recursos Humanos.* 62–128.
- Circutor. (2015). El coche eléctrico, el transporte del futuro. Obtenido de <http://circutor.es/es/formacion/vehiculo-electrico/el-coche-electrico-el-transporte-del-futuro>
- Comité de Comercio Exterior. (2019). *Resolución No. 16-2019* (p. 6). p. 6.
- Comité de Metros. (2003). El metro: una oportunidad para el desarrollo sostenible en las grandes urbes. *Focus Papers.* Obtenido de [http://www.uitp.org/sites/default/files/cck-focus-papers-files/04 El metro una oportunidad para el desarrollo.pdf](http://www.uitp.org/sites/default/files/cck-focus-papers-files/04%20El%20metro%20una%20oportunidad%20para%20el%20desarrollo.pdf)
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador.* 1–136. Obtenido de https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf
- Cooperativa de Transporte Urbano “El Sagrario.” (2018). *Plan de Trabajo 2018-2019.* 22. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Decreto Ejecutivo No. 371. (2018). *Decreto Ejecutivo No. 371.*
- Díaz, D. (2017). *Teleféricos: Complemento a la red de Transporte Público en México.*
- Díez , Andrés; Bohórquez, Armando; Rodríguez, Jaime; Roa, Fernando; Almarío, Pedro; Velandia, E. (2009). *Evaluación de la tracción híbrida en el transporte público urbano de pasajeros.* (2009).
- Dirección de Gestión de Turismo del Gobierno Autónomo Descentralizado de Riobamba. (2017). Historia de Riobamba. Obtenido de <https://riobamba.com.ec/es/historia-de-riobamba-a64603b93>
- Dubs de Moya, R. (2002). El Proyecto Factible: una modalidad de investigación. *Sapiens: Revista Universitaria de Investigación*, 3(2), 53–70.
- Ecomove. (2020). Electric bikes. Obtenido de <https://ecomove.com.ec/producto/ekko/>
- ECOSEED. (2019). Historia de las Bicis Eléctricas. Obtenido de <https://www.ecoseed.org/historia-bicis-electricas/>
- EcuRed. (2017). Provincia de Chimborazo (Ecuador). Obtenido de [https://www.ecured.cu/Provincia_de_Chimborazo_\(Ecuador\)](https://www.ecured.cu/Provincia_de_Chimborazo_(Ecuador))
- EERSA, E. E. R. S. A. (2015). *Informe de Gestión 2015.*

- Ferrando, Haritz; Anaya, Esther; Arauzo, I. (2007). *Guía metodológica para la implantación de sistemas de bicicletas públicas en España*.
- García Bernal, N. (2019). *Electromovilidad Tendencias y experiencia nacional e internacional*. 14.
- García Liñán, S. (2015). Vehículos y Dióxido de Carbono. Obtenido de [https://www.elfinanciero.com.mx/opinion/salvador-garcia-linan/vehiculos-y-dioxido-de-carbono#:~:text=El dióxido de carbono \(CO2,falta de oxígeno para respirar](https://www.elfinanciero.com.mx/opinion/salvador-garcia-linan/vehiculos-y-dioxido-de-carbono#:~:text=El dióxido de carbono (CO2,falta de oxígeno para respirar).
- García Ruíz, M. (2015). *Pasado, presente y futuro de vehículos eléctricos*. 151, 10–17. <https://doi.org/10.1145/3132847.3132886>
- Gómez, Y., & Semeshenko, V. (2018). *Transporte y calidad de vida urbana. Estudio de caso sobre el Metroplús de Medellín, Colombia*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/1552/155256421004/html/index.html>
- González, M. (2007). *Ideas y buenas prácticas para la movilidad sostenible*.
- Grütter, J. (2014). *Rendimiento Real de Buses Híbridos y Eléctricos*. 39.
- Guevara Orozco, J. F. (2017). *Aplicación de los Sistemas de Información Geográfica para la Actualización y Funcionamiento del Transporte Público del cantón Riobamba*. 151. Obtenido de <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/7041>
- ICAP. (2017). *Ciudades Inteligentes en la Nueva Gestión Pública*. 168.
- INEC. (2010). Fascículo Provincial Chimborazo. *Inec*, 8. Obtenido de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manu-lateral/Resultados-provinciales/chimborazo.pdf>
- INEC. (2017). *Anuario de Estadísticas de Transporte 2017 Diciembre, 2018*. Obtenido de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Estadistica de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Estadistica
- INEN. (2018). Proyecto de Reglamento Técnico Ecuatoriano PRTE INEN 162 “Accesorios de carga para vehículos eléctricos.” Obtenido de <http://inenreglamentacion.blogspot.com/2018/02/prte-inen-162-accesorios-de-carga-para.html>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2011). *RTE INEN-004-6*. 1–58.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, I. (2018). *Datos ANT Tabulados*.
- León Arpi, J. A., & Ochoa Carrasco, J. D. (2018). “*Estudio de factibilidad financiera del uso de*

- bicicletas eléctricas en la ciudad de Cuenca.*” Universidad del Azuay.
- León Estrella, F. L. (2017). *Implementación y uso de autos eléctricos en el transporte público y su impacto en la red de distribución, Loja 2017.*
- Ley orgánica de Eficiencia Energética. (2019). *Ley orgánica de Eficiencia Energética.*
- Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica. (2015). *Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica.* 1–28.
- LOTTTSV, A. C. (1996). *Ley Orgánica de Transporte Terrestre , Tránsito y Seguridad Vial.* (1002).
- Manheim, M. (1979). *Fundamentals of Transportation Systems Analysis* (Volumen 1; M.I.T. Press Cambridge, Ed.).
- Martínez, M. M. (2019). Electromovilidad: transporte más limpio, seguro y eficiente. Obtenido de <https://blogs.iadb.org/energia/es/electromovilidad-transporte-mas-limpio-seguro-y-eficiente/>
- Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. (2017). Plan Nacional de Eficiencia Energética 2016-2035. In *Plan Nacional de Eficiencia Energética 2016-2035.*
- Ministerio del Ambiente. (2010). *Ley de Prevención y Control del medio ambiente.* (907040), 10–13. Obtenido de <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEY-DE-PREVENCION-Y-CONTROL-DE-LA-CONTAMINACION-AMBIENTAL.pdf>
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2016). Óxidos de Nitrógeno. Obtenido de <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/salud/oxidoss-nitrogeno.aspx>
- Montezuma, R. (2015). *Guía práctica para implementación Sistemas Públicos de Bicicletas para América Latina.* Obtenido de www.ciudadhumana.org%0Awww.ciudadesycambioclimatico.org
- Moretton, J. (1996). Contaminación del aire en la Argentina. Obtenido de <https://www.mendoza.conicet.gov.ar/portal/enciclopedia/terminos/MonoxiCar.htm>
- Morocho, A., & Rodríguez, J. (2019). *La Calidad De Servicio Del Transporte Público Urbano En La Ciudad De Azogues.*
- Murias, D. (2010). Historia de los coches eléctricos. Obtenido de <https://www.motorpasion.com/coches-hibridos-alternativos/historia-de-los-coches-electricos?fbclid=IwAR2X6nPnT7jEenVc6ja-8WPz4PvxhOUDWLPBXOyogCobr6Oa4xpUGl8ybDg>

- Oemick Jerez, P. Ó. (2019). *Evaluación económica y social de la incorporación de buses eléctricos al transporte público urbano de Santiago*.
- Optimising Bike Sharing in European Cities. (2011). *Manual de Optimización de Sistemas de Bicicleta Pública en Ciudades Europeas*. Obtenido de <http://cz.pujcovnykol.cz/>
- Padilla, Walter; León, L. (2016). *Desarrollo de la ingeniería de detalle de las torres y sistemas de soporte estructural para las líneas de Teleférico del sistema de transporte público Metrocables del Distrito Metropolitano de Quito*.
- Pérez Jaramillo, D., Gutiérrez, M. C., & Mix, R. (2019). *Electromovilidad-Panorama actual en América Latina y el Caribe*.
- Risi, G. (2017). Tecnologías para un desarrollo sustentable y sostenible. Obtenido de <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=3139>
- Rovira Coll, D. (2016). *Mantenimiento asociado a una empresa de alquiler de bicicletas eléctricas*. 56.
- Sánchez, R. C. (2020). Red Nacional de carga para vehículos eléctricos Costa Rica. Obtenido de <https://www.presidencia.go.cr/comunicados/2020/02/costa-rica-es-el-primer-pais-de-la-region-con-una-red-nacional-de-carga-para-vehiculos-electricos/>
- Sancler, V. (2019). Funicular-Qué es, para qué sirve, características, historia, partes, funcionamiento. Obtenido de <https://www.euston96.com/funicular/>
- Santos, T. (2008). Estudio de factibilidad de un proyecto de inversión: Etapas en su estudio. Obtenido de <http://www.eumed.net/ce/2008b/tss.htm>
- Sarache Castro, W. A., & Cardona Alzate, C. A. (2007). *La Logística del transporte: un elemento estratégico en el desarrollo agroindustrial*. 208.
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021-Toda una Vida*. Obtenido de http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL_OK.compressed1.pdf
- Tamayo Avalos, E. R. (2014). *Estimación de costos para que una empresa operadora de transporte público pase de motores de combustión interna a motor a eléctricos*.
- Torres González, J. M. (2019). ¿Cuándo y cómo se inventó el patinete eléctrico? Obtenido de <https://www.muyinteresante.es/curiosidades-motor/articulo/cuando-y-como-se-invento-el-patinete-electrico-921576180955>
- Torres Sarmiento, J. D. (2015). *Estudio de viabilidad en la implementación de vehículos eléctricos en la ciudad de Cuenca*.

- Vélez Sánchez, J. G. (2017). *Análisis y Estimación de la Demanda Eléctrica con la Implementación de Vehículos Eléctricos conectados a una Red de Distribución en Cuenca y El Ecuador* (Universidad de Cuenca). Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/76153444.pdf>
- Veliz Delgadillo, C. (2018). *Estudio de viabilidad de movilidad con bicicletas eléctricas*. Universitat Politècnica de Catalunya Barcelonatech.
- Viera, Diego; Arévalo, D. (2017). *Estudio y Normativas para la implementación de Automóviles Eléctricos en el Distrito Metropolitano de Quito*.
- Villa Uvida, R. (2014). *Guía técnica para el diseño y construcción de Ciclovías para zonas de ampliación futura de las ciudades medianas del Ecuador*.
- Vulog. (2017). ¿Cuál es el mercado potencial para el carsharing flotante? Obtenido de <https://www.vulog.com/en/>
- Wright, Llayd; Fjellstrom, Karl ; Wagner, A. (2006). *Opciones de transporte público masivo*.
- Zapata Briñón, M. E. (2018). *Metodología para la implmentación de buses eléctricos duales con baterías Litio-Ferrofosfato en la ruta circular sur 302 de Medellín, Colombia*.
- Zuluaga Ruiz, J. F. (2017). ¿Qué es movilidad sostenible y por qué es importante? Obtenido de <https://blog.segurossura.com.co/articulo/movilidad/por-que-debes-saber-que-es-movilidad-sostenible>



14/12/2020
0496-DBRAI-UPT-2020