ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

"PROPUESTA DE REDUCCIÓN DE GASES CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS MEDIANTE LA OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE TRANSPORTE PÚBLICO DE AUTOBUSES EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA"

Trabajo de titulación

Tipo: Proyecto de investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO MECÁNICO

AUTORES:

DIEGO FERNANDO CHIMBO CÓNDOR

VICENTE DAVID PAUCAR CARRILLO

Riobamba-Ecuador

2021

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

"PROPUESTA DE REDUCCIÓN DE GASES CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS MEDIANTE LA OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE TRANSPORTE PÚBLICO DE AUTOBUSES EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA"

Trabajo de titulación

Tipo: Proyecto de investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO MECÁNICO

AUTORES: DIEGO FERNANDO CHIMBO CÓNDOR

VICENTE DAVID PAUCAR CARRILLO

DIRECTOR: Ing. TELMO JESUS MORENO ROMERO

Riobamba-Ecuador

2021

2021, Diego Fernando Chimbo Cóndor y Vicente David Paucar Carrillo

Autorizamos 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, Diego Fernando Chimbo Cóndor y Vicente David Paucar Carrillo, declaramos que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados de este son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo 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, 19 de Marzo de 2021.

Diego Fernando Chimbo Condor **Vicente David Paucar Carrillo**

172268833-8 **070644512-9**

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

CARRERA DE MECÁNICA

El tribunal del trabajo de titulación certifica que: El trabajo de titulación; tipo Proyecto de Investigación, **PROPUESTA DE REDUCCIÓN DE GASES CONTAMINANTES ATMOSFERICOS MEDIANTE LA OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE TRANSPORTE PÚBLICO DE AUTOBUSES EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA,** realizado por los señores: **DIEGO FERNANDO CHIMBO CÓNDOR Y VICENTE DAVID PAUCAR CARRILLO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal de trabajo de titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Edwin Fernando Viteri Núñez	_____	2021-03-22
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		
Ing. Telmo Jesús Moreno Romero	_____	2021-03-22
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN		
Ing. Otto Fernando Balseca Sampedro	_____	2021-03-22
MIEMBRO DEL TRABAJO DE TITULACION		

DEDICATORIA

A Dios por cuidar de mi todo este tiempo y guiarme espiritualmente; a mis padres Rosa Cóndor y Carlos Chimbo que me han brindado su apoyo incondicional y son mi ejemplo para seguir en cada paso que doy; a mi hermano que con el amor a su manera me ha dado fuerzas para luchar y no rendirme jamás.

Diego

A mis padres Baltazara Carrillo y Vicente Paucar que han estado a mi lado con su apoyo absoluto en el transcurso de mi preparación profesional, a mis hermanos Luis, Samantha y Kelvin por las diversas emociones que me han brindado. A mis mejores amigos de quienes he aprendido que se disfruta más la vida cuando caminas acompañado y no en soledad.

Todos los recuerdo me hacen querer volver allí.

Vicente

AGRADECIMIENTO

Mi más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por su confortable acogida y brindarnos la oportunidad de obtener una anhelada profesión, a mi tutor Ing. Telmo Moreno, al miembro Ing. Otto Balseca y mis maestros que nos apoyaron incondicionalmente en cada etapa de nuestra formación; a mis padres que me han apoyado económicamente a pesar de las circunstancias en las que se han encontrado y a cada persona que me apoyado durante esta anhelada etapa de mi vida.

Diego

El mejor de los agradecimientos a mis formadores de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo que me han transmitido sus conocimientos, a nuestros tutores que nos han apoyado incondicionalmente; a mis padres que en todo momento están conmigo ayudándome aprender de mis errores y no volverlos a cometer.

Vicente

TABLA DE CONTENIDO

INDICE DE TABLAS ..... **x**
INDICE DE FIGURAS ..... **xiii**
INDICE DE GRÁFICOS ..... **xiv**
INDICE DE ANEXOS ..... **xvii**
RESUMEN ..... **xviii**
SUMMARY ..... ¡Error! Marcador no definido.
INTRODUCCION **1**

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL **2**
1.1. Antecedentes **2**
1.2. Planteamiento del problema **3**
1.3. Formulación del problema **5**
1.3.1. Delimitación del objeto de esta investigación ***5***
1.4. Justificación **6**
1.4.1. Justificación teórica ***6***
1.4.2. Justificación académica ***7***
1.4.3. Justificación práctica ***7***
1.4.4. Justificación metodológica ***7***
1.5. Objetivos **8**
1.5.1. Objetivo General ***8***
1.5.2. Objetivo Especifico ***8***

CAPITULO II

2. MARCO METODOLÓGICO **9**
2.1. Antecedentes **9**
2.2. Planificación, selección de rutas y modos de transporte **11**
2.3. Los distintos medios de transporte **11**
2.3.1. Transporte Terrestre ***11***
2.3.2. Transporte de ferrocarril ***12***

2.3.3. Transporte aéreo *12*
2.3.4. Transporte fluvial *12*
2.3.5. Transporte marítimo *12*
2.4. La planificación del proceso del transporte en general **12**
2.5. Técnicas para programar las rutas **13**
2.5.1. Método Trioptimal *13*
2.5.2. Método de ahorro de tiempos *13*
2.5.3. Algoritmo de Dijkstra *13*
2.6. Programación de rutas con SIGs **14**
2.6.1. Introducción a los Sistemas de Información Geográfica (SIG) *14*
2.6.2. Tipos de SIGs *14*
2.6.3. Aplicaciones de SIGs *15*
2.6.4. Formatos ráster y vectoriales en SIGs *16*
2.6.5. Sistemas para administrar las Bases de Datos *16*
2.6.6. Precisión, exactitud y errores en SIGs *16*
2.7. ArcGIS 10.1.4 ..... **17**
2.8. Extensión Network Analyst de ArcGIS **18**
2.8.1. Brindar servicio de transporte a varias órdenes con una flota *18*
2.9. Combustibles **19**
2.9.1. Combustible solido *19*
2.9.2. Combustible liquido *20*
2.9.3. Combustibles gaseosos *21*
2.10. Contaminación del aire **21**
2.10.1. Clasificación de los contaminantes *22*
2.10.1.1. Por su composición química *22*
2.10.1.2. Por su origen *22*
2.10.1.3. Por su estado de agregación molecular *23*
2.11. Fuentes de contaminación del aire **23**
2.12. Método de evaluación de incertidumbre **23**
2.13. Principales gases resultantes de fuentes móviles **24**
2.14. Contaminación vehicular **25**
2.15. Modelo de emisiones **26**
2.15.1. Emisiones en caliente *26*
2.15.2. Emisiones en frio *26*
2.15.3. Emisiones evaporativas *26*
2.16. Cálculos de emisiones **26**
2.16.1. Modelo Botton Up *27*

2.17. Factores de emisión de gases 28
2.18. Gases potenciales de efecto invernadero. 32
2.19. Cálculos estadísticos para realizar encuestas 33
2.19.1. Tamaño de la muestra 33
2.19.2. Tipos comunes de muestreos 34
2.19.2.1. Muestreo sistemático 34
2.19.2.2. Muestreo para determinar prevalencias 34
2.19.2.3. Muestreo para la detección de una enfermedad 34
2.19.2.4. Tamaño de muestra para la realización de estudios 35
2.19.2.5. Opción de grupos para variable cuantitativa 35
2.19.2.6. Opción muestra de un grupo con una población conocida 36
2.20. Datos de contaminación en el Ecuador 36
2.20.1. Reglamentos en el Ecuador 36
2.20.2. Instrumentos en una Revisión Técnica vehicular 37
2.20.3. Monitoreo de la calidad del aire 37
2.20.4. Monitoreo de la calidad del aire en Cuenca 38
2.20.5. Monitoreo de la calidad del aire en Riobamba 39
2.21. Metodología: Metodología de la Investigación 43
2.21.1. Ubicación del área de estudio 43
2.21.1.1. División Política de la Ciudad de Riobamba 44
2.21.1.2. Superficie 44
2.21.1.3. Composición de la Población 44
2.21.2. Flota vehicular de transporte urbano 45
2.21.3. Edad de las unidades de transporte 46
2.21.4. Velocidad por la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Transito y Seguridad... 47
2.21.5. Velocidad promedio en las vías de la ciudad de Riobamba 48
2.21.5.1. Intervalos de salida en cada línea de transporte 48
2.21.6. Índice de pasajeros por Kilómetro (IPK) 50
2.21.7. Estimación del número de pasajeros 51
2.21.8. Descripción de las líneas de transporte publico vigentes 52
2.21.9. Propuesta de distribución de rutas según el Plan de Movilidad 2019 70

CAPÍTULO III

3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS 84
3.1. Población de Riobamba encuestada. 84
3.1.1. Cálculos para la población usuaria del transporte a encuestar. 84

3.1.2. Cálculos para la población usuaria del transporte a encuestar 84
3.2. Procedimientos 85
3.2.1. Encuesta a los usuarios 85
3.3. Encuesta a los Transportistas 102
3.4. Diseño de rutas de los buses de Riobamba en ArcGIS 126
3.4.1. Resultados de simulación en ArcGIS 133
3.5. Cálculos de gases contaminantes emitidos actualmente 144
3.5.1. Contaminación con CO de las rutas actuales. 146
3.5.2. Contaminación de MP de las rutas actuales 147
3.5.3. Contaminación con SO_2 de las rutas actuales 148
3.5.4. Contaminación con VOC de las rutas actuales 149
3.5.5. Contaminación con NO_x de las rutas actuales 150
3.6. Análisis de contaminación propuesta del GADR (Gobierno Autónomo Descentralizado de Riobamba) 151
3.6.1. Contaminación con CO de las rutas propuestas por el GADR-2019 152
3.6.2. Contaminación con MP de las rutas propuestas por el GADR-2019 153
3.6.3. Contaminación con SO_2 de las rutas propuestas por el GADR-2019 154
3.6.4. Contaminación con VOC de las rutas propuestas por el GADR-2019 155
3.6.5. Contaminación con NO_x de las rutas propuestas por el GADR-2019 156
3.7. Análisis de la propuesta planteada en esta investigación 158
3.8. Evaluación de los resultados obtenidos 167
CONCLUSIONES 169
RECOMENDACIONES 170
GLOSARIO
BIBLIOGRAFÍA
ANEXOS

INDICE DE TABLAS

Tabla 1-2: Matriz de calificación de a incertidumbre de inventario de emisión por a CORPAIRE en 2006. 24

Tabla 2-2: Emisiones por tipo de vehículo de la población de una institución. 28

T**abla 3-2:** Factores de emisión para buses(g/km). 29

T**abla 4-2:** Calendario de introducción de vehículos y su contenido de azufre en el combustible de Colombia....30

Tabla 5-2: Factores de emisión de CO_2 y SO_2. 32

Tabla 6-2: Emisión de gases de efecto invernadero por categoría vehicular (Ton), año 2016. 32

Tabla 7 -2: Comparación de factores de emisión medidos y factores de modelo IVE para vehículos a Diesel. 33

Tabla 8-2: Resumen de emisiones de CO_2 de cantón Cuenca durante varios periodos. 38

Tabla 9-2: Aporte de emisiones en porcentaje y resumen de la evaluación de la incertidumbre de las emisiones del Cantón Riobamba durante el año 2010.. 39

Tabla 10-2: Composición de la población por jurisdicción y sexo del Ecuador. 44

Tabla 11-2: Operadoras Intracantonales en la ciudad de Riobamba. 45

Tabla 12-2: Año de fabricación de las unidades de transporte. 46

Tabla 13-2: Velocidades Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Transito y Seguridad. 47

Tabla 14-2: Velocidades promedio según las líneas de transporte. 48

Tabla 15-2: Intervalos de tiempo de espera de las líneas de transporte. 48

Tabla 16-2: Valores del índice IPK en las líneas de transporte urbano de Riobamba. 50

Tabla 17-2: Distancia, tiempos y flota vehicular para cada Línea de transporte. 68

Tabla 18-2: Número de pasajeros movilizadas diariamente por unidad de transporte. 69

Tabla 1-3: Resultados de la pregunta 1 ha los usuarios. 85

Tabla 2-3: Resultados de la pregunta 1 a los usuarios. 87

Tabla 3-3.: Resultados de la pregunta 3 a los usuarios. 88

Tabla 4-3: Resultados de la pregunta 4 a los usuarios. 89

Tabla 5-3: Resultados de la pregunta 5 a los usuarios 89

Tabla 6-3: Resultados de la pregunta 6 a los usuarios. 90

Tabla 7-3: Resultados de la pregunta 7 a los usuarios. 91

Tabla 8-3: Resultados de la pregunta 8 a los usuarios. 92

Tabla 9-3: Resultados de la pregunta 9 a los usuarios. 93

Tabla 10-3: Resultados de la pregunta 10 a los usuarios. 94

Tabla 11-3: Resultados de la pregunta 11 a los usuarios. 95

Tabla 12-3: Resultados de la pregunta 12 a los usuarios. 96
Tabla 13-3: Resultados de la pregunta 13 a los usuarios. 97
Tabla 14-3: Resultados de la pregunta 14 a los usuarios. 98
Tabla 15-3: Resultados de la pregunta 15 a los usuarios. 99
Tabla 16-3: Resultados de la pregunta 16 a los usuarios. 100
Tabla 17-3: Resultados de la pregunta 17 a los usuarios. 101
Tabla 18-3: Resultados de la pregunta 1 a los transportistas. 102
Tabla 19-3: Resultados de la pregunta 2 a los transportistas Lunes. 103
Tabla 20-3: Resultados de la pregunta 2 a los transportistas Martes. 104
Tabla 21-3: Resultados de la pregunta 2 a los transportistas Miércoles. 105
Tabla 22-3: Resultados de la pregunta 2 a los transportistas Jueves. 106
Tabla 23-3: Resultados de la pregunta 2 a los transportistas Viernes. 107
Tabla 24-3: Resultados de la pregunta 2 a los transportistas Sábado. 108
Tabla 25-3: Resultados de la pregunta 3 a los transportistas. 109
Tabla 26-3: Resultados de la pregunta 4 a los transportistas. 110
Tabla 27-3: Resultados de la pregunta 5 a los transportistas. 111
Tabla 28-3: Resultados de la pregunta 6 a los transportistas. 112
Tabla 29-3: Resultados de la pregunta 7 a los transportistas. 113
Tabla 30-3: Resultados de la pregunta 8 a los transportistas. 115
Tabla 31-3: Resultados de la pregunta 9 a los transportistas. 116
Tabla 32-3: Resultados de la pregunta 10 a los transportistas. 117
Tabla 33-3: Resultados de la pregunta 11 a los transportistas. 119
Tabla 34-3: Resultados de la pregunta 12 a los transportistas. 120
Tabla 35-3: Resultados de la pregunta 13 a los transportistas. 121
Tabla 36-3: Resultados de la pregunta 14 a los transportistas. 122
Tabla 37-3: Resultados de la pregunta 15 a los transportistas. 123
Tabla 38-3: Resultados de la pregunta 16 a los transportistas. 124
Tabla 39-3: Resultados de la pregunta 17 a los transportistas 125
Tabla 40-3: Cálculos del kilometraje en cada Línea, por unidad de transporte y por día en las rutas actuales de Riobamba. 144
Tabla 41-3: Distancia total recorrida en un año por cada unidad de transporte de las rutas actuales. 145
Tabla 42-3: Contaminación con CO de las rutas actuales. 146
Tabla 43-3: Contaminación de MP de las rutas actuales 147
Tabla 44-3: Contaminación con SO2 de las rutas actuales 148
Tabla 45-3: Contaminación con VOC de las rutas actuales 149

Tabla 46-3: Contaminación con NOx de las rutas actuales 150

Tabla 47-3: Resultados de la contaminación de los diferentes gases de las rutas actuales 151

Tabla 48-3: Cálculos del kilometraje en cada Línea, por unidad de transporte y por día de la propuesta del GAD. 151

Tabla 49-3: Distancia total recorrida en un año por cada unidad de transporte de las rutas propuestas del GAD. 152

Tabla 50-3: Contaminación con CO de las rutas propuestas por el GADR-2019 152

Tabla 51-3: Contaminación con MP de las rutas propuestas por el GADR-2019.....153

Tabla 52-3: Contaminación con SO_2 de las rutas propuestas por el GADR-2019 154

Tabla 53-3: Contaminación con VOC de las rutas propuestas por el GADR-2019 155

Tabla 54-3: Contaminación con NO_x de las rutas propuestas por el GADR-2019 156

Tabla 55-3: Resultados de la contaminación de los diferentes gases de las rutas propuestas por el GAD, 2019.....157

Tabla 56-3: Cálculos del kilometraje en cada Línea, por unidad de transporte y por día de la propuesta en la presente investigación. 158

Tabla 57-3: Distancia total recorrida en un año por cada unidad de transporte de las rutas propuestas en la presente investigación.....158

Tabla 58-3: Contaminación con CO de las rutas propuestas en la presente investigación. 159

Tabla 59-3: Contaminación con MP de las rutas propuestas en la presente investigación.....160

Tabla 60-3: Contaminación con SO_2 de las rutas propuestas en la presente investigación 161

Tabla 61-3: Contaminación con VOC de las rutas propuestas en la presente investigación 161

Tabla 62-3: Contaminación con NO_x de las rutas propuestas en la presente investigación 162

Tabla 63-3: Resultados de la contaminación de los diferentes gases de las rutas propuestas en la presente investigación. 163

Tabla 64-3: Comparaciones en (toneladas/año) entre las rutas de transporte. 166

Tabla 65-3: Porcentajes de variación de la contaminación posible en referencia a la contaminación actual de los buses de Riobamba.....167

INDICE DE FIGURAS

Figura 1-2: Capas en formato ráster. 15
Figura 2-2: Puntos y líneas de forma vectorial. 15
Figura 3-2: Interfaz del software ArcGIS. 17
Figura 4-2: Barra de herramientas de Network Analyst 18
Figura 5-2: Tipos de ruteo de transportes que permite ArcGIS. 18
Figura 6-2: Generación de rutas para una flota de vehículos. 19
Figura 7-2: Combustible Sólido (coque). 20
Figura 8-2: Combustible líquido(petróleo). 20
Figura 9-2: Combustible gaseoso (biogás). 21

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-2: Estructura del algoritmo de Dijkstra 14
Gráfico 2-2: Variación de pasajeros en diferentes horarios. 51
Gráfico 3-2: Línea 1A de la propuesta planteada en el Plan de Movilidad de Riobamba. 70
Gráfico 4-2: Línea 1B de la propuesta planteada en el Plan de Movilidad de Riobamba. 71
Gráfico 5-2: Línea 2A de la propuesta planteada en el Plan de Movilidad de Riobamba. 71
Gráfico 6-2: Línea 2B de la propuesta planteada en el Plan de Movilidad de Riobamba. 72
Gráfico 7-2: Línea 3 de la propuesta planteada en el Plan de Movilidad de Riobamba. 73
Gráfico 8-2: Línea 4A de la propuesta planteada en el Plan de Movilidad de Riobamba. 73
Gráfico 9-2: Línea 4B de la propuesta planteada en el Plan de Movilidad de Riobamba. 74
Gráfico 10-2: Línea 5 de la propuesta planteada en el Plan de Movilidad de Riobamba. 74
Gráfico 11-2: Línea 6 de la propuesta planteada en el Plan de Movilidad de Riobamba. 75
Gráfico 12-2: Línea 7 de la propuesta planteada en el Plan de Movilidad de Riobamba. 76
Gráfico 13-2: Línea 8 de la propuesta planteada en el Plan de Movilidad de Riobamba. 76
Gráfico 14-2: Línea 9A de la propuesta planteada en el Plan de Movilidad de Riobamba. 77
Gráfico 15-2: Línea 9B de la propuesta planteada en el Plan de Movilidad de Riobamba. 77
Gráfico 16-2: Línea 10 de la propuesta planteada en el Plan de Movilidad de Riobamba. 78
Gráfico 17-2: Línea 11A de la propuesta planteada en el Plan de Movilidad de Riobamba. 79
Gráfico 18-2: Línea 11B de la propuesta planteada en el Plan de Movilidad de Riobamba. 79
Gráfico 19-2: Línea 12 de la propuesta planteada en el Plan de Movilidad de Riobamba. 80
Gráfico 20-2: Línea 13 de la propuesta planteada en el Plan de Movilidad de Riobamba. 80
Gráfico 21-2: Línea 14 de la propuesta planteada en el Plan de Movilidad de Riobamba. 81
Gráfico 22-2: Línea 15 de la propuesta planteada en el Plan de Movilidad de Riobamba. 81
Gráfico 23-2: Línea 16 de la propuesta planteada en el Plan de Movilidad de Riobamba. 82
Gráfico 24-2: Línea 17 de la propuesta planteada en el Plan de Movilidad de Riobamba. 83
Gráfico 1-3: Representación de la pregunta 2 a los usuarios. 87
Gráfico 2-3: Representación de la pregunta 3 a los usuarios. 88
Gráfico 3-3: Representación de la pregunta 4 a los usuarios. 89
Gráfico 4-3: Representación de la pregunta 5 a los usuarios. 90
Gráfico 5-3: Representación de la pregunta 6 a los usuarios. 91
Gráfico 6-3: Representación de la pregunta 7 a los usuarios. 92
Gráfico 7-3: Representación de la pregunta 8 a los usuarios. 93
Gráfico 8-3: Representación de la pregunta 9 a los usuarios. 94

Gráfico 9-3: Representación de la pregunta 10 a los usuarios. 95
Gráfico 10-3: Representación de la pregunta 11 a los usuarios. 96
Gráfico 11-3: Representación de la pregunta 12 a los usuarios. 97
Gráfico 12-3: Representación de la pregunta 13 a los usuarios. 98
Gráfico 13-3: Representación de la pregunta 14 a los usuarios. 99
Gráfico 14-3: Representación de la pregunta 15 a los usuarios. 100
Gráfico 15-3: Representación de la pregunta 16 a los usuarios. 101
Gráfico 16-3: Representación de la pregunta 17 a los usuarios. 102
Gráfico 17-3: Representación de la pregunta 2 a los transportistas Lunes. 104
Gráfico 18-3: Representación de la pregunta 2 a los transportistas Martes. 105
Gráfico 19-3: Representación de la pregunta 2 a los transportistas Miércoles. 106
Gráfico 20-3: Representación de la pregunta 2 a los transportistas Jueves. 107
Gráfico 21-3: Representación de la pregunta 2 a los transportistas Viernes. 108
Gráfico 22-3: Representación de la pregunta 2 a los transportistas Sábado. 109
Gráfico 23-3: Representación de la pregunta 3 a los transportistas. 110
Gráfico 24-3: Representación de la pregunta 4 a los transportistas. 111
Gráfico 25-3: Representación de la pregunta 5 a los transportistas. 112
Gráfico 26-3: Representación de la pregunta 7 a los transportistas. 114
Gráfico 27-3: Representación de la pregunta 7 a los transportistas. 114
Gráfico 28-3: Representación de la pregunta 8 a los transportistas. 115
Gráfico 29-3: Representación de la pregunta 9 a los transportistas. 117
Gráfico 30-3: Representación de la pregunta 10 a los transportistas. 118
Gráfico 31-3: Representación de la pregunta 10 a los transportistas. 119
Gráfico 32-3: Representación de la pregunta 11 a los transportistas. 120
Gráfico 33-3: Representación de la pregunta 12 a los transportistas. 121
Gráfico 34-3: Representación de la pregunta 13 a los transportistas. 122
Gráfico 35-3: Representación de la pregunta 14 a los transportistas. 123
Gráfico 36-3: Limites de la ciudad de Riobamba "ciudad para optimizar la red de transporte" ... .126
Gráfico 37-3: Calles principales y secundarias de Riobamba y sus alrededores. 127
Gráfico 38-3: Base de datos de las calles principales y secundarias de Riobamba. 127
Gráfico 39-3: Representación del sentido de vías en el ArcGIS. 128
Gráfico 40-3: Sentido de las vías en Riobamba según Google Maps. 128
Gráfico 41-3: Base de datos generada para la simulación en ArcGIS. 129
Gráfico 42-3: Generación de la red vial de Riobamba vías primarias y secundarias. 130
Gráfico 43-3: Bases establecidas para las 16 Líneas de transporte de Riobamba. 131

Gráfico 44-3: Configuración del tiempo de inicio y final del recorrido paradas……..131
Gráfico 45-3: Paradas establecidas para la simulación de la red de transportes en ArcGIS. ...132
Gráfico 46-3: Tabla de atributos de las paradas establecidas en la red vial de ArcGIS. 133
Gráfico 47-3: Resultado de la simulación en ArcGIS de la red vial de buses.....134
Gráfico 48-3: Resultado de la Línea 1 de buses obtenida de ArcGIS. 135
Gráfico 49-3: Resultado de la Línea 2 de buses obtenida de ArcGIS. 135
Gráfico 50-3: Resultado de la Línea 3 de buses obtenida de ArcGIS. 136
Gráfico 51-3: Resultado de la Línea 4 de buses obtenida de ArcGIS. 137
Gráfico 52-3: Resultado de la Línea 5 de buses obtenida de ArcGIS. 137
Gráfico 53-3: Resultado de la Línea 6 de buses obtenida de ArcGIS. 138
Gráfico 54-3: Resultado de la Línea 7 de buses obtenida de ArcGIS. 138
Gráfico 55-3: Resultado de la Línea 8 de buses obtenida de ArcGIS. 139
Gráfico 56-3: Resultado de la Línea 8 de buses obtenida de ArcGIS. 140
Gráfico 57-3: Resultado de la Línea 10 de buses obtenida de ArcGIS. 140
Gráfico 58-3: Resultado de la Línea 11 de buses obtenida de ArcGIS. 141
Gráfico 59-3: Resultado de la Línea 12 de buses obtenida de ArcGIS. 142
Gráfico 60-3: Resultado de la Línea 13 de buses obtenida de ArcGIS. 142
Gráfico 61-3: Resultado de la Línea 14 de buses obtenida de ArcGIS. 143
Gráfico 62-3: Resultado de la Línea 16 de buses obtenida de ArcGIS. 143
Gráfico 63-3: Resultado de la Línea 16 de buses obtenida de ArcGIS. 144
Gráfico 64-3: Rutas actuales del sistema de transporte de Riobamba. 164
Gráfico 65-3: Rutas propuestas por el GAD,2019 para la ciudad de Riobamba.....165
Gráfico 66-3: Rutas propuestas en la presente investigación para la ciudad de Riobamba.....166

INDICE DE ANEXOS

ANEXO A: ENCUESTA ONLINE A LOS USUARIOS DEL BUS URBANO PUBLICO.

ANEXO B: ENCUESTA PRESENCIAL A LOS TRANSPORTISTAS DEL BUS URBANO.

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo desarrollar una propuesta de reducción de gases contaminantes atmosféricos, mediante la optimización de la red de transporte público de autobuses de Riobamba mejorado el ámbito de movilidad urbana en la ciudad a través de la aplicación de ingeniera de operaciones; para la cual se identificó los problemas de las rutas de transporte público de autobuses de la urbe y evalúo la cantidad de gases contaminantes emitidos al ambiente; se realizó la implementación de una nueva distribución de rutas en el transporte urbano para una óptima movilización mediante el software ArcGIS 10.4.1 y su complemento especializado en ruteo vehicular "Network Analyst". La metodología de síntesis inició con la identificación específica del problema, posteriormente una amplia búsqueda bibliográfica en la que se planteó los antecedentes de la investigación. Se identifico los factores de emisión que se utilizan para el cálculo de la contaminación ambiental en Riobamba y la ecuación de emanación de gases contaminantes de acuerdo con las variables disponibles. Se contemplo los datos previos y reales de la investigación otorgado por el municipio de Riobamba sobre las rutas actuales del transporte público, y las rutas propuestas por el GADR en el Plan de Movilidad del 2019. Se presento la factibilidad de esta investigación mediante las encuestas realizadas a los choferes y usuarios del transporte público (autobuses). Se realizo un total de 16 procesos iterativos obteniendo la solución con mayores beneficios, se calculó la contaminación ambiental en toneladas anuales para el transporte existentes. Se ejecutó un análisis comparativo entre las contaminaciones anuales de las rutas actuales, las rutas propuestas por el GADR y las rutas propuestas en la presente investigación, resultando una reducción del 13% de contaminación ambiental en comparación con la contaminación actual de los buses con un total de 1.595,76 toneladas anuales reducidas.

Palabras clave: <INGENIERIA DE OPERACIONES>, <RUTEO VEHICULAR>, <ARCGIS (SOFTWARE)>, <NETWORK ANALYST (SOFTWARE)>, <MÉTODO DIJKSTRA>, <CONTAMINANTES DE AUTOBUSES>, <FACTORES DE EMISIÓN>, <REDUCCIÓN DE CONTAMINACIÓN>.

Firmado electrónicamente por:
ELIZABETH
FERNANDA AREVALO
MEDINA

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS
DBRAI
DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACIÓN
ESPOCH
1056-DBRAI-UPT-2021

SUMMARY

The objective of this research was to develop a proposal to reduce atmospheric polluting gases, by optimizing the public transport network of buses in Riobamba to improve the scope of urban mobility in the city through the application of operations engineering. For which the problems of the city's public bus transportation routes were identified and the amount of polluting gases emitted into the environment was evaluated. The implementation of a new route distribution in urban transport for optimal mobilization was carried out using the ArcGIS 10.4.1 software and its specialized complement in vehicular routing "Network Analyst". The synthesis methodology began with the specific identification of the problem, followed by an extensive bibliographic search in which the background of the research was raised. The emission factors that are used to calculate the environmental pollution in Riobamba and the equation for the emission of polluting gases were identified according to the available variables. The previous and real data of the research granted by the municipality of Riobamba on the current routes of public transport, and the routes proposed by the GADR in the 2019 Mobility Plan were considered. The feasibility of this research was presented through the surveys carried out to drivers and users of public transport (buses). A total of 16 iterative processes were carried out, obtaining the solution with the greatest benefits, the environmental contamination was calculated in annual tons for the existing transport. A comparative analysis was carried out between the annual contamination of the current routes, the routes proposed by the GADR and the routes proposed in the present investigation, resulting in a reduction of 13% of environmental contamination compared to the current contamination of buses with a total of 1,595.76 tons per year reduced.

Keywords: <OPERATIONS ENGINEERING>, <VEHICULAR ROUTING>, <DIJKSTRA METHOD>, <BUS POLLUTANTS>, <EMISSION FACTORS>, <POLLUTION REDUCTION>, <ARCGIS (SOFTWARE)>, <NETWORK ANALYST (SOFTWARE)>.

INTRODUCCION

En la presente investigación se refiere al tema propuesta de reducción de gases contaminantes atmosféricos, mediante la optimización de la red de transporte público de autobuses en la ciudad de Riobamba, que se puede definir como una optimización del sistema de transporte urbano público y el descenso de gases contaminantes producidos por los combustibles derivados del petróleo, una vez determinada la situación actual del transporte en el área de estudio se establecerá una nueva distribución de buses con el software ArcGIS en función de minimizar costos, tiempos de trayecto, tiempos de descarga, fijar tiempos entre los distintos trayectos necesarias para el correcto funcionamiento del sistema de transporte urbano público.

Las características principales de este tipo de transporte urbano publico son las condiciones de tiempo y desplazamiento, ya que cada vez resulta más lento y costoso movilizarse en la urbe. Para analizar esta problemática es necesario mencionar sus causas. Una de ellas es la migración interna de las personas, en su mayoría del campo a la ciudad a significado un cambio demográfico considerable lo que conlleva desplazamientos diarios en las consideradas horas pico. Además, se ha presentado un incremento en el uso del vehículo particular como el medio de transporte de pasajeros en el sector urbano realizando actividades diarias como trasladar a niños desde el hogar a establecimientos educativos, asistencia a eventos culturales y sociales. La caída en los precios de los automóviles de segunda mano y una escasa relativa de transporte público a lugares de alta necesidad han producido la utilización de vehículos particulares.

Se detalla las partes esenciales que llevan a la elaboración del presente documento que contiene el problema de la investigación, conformado por: planteamiento, justificación y los objetivos de la investigación, con los cuales se plantea cumplir la propuesta.

Capítulo I contiene el marco teórico referencial en la que se detallan los antecedentes de la investigación, el marco teórico, el marco conceptual y las interrogantes de la investigación.

Capitulo II contiene el marco metodológico constituido por el enfoque, el nivel y el diseño de la investigación, tipo de estudio, población y la muestra del área de estudio, técnicas e instrumentos necesarios para el levantamiento de información, cuyos resultados se realizará el análisis e interpretación de estos procediendo a la verificación de la idea a defender.

Capitulo III contiene marco de resultados y discusión de resultados, la cual abarca los parámetros del nuevo ruteo de transportes esenciales para la correcta optimización del sistema de transporte urbano público en la ciudad de Riobamba, logrando el cumplimiento de los objetivos planteados en esta investigación. Para finalizar con las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos de la presente investigación.

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Antecedentes

Ciertamente la expansión humana ha generado efectos sociales, económicos y políticos; no solo en varias ciudades principales, sino en todos los lugares donde se mantiene un servicio de transporte público de autobuses, dando aquí la importancia de optimizar el servicio de ruteo vehicular. Una mejor planeación en un sistema de transporte urbano depende de organizar una demanda de pasajeros, paradas o estaciones durante todo el trayecto de tránsito, capacidades de los vehículos, horarios disponibles del servicio de transporte público, tiempos de llegada requeridos por los usuarios, horas de destino objetivo. Los inconvenientes que se presentan en el momento de organizar un sistema de transporte es la cantidad de viajeros durante las horas pico, los horarios de salida de los viajeros de sus hogares ya que muchas veces este factor no se lo planifica (Alfa y Chen, 1995:p. 137-153) y (CastilloMardonesy Vila, 2017).

En general existen métodos de planificación en lo que refiere a transporte, primero los trabajos deben enfocarse en una planificación en las rutas para brindar un servicio de calidad optimo con un coste mínimo. La infraestructura relacionada al transporte debe planificarse y ejecutarse conduciendo a una sostenibilidad lo cual significa brindar respeto al medio ambiente y ocasionar un mínimo impacto en este. Las rutas pueden planificarse o programarse mediante métodos de ahorro de tiempos, método Trioptimal, simplificado de reparto, travelling salesman. Los beneficios con una buena planificación en las rutas es reducir horas extras en los conductores, optimización del uso en toda la flota, minimización de distancias recorridas con carga y vacíos, reducciones en las cargas administrativas, mayores ingresos, mejor servicio a los usuarios (Fernández Díez de los Ríos, 2015).

Se ha estudiado la influencia en los tiempos de viaje mediante la integración de puentes de autobús, estos han sido ejemplificados con trayectos y rutas de ferrocarriles. Planear una reserva de autobuses en caso de que un autobús deba asistir en momentos previos es de vital importancia tanto por calidad de servicio como por tiempos de movilidad (Pender et al. 2014). Además; actualmente las rutas de transporte público urbano se deben planificar con las zonas con probabilidad de contagios de enfermedades y lugares de congestionamientos optando por conocer de mejor manera el número de rutas, itinerarios, tipos de vehículos que prestan el servicio público en la ciudad de Lima, Perú (Garaychoa y Ticona, 2015:p. 93-97).

Según (Serna-Uran, García-Castrillón and Flórez-Londoño 2016) el algoritmo Greedy para dar solución el modelo matemático planteado; así como también, el uso de métodos heurísticos para solucionar problemas de ruteo vehicular, siendo este un algoritmo hibrido evolutivo. Se menciona el problema del transporte público de pasajeros en las enormes ciudades, y el apoyo que resulta una buena planeación en cada uno de sus sistemas; los cuales se han basado algoritmos y modelos para diseño de rutas optimas con las frecuencias de los viajes que buscan aumentar al máximo el nivel de servicio reduciendo al mismo tiempo el uso de los recursos. Finalmente, se ha solucionado el ruteo del transporte con la aplicación Network Analyst de ArcGIS.

Por lo tanto, crear una red de autobuses que cubra convenientemente la demanda de pasajeros son un ingrediente importante en el proceso de planificación de operaciones de tránsito, la determinación de un modelamiento de una red de bus optima es altamente sensible cualquier cambio de la demanda. muchas de las ciudades de todo el mundo experimentan variaciones de la demanda o aumento poblacional que naturalmente tienen un impacto en la optimización del servicio de tránsito es decir la red autobuses debe proporcionar un servicio conveniente en toda su ruta (AmiripourCedery Mohaymany, 2014:p. 322-338).

Es preciso tener en consideración que la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo cuenta con un servicio de transporte público urbano que está compuesto por 7 operadoras y 16 líneas que cubren diferentes rutas, movilizando a las personas que viven en los 247 barrios de la ciudad, recorre de forma transversal y longitudinal la urbe Riobambeña, brindando el servicio a 733 pasajeros promedio diariamente por unidad de bus (Movilidad de Tránsito y Transporte, 2015:p. 10).

1.2. Planteamiento del problema

El recorrido de distancias entre los lugares de trabajo y múltiples actividades tanto económicas, eventos sociales, culturales han ido en aumento, debido al crecimiento poblacional, tecnológico y organizacional. La migración interna de las personas, en su mayoría del campo a la ciudad a significado un cambio demográfico considerable lo que conlleva desplazamientos diarios en las consideradas horas pico. Además, se ha presentado un incremento en el uso del vehículo particular como el medio de transporte de pasajeros en el sector urbano realizando actividades diarias como trasladar a niños desde el hogar a establecimientos educativos, asistencia a eventos culturales y sociales. La caída en los precios de los automóviles de segunda mano y una escasa relativa de transporte público a lugares de alta necesidad han producido la utilización de vehículos particulares. Los factores que deben ser estudiados ampliamente son las condiciones de tiempo y desplazamiento, ya que cada vez resulta más lento y costoso movilizarse en la urbe.

Las personas eligen realizar sus viajes en el transporte público para obtener un servicio rápido que los traslade de forma eficiente pero actualmente los usuarios están viéndose en la necesidad de sacrificar tiempos en sus descansos y sus horas de trabajo remunerado para su inmediata movilidad. En realidad, este fenómeno afecta más a la población con menos recursos económicos, ya que son estos quienes utilizan con mayor frecuencia este medio de transporte para movilizarse a sus trabajos, escuelas y colegios; muchas veces siendo este modo de viaje incomodo, con excesivos tiempos de desplazamientos y cientos de estos deben realizar transbordo entre sus medios de transporte diarios. La necesidad actual busca un transporte que posibilite la movilidad de las personas y a la vez brinde un acceso a todos los servicios; pero lamentablemente las distribuciones actuales presenta extremos negativos en el ámbito de sostenibilidad de: uso de los recursos naturales a una velocidad mayor a la que la naturaleza puede regenerarse, tiempo para cambiar de combustibles por unos más óptimos o renovables, emisión excesiva de contaminantes antes de que el ambiente los asimile y en definitiva un calentamiento en el planeta (Mollinedo, 2006:p. 1-35).

Transporte público o transporte de autobuses en común es el término aplicado al transporte colectivo de pasajeros. A diferencia del transporte privado, los viajeros del transporte público tienen que adaptarse a los horarios y a las rutas que ofrezca el operador y dependen en mayor o menor medida de la intervención regulatoria del Gobierno. Sin embargo, en las últimas décadas se ha generado un malestar excesivo por parte del transporte urbano debido al congestionamiento que es causado por el incrementado de rutas, aumento de flota vehicular por parte de cada cooperativa intracantonal, paradas no establecidas, lo que ha originado consecuencias negativas para la ciudadanía como los excesivos tiempos de llegada de una parada a otra, contaminación por smog y cuellos de botella ralentizando la movilidad del transporte público y privado. No obstante, el sector de transporte urbano también se ve afectado por rutas que presenta recorridos similares, ocasionando un gasto innecesario en combustible dando como resultado un ineficiente servicio de transporte urbano y movilidad interna en la ciudad de Riobamba (Tierra, 2018:p. 168).

Actualmente en la ciudad de Riobamba los accidentes de tránsito han presentado un aumento, siendo esto preocupante para toda la ciudad. Se ha notado mejoras en la infraestructura vial en comparación con años anteriores, mayores señaléticas, pero a falta de cultura vial los accidentes siguen mostrándose en valores elevados. Ante estas problemáticas nos hemos planteado preguntas como: ¿Qué cantidades de buses existen en el transporte urbano público de la ciudad de Riobamba?,¿Cuántas toneladas de los diferentes contaminantes se emiten en la ciudad de Riobamba?,¿Existe alguna forma de mejorar la movilidad de autobuses dentro de la ciudad?,¿Están de acuerdo las personas con la distribución de rutas actuales del transporte público urbano?, ¿Están de acuerdo los transportistas y usuarios de los buses con la distribución actual de rutas? Las variables mencionadas involucran a las autoridades como Policía Nacional, Gobiernos

Autónomos, Gestión de Movilidad y Transporte de Riobamba, innovación de estudiantes y profesionales en el área del conocimiento ya que de todos estos depende un buen resultado de movilidad, así como las estrategias que planteen en situaciones críticas.

Se ha de recordar que esta investigación pretende desarrollar una propuesta de ahorro energético, modificando la distribución de rutas de los autobuses en la ciudad de Riobamba y cuantificando porcentualmente cuantas toneladas se emiten al medio ambiente con una nueva distribución cuantas toneladas se pueden ahorrar; así como también se pretende mejorar la movilidad urbana y congestionamiento en el centro de la urbe.

1.3. Formulación del problema

¿De qué manera los gases de contaminación atmosférica se pueden reducir mediante la optimización de la red de transporte urbano público en la ciudad de Riobamba?

1.3.1. Delimitación del objeto de esta investigación

Delimitación espacial

Provincia: Chimborazo

Ciudad: Riobamba

Institución: Gestión de Movilidad y Transporte de Riobamba

Circuitos: Transporte Urbano Público de la Ciudad de Riobamba

Cantidad de objetos a estudiar: Dieciséis líneas de buses

Delimitación de contenido

Área: Energía

Campo: Gestión de Transporte Público Urbano

Subcampo: Ruteo vehicular

Aspecto: Social y Ambiental

Delimitación temporal

Este trabajo de investigación se elabora en el 2020 sin considerar la situación crítica por el SARS-CoV-2.

1.4. Justificación

En la ciudad de Riobamba se ha presentado un crecimiento demográfico desde el último censo del año 2010 con 234.170 habitantes y al año 2020 con 264.048 habitantes en la urbe por esta razón diariamente existen nuevos conflictos de movilidad tanto para peatones como para cualquier tipo de vehículo dentro de la ciudad (Inec Instituto Nacional de Estadistica y Censos, 2020:p. 1). Existe una situación aún más compleja en lo que respecta al transporte urbano público de la ciudad de Riobamba; ya que debido a un estado no óptimo de las unidades de transporte o que varias de estas ya cumplieron su ciclo de vida útil, la contaminación ambiental es notoria por la emanación de contaminantes a la atmosfera y un congestionamiento elevado.

El crecimiento desmesurado del parque automotor en el Ecuador presenta un 7,4% entre el año 2017 con 2.237.264 y en el 2018 con 2.403.651 vehículos, debido a la necesidad y demanda de movilidad por parte de la ciudadanía en general, para lo cual se exige el constante rediseño en la gestión y administración de los servicios de transporte público (Instituto Nacional de Estadística y Censos - INEC, 2019:p. 35). El transporte urbano más utilizado son los autobuses; pese a ello, son en su mayoría ineficientes ya que estas unidades transitan en medio de automóviles y otros tipos de vehículos, provocando congestión en las vías, retraso en la llegada de los usuarios, incremento de contaminación ambiental y accidentes de tránsito. Estos problemas se deben a deficientes criterios en la organización del tránsito y de transporte en general, es decir, la calidad del sistema depende fundamentalmente de una planificación acertada y de la regulación por parte de las autoridades gubernamentales (Celi, 2018:p. 1-15).

Debido a los factores mencionados que afectan directamente a la ciudad de Riobamba se ha de realizar un análisis de ruteo vehicular, centrándose en diferentes factores como unidades de transporte disponibles, número de personas, disposición de las rutas, puntos de afluencia, paradas comunes, tiempos de movilidad, lugares de movilidad, factor velocidad en cada vía, frecuencia de buses y horarios pico; involucrados para resolver una parte del problema de la contaminación ambiental y del confort en una ciudad.

1.4.1. Justificación teórica

La presente investigación se busca plantear una propuesta ambiental, en la cual se cuantifique el porcentaje de reducción en gases contaminantes, mediante la obtención de datos de consumo de combustible por cada kilómetro recorrido en la ciudad de Riobamba; comparando los valores emanados entre las rutas vigentes y la propuesta que se plantea en esta investigación. Además, los datos de los gases contaminantes se obtienen de fuentes confiables y existentes en la

CORPAIRE de Quito. Estos valores serán validados mediante el software ArcGIS 10.4.1. El tema seleccionado está relacionado directamente con un tema de interés actual y necesario para apaciguar el calentamiento global.

1.4.2. Justificación académica

Esta investigación pretende abarcar los conocimientos adquiridos durante la carrera de ingeniería mecánica, específicamente en el área de energía como son: tecnología del ambiente, termodinámica, transferencia de calor, ingeniería de operaciones entre otras; de manera enfática se pretende contribuir con el medio ambiente y ayudar en la movilidad de las personas que transitan a diario en la urbe. Así como también; el trabajo podría ser de ejemplo para otras ciudades y una experiencia para iniciar con nuestra carrera profesional de ingeniería mecánica.

1.4.3. Justificación práctica

Terminado la propuesta en la presente investigación, se evidencia la situación real y actual de la ciudad de Riobamba, al realizar encuestas y trabajar en conjunto con el municipio de Riobamba para satisfacer un conjunto de rutas de acuerdo con las necesidades de los usuarios. Específicamente se debe mantener relaciones de tutorías con los técnicos del Grupo de Gestión y Movilidad de Riobamba para así finalmente obtener ventajas de la propuesta de ahorro energético que puede beneficiar a la ciudad de Riobamba en la cual se utilizaran herramientas como software, investigaciones, publicaciones y otros documentos que presenten información sobre contaminación ambiental.

1.4.4. Justificación metodológica

La propuesta de reducción de gases contaminantes atmosféricos se realiza mediante la optimización de la red de transporte urbano público de los autobuses, se utiliza una metodología de síntesis, una vez evaluada la información dispersa se obtiene un resultado final; mismo que es estudiado de manera general en la iteración obtenida de las nuevas rutas de transporte.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

- Desarrollar una propuesta de reducción de gases contaminantes atmosféricos, mediante la optimización de la red de transporte público de los autobuses de Riobamba para mejorar en el ámbito de movilidad urbana en la ciudad.

1.5.2. Objetivo Especifico

- Identificar los problemas de las rutas de transporte público de autobuses de Riobamba, mediante encuestas atribuidas a los usuarios y transportistas para justificar el propósito de esta investigación.
- Evaluar la cantidad de gases contaminantes emitidos por parte del transporte público urbano, utilizando ecuaciones matemáticas de acuerdo con los datos disponibles para obtener el total de emisiones anuales.
- Implementar una nueva distribución de rutas en el transporte urbano para una óptima movilización mediante el software ArcGIS 10.4.1 y su complemento especializado en ruteo vehicular “Network Analyst”.

CAPITULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Antecedentes

La planificación del transporte público presenta un mayor enfoque a países de América Latina y el Caribe ya que están experimentando un proceso de urbanización similar al de los países más desarrollados. América latina con 519 millones de habitantes en el año 2000 el 75% viven en ciudades y se prevé que para el año 2030 presentará 726 millones de habitantes con el 83% que habitaran las urbes de esta región (Celi Santiago Fernando, 2018:p. 15). Una tendencia que se ha demostrado bastante eficiente es la operación mediante sistemas integrados de transporte. Este tipo de sistemas que consiste en involucrar a diferentes medios de transporte como buses articulados, trenes, estaciones, paradas de autobuses y otros; pero una de las situaciones más críticas es la economía que se requiere para que estos sistemas entren en funcionamiento ya que no son nada baratos su implementación y mucho menos mantener su funcionamiento. Viendo desde este punto de vista realizar sistemas integrados en cada modo de transporte independientemente si puede resultar más factible y accesible para las diferentes regiones del mundo, esta necesidad se debe al crecimiento poblacional y aumento en el número de viajes de los diferentes modos de transporte.

Con los estudios realizados se ha demostrado que para brindar soluciones de movilidad en las diferentes urbes no se requiere de ampliación de sus vías o de la construcción de nuevas mallas viales; sino más bien se puede dar soluciones con una buena planificación y optimización del transporte con mayor jerarquía social o transporte masivo. Para que se pueda lograr esta solución se deben controlar los recursos de manera que se designan a cada ciudad. Los métodos para planificación de nuevas rutas se han estudiado extensamente, pero se ha desarrollado un método bastante eficaz que utiliza el software ArcGIS y sus complementos para determinar las rutas más optimas según las variables que el diseñador considere necesario como tiempo, distancia, numero de buses, número de paradas, lugares de aglomeración entre otros (Serna-UranGarcía-Castrillóny Flórez-Londoño, 2016:p. 89-95).

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son muy utilizados hoy en día ya que contienen bases de datos detalladas de cada región del mundo, estos sistemas permiten recopilar, planear, compartir y discutir sobre información espacial mediante las funciones que presenta cada software, sus herramientas y demás datos. Estos Sigs. permiten a los usuarios una variedad infinita de soluciones según el usuario necesite o restringa su trabajo, principalmente se encarga del ruteo

vehicular y toda su logística para optimizar la movilidad de los vehículos, disminuir los gastos de operación y ordenar diferentes tipos de rutas con mayores eficiencias (Aguilar, 2017:p. 203).

(Verdugo, 2014) Realizó una optimización de las rutas para la Lectura de los medidores para la empresa eléctrica Regional Centro-Sur en la que utilizo el software ArcGIS; ingresando variables de distancia, costo, tiempo y otras para poder evaluar, reordenar y optimizar las rutas sabiendo que este software utiliza el algoritmo de Dijkstra, el cual es bastante utilizado para organizar rutas con menores distancias, tiempos y gastos posibles.

Otra de las funciones que tiene Network Analyst es planificar rutas en el sector turístico, gestión de riesgos, cartografía, mapeo, ordenamiento territorial, rutas más rápidas para asistir a emergencias, alcance de una servicio de están de bomberos, rutas de buses, rutas para movilizarse en una universidad o desplazarse en un campus (Ángel et al., 2019). Para una mejor sostenibilidad en el uso del transporte público se ha basado cinco pilares fundamentales como son: la gestión de seguridad vial que consiste en promover iniciativas de seguridad vial para las distintas regiones y con métodos diferentes, vías de tránsito y una movilidad más segura que consiste en mejorar los diseños de rutas y sus construcciones considerando primordialmente seguridad para los transeúntes, vehículos con mayor seguridad que consiste en utilizar la tecnología para proporcionar una mayor taza de sobrevivencia frente a choques o colisiones, usuarios más seguros en las vías ya que con un mejor comportamiento y respeto por parte de estos se puede disminuir el índice de mortalidad en las calles y el quinto y último pilar, que consiste en asistencia frente a cualquier accidente en el menor tiempo posible para intentar salvaguardar la vida de los usuarios de transporte y transeúntes. Otra de las funciones que tiene Network Analyst es planificar rutas en el sector turístico, gestión de riesgos, cartografía, mapeo, ordenamiento territorial, rutas más rápidas para asistir a emergencias, alcance de una servicio de están de bomberos, rutas de buses, rutas para movilizarse en una universidad o desplazarse en un campus (Ángel et al., 2019).

El plan de movilidad de Riobamba es considerado una herramienta para todas las instituciones públicas o privadas, ya que permite organizar sus actividades actuales o futuras que lo requieran; gracias a este documento pueden planear o evaluar tráfico, medios de transporte pasados, actuales y futuros. El último plan de movilidad a ser estudiado es publicado en el 2019 donde se proponen mejoras para toda la ciudad, mejores rutas, soluciones para problemas anteriores y visiones a futuro para el bienestar de la ciudad de Riobamba (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Riobamba, 2019b).

2.2. Planificación, selección de rutas y modos de transporte

La generación de nuevas rutas y métodos óptimos para la distribución de toda una cadena de logística es muy importante actualmente, para disminuir tiempos de entregas, una mayor satisfacción de los antiguos y nuevos clientes. Esta es una demanda actual y más aún lo será en el futuro.

El éxito o fracaso de una cadena de logística depende en su mayoría el sistema de transporte y su forma de distribución; otro punto que debe considerarse es la satisfacción de los clientes con el menor coste posible. Debido a estos objetivos los principales objetivos al momento de brindar un buen servicio de transporte se deben contemplar:

- Aumentar el nivel de satisfacción del cliente.
- Incluir un valor agregado dirigido a los clientes del transporte
- Se debe racionalizar toda la red de distribución del transporte
- Incluir de ser posible la exploración de servicios compartidos o interconectados
- Disminuir en lo posible los tiempos de distribución mediante transporte

2.3. Los distintos medios de transporte

Los cambios económicos y sociales en la población mundial han sido mostrados con un incremento progresivo en la movilidad, obliga a la sociedad a buscar la diversificación del transporte y reducción de tiempos. Entre los diferentes medios de transporte existen:

2.3.1. Transporte Terrestre

Este medio de transporte es muy utilizado a nivel mundial y apoyado por los diferentes estados; pero cabe mencionar que para este tipo de transporte se debe contar con una red vial, en la cual debe constar diferentes niveles de gestiones, inversiones y planificaciones relacionados con cada sector en que se desarrolla el transporte. Además; hay que considerar que el transporte terrestre es el más utilizado para trasladar sus productos o servicios, y que representa uno de los mayores desafíos para la sociedad.

2.3.2. Transporte de ferrocarril

En el periodo de la revolución industrial este medio de transporte fue el transporte más importante sobre todo en los países industrializados, y debido a esto la mayor parte de kilómetros de rieles se encuentran en estos países. Hoy en día el transporte en contenedores sigue siendo el principal medio de transporte de carga pesada en los países industrializados.

2.3.3. Transporte aéreo

Las principales características de este medio de transporte es que pese al coste elevado el tiempo de traslado de un lugar a otro es mínimo; siendo este medio el más utilizado en países desarrollados.

2.3.4. Transporte fluvial

Este medio de transporte permite utilizar caminos o rutas naturales los cuales resultan cómodos para el transporte de mercancías pesadas y de alto volumen con grandes recorridos. La parte incomoda de este transporte es la dependencia del nivel del cauce y curso de agua.

2.3.5. Transporte marítimo

Este transporte se ha visto afectado por el crecimiento de los diferentes medios de transporte. La principal limitación de este tipo de transporte es su necesidad de construir puertos adecuados que incluyan tecnología y condiciones que permitan realizar las funciones de carga y descarga adecuadamente.

2.4. La planificación del proceso del transporte en general

La planificación de las redes de transporte marca la diferencia entre el uso y no uso un medio de transporte, para esto hay que considerar:

- Conocer los medios de transporte existentes y las características propias de cada uno.
- Conocer las necesidades de la población que utilizara dicho transporte; así como los requisitos de servicio que presenta el cliente.

- Reglamento, leyes, restricciones, prohibiciones, limites en las áreas cubiertas de la red de transporte.
- Un análisis completo de la demanda que se tenga en el área de la red de distribución y modificarla para cada tipo de transporte.
- Planificación de las rutas tanto integradas como individuales.
- Una evaluación y seguimiento del impacto ambiental que estos tipos de transporte generan al ecosistema; ya que hoy en día se debe medir, controlar y compensar los efectos de la huella de carbono, y en especial del sector automotriz.

2.5. Técnicas para programar las rutas

Para realizar una distribución de red vial o programación de rutas existen hoy en día, varias técnicas las cuales se detallan a continuación:

2.5.1. Método Trioptimal

Este método es similar al método de ahorro de tiempo con la diferencia de que existe limitación en el número de vehículos que conformaran el sistema de distribución y ruteo vehicular.

2.5.2. Método de ahorro de tiempos

Es quisa un método muy utilizado en comparación con otros métodos para planificar el transporte, este consiste en hacer dos servicios independientes o directos o en otra situación realizar entregas combinadas en un solo viaje.

2.5.3. Algoritmo de Dijkstra

Este algoritmo es bastante utilizado en diferentes áreas, entre estas podemos destacar ingeniería de operaciones, mapeo de redes, desarrollo de vías, entre otros. Su uso se debe a que nos permite encontrar la distancia más corta de un nodo con un origen determinado hacia un nodo cualquiera considerando tiempos, distancia, restricciones, altitud y latitud. Pero jerárquicamente considera una característica mayor la distancia, ya que itera todas las etapas y nodos con los que podría generar una ruta y obtiene la solución con la menor distancia posible (Restrepo C., Jorge Hernán, Sánchez C, 2004).

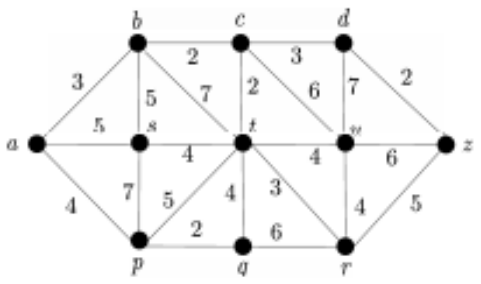


Gráfico 1-2 Estructura del algoritmo de Dijkstra

Fuente*:* Salas, 2008.

En el Gráfico 1-2 se pretende encontrar la ruta más corta a-z para lo cual se itera por todos los caminos posibles y de acuerdo con las distancias se encuentra la más corta, además que este algoritmo itera en todas las soluciones sin dejar ninguna; incluso cuando las distancias en ciertas opciones sean nulas o infinitas.

2.6. Programación de rutas con SIGs

2.6.1. Introducción a los Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Un SIG o Sistema de Información Geográfica se hace referencia a una aplicación que se utiliza para crear, manipular o establecer mapas y precisamente con esta finalidad se evidenciara en esta investigación. Otros autores se refieren a SIGs como hardware, bases de datos de todas las regiones con sus mapas. Otra forma de interpretar a los SIGs es una infraestructura de datos espaciales o IDE.

2.6.2. Tipos de SIGs

Estos pueden ser de dos tipos dependiendo de lo que se desee analizar como vegetaciones, distribución geográfica, temperaturas, ondas de alcance, distribución de vías, hidrografía, divisiones administrativas. En estos softwares la información se presenta en capas y se guarda en múltiples extensiones como son:

Capas Ráster: Se define como un grupo de celdillas o pixeles en las cuales se guarda información de datos propios de una región y posteriormente modelizar estos caracteres como se muestra en la Figura 1-2. Se pueden guardar valores como altitud, latitud, ondas de temperatura, contaminaciones y otros continuando con estructuras similares que se pueden operar entre capas.

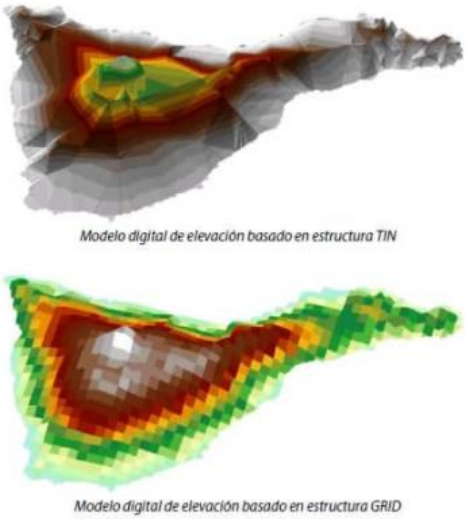


Figura 1-2 Capas en formato ráster.

Fuente: Rodríguez & Elizabeth, 2010.

Capas vectoriales: Se define como un conjunto de puntos, líneas o en su conjunto polígonos que modelan en un determinado medio como se muestra en la Figura 2-2. En estas capas se conoce a estos objetos como caracteres(features). Se puede almacenar gráficos, geografía, localidades, letras o números. cada punto en esta capa es conocido por su latitud y altitud en X,Y y Z. (Rodríguez y Elizabeth, 2010)

Figura 2-2 Puntos y líneas de forma vectorial.

Fuente: Rodríguez & Elizabeth, 2010.

2.6.3. Aplicaciones de SIGs

Hoy en día los sistemas SIGs son ampliamente utilizados en campos como:

- Sector agrícola
- Conservación y ecología
- Sector petrolero y eléctrico
- Geografía de empresas

- Planes de defensa
- Integridad publica
- Ambiente
- Educación
- Ciencias en minas
- Forestal
- Oceanografía
- Distribución sanitaria
- Distribución de luz y agua
- Telecomunicaciones
- Organización del transporte

2.6.4. Formatos ráster y vectoriales en SIGs

Para guardar toda nuestra información ya sea en ráster o de forma vectorial en un SIG, tales como cartografías, mapas, imágenes o dibujos que son diseñados en un software encontraremos en las siguientes extensiones más comunes.

Formatos SIG vectoriales: E00. MID, MIF, SHF, Cover y .MDB.

Formatos SIG en ráster: ASCII, BIL, BIP, BSQ y Grid que es el formato nativo de ArcGIS.

2.6.5. Sistemas para administrar las Bases de Datos

La extensión más conocida para el almacenamiento de datos es .dbf el cual es un archivo con información variada pero se la puede compactar o guardar múltiples capas en un solo archivo sin que este puede ser modificado, este tipo de formatos sirven para el diseño de mapas, hidrología, diseño de vías entre otros; ya que nos permite combinar capas para obtener un único resultado grafico (Quintana, 2008).

2.6.6. Precisión, exactitud y errores en SIGs

Para determinar que el error que puede existir por realizar diferentes tipos de análisis en SIGs, debemos distinguir entre los conceptos de exactitud y precisión. la precisión se define como un detalle que tiene cada instrumento de medición a la par con su procedimiento estipulado para

determinar una variable cualquiera; mientras que, exactitud se define como el valor de la medición aproximada al valor real.

En los sistemas SIGs se relaciona a la precisión con el detalle en pixeles o resolución de cada capa en formato ráster. Finalmente, el error es conocido a partir de la diferencia entre un valor real y un valor medido, y además se debe considerar que siempre en cualquier medición o instrumento existe un error.

2.7. ArcGIS 10.1.4

Es un SIG que presenta una variedad de funciones para adaptarse a la necesidad de casi todos los usuarios en el mundo, el principal objetivo es permitir, organizar, recopilar, analizar, administrar y distribuir información geográfica. Actualmente es la aplicación líder mundial en el uso de SIGs, y los usuarios tiene disponibilidad de este software en prácticamente cualquier dispositivo con navegadores Web.

Las aplicaciones más comunes de este software son para resolución de problemas, mejora en sus decisiones, mejor planificación, eficiencia en el uso de recursos, administrar y ejecutar con mayor eficiencia las operaciones, educar y motivar a otros usuarios. Todo esto se logra mediante mapas inteligentes que iteran para brindar soluciones más rápidas y eficientes.

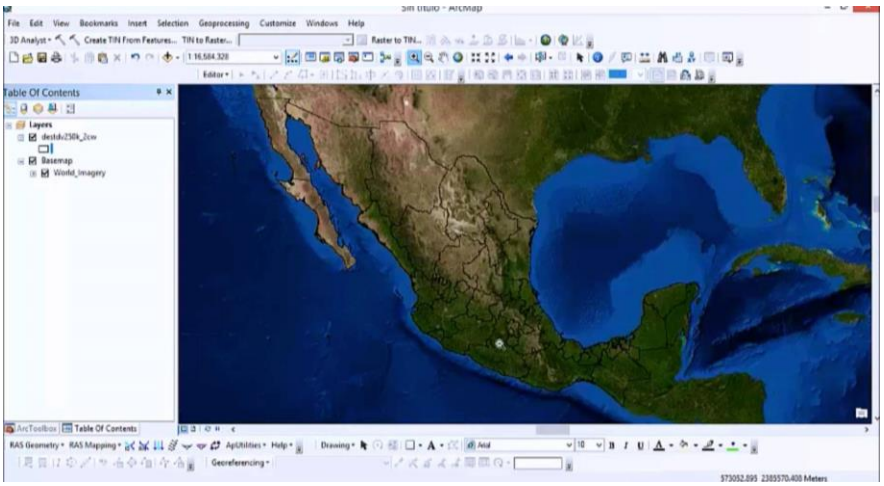


Figura 3-2 Interfaz del software ArcGIS.

Fuente: ESRI, 2020.

ArcGIS cuenta con una amplia gama de funciones para la creación de mapas, optimización de rutas, cartografía, levantamientos de suelos y muchas otras funciones. En esta investigación ha de centrarse en la extensión Network Analyst la cual permite optimizar específicamente una distancia entre dos puntos con los menores recursos posibles.

2.8. Extensión Network Analyst de ArcGIS

Es una extensión de ArcGIS que permite optimizar distancias entre dos puntos determinados. Entre las principales funciones que tiene esta extensión están:

- Optimización del tiempo en rutas
- Ruteo de nuevas rutas entre dos puntos determinados
- Ruteo para flotas vehiculares
- Análisis del área de servicio
- Análisis de las rutas más rápidas, optimas
- Análisis de tiendas o puntos cercanos
- Designación de locales
- Análisis de origen y sus destinos con sus puntos de visita

2.8.1. Brindar servicio de transporte a varias órdenes con una flota

Para trabajar con Network Analyst se debe activar la extensión con todas las funciones que se muestran en la Figura 4-2.

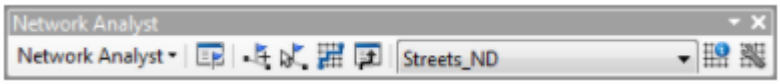


Figura 4-2 Barra de herramientas de Network Analyst

Fuente: ESRI, 2020.

Entre las funciones principales que se puede realizar en una red de calles están nuevas rutas, áreas de servicio, ruteo vehicular, etc.

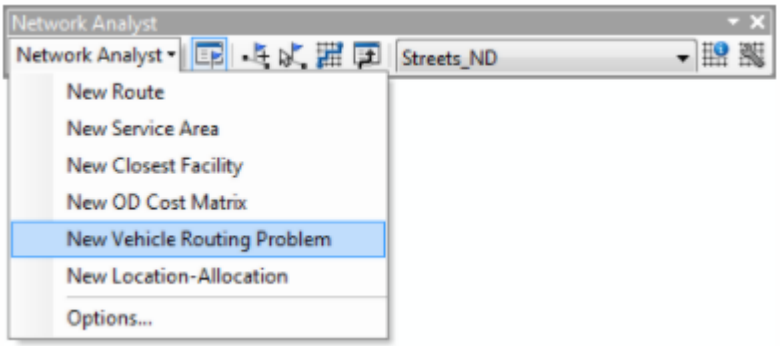


Figura 5-2 Tipos de ruteo de transportes que permite ArcGIS.

Fuente: ESRI, 2020.

Según (ESRI, 2020), para la generación de rutas en ArcGIS se debe limitar el error, insertar variables y conocer a profundidad el lugar en él se generan las nuevas rutas. Esto puede ocasionar resultados, en ocasiones confusos ya que en lugar de optimizar se podrían estar creando nuevas rutas por lugares con acceso restringido o lugares innecesarios. Un ejemplo de la generación de rutas es:

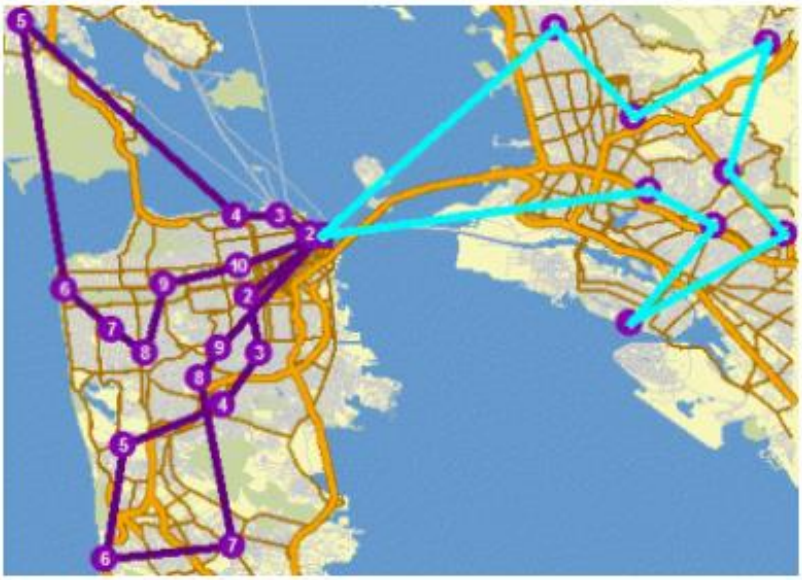


Figura 6-2 Generación de rutas para una flota de vehículos.

Fuente: ESRI, 2020.

2.9. Combustibles

Combustible es conocido como toda sustancia que puede liberar energía en forma de calor; esta sustancia reacciona al entrar en contacto con el oxígeno, generalmente este gas existe en el aire.

Las combustibles se presentan en estado sólido, líquido y gaseoso.

2.9.1. Combustible solido

Estos combustibles se encuentran en todos los elementos que son consumibles mediante el fuego, estos producen cenizas y pequeñas partículas al medio ambiente. Para realizar el proceso de combustión requieren de ciertas características como el porcentaje de humedad, conductividad calórica, temperatura de ignición, velocidad de propagación y la carga térmica. Los tipos de combustibles sólidos son de fósil como el carbón, de origen no fósil como madera o sus residuos y el coque que provienen del petróleo o el carbón (Aguirre Ramón y Machado Cuzco, 2015).

Figura 7-2 Combustible Sólido (coque).

Fuente: Cartagena,2016.

2.9.2. Combustible liquido

Este tipo de combustible son los más conocidos y usados debido a su poder calorífico, además en esta clasificación se incluye al crudo y todos sus derivados, destilados y demás residuos. Un combustible líquido se caracteriza por la presencia de un 5% de azufre en trazas; los derivados primaros son el alquitrán y petróleo bruto. Entre los derivados más conocidos son la gasolina, queroseno, gasóleo y el bunker o Fuel oíl.

Figura 8-2 Combustible líquido(petróleo).

Fuente: El telégrafo,2021.

2.9.3. Combustibles gaseosos

Este tipo de combustibles provienen de fuentes naturales y no naturales; como combustible natural tenemos al gas natural obtenido de fuentes o pozos de petróleo, mientras que un combustible gaseoso elaborado es el GLP y el biogás.

Figura 9-2 Combustible gaseoso (biogás).

Fuente: Agipgas,2020.

2.10. Contaminación del aire

La contaminación del aire debe ser considerada como un riesgo para la salud de todo ecosistema; de controlarse la contaminación ambiental muchos países podrían controlar en un mayor nivel el índice de mortalidad proveniente de cáncer de pulmón y neupatias crónicas como el asma. Según la organización mundial de la salud (OMS) la contaminación atmosférica provoca 3.7 millones de muertes prematuras cada año. El origen de las emisiones es fijas y móviles; las fijas provienen de chimeneas de centrales térmicas y del sector industrial, mientras que las móviles son aviones, ferrocarriles, buses y demás maquinaria que puede movilizarse (Digesa, 2005).

Existe mucha evidencia de que un aire contaminado de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS), alrededor de 249 mil muertes prematuras fueron atribuibles a la contaminación del aire exterior y alrededor de 83 mil muertes a causa de la contaminación del aire de combustible solidos en América (Calidad del aire - OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud). El aire puro consiste en un 78% de Nitrógeno, 21% de Oxígeno y el 1% de otros gases en pequeñas cantidades como el dióxido de carbono, argón, ozono, etc. Por lo tanto, se define por contaminación del aire como cualquier forma o modificación a este equilibrio de componentes, y que además este

produce un efecto negativo en las personas, animales, vegetales, bienes materiales y demás partes de un ecosistema. los contaminantes del aire se clasifican en primarios y secundarios; los primarios son los que permanecen en la atmosfera en su estado de cómo fueron emitidos y entre estos están monóxido de carbono, dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno, óxidos de azufre e hidrocarburos. Los contaminantes secundarios son los que se forman durante su ascenso o reaccionan con cambios químicos en la atmosfera como el ácido sulfúrico, ácido nítrico, ozono, smog fotoquímico y compuestos orgánicos volátiles(COV) (Zhao et al., 2018:p. 928-933).

Para esta investigación se consideran los motores de los vehículos que son los causantes de las emisiones principales al medio ambiente como: Monóxido de carbono, dióxido de carbono, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno y otros gases que son el resultado durante el proceso de combustión; pero se realizara una evaluación con los datos del dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno y metano que se genera en gran medida en vehículos a diésel datos presentados en la Tabla 1-2 de Emisiones por tipo de vehículo de la población de una institución.

2.10.1. Clasificación de los contaminantes

Existe una amplia clasificación respecto a los contaminantes atmosféricos los cuales se detallan a continuación:

2.10.1.1. Por su composición química

Estos pueden ser orgánicos e inorgánicos, los primeros se refieren a contaminantes como el hidrogeno, nitrógeno, carbono entre otros; mientras que los segundos son compuestos como los óxidos de nitrógeno, óxidos de azufre y otros compuestos que presentan halógenos en su estructura (Ríos et al., 2005).

2.10.1.2. Por su origen

De acuerdo con el orden en que se forman en la naturaleza pueden ser primarios y secundarios, los primeros son los que de forma directa afectan al ecosistema desde su centro o núcleo emisor; y los secundarios son los que presentan transformaciones debido a reacciones químicas una vez que han salido de su punto emisor.

2.10.1.3. Por su estado de agregación molecular

Al tratarse de contaminantes muy pequeños, este tipo se clasifica en partículas y gases, las partículas se presentan en forma de polvos o neblinas mientras que los contaminantes gaseosos son los que no tienen una estructura de solido o líquido, como ejemplo tenemos un hidrocarburo.

2.11. Fuentes de contaminación del aire

La clasificación más clásica en la contaminación del aire son fuentes fijas y móviles.

Las fuentes fijas se consideran las que permanecen fijas en su entorno y únicamente son el resultado de alguna actividad como procesos industriales, minería, calderas, centrales energéticas, canteras, etc. Las fuentes móviles son consideradas las que cambian de lugar y emiten contaminación durante su proceso de funcionamiento como el sector automotriz de todo tipo, aviones, motos, etc. Además la contaminación del aire aumenta en gran medida en sectores urbanizados, y se debe a la presencia de industrias a gran escala, aumento de vehículos, construcciones de todo tipo, incendios, control inestable de los desechos sólidos y muchos factores más (Zhao et al., 2018:p. 928-933).

2.12. Método de evaluación de incertidumbre

En todos los inventarios elaborados hasta la actualidad, existen incertidumbres debido a una falta de potencialidad en los modelos, forma de obtener los factores de emisión, información de los factores de emisión y muchos otros aspectos. Para ello hay una forma de evaluar de manera global una determinada región y seleccionar los agentes contaminantes más y menos agresivos, para poder jerarquizar sus soluciones futuras. En Ecuador existe muy poca información como para obtener los factores de emisión actualizados; por esta razón resulta complicado obtener datos reales o con poca incertidumbre. Pero se procede a jerarquizar mediante la

Actividad	Factor de emisión				
	A	B	C	D	E

Tabla 2-2

A	A	A	B	C	C
B	A	B	B	C	D
C	B	B	C	C	D
D	C	C	C	D	D
E	C	D	D	D	E

utilizada en la CORPAIRE de Quito, donde:

A, Calidad muy alta: contaminación confiable del aire.

B, Calidad alta: pero ya se pueden tomar medidas para reducir la emisión.

C, Calidad media: se puede mejorar en función del total de emisiones del sector.

D, Calidad baja: se recomienda optimizar las emisiones.

E, Calidad muy baja: emisiones poco confiables y se debe apaciguarlas.

Tabla 2-2 Matriz de calificación de a incertidumbre de inventario de emisión por la CORPAIRE en 2006.

Actividad	Factor de emisión				
	A	B	C	D	E
A	A	A	B	C	C
B	A	B	B	C	D
C	B	B	C	C	D
D	C	C	C	D	D
E	C	D	D	D	E

Fuente: Emov, 2014.

Elaborado por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2020.

2.13. Principales gases resultantes de fuentes móviles

Monóxido de Carbono (CO): Es el contaminante que se genera en mayor abundancia con 97.939 toneladas, el 97,2% es originado por fuentes móviles de cual el 13% corresponde a vehículos pesados, 23% a particulares livianos y el 20% a camionetas. Es un gas difícil de detectar ya que no se puede percibir ni ver; intoxica toda la sangre lo que disminuye el paso de oxígeno pulmonar llegando a causar hasta la muerte.

Dióxido de carbono (CO_2): Con una contabilización 3.709,644 toneladas de las cuales el 66.1% son el resultado de transportes a gasolina y diésel.

Óxidos de nitrógeno (NO_x): Este gas contaminante presenta 27.613 toneladas del cual el 63.6% corresponde a fuentes móviles y principalmente el 34.2% a buses y vehículos pesados. Se pueden identificar el monóxido de nitrógeno por su dulce olor y al dióxido de nitrógeno por su aroma desagradable en gran medida.

Material particulado (MP): El material particulado consiste en partículas sólidas o liquidas en el aire, las más comunes son polvo, el hollín y otros agentes en forma de partículas liquidas como resultado de las condensaciones. Actualmente en las normas se incluyen partículas de 10micras y menores a 2.5 micras. Las más agresivas contra el ser humano son las menores a PM_{10}, ya que son fáciles de inhalar e ingresan al sistema respiratorio y sentándose en las fosas nasales o laringe; mientras que las más pequeñas en los bronquios, bronquiolos y alveolos.

Ozono (O_3): Otro de los principales contaminantes de la naturaleza, este gas es proveniente de sectores con altos índices de industrialización y de vehículos. Mas de cincuenta por ciento de los gases para generar el ozono proviene de los gases de escape de vehículos (Emov, 2017:p. 54-57).

Compuestos orgánicos volátiles (VOC): Este tipo de compuestos al emitirse al aire interactúan con el Nitrógeno para formar el ozono, y en cantidades elevadas resulta peligroso para la respiración del ser humano. Son combustibles que mantienen un estado de gas a una temperatura ambiente y reaccionan cuando se queman los mismos (Risctox, 2010:p. 621).

2.14. Contaminación vehicular

Este término es muy utilizado y conocido hoy en día debido a la problemática que ha generado en cada rincón del planeta; una forma de entender este término es relacionar a toda sustancia arrojada al medio ambiente y su atmosfera principalmente, por vehículos o fuentes móviles. Para determinar una cantidad de emisión de gases por parte del sector automotriz, factor de emisión y varios modelos que describen el comportamiento de la contaminación se pueden utilizar modelos matemáticos o ecuaciones; las cuales consideran cantidad de vehículos, año de fabricación, lugar de funcionamiento, entre otros.

Los factores de emisión presentan información suficiente sobre la contaminación de cada vehículo y viene representados mediante dicho contaminante en función de la longitud unitaria recorrida, este factor puede venir expresado en g/Km, ton/km, Km/m y dependiendo del autor diferentes unidades.

En relación a este término y la forma de calcular una contaminación vehicular varios países han requerido crear modelos que aproximan la emisión vehicular; entre estos tenemos a Mobile Emission Factor ModeI, United States Environmental Protection Agency, Motor Vehicle

Emission Simulator que han sido utilizados en Estados Unidos; Protection Agency, modelo Computer Programme to Calculate Emissions from Road Transport utilizados en Europa; Kouridis, International Vehicule Emissions Model utilizado por InternationaI Sustainable Systems Research Center y la Universidad de California; el modelo Simplified Emission Estimation Model utilizado en Chile (Valencia-Arroyave et al., 2015:p. 1-22).

2.15. Modelo de emisiones

2.15.1. Emisiones en caliente

Este tipo de emisión consiste en la contaminación al ambiente por medio de los gases de escape, una vez que el motor ha alcanzado su etapa de funcionamiento. Técnicamente esta etapa ocurre cuando el agua del sistema de refrigeración alcanza 70°C.

2.15.2. Emisiones en frio

Este tipo de emisión frecuentemente se presenta una vez que se enciende el vehículo y el agua no ha superado los 70°C, la contaminación ocurre con los gases del tubo de escape.

2.15.3. Emisiones evaporativas

Este tipo de contaminación se produce por una evaporación espontanea de los combustibles, principalmente ocurre con la gasolina y ocurre en las salidas de los tubos de escape, en los tanques de almacenamiento cuando están abiertos o recargando el combustible.

2.16. Cálculos de emisiones

Las emisiones se calculan en unidades de toneladas por cada año y se aplica la siguiente ecuación (1) para determinar los valores de CO_2, CH_4 y el N_2O.

$$\mathrm{E_r^i} = \left(0.00378 * \frac{\mathrm{Nveh_r}}{\mathrm{CC_r}} * \mathrm{Den} * \mathrm{PCI} * \mathrm{FE_r^i}\right) / 1 * 10^9 \tag{1}$$

Donde:

E_r^i= Emisión del gas de los vehículos en [ton/año]

$Nveh_r$= Número de vehículos de la categoría r según el año modelo [Adimensional]

CC_r= Consumo de combustible por distancia recorrida dada en galón por cada kilómetro [gal/Km]

Den= Densidad del combustible dada en [Kg/m^3]

PCI= Poder calorífico inferior del combustible dado en Tera joule por cada Giga gramo [TJ/Gg]

FE_r^i= Factor de emisión del gas i por tipo de combustible dado en Kilogramo por Tera joule[kg/TJ]

Otros de los gases y no menos importantes es el SO_2, el cual puede ser obtenido con la siguiente ecuación (2):

$$\mathrm{E_r^{SO_2}} = \left(0.00378 * \frac{\mathrm{Nveh_r}}{\mathrm{CC_r}} * \mathrm{Den} * \mathrm{S}\right)/1 * 10^5 \tag{2}$$

Donde:

$E_r^{SO_2}$= Emisión del contaminante en toneladas por cada año [ton/a]

S= Contenido de azufre en el combustible [%]

Para el resto de los gases que podemos encontrar en los tubos de escape tales como NO_x, CO, COV, PM_{10}, $PM_{2.5}$ se utiliza la siguiente ecuación (3):

$$\mathrm{E_r^{icaliente}} = \left(\mathrm{Nveh_r} * \mathrm{Drec_r} * \mathrm{FE_r^i}\right)/1 * 10^6 \tag{3}$$

$Nveh_r$= Número de vehículos de la categoría r según el año modelo [Adimensional]

FE_r^i= Factor de emisión del gas i por tipo de combustible dado en Kilogramo por Tera joule [kg/TJ]

2.16.1. Modelo Botton Up

Se fundamenta a partir de otra ecuación conocido como Modelo Simplificado de Estimación de Emisiones, donde se observa el resultado final de la cantidad de contaminantes depende en gran medida del factor de emisión perteneciente a cada vehículo. El modelo según (Valencia-Arroyave et al., 2015:p. 1-22) es :

$$E_c = \sum_j N_j * M_j * FE_{jc} \quad (4)$$

$\boldsymbol{E_c}$= Misión del contaminante durante la unidad de tiempo seleccionada en [g/tiempo]

$\boldsymbol{N_j}$= Cantidad de vehículos tipo j [Adimensional].

$\boldsymbol{M_j}$= Kilómetros recorridos por los vehículos j [Km].

$\boldsymbol{FE_{jc}}$= Factor de emisión de cada vehículo j en [g/km] para su contaminante.

Este modelo es el más sencillo y practico, pero depende mucho del factor de emisión que se considere ya que es el valor en que se debe poner más énfasis durante un análisis de emisión de gases.

2.17. Factores de emisión de gases

En la Tabla 3-2 Emisiones por tipo de vehículo de la población de una institución. se presentan los factores de emisión por tipo de vehículo de forma semanal para diferentes gases contaminantes, además se presenta el valor total de cada contaminante.

Tabla 3-2 Emisiones por tipo de vehículo de la población de una institución.

Estrato	Tipo de transporte	Emisión CO	Emisión MP	Emisión SO2	Emisión VOC	Emisión NOx
E1	A pie/Bicicleta	-	-	-	-	-
E1	moto	14.738	189	10	3.784	632
E1	Transporte Público Colectivo	18.757	3.356	2.005	3.629	36.821
E1	Vehículo particular	33.857	7	38	4.157	2.656
E2	A pie/Bicicleta	-	-	-	-	-
E2	moto	24.864	375	23	10.844	685
E2	Transporte Público Colectivo	21.003	3.757	2.244	4.063	41.208
E2	Vehículo particular	26.526	15	66	3.294	2.178
E3	Moto	51.148	606	64	15.192	2.399

E3	Transporte Público Colectivo	34.173	6.097	3.640	6.611	66.970
E3	Vehículo particular	59.652	65	205	6.661	7.076
E4	Moto	9.248	89	18	2.699	516
E4	Transporte Público Colectivo	12.271	2.168	1.292	2.374	23.870
E4	Vehículo particular	7.992	123	130	963	3.670
Total Emisiones [g/semana]		314.229	16.847	9.735	64.271	188.681
Total Emisiones [g/año]		10’055.287	541.050	311.525	2’056.684	6’037.786

Fuente: Valencia-Arroyave et al., 2015.

Elaborado por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2020.

Entre los medios móviles que más contaminan están los buses, pero obtener un valor promedio resultado un tanto difícil, el factor de emisión en estos medios de transporte y en general en todo vehículo depende mucho de las condiciones en las que esté trabajando y de acuerdo con el año de su fabricación, como ejemplo de variable es el año de fabricación ya que desde el año 2000 los buses obtuvieron mejoras para reducir la contaminación y emisión de gases de efecto invernadero. En la Tabla 4-2 Factores de emisión para buses[g/Km]. se aprecia los factores de emisión para buses de acuerdo con la tecnología vehicular.

Tabla 4-2 Factores de emisión para buses[g/Km].

Tecnología vehicular	CO	MP	SO2	VOC	NOx
Buses Modelo≤1980	12,24	1,51	0,83	2,36	20,02
1980<Buses modelo≤2000	12,24	1,51	0,83	2,36	20,02
2000<Buses Modelo≤2005	2,18	1,21	0,81	0,46	18,55
Buses Modelo≥2005	2,18	1,21	0,81	0,43	5,74

Fuente: Valencia-Arroyave et al., 2015.

Elaborado por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2020.

Según (Davis et al., 2005:p. 157-165) el factor de emisión es una relación entre el porcentaje de contaminante emitido al ambiente por cada longitud unitaria recorrida, generalmente viene dado en [g/Km] los valores del factor de emisión han sido obtenidos de otra investigación donde se detallan 450 tecnologías vehiculares de distintos tipos de medios de transporte, según los tipos de combustibles, pesos, dispositivos para obtener la mezcla, forma de controlar las emisiones, edad de los vehículos. Además de un factor de emisión también se presenta un factor de corrección para aproximar más un cálculo de emisiones de gases al medio ambiente.

Tabla 5-2 Calendario de introducción de vehículos y su contenido de azufre en el combustible de Colombia.

Tipo de combustible y tecnología vehicular		1990 y antes	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Gasolina	**Control de emisiones por el tubo de escape**	Ninguno							Catalizador de 2 ó 3 vías															Euro II	Euro III						Euro IV											
	Dispositivo para la mezcla aire combustible	Carburador			SPFI					MPFI																																
	S (ppm)-Colombia	1000																					300		150						50											
	S (ppm)-Bogotá																																									
	S (ppm)-Medellín																																									
Diésel	**Control de emisiones por el tubo de escape**	Pre Euro																							Euro II		Euro IV				Euro V											
	Dispositivo para la	Inyección en pre cámara											Inyección directa																													

mezcla aire combustible								
S (ppm)-Colombia	4.500	4.000	3.000	2.500	500	50	10
S (ppm)-Bogotá		1.200	500		50		10
S (ppm)-Medellín		4.000	3.000	2.500	500	50	10

Fuente: (Metropolitana del Valle de Aburrá, 2018:p. 50).

Elaborado por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

Para modificar el factor de emisión se debe considerar la tecnología de los vehículos, la humedad, altura, el contenido de azufre en el combustible de acuerdo con el país de procedencia, contenido de etanol como se muestra en la Tabla 5-2. Además, se debe mencionar que las partículas que se presentan en los tubos de escape de los vehículos son de aproximadamente $PM_{2.5}$ y estas son VOC, CO, NO_X, PM, NH_3, N_2O Y CH_4. Otra clasificación importante es el factor de emisiones por el tipo de combustible, estos valores se muestran en la Tabla 6-2:

Tabla 6-2 Factores de emisión de CO_2 y SO_2.

Combustible	PCI (MJ/Kg)	Contenido de C (%)	Contenido de S (ppm)	Factor de emisión (Kg/TJ)	
				CO2	SO2
Gasolina	45,02	86,5	300	70.450,4	13,33
Diésel	43,98	86,4	50	72.034	2,27
Gas natural vehicular	47,12	73	0,1	56.804,4	0,0042

Fuente: Metropolitana del Valle de Aburrá, 2018.

Elaborado por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

En la Tabla 6-2 se muestran los factores de emisión de CO_2 y de SO_2 para vehículos según el tipo de combustible usado, estos valores se presentan en Kilogramos por Tera Joule.

2.18. Gases potenciales de efecto invernadero.

Además de conocer los gases de efecto invernadero, el objetivo principal de esta investigación reducir los gases de efecto invernadero o gases que afectan de forma potencial al medio ambiente.

Según (Metropolitana del Valle de Aburrá, 2018:p. 50), los gases que son obtenidos de los tubos de escape más perjudiciales son el dióxido de carbono CO_2 y el óxido nitroso NO_X que, en mayor porcentaje, son obtenidos de fuentes móviles pequeñas como automóviles; mientras que en los medios de transporte grandes a diésel se destaca la contaminación por metano CH_4 y estos valores se detallan en la Tabla 7-2.

Tabla 7-2 Emisión de gases de efecto invernadero por categoría vehicular [ton], año 2016.

Categoría	CO2	CH4	N2O
Autos	988.323	2.815	39
Taxis	157.505	34	4
Buses	128.647	5.878	4
Camiones	648.781	17.422	18
Metroplús	7.171	17	1
Tractocamiones	74.143	0	1
Volquetas	254.942	0	8
Motos 2T	2.470	54	0
Motos 4T	465.561	1.006	0
Auto servicio especial	125.000	27	5
Buses servicio especial	363.797	16.359	8
Total	3’216.341	43.611	88
CO2-eq	4’332.907		

Fuente: Metropolitana del Valle de Aburrá, 2018.

Elaborado por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

Los factores de emisión pueden ser obtenidos de dos formas, se puede proceder a los cálculos mediante la toma de datos directamente en los tubos de escape con equipos técnicos, en los cuales se pueda obtener datos reales de una región o sector; pero también, se pueden obtener del modelo IVE (International Vehicle Emissions) que presenta datos generales de diferentes factores de emisión para distintos tipos de transporte.

Una comparación entre los factores de emisión medidos experimentalmente y los factores de emisión tomados del modelo IVE (factores generales), se presenta en la Tabla 8-2:

Tabla 8 -2 Comparación de factores de emisión medidos y factores de modelo IVE para vehículos a Diesel.

Ref	FE CO [g/Km]		FE NOx [g/Km]		FE PM2.5 [g/Km]		FE CO2 [g/Km]	
	Medido	IVE	Medido	IVE	Medido	IVE	Medido	IVE
5	1,37832	1,42678	2,29795	3,424256	0,0056007	0,06456	256,945	399,789
6	1,22675	0,1365	1,96234	1,624077	0,0339686	0,01377	274,164	399,069
7	1,6388	1,33996	1,86818	5,722701	0,0473398	0,08	235,625	500,636
8	2,59744	0,20104	4,24297	2,388105	0,0112386	0,01652	399,284	587,798

Fuente: Metropolitana del Valle de Aburrá, 2018.

Elaborado por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

2.19. Cálculos estadísticos para realizar encuestas

2.19.1. Tamaño de la muestra

Para realizar una investigación cuantitativa existe un enlace especifico entre el valor de una muestra y una medida que es verdaderamente representativa para obtener valores aproximados a la realidad. El tener una muestra de una población total no es suficiente, ya que es necesario considerar un tamaño óptimo para que los resultados estadísticos con presenten errores que pueden ocurrir por varios factores y en tal caso se anularía todos los resultados obtenidos de dicha muestra.

Hay que considerar que existe una única muestra que es igual a la población y esta viene a ser la misma población, a medida que la muestra crece los datos de los sujetos irán diferenciándose de una mayor forma; esto dará características específicas de una población. Del tamaño de la muestra que se considere para una investigación dependerá del intervalo de confianza que se planteara en las aproximaciones de la muestra. Se debe tener claro que, para una muestra mayor, el rango de su intervalo de confianza será menor con un igual nivel de confianza. Debido a esta situación para

que una muestra sea representativa no es suficiente con elegir sujetos al azar, también se requiere de encontrar una cantidad determinada de sujetos que conformen la misma muestra, logrando disminuir los márgenes de error (Argibay, 2009:p. 13-29).

2.19.2. Tipos comunes de muestreos

2.19.2.1. Muestreo sistemático

Este método selecciona al azar un elemento de una determinada población la cual debe estar numerada sucesivamente y de esto seleccionar el un k-éxito en cada ocasión (Guerra Bustillo, 2003).

2.19.2.2. Muestreo para determinar prevalencias

Se utiliza este método cuando nuestra necesidad es una encuesta epidemiológica para establecer una cantidad de enfermedad presente en una población. Este tipo de muestreo depende de la frecuencia esperada de dicha enfermedad, el tamaño de la población, la precisión exigida en la investigación o estudio, el nivel de confianza que requieran los sujetos a realizar las encuestas. Para este tipo de encuestas se utiliza:

$$n = \frac{z^2 pq}{B^2} \tag{5}$$

n= Tamaño de la muestra

z= 2.56 para el 99%; 1.96 para el 95% de confianza

p= Frecuencia esperada del factor a estudiar

$$\therefore q=1-p$$

B= Precisión o error admitido

2.19.2.3. Muestreo para la detección de una enfermedad

El objetivo de este tipo de muestreo es conocer si existe o no una enfermedad en una determinada población, dicho de otra manera, estudia el tamaño de muestra necesario con un determinado nivel de confianza y finalmente, afirmar que ninguno de los estudiados resulta positivo.

$$n = \left[1 - (1 - a)^{1/D}\right] * \left[n - \frac{(D - 1)}{2}\right] \quad (6)$$

n= Tamaño de la muestra

a= Nivel de confianza

D= Número de animales enfermos en la población

N= Tamaño de la población

2.19.2.4. Tamaño de muestra para la realización de estudios

Para este tipo de muestra se debe tener muy bien identificados el tipo de estudio, los niveles de confianza a alcanzar, potencia muestral y valores de riesgo u dos ratios mínimas que se desea encontrar. Para este método se utiliza la siguiente formula (Cortés y Cortes, 1982:p. 1381):

$$n = \frac{\left[z_a(2pq)^{1/2} - z_\beta(p_e q_e + p_c q_c)^{1/2}\right]^2}{(p_e - p_c)^2} \quad (7)$$

n= Tamaño de la muestra

$\boldsymbol{z_a}$**=** 2,56 para 99%; 1,96 para el 95% de nivel de confianza

$\boldsymbol{z_\beta}$**=** -0,84 para un error **β** del 20%

$\boldsymbol{p_e}$**=** Frecuencia de respuesta en los expuestos (o casos)

$\boldsymbol{p_c}$**=** Frecuencia de casos respuesta en los no expuestos (o controles)

$$\therefore p = (p_e + p_c)$$

$$\therefore q = 1 - p$$

2.19.2.5. Opción de grupos para variable cuantitativa

Este tipo de muestreo se utiliza cuando se requiere medir variables numéricas con el objeto de comparar sus resultados finales como filtración marginal, profundidad de sondaje, índice CPOD se recomienda utilizar la siguiente formula.

$$n = \frac{2(z\alpha + z\beta)^2 * \delta^2}{e^2} \quad (8)$$

$\boldsymbol{z\alpha}$**=** (error de tipo I), 1,96 para el 95% de confiabilidad

$\boldsymbol{z\beta}$**=** (error del tipo II), 0,84 constante para el 80% de potencia

$\boldsymbol{\delta^2}$**=** Varianza de la variable en el grupo de control

$\boldsymbol{e^2}$**=** Diferencia entre el promedio del grupo 1 con el promedio del grupo 2

2.19.2.6. Opción muestra de un grupo con una población conocida

El tamaño de muestra de la población debe ser obtenido en base a la probabilidad de que se dé el fenómeno estudiado en la población que se está investigando (Villavicencio Caparó, 2018:p. 59).

$$n = \frac{Z^2 * P(1 - P) * N}{Z^2 * P(1 - P) + E^2 * (N - 1)} \quad (9)$$

n= Tamaño de la muestra

z= 1,96 para el 95% de confiabilidad

P= Probabilidad de que suceda el evento, si se desconoce de asume P=0,5 del 50% de probabilidad

N= Tamaño de la población

E= Error estimado, si tenemos el 95% de confiabilidad el error esperado es 5%

2.20. Datos de contaminación en el Ecuador

2.20.1. Reglamentos en el Ecuador

En nuestro país existen reglamentos para controlar las emisiones de gases contaminantes como son:

- INEN NTE 03 “Emisiones de Vehículos Automotores y Motores de Vehículos Usados”

- INEN NTE 017 “Control de Emisiones Contaminantes de Fuentes Móviles Terrestres”
- INEN NTE 2202:2000 “Determinación de la Opacidad de Emisiones de Escape en Motores a Diésel Mediante Prueba Estática”
- INEN NTE 2203:2000 “Determinación de las Concentraciones de Emisiones de Escape en Condiciones de Marcha Mínima o Ralentí”
- INEN NTE 2207:2002 “Límites Permitidos de Emisiones Producidas por Fuentes Móviles Terrestres a Diésel”
- INEN NTE 2349:2003 “Revisión Técnica Vehicular. Procedimientos”
- INEN NTE 2204:2002 “Límites Permitidos de Emisiones Producidas por Fuentes Móviles Terrestres de Gasolina. Establece valores máximos permitidos” (Balcazar, 2013:p. 104).

2.20.2. Instrumentos en una Revisión Técnica vehicular

Los factores de emisión son obtenidos directamente mediante los centros de revisión técnica vehicular y para ello se necesitan los siguientes instrumentos establecidos bajo la norma INEN NTE 2349.

Instrumentos para vehículos livianos: Regloscopio, alineador de paso, foso de inspección, luxómetro, freno metro de rodillos, detector de holguras, banco de suspensiones, opacímetro o analizador de gases, sonómetro integral ponderado.

Instrumentos para vehículos pesados: Freno metro, alineador de paso, regloscopio, foso de inspección, detector de holguras, opacímetro o analizador de gases, sonoro integral ponderado (Vintimilla, 2015:p. 102).

2.20.3. Monitoreo de la calidad del aire

El monitoreo en el Ecuador se realiza mediante la Revisión Técnica Vehicular (RTV), y se ha demostrada que en un porcentaje mayor la contaminación ocurre de fuentes móviles en comparación con fuentes fijas. Ecuador presenta centros de revisión vehicular en Quito, Guayaquil y Cuenca con mayor tecnología frente a otras ciudades de menor tamaño donde se realizan revisiones técnicas, y no se obtienen información más clara de contaminación. Estudios previos afirman que los medios de transporte generan una contaminación de entre el 75% y 85%.

Se ha implementado una ley con el articulo 30.5 referente a los Gobiernos Autónomos Descentralizados y Municipios; en el que faculta a estos a:

"Autorizar, concesionar o implementar los Centros de Revisión y Control Técnico Vehicular a fin de controlar el estado mecánico, elementos de seguridad, emisión de gases y el ruido con origen en medios de transporte" (Balcazar, 2013:p. 104).

2.20.4. Monitoreo de la calidad del aire en Cuenca

Actualmente los datos de contaminación ambiental en nuestro país son escasos, porque aproximar un valor del factor de emisión de gases es un poco difícil, en el caso de la CUENCAIRE (Centro de revisión vehicular en Cuenca) presenta inventarios de emisión de gases, donde se compara las emisiones anuales en diferentes periodos utilizando las ecuaciones (1),(2) y (3). Los resultados de dichos periodos se muestran en la Tabla 9-2 y está disponible para el periodo del 2007 al 2014:

Tabla 9-2 Resumen de emisiones de CO_2 de cantón Cuenca durante varios periodos.

	2007	2009	2011	2014
Tráfico vehicular	570.886,5	637.502,7	725.871,5	801.285,9
Industrias	187.947,2	187.759,8	437.972,5	374.845,9
Térmicas	49.313,2	58.779,11	50.871,3	63.578,7
GLP doméstico	144.607,4	180.662,7	166.885,9	126.578
Tráfico aéreo	10.562	7.947,917	10.328,6	6.145,9
Rellenos sanitarios	10.774,7	8.582,576	10.815,7	12.292,4
Ladrilleras	23.191,7	66.704,62	66.704,6	66.704,6
Total	963.316,7	1'072.652	1'392.929,8	1'372.434,4
Población Cantón Cuenca (habitantes)	471.072	487.901	535.624	580.706
Emisión per cápita (t habitante a-1)	2,04	2,2	2,6	2,4

Fuente: Emov, 2014.

Elaborado por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

Según (Urgiles, 2017:p. 89) existen varias maneras de cuantificar la cantidad de gases que se emite al medio ambiente ya sea de fuentes fijas o de fuentes móviles, países como Estados Unidos, España, Chile, Colombia, entre otros; tiene modelos matemáticos que involucran necesariamente a un factor de emisión. Este factor es un dato que depende mucho de las características propias de consumo de una región y a su vez que es un tanto complicado obtener este valor. Para el inventario de emisiones de Cuenca se utiliza ecuación (1) para determinar las emisiones de gases de efecto invernadero como son el $CO_2, CH_4\ y\ N_2O$.

2.20.5. Monitoreo de la calidad del aire en Riobamba

Los datos de contaminación ambiental se presentan en resultados integrados durante el año 2010, para el Cantón Riobamba. Se focalizó la estimación de las emisiones anuales, como base para la futura generación de información a nivel diario y horario, con alta resolución espacial (celdas de 0.9276 km de lado), por medio de un dominio rectangular dentro del territorio de la urbe (Lorena et al., 2010). Además se muestra los valores de la calidad del aire según (Emov, 2014:p. 1-16) mostrados en la

Tabla *2*-2.

Actividad	Factor de emisión				
	A	B	C	D	E
A	A	A	B	C	C
B	A	B	B	C	D
C	B	B	C	C	D
D	C	C	C	D	D
E	C	D	D	D	E

Tabla 9-2 Aporte de emisiones en porcentaje y resumen de la evaluación de la incertidumbre de las emisiones del Cantón Riobamba durante el año 2010.

	NOx	CO	COV	SO_2	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CO_2	CH_4	N_2 0	Actividad	Factor emisión	Estimación
Automóvil, gas <1.400 cm3	2,4	9,0	6,5	0,4	0,4	0,4	1,8	7,6	2,5	C	C	C
Automóvil, gas 1.400-2.000 cm3	6,2	23,2	14,3	1,1	0,9	1,0	4,9	20,3	9,3	C	C	C
Automóvil, gas > 2.000 cm3	0,2	0,6	0,5	0,0	0,0	0,0	0,2	0,7	0,2	C	C	C
Camioneta furgoneta, gas <1.400 cm3	0,3	1,3	0,6	0,1	0,0	0,1	0,3	1,2	0,3	C	C	C
Camioneta furgoneta, gas 1.400-2.000 cm3	1,7	6,9	3,1	0,3	0,2	0,2	1,6	6,8	1,5	C	C	C
Camioneta furgoneta, gas > 2.000 cm3	3,8	10,8	4,0	1,1	0,7	0,8	4,8	20,0	8,9	C	C	C
Jeep, gas <1.400 cm3	0,1	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	C	C	C
Jeep, gas 1.400-2.000 cm3	1,4	3,9	1,4	0,3	0,3	0,3	1,3	6,2	3,1	C	C	C
Jeep, gas > 2.000 cm3	0,9	2,9	1,1	0,3	0,2	0,2	1,1	5,0	2,0	C	C	C
Taxi, gas <1400 cm3	0,2	0,5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,6	0,3	C	C	C
Taxi, gas 1.400-2.000 cm3	3,1	7,9	2,2	0,6	0,6	0,6	2,6	10,9	6,4	C	C	C
Taxi, gas > 2.000 cm3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	C	C	C
Pesados, gas	0,5	2,5	0,6	0,1	0,2	0,2	0,4	1,8	0,6	C	D	D
Motos, gas	0,3	6,9	2,8	0,2	0,2	0,2	0,8	3,6	2,2	C	D	D
Automóvil, die	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	C	C	C
Jeep, die	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	C	C	C

Camioneta furgoneta, die	1,8	1,0	1,7	1,8	1,9	3,1	2,7	1,3	2,5	C	C	C
Buses, die	30,3	11,1	7,5	4,0	13,2	21,1	5,8	2,9	5,5	C	D	D
Pesados, die	26,0	10,7	6,7	7,9	24,7	39,6	11,4	5,7	11,0	C	D	D
Subtotal tráfico vehicular	**79,3**	**99,6**	**53,3**	**18,3**	**43,7**	**68,1**	**40,1**	**94,8**	**56,5**			
Isopreno	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	B	D	C
Monoterpenos	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	B	D	C
OCOV	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	B	E	D
Subtotal vegetación	**0,0**	**0,0**	**3,3**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**			
Subtotal industrias	**19,6**	**0,3**	**1,1**	**80,7**	**39,8**	**27,2**	**52,8**	**4,4**	**36,5**	C	D	D
Subtotal térmicas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
Doméstico	0,0	0,0	16,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	B	D	C
Industrial	0,0	0,0	16,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	B	D	C
Subtotal disolventes	**0,0**	**0,0**	**32,4**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**			
Gasolineras	0,0	0,0	4,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	A	D	C
Puntos limpios	0,0	0,0	5,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	A	D	C
Subtotal gasolineras	**0,0**	**0,0**	**9,9**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**			
Subtotal GLP doméstico	**1,0**	**0,1**	**0,0**	**0,0**	**0,6**	**1,1**	**5,4**	**0,8**	**6,6**	C	E	D
Subtotal tráfico aéreo	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**			

Subtotal rellenos sanitarios	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**			
Subtotal Caleras	**0,1**	**0,0**	**0,0**	**1,0**	**1,1**	**1,6**	**1,8**	**0,1**	**0,4**	D	D	D
Subtotal erosión eólica	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**6,9**	**2,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	D	D	D
Subtotal canteras	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**7,8**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**			
Total	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	C	E	D

Fuente: Lorena et al., 2010.

Elaborado por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

2.21. Metodología: Metodología de la Investigación

El desarrollo de una propuesta en reducir gases contaminantes atmosféricos, mediante la optimización de la red de transporte público de los autobuses de Riobamba para producir una mejora en el ámbito de movilidad urbana, se basa en una metodología dedicada al método de síntesis y además el empleo de técnicas de muestreo para la respectivas encuestas abarcando así de manera específica cada uno de las variables que implique el diseño de una red de transporte urbano actual para posterior modificar estas redes con diversos criterios a tomarse en cuenta para una propuesta de mejora a la actual.

La metodología presentada en el desarrollo de la investigación describe de forma inicial la toma de datos a partir de encuestas tanto para usuarios como para los profesionales del volante; estos datos otorgados servirán como la principal fuente de condicionamientos para realizar las respectivas iteraciones en el software ArcGIS. Consecuentemente, investigar la cantidad de gases contaminantes emitidos por parte del transporte público urbano y finalmente la comparación de las diferentes propuestas otorgados por el GAD Municipal de la urbe y el desarrollo presente de esta investigación.

La metodología se basa especialmente en el análisis del diseño actual de rutas de buses de transporte urbano público, es decir del modelo ya realizado y vigente en la ciudad procederemos a evaluar bajo los criterios obtenidos de nuestra investigación un nuevo diseño de rutas de transporte público urbano realizando cambios significativos en la reducción de gases contaminantes y la mejora de la movilidad urbana.

2.21.1. Ubicación del área de estudio

El cantón Riobamba este situado a 2.754 metros sobre el nivel del mar, a 1°41´46´´ latitud Sur; 0°3´36´´ longitud Occidental del meridiano de Quito. Se encuentra a 175 Km. al sur de la ciudad de Quito, en la región Sierra Central y es la capital de la Provincia de Chimborazo.

Delimitado al Norte con los cantones de Guano y Penipe, Sur con el Cantón Colta y Guamote, al Este con el cantón Chambo y al Oeste con la Provincia de Bolívar como se muestra en la Figura ***1***0-2.

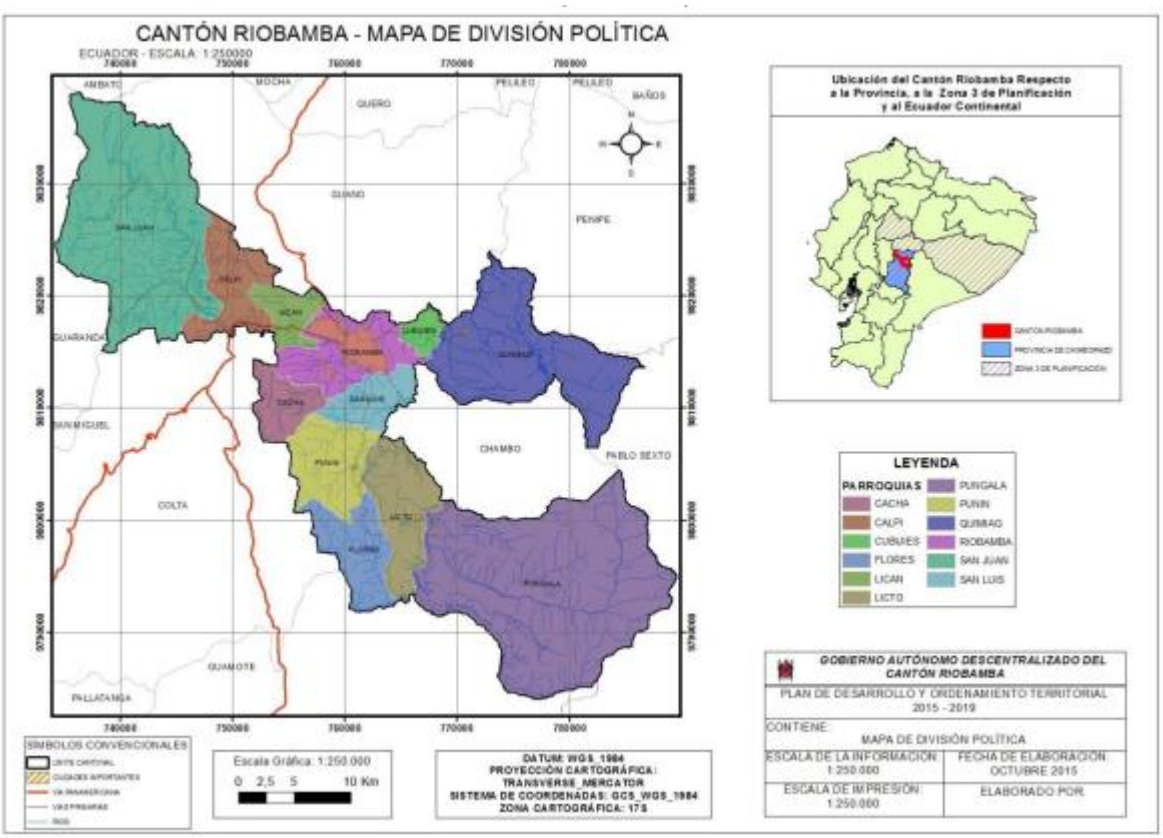


Figura 10-2 Mapa de división política de Riobamba.

Fuente: GADR-Riobamba, 2019.

2.21.1.1. División Política de la Ciudad de Riobamba

El canto Riobamba está constituido por cinco parroquias Urbanas: Maldonado, Veloz, Lizarzaburu, Velasco y Yaruquíes; y de once parroquias rurales: San Juan, Licto, Calpi, Quimiag, Cacha, Flores, Punín, Cubijies, San Luis, Pungalá y Licán.

2.21.1.2. Superficie

Cantón: 979.70 $[Km^2]$

2.21.1.3. Composición de la Población

Tabla 10-2 Composición de la población por jurisdicción y sexo del Ecuador.

JURISDICCIÓN	NÚMERO DE HABITANTE
ECUADOR	
Población total	14’483.499
Población masculina	7’177.683

Población femenina	7’305.816
POBLACIÓN CHIMBORAZO	
Población total	458.581
Población masculina	219.401
Población femenina	239.180
% con relación al país	3.16%
CANTÓN RIOBAMBA	
Población total	225.741
Población masculina	106.840
Población femenina	118.901
% en relación a la provincia	49%

Fuente: GADM-Riobamba, 2019.

Elaborado por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

En la Tabla 10-2, se aprecia un consolidado de datos de población a nivel nacional, regional y local que permite una mirada amplia de las características de distribución de la población como datos de partida de la planificación a nivel cantonal.

2.21.2. Flota vehicular de transporte urbano

Para cubrir la mayor parte de la ciudad de Riobamba se cuenta con una cantidad de siete operadoras intracantonales. El sistema de transporte trabaja de manera rotativa; es decir, cada unidad de transporte presta sus servicios en todas las líneas planificadas y aprobadas. Después de un periodo de 40 días aproximadamente culminan sus servicios por todas las líneas, con lo cual regresan a la ruta o línea inicial. En la Tabla -2 se aprecia la cantidad de flota vehicular de las diferentes operadoras de la ciudad de Riobamba con un total de 184 buses que prestan el servicio de transporte.

Tabla 11-2 Operadoras Intracantonales en la ciudad de Riobamba.

N°	RAZON SOCIAL	FLOTA	SERVICIO
01	Cooperativa PURUHA	56	Rotativo en 16 líneas urbanas
02	Cooperativa LIRIBAMBA	41	Rotativo en 16 líneas urbanas
03	Cooperativa EL SAGRARIO	31	Rotativo en 16 líneas urbanas
04	Compañía BUSTRAP S.A.	13	Rotativo en 16 líneas urbanas
05	Compañía UNITRASEEP S.A.	28	Rotativo en 16 líneas urbanas
06	Compañía ECOTURISA S.A.	9	Rotativo en 16 líneas urbanas

07	Compañía URBESP LTDA.	6	No cumple con lo que establece el Permiso de Operación
Suman		**184 unidades**	

Fuente: GADR, 2015.

Elaborado por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

2.21.3. Edad de las unidades de transporte

Las unidades de transporte presentan una variedad de edad, incluyendo una distinción entre unidades de las mismas cooperativas. El rango que comprenden la mayor cantidad de buses es de 1998 al 2006.

Tabla 12-2 Año de fabricación de las unidades de transporte.

AÑO DE FABRICACIÓN DE LA FLOTA VEHICULAR DE TRANSPORTE URBANO POR COOPERATIVA								
AÑO DE FABRICACIÓN	BUSTRAP	ECOTURISA S.A	EL SABRARIO	LIRIBAMBA	PURUHÁ	UNITRASEEP S.A	URBESP S.A	TOTAL
1993	0	0	0	0	0	0	0	0
1994	0	0	0	0	0	0	0	0
1995	0	0	1	0	0	0	0	1
1996	0	0	0	0	0	0	0	0
1997	0	0	1	2	4	0	0	7
1998	0	0	4	3	7	1	0	15
1999	0	0	1	1	0	0	0	2
2000	0	0	0	0	0	0	0	0
2001	0	0	2	6	6	3	0	17
2002	12	0	6	6	7	2	4	37
2003	0	0	3	0	2	2	0	7
2004	1	0	4	4	7	4	0	20
2005	0	0	0	3	4	3	0	10
2006	0	2	1	5	1	1	1	11
2007	0	0	0	1	1	1	0	3
2008	0	1	1	2	4	1	0	9
2009	0	0	1	1	2	1	1	6
2010	0	0	1	0	0	0	0	1
2011	0	0	2	2	1	2	0	7
2012	0	4	0	1	2	1	0	8
2013	0	2	1	2	2	0	0	7
2014	0	0	2	0	4	5	0	11
2015	0	0	0	2	2	0	0	4
2016	0	0	0	0	0	1	0	1

TOTAL	13	9	31	41	56	28	6	184

Fuente: GADR, 2015.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

La edad media de la flota vehicular es de 10 años, la zona de Riobamba se considera una zona montañosa en la cual el consumo de combustible es mayor que en lugares planos debido a los esfuerzos a los que se somete el medio de transporte.

2.21.4. Velocidad promedio establecidas por la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Transito y Seguridad.

De acuerdo con el art. 190 del **REGLAMENTO GENERAL PARA LA APLICACIÓN DE LA LEY ORGÁNICA DE TRANSPORTE TERRESTRE, TRÀNSITO Y SEGURIDAD VIAL** estipula que las Unidades Administrativas y los GADs, en sus correspondientes jurisdicciones territoriales, determinarán los límites máximos de velocidad en las diferentes vías del país, pero de manera general se sujetarán a los límites establecidos.

El art. 191 estipula que los límites máximos y rangos moderados de velocidad vehicular permitidos en las vías públicas, con excepción de trenes y autocarriles, son los siguientes:

Para vehículos de transporte público y comercial de pasajeros se detalla el rango permitido en la Tabla -2:

Tipo de Límite Rango Fuera de la vía, máximo moderado, rango moderado Art. 142.g (Art. 145.e de la Ley)

La circulación en zonas escolares será de 20 [Km/h], por lo que en dichas zonas no existirá un rango moderado (Asamblea Nacional del Ecuador, 2012:p. 1-91).

Tabla 13-2 Velocidades establecidas por la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Transito y Seguridad para transporte pesado.

Tipo de Vía	**Límite Máximo [Km/h]**	**Rango Moderado (Art. 142. De la ley) [Km/h]**	**Fuera del Rango Moderado (Art.145.e de la Ley) [Km/h]**
Urbana	40	>40 -<50	>50
Perimetral	70	>70-<100	>100
Curvas en Carretera	40	>50-<65	>65
Rectas en Carretera	70	>90-<115	>115

Fuente: Ley Organica de Transporte Terrestre, Transito y Seguridad, 2012.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

2.21.5. Velocidad promedio en las vías de la ciudad de Riobamba

El comportamiento de las unidades de transporte urbano en la ciudad de Riobamba alcanza valores promedios de velocidad comprendidos entre 12.15m/s y 19.22 m/s, los datos de velocidad se detallan en la Tabla 14-2:

Tabla 14-2 Velocidades promedio según las líneas de transporte.

Línea	Longitud en redondo [Km]	Tiempo [horas]	Velocidad [Km/h]
01-SANTA ANA -BELLAVISTA	21,13	1,5	14,09
02-24 DE MAYO-BELLAVISTA	20,15	1,44	13,99
03-SANTA ANA-CAMAL	21,79	1,52	14,34
04-LICAN-BELLAVISTA	21,4	1,55	13,81
05-CORONA REAL-BELLAVISTA	30,77	1,87	16,45
06-MIRAFLORES-BELLAVISTA	22,41	1,35	16,60
07-LA INMACULADA-BARRIO EL ROSAL	31,45	2,06	15,27
08-YARUQUIES-LAS HABRAS	18,44	1,52	12,13
09-CACTUS -LICAN	26,6	1,73	15,38
10-PINOS-SAN ANTONIO	24,3	1,68	14,46
12-SAN GERARDO-EL BATAN	21,94	1,47	14,93
13-SIXTO DURÁN-24 DE MAYO	22,95	1,76	13,04
14-24 DE MAYO-LIBERTAD	29,65	2,04	14,53
15-LICAN-ESPOCH-UNACH	19,73	1,41	13,99
16-CALPI-LA PAZ	29,8	1,55	19,23

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Riobamba, 2019.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

2.21.5.1. Intervalos de salida en cada línea de transporte

Un factor importante por conocer para la prestación del servicio de transporte urbano y el uso por parte de los ciudadanos, depende del factor de intervalos de tiempo de espera entre unidades de la misma línea de transporte. El tiempo promedio entre todas las líneas es de 8.8 minutos; en la Tabla **1**15-2 se muestran los valores de tiempo para cada línea.

Tabla 15-2 Intervalos de tiempo de espera de las líneas de transporte.

HORA	INTERVALOS POR RUTA (min)														
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15
6:00	6,7	7,5	10	15	10	12	10	7,5	15	15	12	7,5	6,7	12	8,6
7:00	8,6	7,5	12	15	15	15	8,6	8,6	15	15	12	7,5	8,6	12	15
8:00	7,5	8,57	10	12	12	15	8,6	7,5	15	15	15	8,6	6,7	12	15
9:00	8,6	6,67	12	8,57	12	15	10	7,5	12	15	12	7,5	12	10	12
10:00	7,5	8,57	10	15	12	10	8,6	8,6	20	15	12	8,6	7,5	12	15

11:00	12	8,57	12	12	12	12	8,6	7,5	12	15	15	7,5	8,6	12	15
12:00	7,5	8,57	10	12	12	15	10	7,5	12	20	12	7,5	8,6	12	15
13:00	8,6	8,57	12	12	12	12	7,5	8,6	15	15	12	8,6	10	15	15
14:00	7,5	10	12	15	12	20	10	8,6	15	15	15	7,5	8,6	12	20
15:00	8,6	7,5	12	12	10	15	8,6	8,6	15	15	12	8,6	60	12	15
16:00	7,5	8,57	12	20	12		10	7,5	12	20	15	10	30	12	20
17:00	15	8,57	10	20	30		10	8,6	20		12			12	15
18:00			15				12	8,6	60		30			60	60
Prom. Día	**8,8**	**8,3**	**11,5**	**14**	**13,4**	**14,1**	**9,4**	**8,1**	**18,3**	**15,9**	**14,3**	**8,1**	**15,2**	**15,8**	**18,5**

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Riobamba, 2019.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

2.21.6. Índice de pasajeros por Kilómetro (IPK)

Este índice nos permite identificar la cantidad promedio de pasajeros en cada Kilómetro de recorrido, este índice es analizado en cada línea de transporte y los valores obtenidos son el resultado de un trabajo de campo. Los valores se presentan en la Tabla -2:

Tabla 16-2 Valores del índice IPK en las líneas de transporte urbano de Riobamba.

Línea	Número de salidas	Hora Inicio	Hora final	No. unidades	Distancia [m]	Distancia [Km]	Recorrido [Km/día] flota	Pasajero/viaje	Pasajero/día flota	IPK
04-LICAN-BELLAVISTA	54	06:00	17:34	9	21.402,5	21,4	1155,7	163	8.814	7,63
08-YARUQUIES-LAS HABRAS	99	06:10	19:10	14	18.435,6	18,4	1825,1	124	12.320	6,75
02-24 DE MAYO-BELLAVISTA	88	06:13	17:48	14	30.154,6	30,2	2653,6	130	11.411	4,30
01-SANTA ANA - BELLAVISTA	86	06:10	17:47	16	21.128,1	21,1	1817,0	134	11.539	6,35
13-SIXTO DURÁN-24 DE MAYO	82	06:12	16:42	18	22.949,6	22,9	1881,9	131	10.730	5,70
03-SANTA ANA-CAMAL	69	06:09	18:38	10	21.785,5	21,8	1503,2	119	8.205	5,46
15-LICAN-ESPOCH-UNACH	61	06:16	18:08	11	19.732,3	19,7	1203,7	105	6.431	5,34
14-24 DE MAYO-LIBERTAD	68	06:10	16:55	19	29.654,9	29,7	2016,5	158	10.754	5,33
05-CORONA REAL-BELLAVISTA	57	06:04	17:17	11	30.771	30,8	1753,9	161	9.154	5,22
09-CACTUS -LICAN	51	06:13	18:00	9	26.597,9	26,6	1356,5	135	6.873	5,07
07-LA INMACULADA-BARRIO EL ROSAL	84	06:12	18:38	15	31.445,8	31,4	2641,4	156	13.141	4,97
06-MIRAFLORES-BELLAVISTA	44	07:00	16:47	9	22.410,4	22,4	986,1	111	4.867	4,94

12-SAN GERARDO-EL BATAN	58	06:12	18:19	11	21.941,6	21,9	1272,6	105	6.070	4,77
16-CALPI-LA PAZ	50	06:00	18:15	9	29.801,9	29,8	1490,1	105	5.237	3,51
10-PINOS-SAN ANTONIO	43	06:20	16:50	8	24.302,9	24,3	1045,0	82	3.545	3,39
Total	994		Total	183			23.722,4	Total	129.089	5,44

Fuente: (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Riobamba, 2019b).

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

2.21.7. Estimación del número de pasajeros

Los buses en la ciudad de Riobamba presentan horarios con una alta afluencia de personas y otros con una baja dependiendo las llamadas horas pico; estos valores se detallan en el Gráfico 2-2; se puede apreciar una demanda de pasajeros a las siete de la mañana, una y cinco de la tarde.

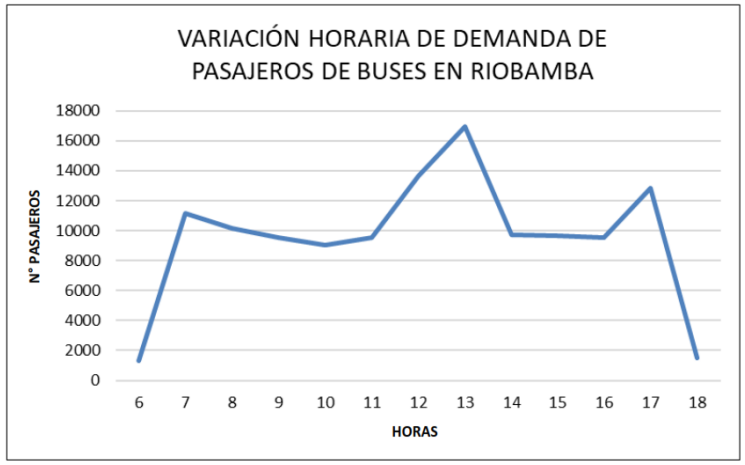


Gráfico 2-2 Variación de pasajeros en diferentes horarios.

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Riobamba, 2019.

2.21.8. Descripción de las líneas de transporte publico vigentes

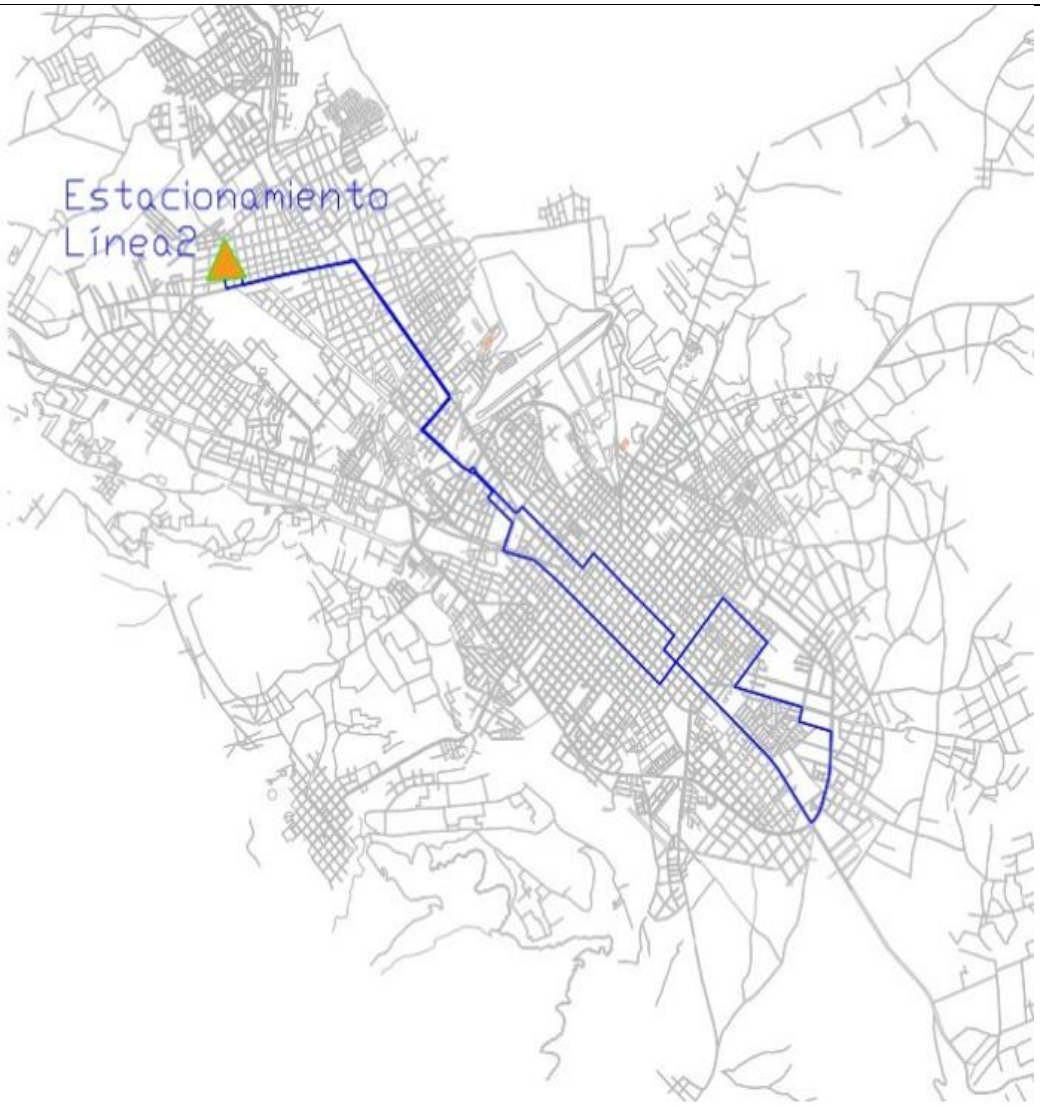
El gobierno autónomo descentralizado de Riobamba y la Dirección de Gestión de Movilidad, Tránsito y transporte son entidades reguladoras del ruteo vehicular de las unidades de transporte urbano y de sus acondicionamientos futuros. Actualmente la red de transporte consta de 16 líneas, que brindan sus servicios normalmente. A continuación, se detallan las rutas de todas las líneas:

Cuadro 1-2 Ruta de la LÍNEA 1 vigente 2020.

Santa Ana – Bellavista			
Tiempo de recorrido:	1h27min	**Distancia:**	22,5 KM
RECORRIDO: Estacionamiento: Barrio Santa Ana - Panamericana Norte - Lizarzaburu - Av. Saint Ammand Montread - Av. Canónigo Ramos - Av. Daniel León Borja - Autachi - Reina Pacha - Av. Carlos Zambrano - Av. Unidad Nacional - Olmedo - Loja - México - La Paz - Av. Celso Agusto Rodríguez - Bolívar Bonilla - La Habana - Av. Edelberto Bonilla - Av. Leopoldo Freire - Primera Constituyente - Almagro - Orozco - Carabobo - Primera Constituyente - Av. Carlos Zambrano - Av. Daniel León Borja - Av. Canónigo Ramos - Av. Saint Ammand Montread - Av. Lizarzaburu - Panamericana Norte - Barrio Santa Ana.			

Fuente: Dirección de Gestión de Movilidad, 2015.

Cuadro 2-2 Ruta de la LÍNEA 2 vigente 2020.

24 de Mayo-Bellavista			
			
Tiempo de recorrido:	1h17min	**Distancia:**	17 KM
RECORRIDO: Estacionamiento: Cooperativa de la vivienda 24 de Mayo - Arrawacos - Manabí - Araucanos - Av. Monseñor Leonidas Proaño - Av. Lizarzaburu -Av. Saint Ammand Montread - Av. Canónigo Ramos - Av. Daniel León Borja - Autachi - Reina Pacha - Av. Carlos Zambrano - Av. Unidad Nacional - Olmedo - Loja - México - La Paz - Av. Celso Agusto Rodríguez - Bolívar Bonilla - La Habana - Av. Edelberto Bonilla - Av. Leopoldo Freire - Primera Constituyente - Almagro - Orozco - Carabobo - Primera Constituyente - Av. Carlos Zambrano - Av. Daniel León Borja - Canónigo Ramos - Av. Saint Ammand Montread - Av. Lizarzaburu - Av. Monseñor Leonidas Proaño - Atabasco - Azuay - Arawacos - Cooperativa de la Vivienda 24 de Mayo			

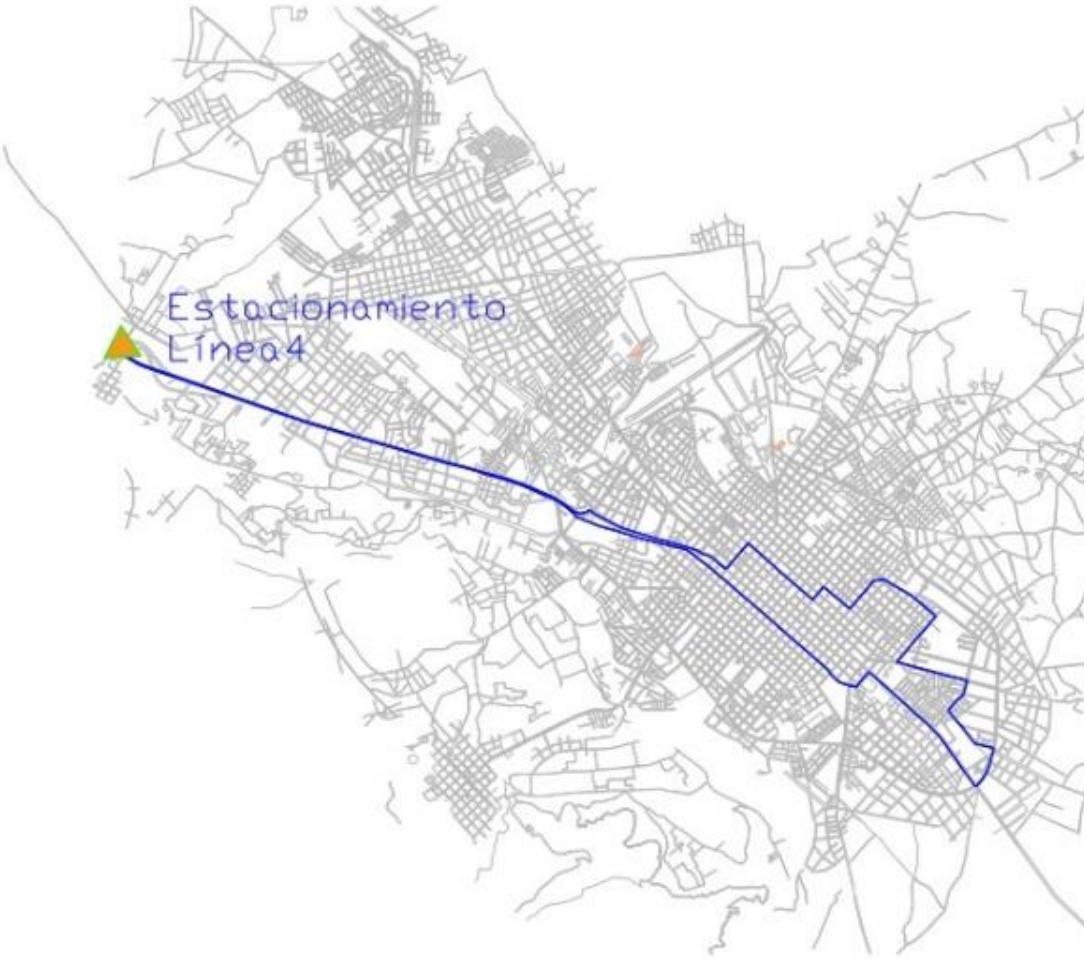
Fuente: Dirección de Gestión de Movilidad, 2015.

Cuadro 3-2 Ruta de la LÍNEA 3 vigente 2020.

El Carmen - Santa Ana – El Camal			
Tiempo de recorrido:	1h33min	**Distancia:**	24,8 KM
RECORRIDO: Santa Ana - FAPANI - Panamericana Norte - Av. Lizarzaburu - Av. Monseñor Leonidas Proaño - Ricardo Descalzi - Av. Saint Ammand Montread - Av. Canónigo Ramos - Av. Daniel León Borja - Autachi - Reina Pacha - Av. Carlos Zambrano - Av. Unidad Nacional - Olmedo - Loja - 10 de Agosto - Av. Eloy Alfaro - Av. Leopoldo Freire - Quito - Av. Celso Agusto Rodriguez - Av. Edelberto Bonilla - Av. Leopoldo Freire - Av. Eloy Alfaro - Guayaquil - Juan de Velasco - Gaspar de Villarroel - Francia - Av. Unidad Nacional - Av. Carlos Zambrano - Av. Daniel León Borja - Av. Canónigo Ramos - Av. Saint Ammand Montread - Ricardo Descalzi - Av. Monseñor Leonidas Proaño - Panamericana Norte - Barrio Santa Ana.			

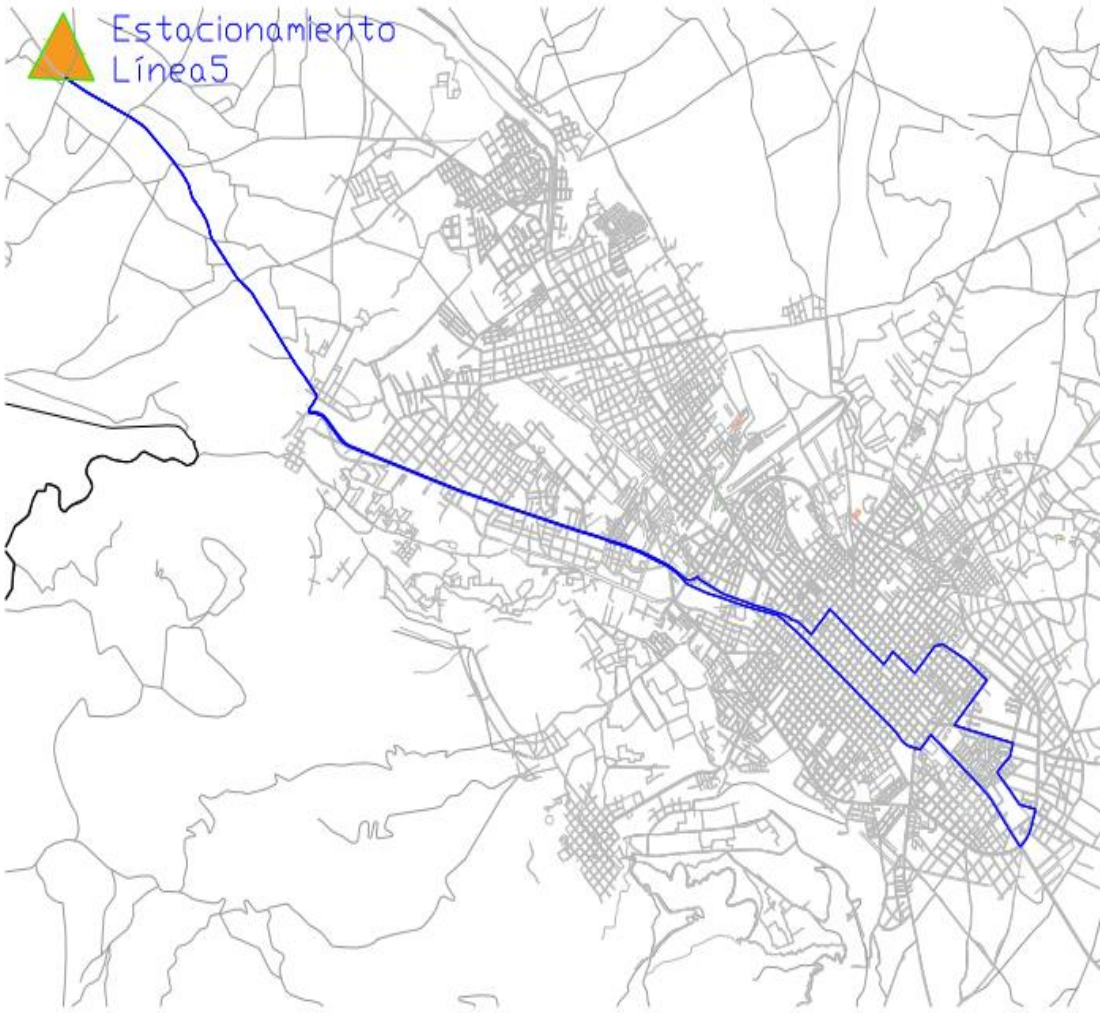
Fuente: Dirección de Gestión de Movilidad, 2015.

Cuadro 4-2 Ruta de la LÍNEA 4 vigente 2020.

Licán – Bellavista – El Camal			
			
Tiempo de recorrido:	1h25min	**Distancia:**	25 **KM**
RECORRIDO: Estacionamiento: Plazoleta de Licán - Panamericana Sur - Av. Pedro Vicente Maldonado - 8 de Julio - Av. Unidad Nacional - Olmedo - Av. Eloy Alfaro - Av. Leopoldo Freire - Av. Edelberto Bonilla - Caracas - Bolívar Bonilla - Av. Celso Augusto Rodríguez - La Paz - Pedro Bidón Pineda - La trinidad - Morona - Junín - Velasco - Orozco - Carabobo - Av. Unidad Nacional - Av. Pedro Vicente Maldonado - Panamericana Sur - Plazoleta de Licán.			

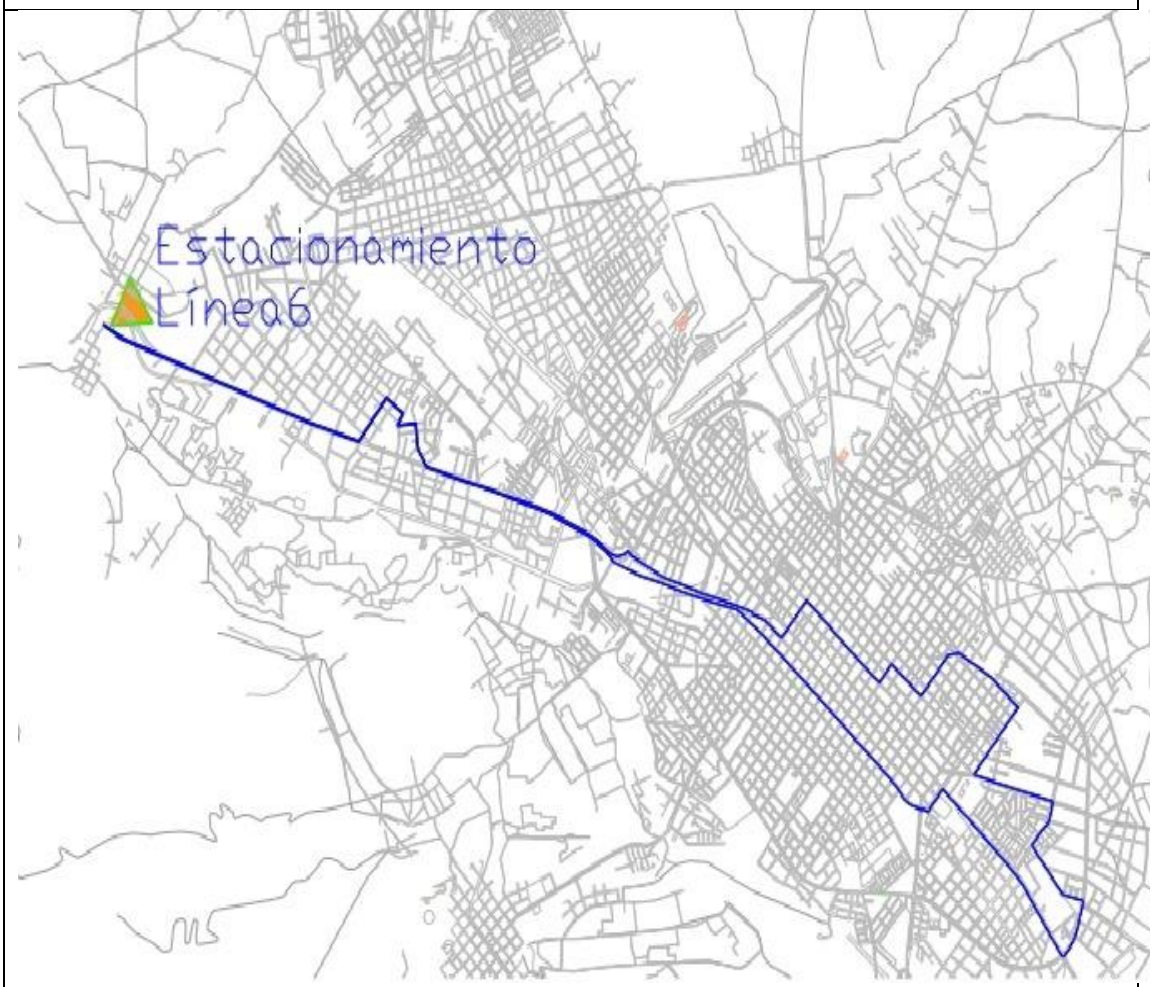
Fuente: Dirección de Gestión de Movilidad, 2015**.**

Cuadro 5-2 Ruta de la LÍNEA 5 vigente 2020.

Corona Real – Bellavista			
			
Tiempo de recorrido:	1h50min	**Distancia:**	31 **KM**
RECORRIDO: Plazoleta de Corona Real - Camino a Cunduana - Panamericana Sur - Av. Pedro Vicente Maldonado - 8 de Julio - Av. Unidad Nacional - Olmedo - Av. Eloy Alfaro - Av. Leopoldo Freire - Av. Edelberto Bonilla - Caracas - Bolívar Bonilla - Av. Celso Agusto Rodriguez - La Paz - Pedro Bidón Pineda - La trinidad - Morona - Junín - Velasco - Orozco - Carabobo - Av. Unidad Nacional - Av. Pedro Vicente Maldonado - Panamericana Sur - Camino a Cunduana - Plazoleta de Corona Real.			

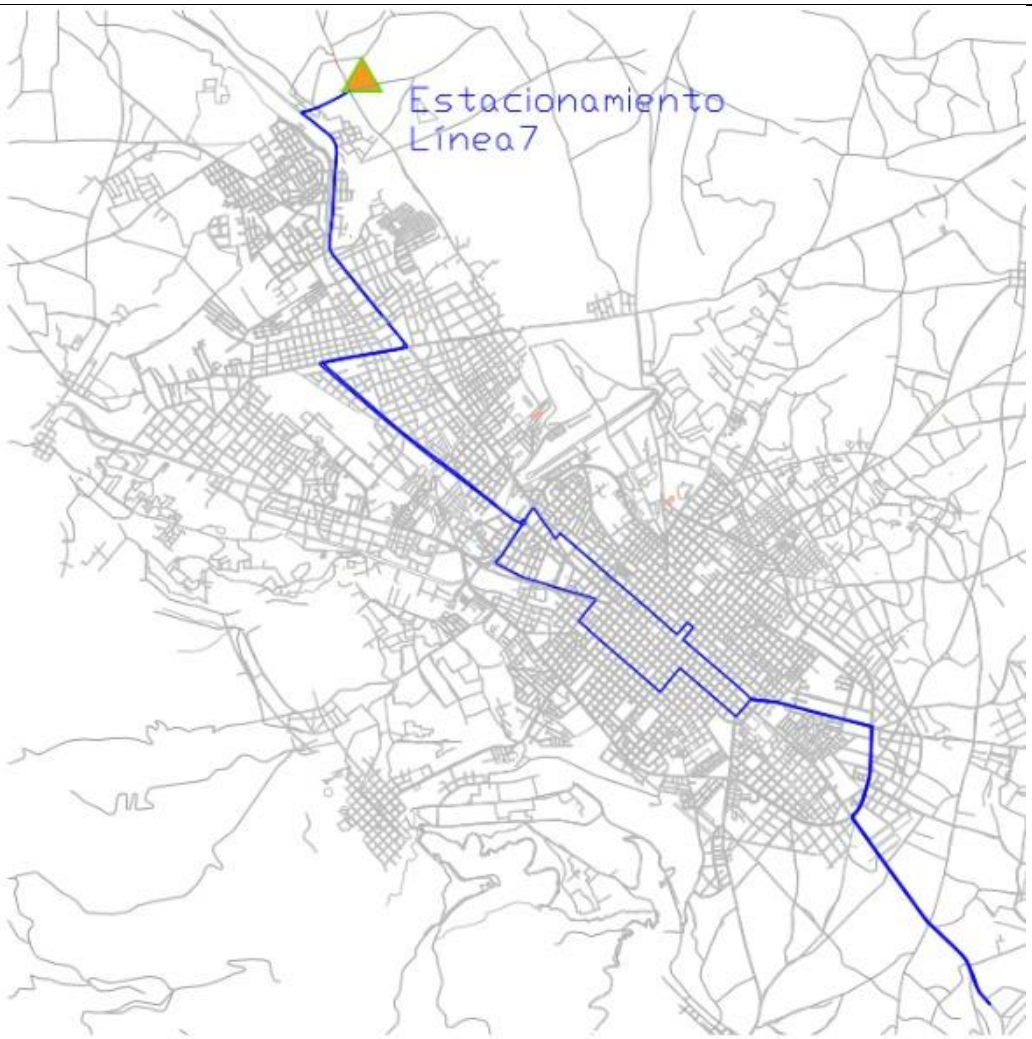
Fuente: Dirección de Gestión de Movilidad, 2015.

Cuadro 6-2 Ruta de la LÍNEA 6 vigente 2020.

Miraflores – Bellavista			
			
Tiempo de recorrido:	1h27min	**Distancia:**	26 **KM**
RECORRIDO: Plazoleta de Lican - Panamericana Sur - José de Araujo - Cooperativa de la Vivienda La Colina - Esteban Marañón - Juan Machado Chávez - Juan Bautista Aguirre - José de Peralta - Av. Pedro Vicente Maldonado - 8 de Julio - Av. Unidad Nacional - Olmedo - Av. Eloy Alfaro - Av. Leopoldo Freire - Av. Edelberto Bonilla - Caracas - Bolívar Bonilla - Av. Celso Augusto Rodríguez - La Paz - Pedro Bidón Pineda - La trinidad - Morona - Junín - Velasco - Orozco - Carabobo - Av. Unidad Nacional - Av. Pedro Vicente Maldonado - José de Peralta - Juan Bautista Aguirre - Juan Machado Chávez - Esteban Marañón - Cooperativa de la Vivienda La Colina - José de Araujo - Panamericana Sur - Plazoleta de Lican.			

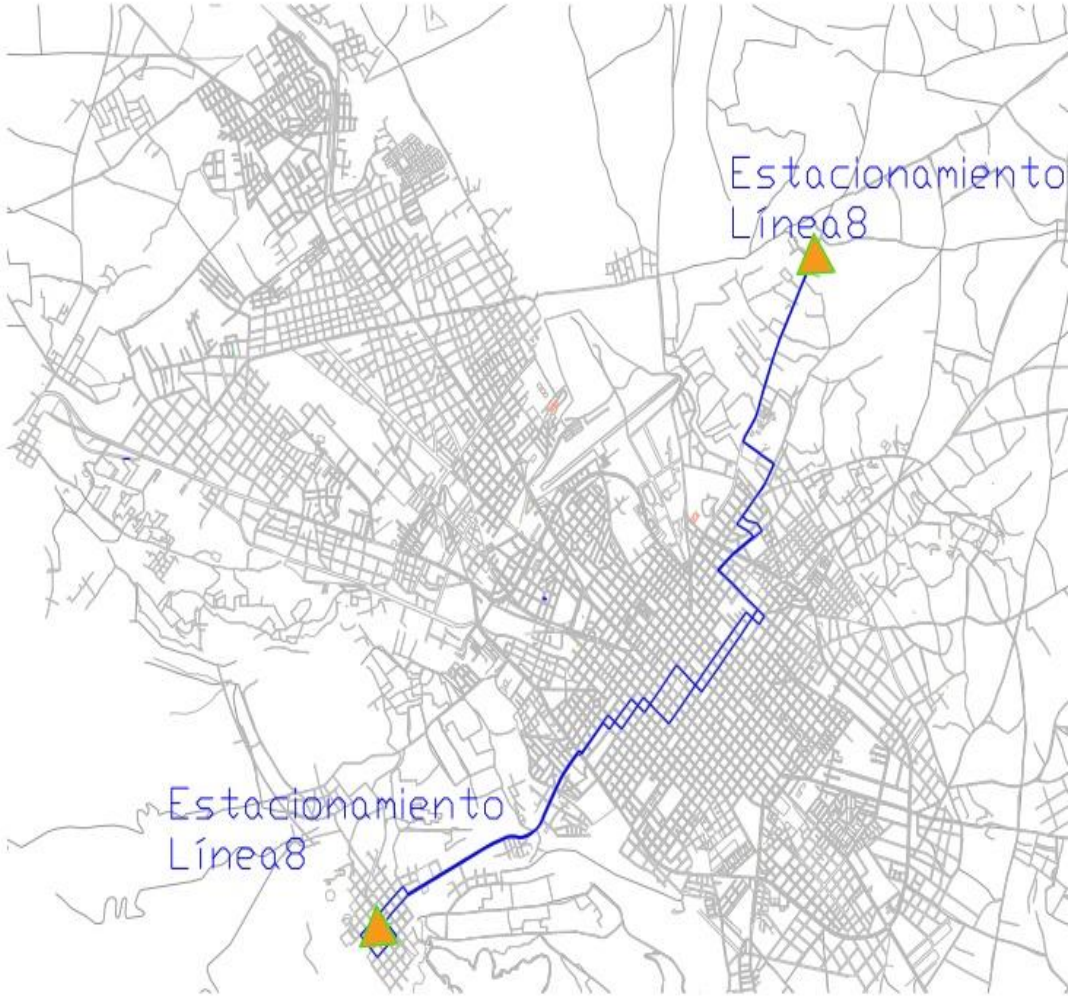
Fuente: Dirección de Gestión de Movilidad, 2015.

Cuadro 7-2 Ruta de la LÍNEA 7 vigente 2020.

Barrio Inmaculada – El Rosal			
			
Tiempo de recorrido:	1h 40 min	**Distancia:**	31, 3 **KM**
RECORRIDO: Estacionamiento: Barrio La Inmaculada - Av. Leopoldo Freire - Av. Edelberto Bonilla - Av. Celso Augusto Rodríguez - Puruhá - Guayaquil - Velasco - Colombia - Francia - Av. Unidad Nacional - Av. La Prensa - Av. Canónigo Ramos - Av. Monseñor Leonidas Proaño - Panamericana Norte - Barrio El Rosal - Barrio El Carmen Retorno: Barrio El Carmen - Barrio El Rosal - Panamericana Norte - Av. Monseñor Leonidas Proaño - Av. Canónigo Ramos - Av. La Prensa - Av. Manuel Elicio Flor - Autachi - Veloz - Espejo - Argentinos - 5 de Junio - Veloz - Av. Celso Agusto Rodríguez - Av. Edelberto Bonilla - Av. Leopoldo Freire - Barrio La Inmaculada.			

Fuente: Dirección de Gestión de Movilidad, 2015.

Cuadro 8-2 Ruta de la LÍNEA 8 vigente 2020.

Yaruquies – Las Habras			
			
Tiempo de recorrido:	1h29min	**Distancia:**	18,5 KM
RECORRIDO: Estacionamiento: Parque de Yaruquies- Av. Atahualpa- Carabobo- Carondelet- Rocafuerte- García Moreno- Veloz- Espejo- Av. Cordovez- Rocafuerte- Av. 21 de Abril- Galo Plaza- Jaime Roldós Aguilera- Instituto Carlos Garbay- Victor Emilio Estrada- UNACH- vía a Guano- Las Abras. Retorno: Las Abras- UNACH- Victor Emilio Estrada- Jaime Roldos Aguilera- Jeronimo Carrión- Av. 21 de Abril- Rocafuerte- Av. Cordovez- 5 de Junio- Luz Elisa Borja- Colon- Villaroel- Pichincha- Boyaca- Carabobo- Av. Atahualpa- General Pedro Duchi- Fray Astudillo- 24 de Mayo- Pedro Vicente Maldonado- Av. Colon- Parque de Yaruquies.			

Fuente: Dirección de Gestión de Movilidad, 2015.

Cuadro 9-2 Ruta de la LÍNEA 9 vigente 2020.

Cactus – Licán

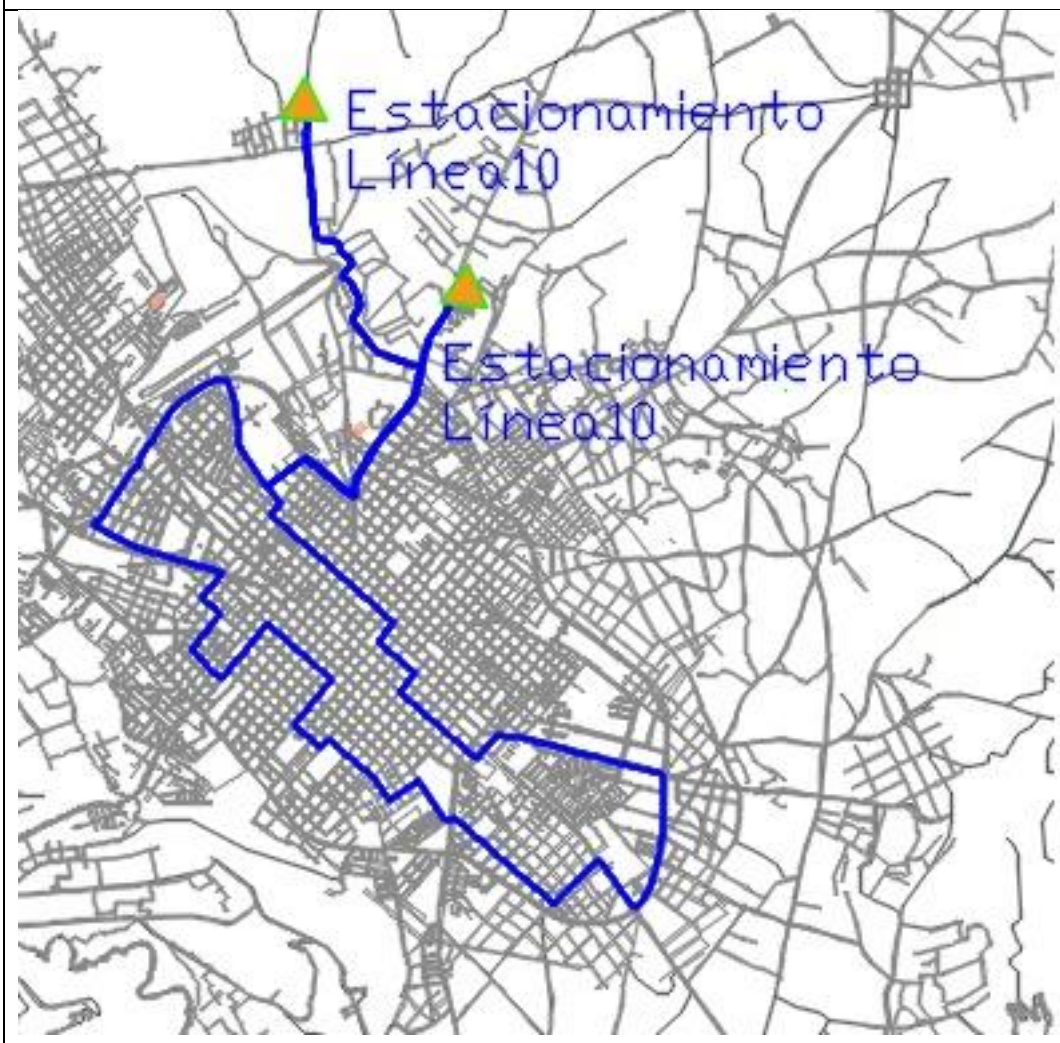
Tiempo de recorrido:	1h42min	**Distancia:**	24 KM

RECORRIDO: Estacionamiento: Plaza de Lican- Panamericana Sur- Av. Maldonado- Av. 11 de Noviembre- Av. Canonigo Ramos- Av. De la Prensa- Autachi- Veloz- Colon- Baron de Carondelet- J. de Velasco- 12 de Octubre- Alvarado- 12 De octubre- Almagro- 24 de Mayo- Loja- Chile- Av. Juan Felix Proaño- Redondel de San Luis- Av. Circunvalacion- Av. Leopoldo Freire- Av. Bolivar Bonilla- Av. Celso Augusto Rodriguez- La Paz- Chimborazo- Loja- Av. Circunvalación- Barrio Perímetro de las industrias- Balcón Andino- Los Andes- Av. Circunvalación- 5 de Junio- Luz Elisa Borja- Colon- Nueva York- Uruguay- Av. Gonzalo Davalos- Barrio Los Pinos- Escuela Primera Constituyente- Veloz- Colegio Riobamba- Canonigo Ramos- 11 de Noviembre- Av. Pedro Vicente Maldonado- Ingreso a Lican- Estacionamiento Lican.

Fuente: Dirección de Gestión de Movilidad, 2015.

Cuadro 10-2 Ruta de la LÍNEA 10 vigente 2020.

Pinos – San Antonio

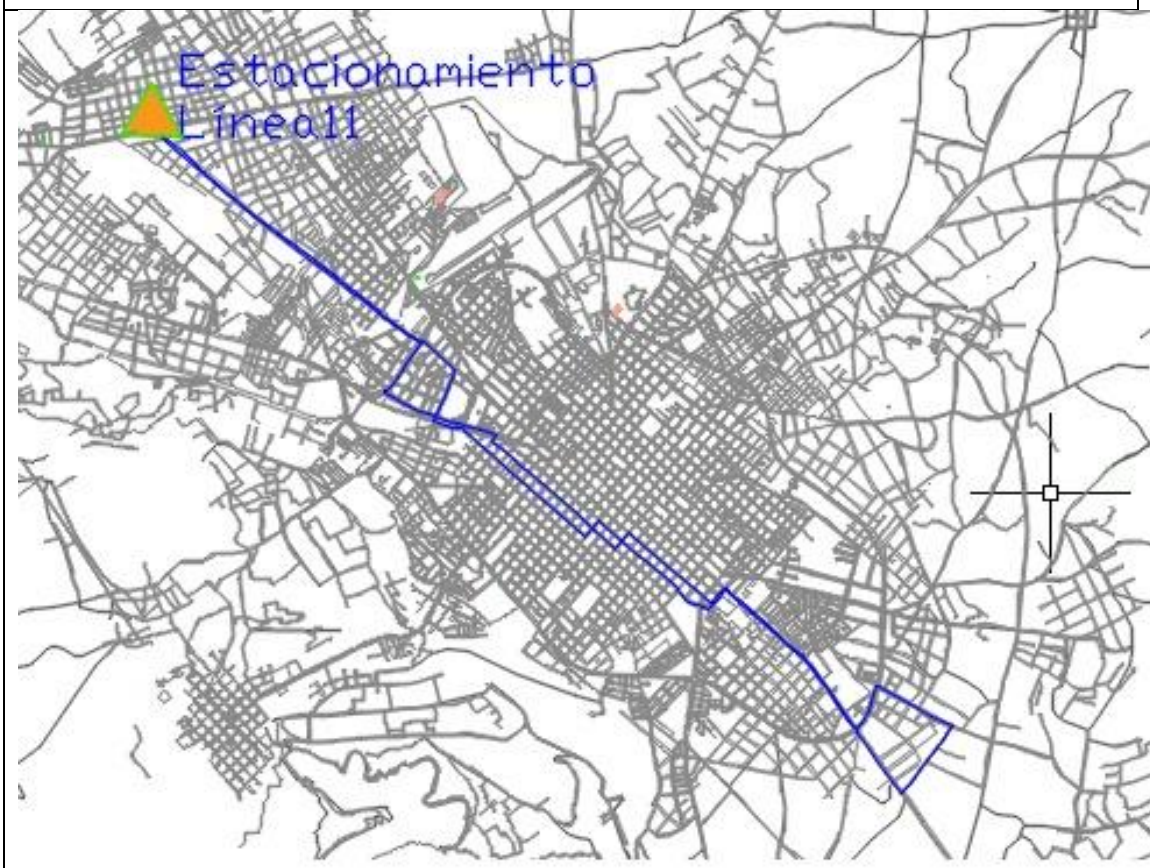


Tiempo de recorrido:	1h41min	**Distancia:**	28,4 KM

RECORRIDO: Estacionamiento: Langos San Miguel - Cap. Edmundo Chiriboga - Begonias - Av. Antonio José de Sucre - Av. Héroes de Tapi - Brasil - Av. Gonzalo Dávalos - Uruguay - Argentinos - 5 de Junio - Veloz - Alvarado - 10 de Agosto - Eloy Alfaro - Av. Celso Augusto Rodriguez - Av. Edelberto Bonilla Oleas -Av. Leopoldo Freire - Bucarest - Londres - Av. Félix Proaño - Chile - Valenzuela - Boyacá - Velasco - Av. Alfonso Villagómez - Espejo - Gaspar de Villaroel - Carabobo - 11 de Noviembre - Francia - Colombia - Uruguay - Av. Unidad Nacional - Av. La Prensa - Av. Gonzalo Dávalos - Brasil - Av. Héroes de Tapi - Av. Antonio José de Sucre - Redondel de la Unach - Av. Antonio José de Sucre - Begonias - Cap.Edmundo Chiriboga - Langos SanMiguel

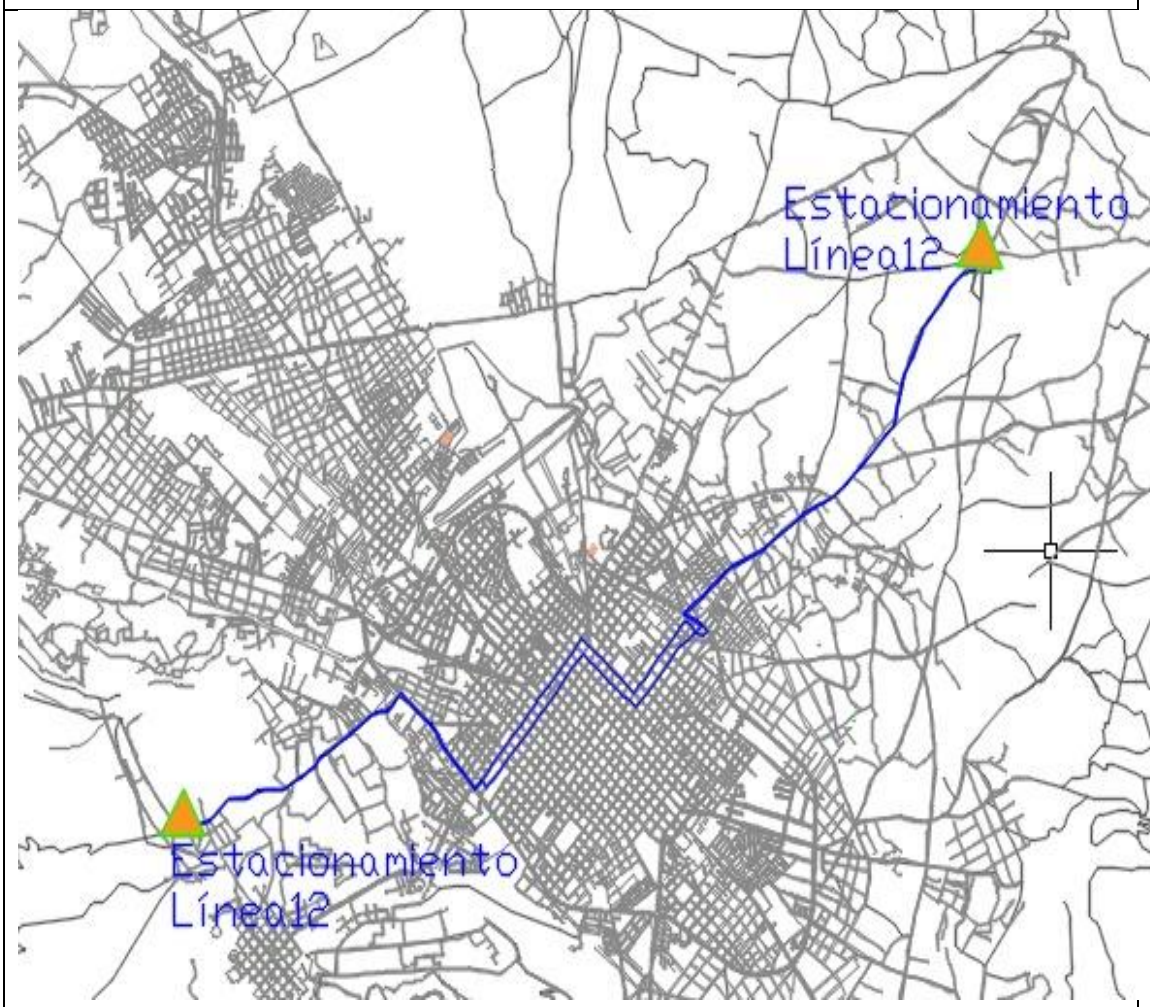
Fuente: Dirección de Gestión de Movilidad, 2015.

Cuadro 11-2 Ruta de la LÍNEA 11 vigente 2020.

Terminal Interprovincial – Mayorista			
			
Tiempo de recorrido:	1h12min	**Distancia:**	19 KM
RECORRIDO: ESTACIONAMIENTO: Av. Canónigo Ramos- Av. Daniel León Borja- Duchicela- Unidad Nacional- Chile- Espejo- Olmedo- Eloy Alfaro- Av. Leopoldo Freire- Honduras- Av. Costa Rica- 9 de Octubre- Leopoldo Freire- Eloy Alfaro- Guayaquil- Velasco- Villaroel- Uruguay- Av. Unidad Nacional- Av. La Prensa- Av. Canónigo Ramos- Terminal Intraparroquial.			

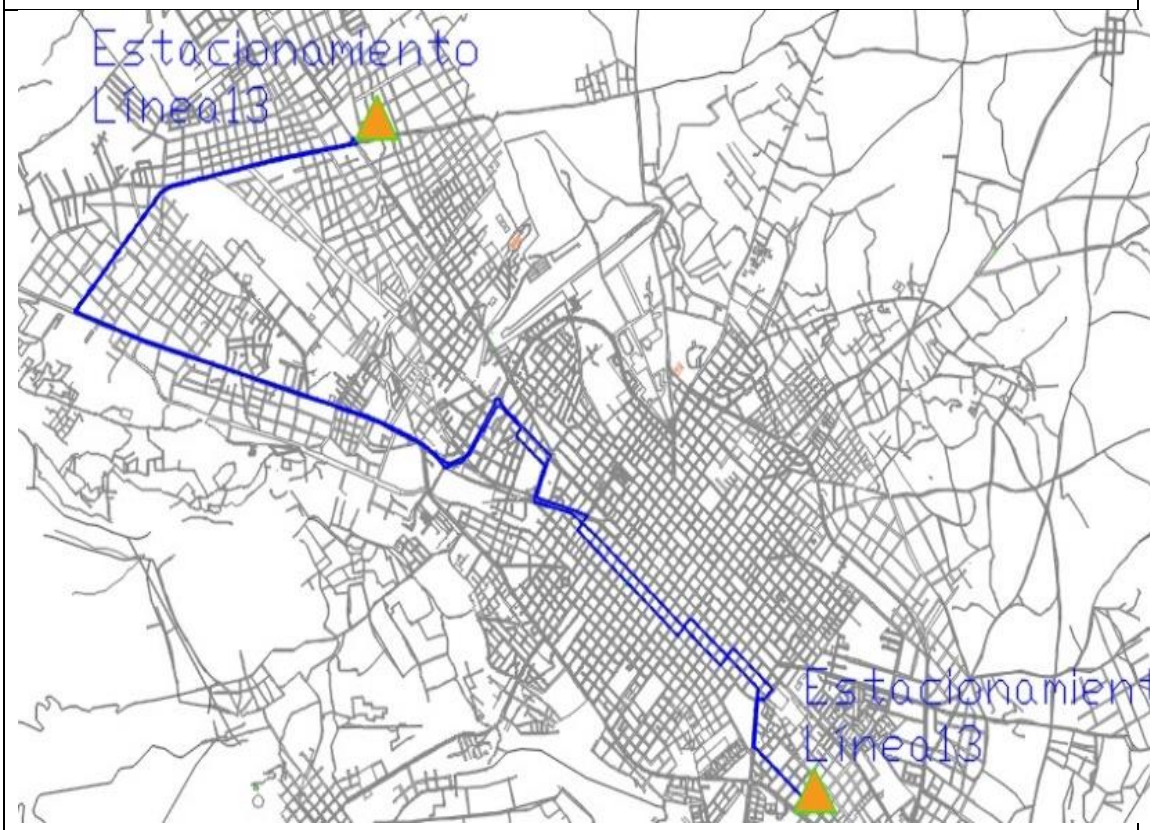
Fuente: Dirección de Gestión de Movilidad, 2015.

Cuadro 12-2 Ruta de la LÍNEA 12 vigente 2020.

San Gerardo – Batan			
			
Tiempo de recorrido:	1h30min	**Distancia:**	21,3 KM
RECORRIDO: Estacionamiento: Plazoleta de San Gerardo- Vía Penipe- Av. Alfonso Chávez- Av. Edelbedrto Bonilla- Mons.A. Machado- 5 de Junio- Venezuela- Carabobo- Av. 9 de octubre- Augusto Alzamora- San José del Batan- San Vicente de Yaruquies. Retorno: San Vicente de Yaruquies- San José del Batan- Augusto Alzamora- Av. 9 de Octubre- Carabobo- 12 de Octubre- Rocafuerte- Ayacucho- Tarqui- Mons.A. Andrade- Av. Edelberto Bonilla- Av. Alfonso Chávez- vía Penipe- Plazoleta de San Gerardo.			

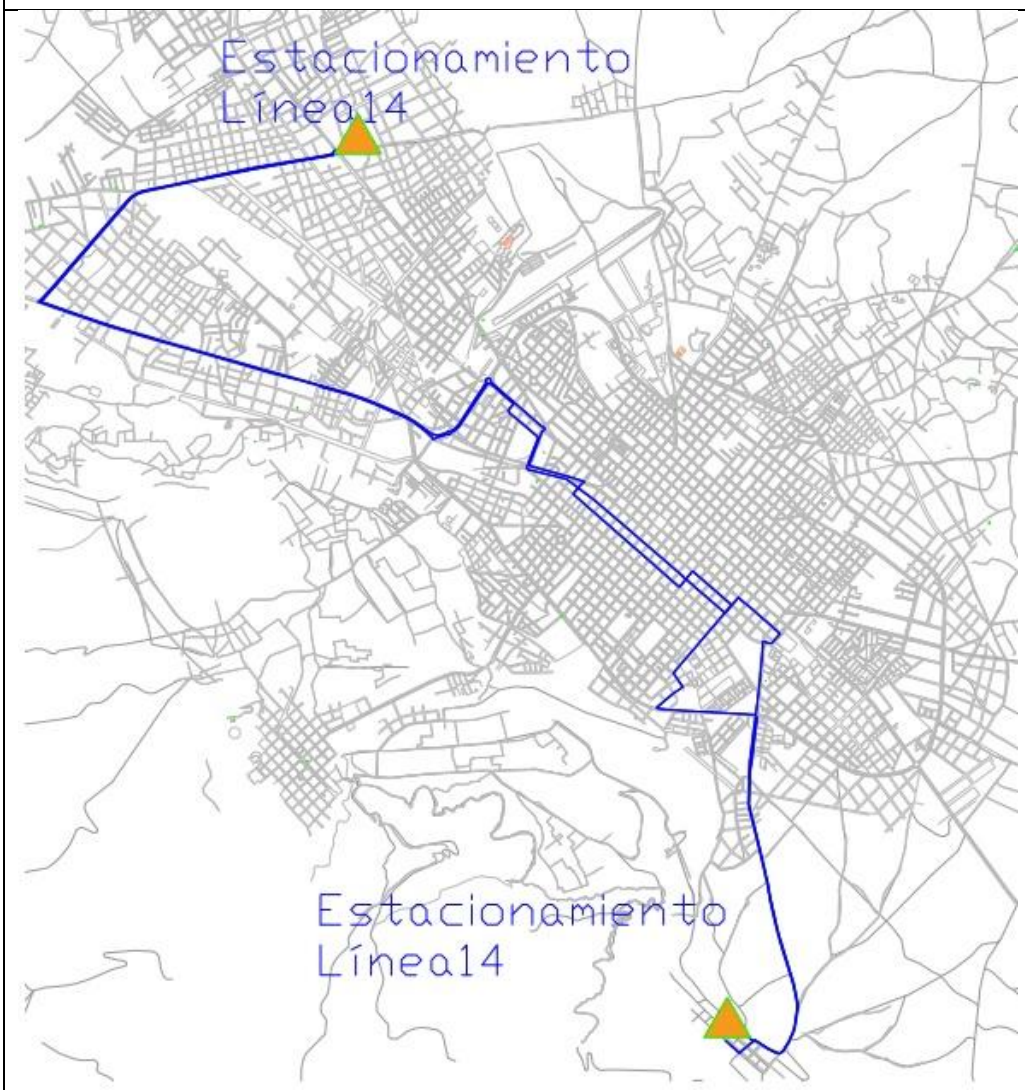
Fuente: Dirección de Gestión de Movilidad, 2015.

Cuadro 13-2 Ruta de la LÍNEA 13 vigente 2020.

Sixto Durán – 24 de Mayo			
			
Tiempo de recorrido:	1h34min	**Distancia:**	23 KM
RECORRIDO: Estacionamiento: Cdla. Sixto Durán - Londres - Av. Juan Félix Proaño - Guayaquil - Velasco - Gaspar de Villarroel - Francia - Av. Unidad Nacional - Av. Carlos Zambrano - Av. Daniel León Borja - Av. La Prensa - Av. Pedro Vicente Maldonado - Av. Monseñor Leonidas Proaño - UPC Av. Lizarzaburu Retorno: Av. Monseñor Leonidas Proaño - Av. Pedro Vicente Maldonado - Av. La Prensa - Av. Daniel León Borja - Autachi - Reina Pacha- Av. Carlos Zambrano - Av. Unidad Nacional - Olmedo - Loja - 10 de Agosto - Av. Eloy Alfaro - Av. Juan Félix Proaño - Londres - Cdla. Sixto Durán			

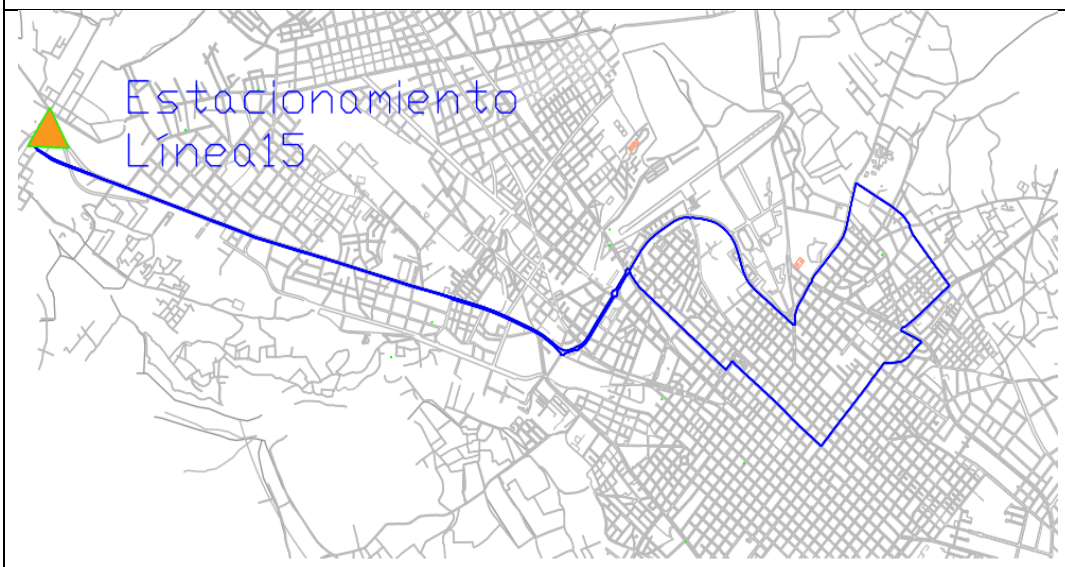
Fuente: Dirección de Gestión de Movilidad, 2015.

Cuadro 14-2 Ruta de la LÍNEA 14 vigente 2020.

Parque Central San Luis – 24 de Mayo			
			
Tiempo de recorrido:	1h59min	**Distancia:**	25,6 KM
RECORRIDO: Estacionamiento: Parque Central de San Luis- Independencia- Panamericana- Av. Félix Proaño- 9 de Octubre- Valenzuela- 24 de Mayo- Loja- Guayaquil- Velasco- Villaroel- Francia- Av. Unidad Nacional- Av. Carlos Zambrano- Av. Daniel León Borja- Av. La Prensa- Av. Maldonado- Av. Monseñor Leonidas Proaño. Retorno: Av. Monseñor Leonidas Proaño- Av. Maldonado- Av. La prensa- Av. Daniel León Borja- Autachi- Reina Pacha- Av. Carlos Zambrano- Av. Unidad Nacional- Olmedo- Loja- 10 de Agosto- Av. Eloy Alfaro- Olmedo- Av. Juan Félix Proaño- Cdla. Primera Constituyente- Panamericana- Bario La Libertad- Parque Central de San Luis.			

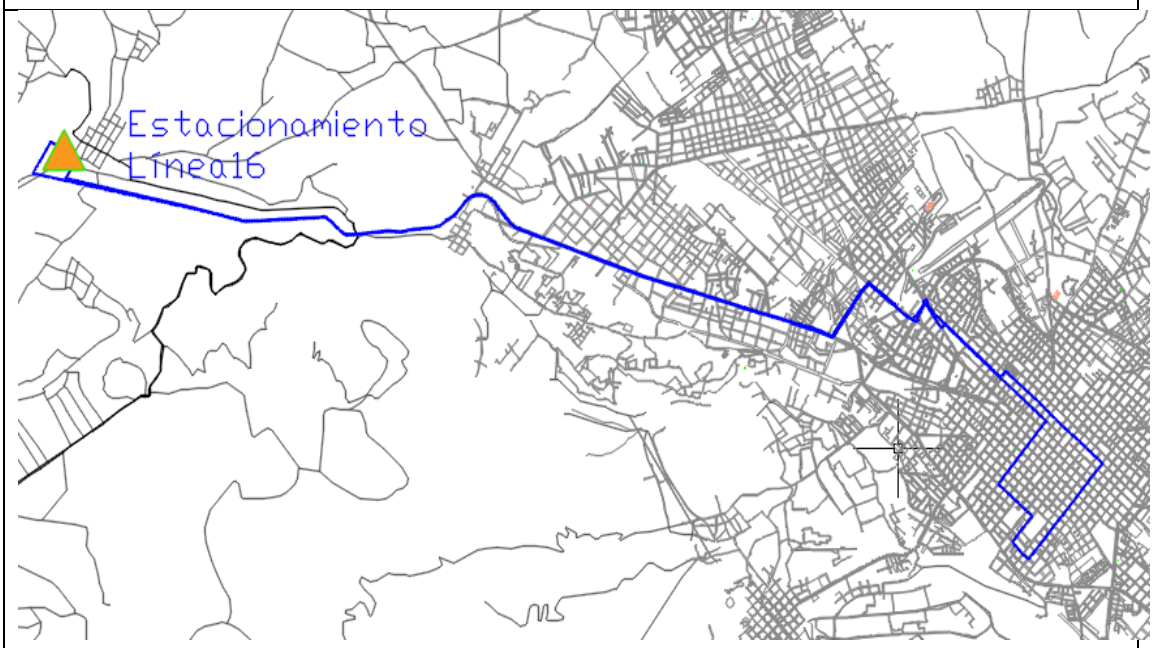
Fuente: Dirección de Gestión de Movilidad, 2015.

Cuadro 15-2 Ruta de la LÍNEA 15 vigente 2020.

Licán – ESPOCH – UNACH			
			
Tiempo de recorrido:	1h25min	**Distancia:**	19,6 KM
RECORRIDO: Estacionamiento: Licán (Iglesia) - Av. Pedro Vicente Maldonado - Av. La Prensa – Av. de los Héroes - Av. Antonio José de Sucre Retorno: Emilio Estrada - Av. Alfonso Chávez - Av. Edelberto Bonilla - Monseñor José Ignacio - 5 de Junio - Orozco - Av. Miguel Ángel León - Veloz – Av. La Prensa – Av. Pedro Vicente Maldonado - Licán (Iglesia)			

Fuente: Dirección de Gestión de Movilidad, 2015.

Cuadro 16-2 Ruta de la LÍNEA 16 vigente 2020.

Calpi – La Paz			
			
Tiempo de recorrido:	1h30min	**Distancia:**	22,8KM
RECORRIDO: Estacionamiento: Calpi - Panamericana sur - Av. Pedro Vicente Maldonado - Av. Saint Ammand Montread - Av. Canónigo Ramos - Av. La Prensa - Manuel Elisio Flor - Autachi - Veloz -España - Barón de Carondelet - Velasco - 2 de Agosto - Almagro - Orozco - Av. Miguel Ángel León -Veloz - Av. La Prensa - Av. Canónigo Ramos - Av. Saint Amman Montread - Av. Pedro Vicente Maldonado - Panamericana Sur – Calpi			

Fuente: Dirección de Gestión de Movilidad, 2015.

Tabla 17-2 Distancia, tiempos y flota vehicular para cada Línea de transporte.

LINEA N°	DENOMINACION	DIST. [Km]	T. REC [min]	FLOTA
Línea 01	Santa Anita – Bellavista	22,5	87	12
Línea 02	24 de Mayo – Bellavista	17,0	77	12
Línea 03	El Carmen – Camal –Mayorista	24,8	93	12
Línea 04	Lican – Bellavista	25,0	85	8
Línea 05	Corona Real – Bellavista	31,0	110	8
Línea 06	Miraflores – Bellavista	26,0	87	8
Línea 07	Inmaculada – El Rosal	31,0	100	14
Línea 08	Yaruquies – Las Habrás	18,5	89	14
Línea 09	Cactus – Lican	24,0	102	10
Línea 10	Pinos – San Antonio	28,4	101	12
Línea 11	Terminal Inter parroquial – Mayorista	19,0	72	6
Línea 12	San Gerardo – El Batan	21,3	90	12
Línea 13	Sixto Duran – 24 de Mayo	23,0	94	14
Línea 14	Parque San Luis – 24 de Mayo	25,6	119	14
Línea 15	Lican – ESPOCH – UNACH	19,6	85	8
Línea 16	Calpi – La Paz	22,8	90	6

Fuente: Dirección de Gestión de Movilidad, 2015.

Para la optimización del transporte urbano se ha planteado un plan de movilidad mediante la empresa Arias y Villagómez Consultores Cía. Ltda., con la cual se busca una planificación del transporte urbano de Riobamba y los centros urbanos de las parroquias rurales, con el objetivo de integrar el servicio, reducir costos, tiempos y niveles de seguridad y confort (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Riobamba, 2019b). Además; para obtener una buena planificación

proveen al lector una cantidad promedio de pasajeros transportados al día como se muestra en la Tabla -2.

Tabla 18-2 Número de pasajeros movilizadas diariamente por unidad de transporte.

LINEA	PASAJERO/DIA/BUS
Línea 1	715
Línea 2	735
Línea 3	640
Línea 4	702
Línea 5	750
Línea 6	645
Línea 7	890
Línea 8	765
Línea 9	765
Línea 10	610
Línea 11	718
Línea 12	730
Línea 13	785
Línea 14	815
Línea 15	733
Línea 16	730
Promedio	733

Fuente: GADR, 2015.

2.21.9. Propuesta de distribución de rutas según el Plan de Movilidad 2019

De acuerdo al plan de movilidad (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Riobamba, 2019b), optimizar las rutas y además orientar el transporte de Riobamba a una visión futura ha sido un objetivo primordial y esencial. Para lo cual se han propuesto nuevas rutas de transporte y estudiando a profundidad la problemática de la movilidad en toda la ciudad y sus alrededores. Entre sus principales estudios están las vías principales en la ciudad y un rango de ampliación para el servicio de la sociedad, para lo cual se ha planteado un reordenamiento de las rutas en toda la zona de Riobamba. A continuación se detallan las líneas optimizadas según el (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Riobamba, 2019b).

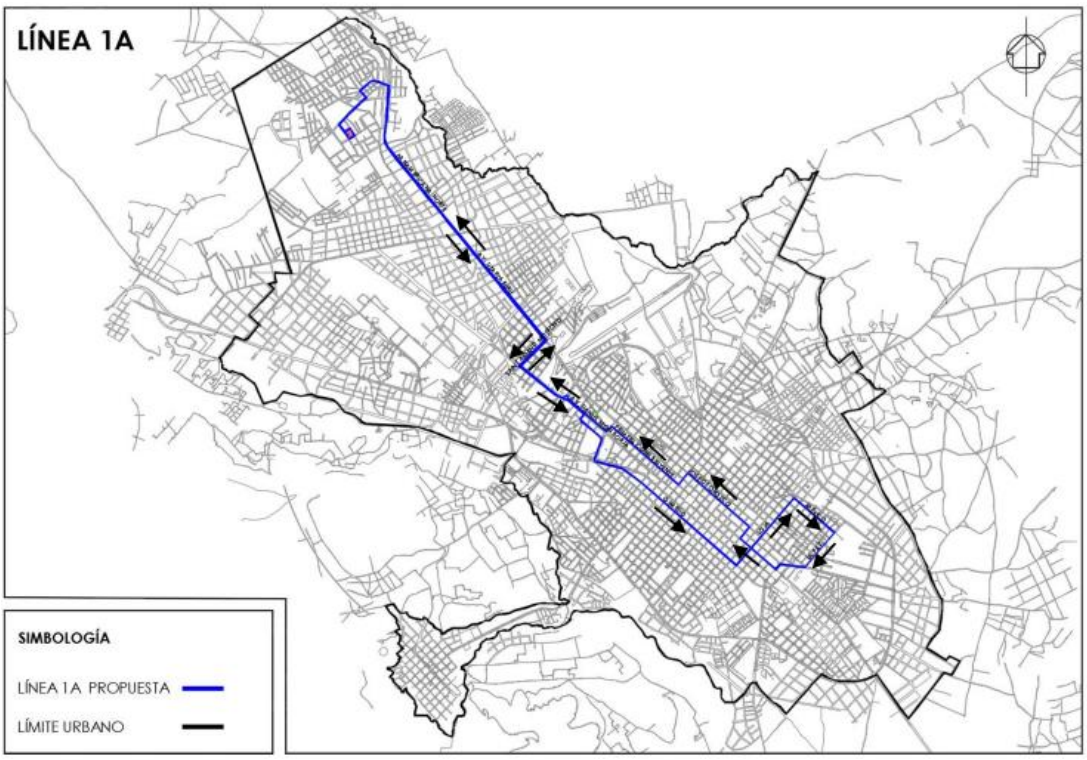


Gráfico 3-2 Línea 1A de la propuesta planteada en el Plan de Movilidad de Riobamba.

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Riobamba, 2019.

La línea 1A ha sido optimizada como se muestra en el Gráfico 3-2 ampliando el rango en Santa Anita con una distancia total de 20,55 km en cada vuelta y un tiempo aproximado de 1,33 horas. Además, esta línea presenta otra división del mismo número de línea; es la 1B, la cual es un recorrido similar a la 1A pero con una ampliación en la parte sur llegando hasta el mercado Mayorista de Riobamba como se muestra en el Gráfico 4-2.

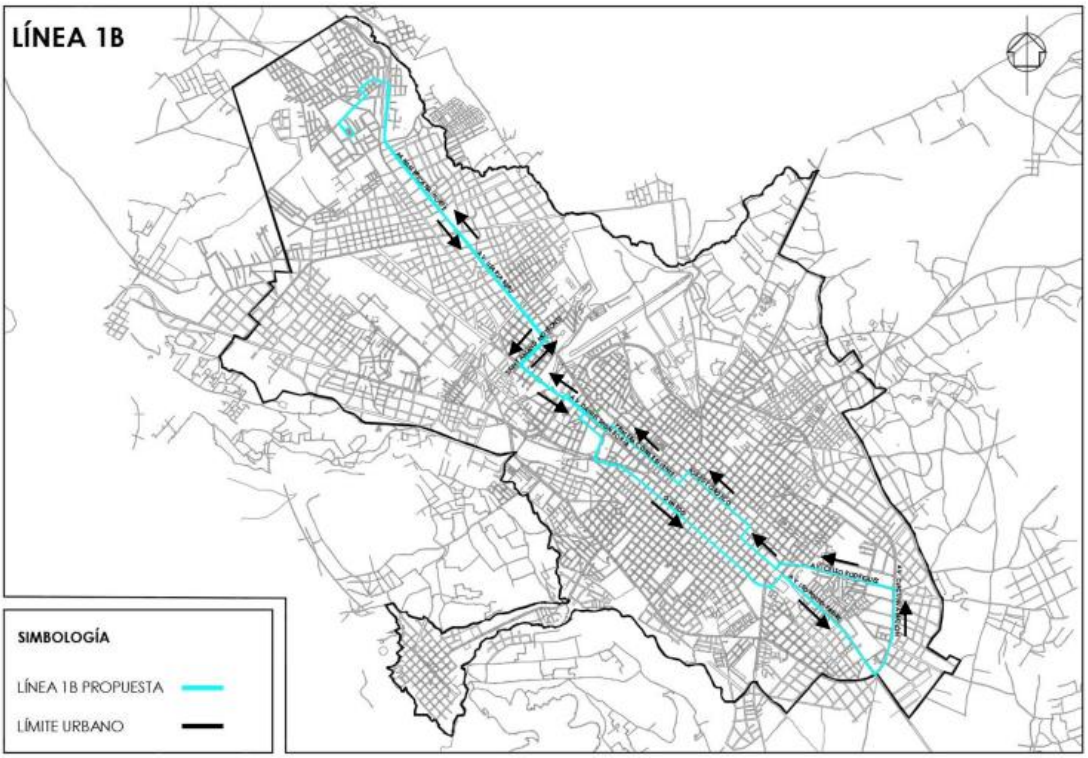


Gráfico 4-2 Línea 1B de la propuesta planteada en el Plan de Movilidad de Riobamba.

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Riobamba, 2019.

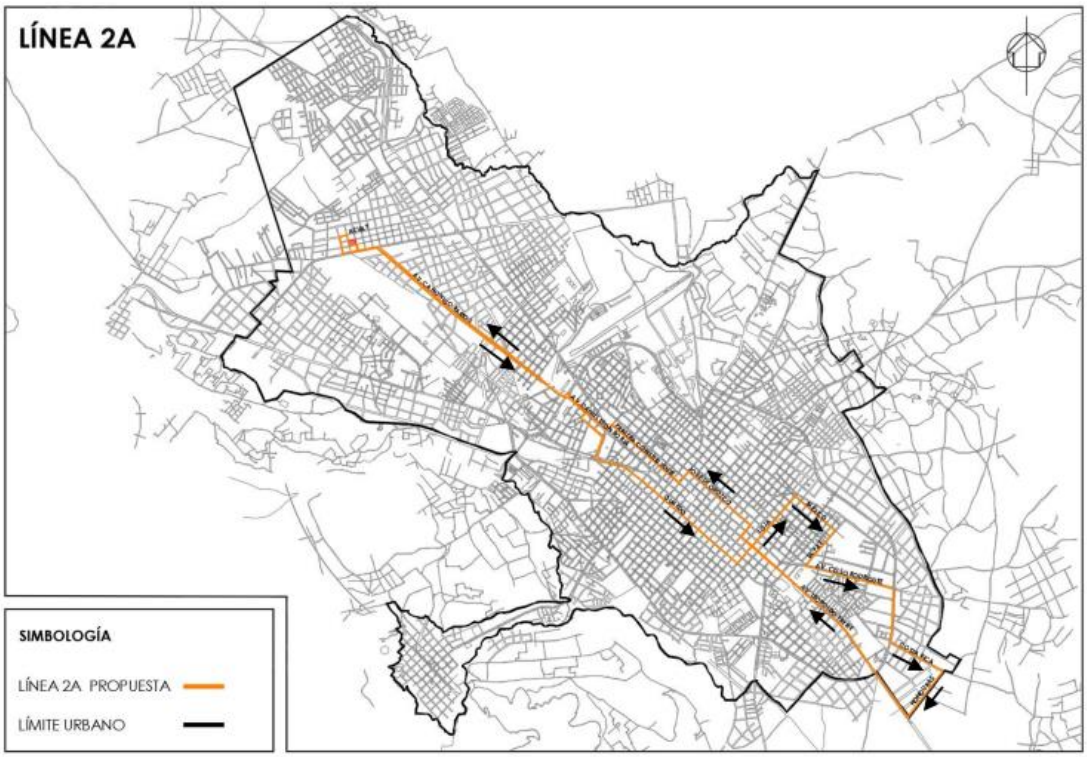


Gráfico 5-2 Línea 2A de la propuesta planteada en el Plan de Movilidad de Riobamba.

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Riobamba, 2019.

En el Gráfico 5-2 se puede apreciar a la línea 2A que es muy similar a la línea 1B pero con la diferencia de su base de salida en la parte norte; y la línea 2B que aumenta su recorrido en la parte sur como se muestra en el Gráfico 6-2.

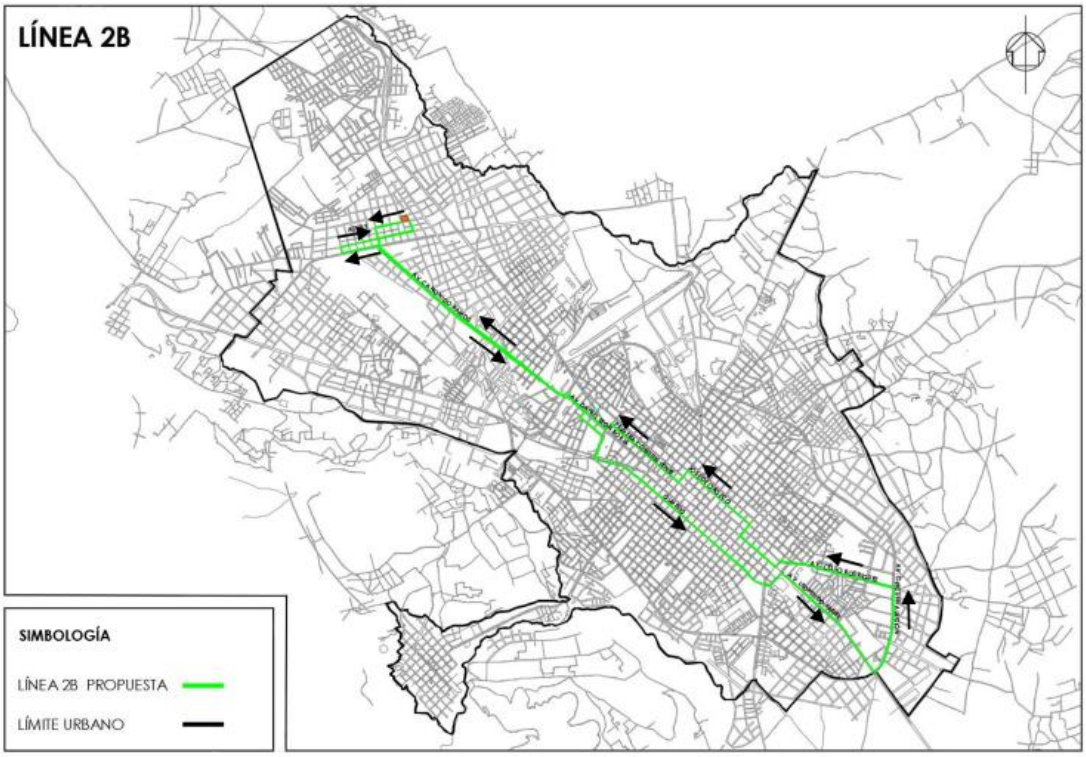


Gráfico 6-2 Línea 2B de la propuesta planteada en el Plan de Movilidad de Riobamba.

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Riobamba, 2019.

El resultado de la optimización de la línea 3 se muestra en el Gráfico 7-2 que presenta una distancia total de 25,92 km en un tiempo aproximado de 1,55 horas. Por otra parte, la línea 4 se ha divido en la ruta 4A y la línea 4B; la primera tiene la base situada en la parroquia de Licán y un recorrido de 20,95 km y la segunda con una distancia de 19,25 km con el punto de partida. Estas se muestran en el Gráfico 8-2 y el Gráfico 8-2 respectivamente.

Gráfico 7-2 Línea 3 de la propuesta planteada en el Plan de Movilidad de Riobamba.

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Riobamba, 2019.

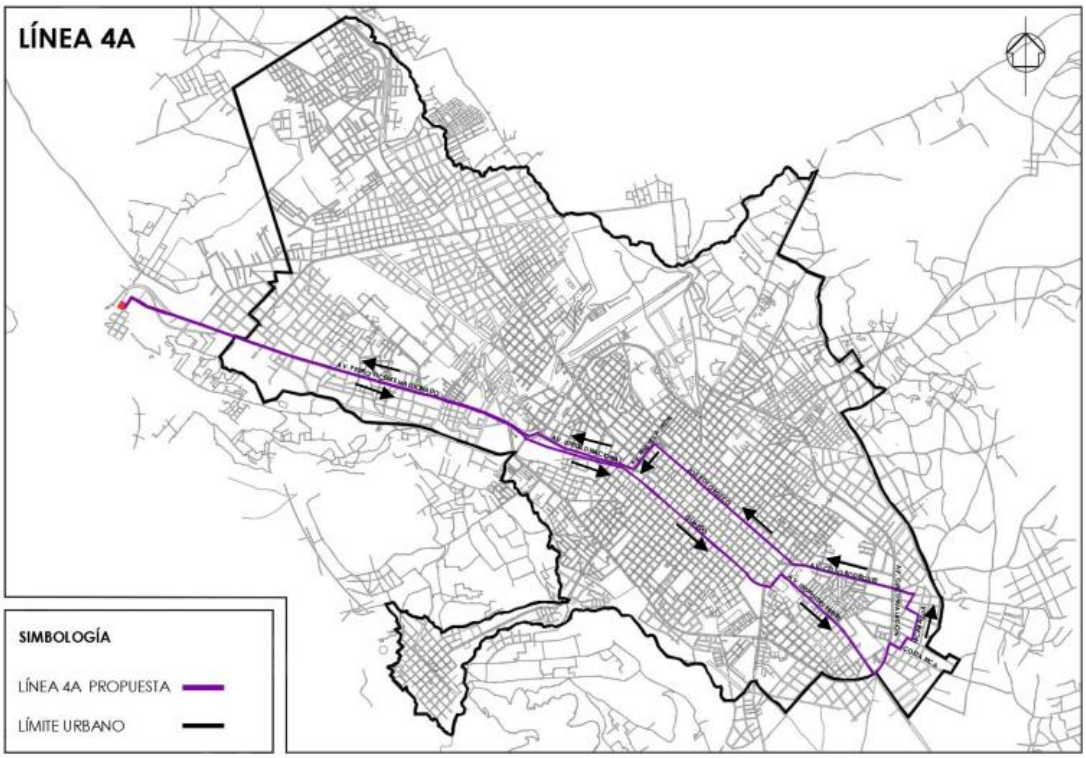


Gráfico 8-2 Línea 4A de la propuesta planteada en el Plan de Movilidad de Riobamba.

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Riobamba, 2019.

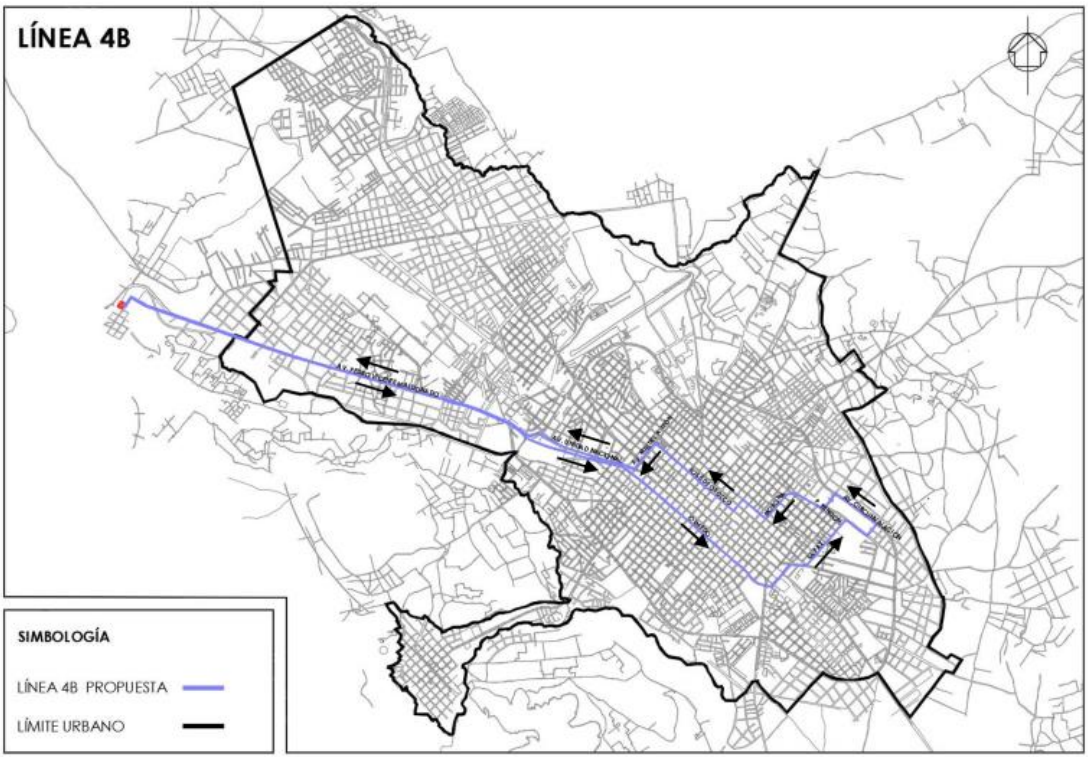


Gráfico 9-2 Línea 4B de la propuesta planteada en el Plan de Movilidad de Riobamba.

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Riobamba, 2019.

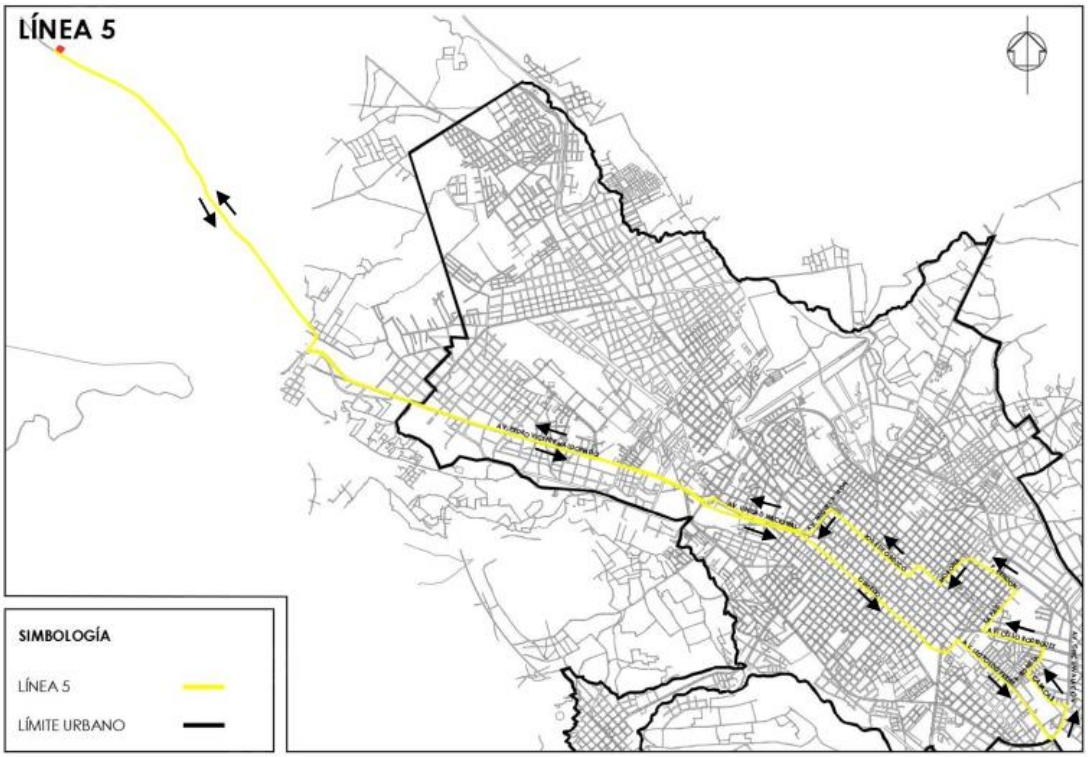


Gráfico 10-2 Línea 5 de la propuesta planteada en el Plan de Movilidad de Riobamba.

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Riobamba, 2019.

La línea 5 parte desde La Inmaculada de Cunduana ubicada al norte de la ciudad, la distancia total de recorrido es de 30,67 kilómetros por cada vuelta como se muestra en el Gráfico -2. En el caso de la línea 6 su base esta ubicada al norte de la ciudad; cerca al sector de la media luna, esta ruta abarca una distancia de 20,1 kilómetros en cada vuelta y se puede observar la ruta en el Gráfico 11-2.

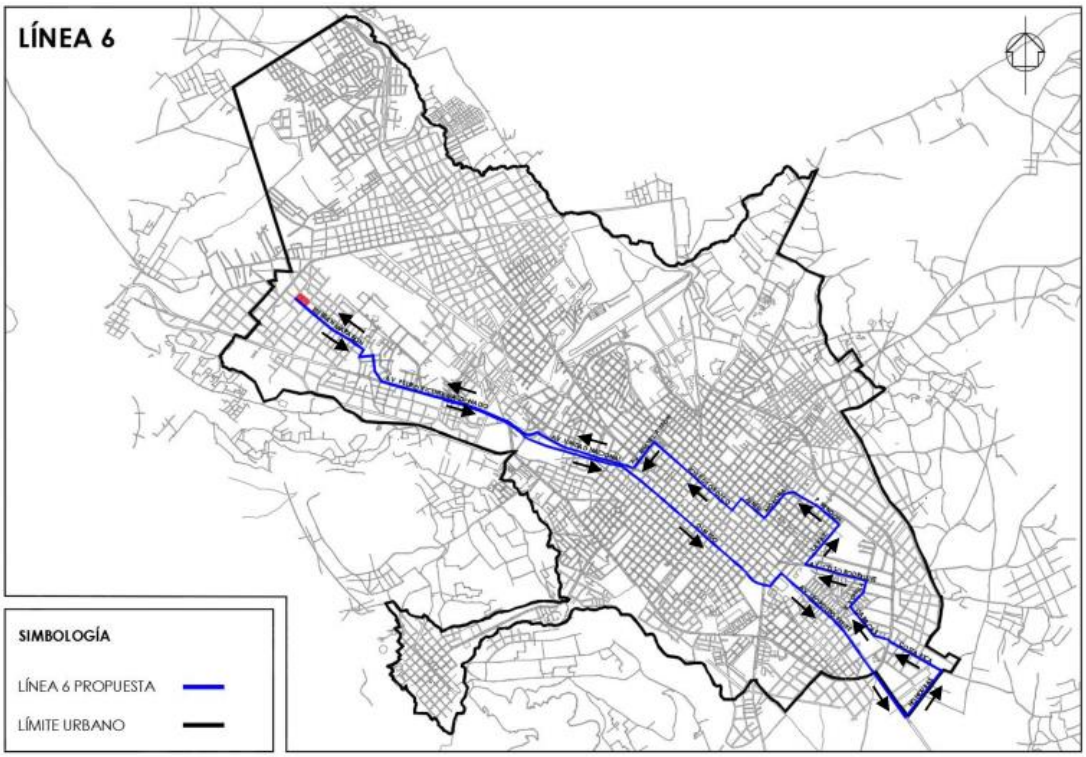


Gráfico 11-2 Línea 6 de la propuesta planteada en el Plan de Movilidad de Riobamba.

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Riobamba, 2019**.**

La línea 7 se muestra en el Gráfico 22-2 con un recorrido bastante extenso; la distancia en cada vuelta es de 31,62 kilómetros y su ruta cubre los puntos mas alejados de la urbe, desde la salida a Quito en el Norte hasta la salida a Chambo en el sur.

La línea 8 se muestra en el Gráfico 33-2 con una distancia total de recorrido de 19,14 kilómetros por cada vuelta, su punto de partida esta en la parroquia de Yaruquies y se extiende hasta el sector Noreste de la ciudad.

La línea 9 en su proceso de optimización ha sido divida en dos rutas nombradas la 9A y la 9B; la primera se puede apreciar en el Gráfico 44-2 donde su punto de partida es El troje al sur de la ciudad y su llegada es el sector norte. La segunda presenta la misma distribución que la línea 9B, pero en sentido contrario de circulación como se muestra en el Gráfico 55-2 y la distancia recorrida en estas rutas es de 25,98 kilómetros.

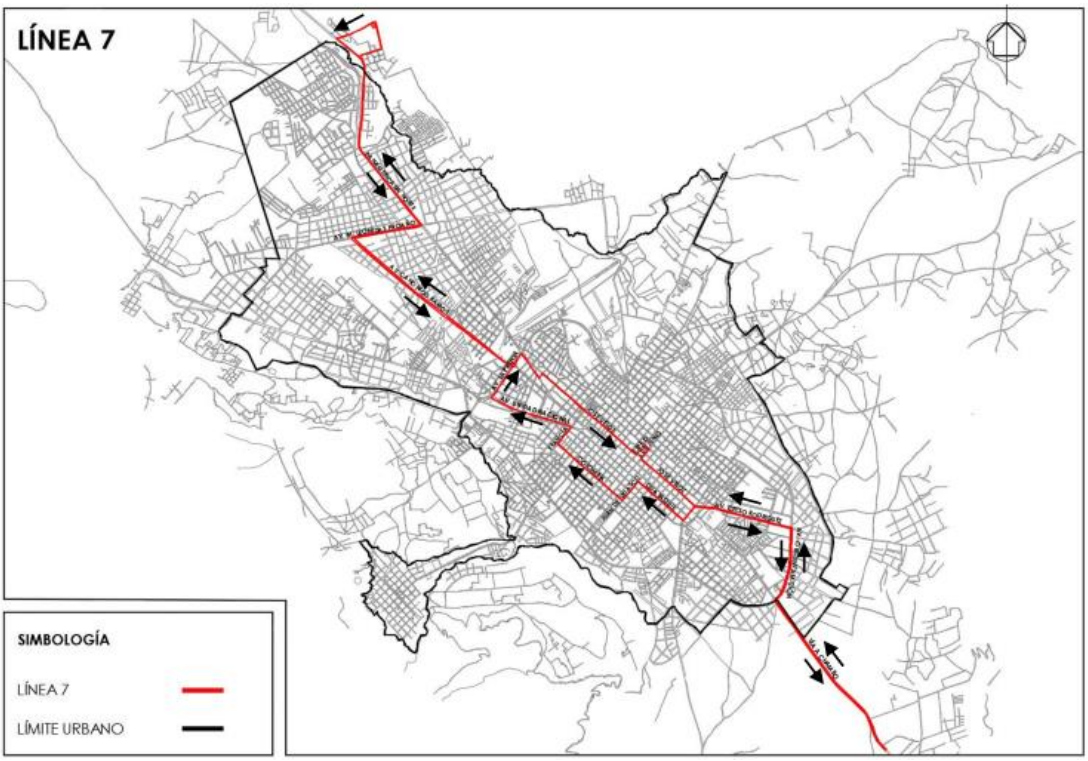


Gráfico 22-2 Línea 7 de la propuesta planteada en el Plan de Movilidad de Riobamba.

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Riobamba, 2019.

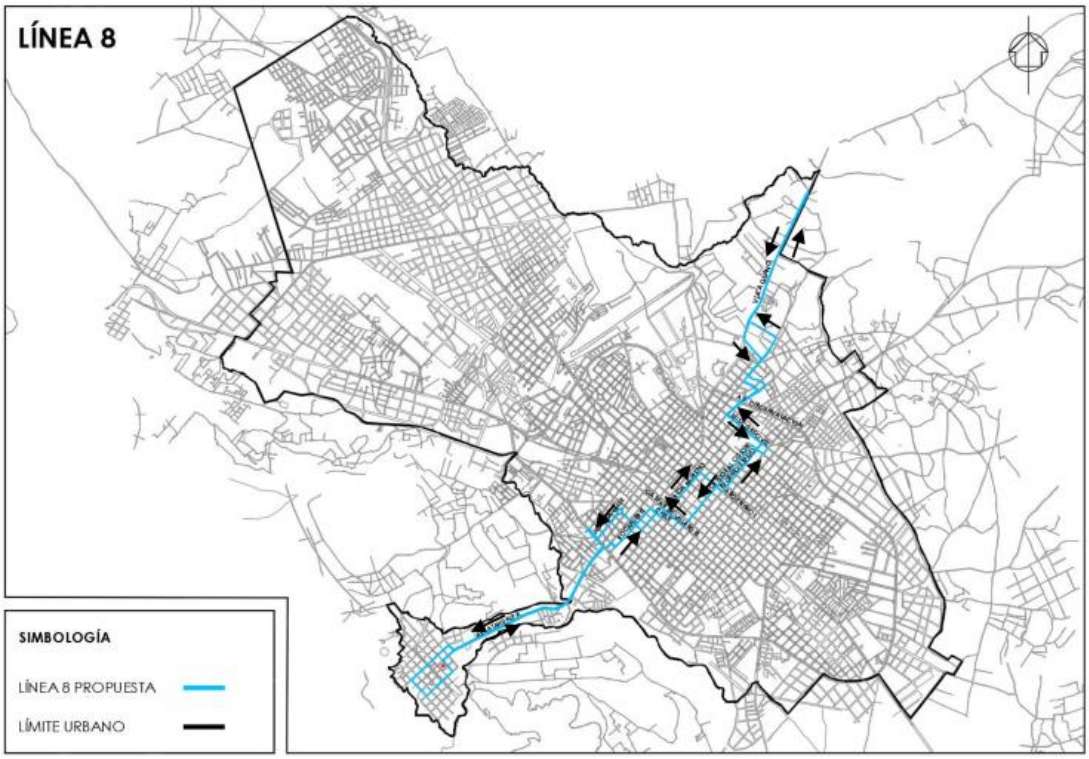


Gráfico 33-2 Línea 8 de la propuesta planteada en el Plan de Movilidad de Riobamba.

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Riobamba, 2019.

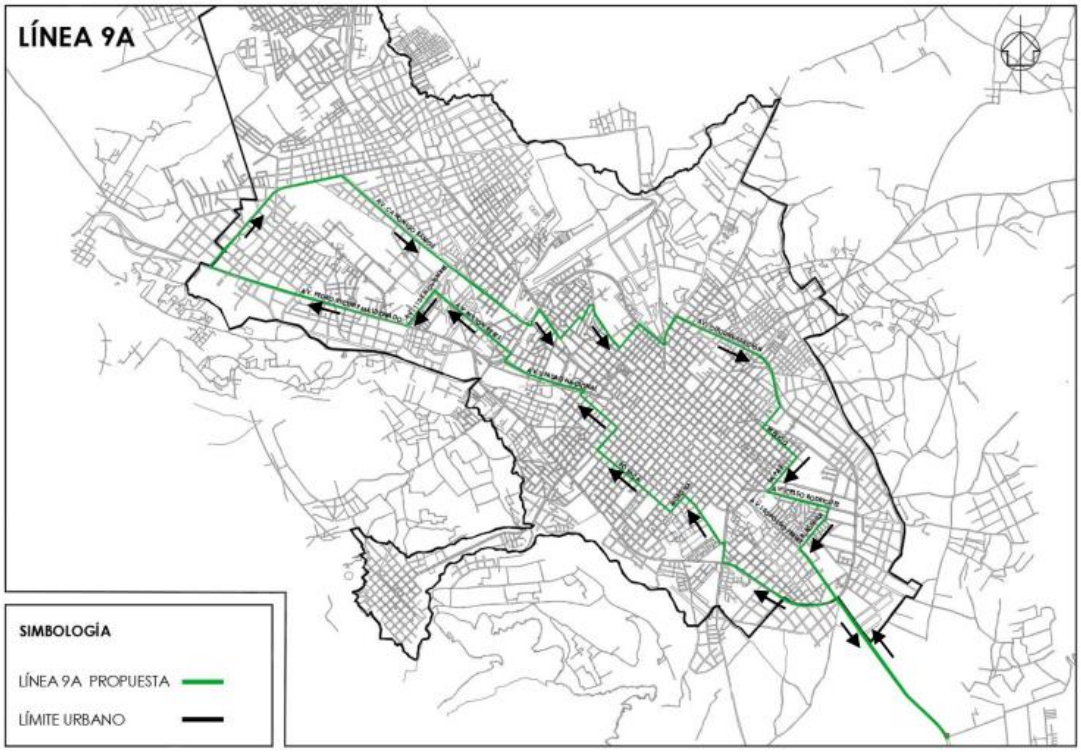


Gráfico 44-2 Línea 9A de la propuesta planteada en el Plan de Movilidad de Riobamba.

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Riobamba, 2019.

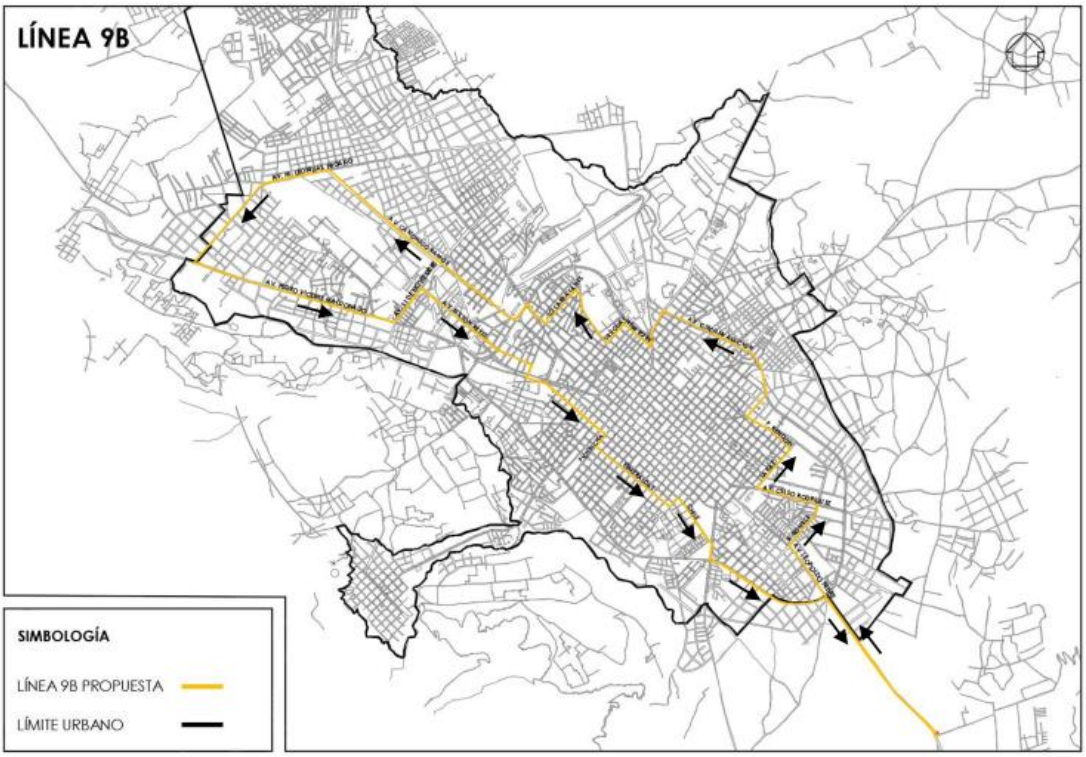


Gráfico 55-2 Línea 9B de la propuesta planteada en el Plan de Movilidad de Riobamba.

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Riobamba, 2019.

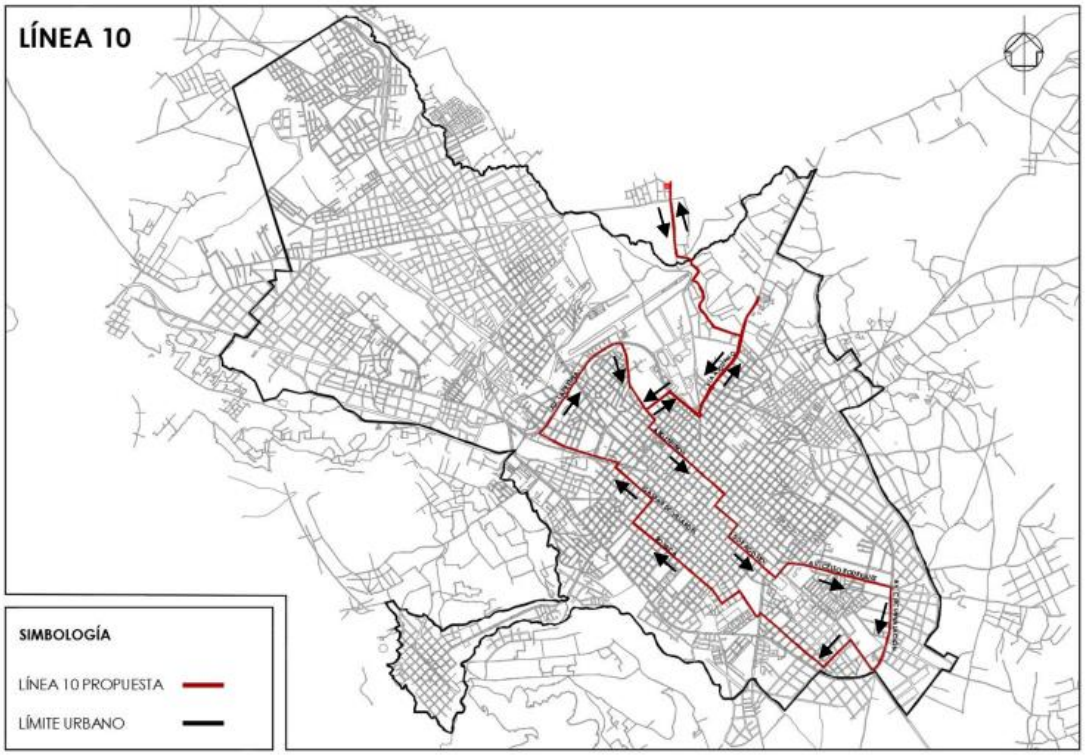


Gráfico 66-2 Línea 10 de la propuesta planteada en el Plan de Movilidad de Riobamba.

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Riobamba, 2019.

La línea 10 ha sido optimizada para recorrer por los mercados de la ciudad de Riobamba con una extensión de 21,64 kilómetros como se muestra en el Gráfico 66-2, su punto de partida esta en el sector Noreste de la ciudad en el barrio San Gabriel del Aeropuerto.

La línea 11 se ha subdivido en dos rutas que siguen el mismo trayecto, pero en sentidos contrarios, esta línea ha sido optimizada con el fin de recorrer la circunvalación de la ciudad.

La línea 11 A se puede observar en el Gráfico 77-2 con una distancia de recorrido por vuelta de 16,35 kilómetros y la línea 11B se muestra en el Gráfico 88-2. El punto de partida para ambas rutas es el terminal cantonal ubicado en la avenida Canónico Ramos.

La línea 12 se muestra en el Gráfico 99-2 con una distancia total de 22,44 kilómetros en cada vuelta. El punto de partida es el sector de San Gerardo y el punto de llegada es el barrio Guallavi La Dolorosa en el Oeste la ciudad.

La línea 13 por otro lado ha mantenido un recorrido similar al de las rutas actuales, partiendo en el sector Sur de la ciudad; une la Universidad Nacional con la Politécnica de Chimborazo y llega al Bypass con una distancia total de 23,08 kilómetros como se muestra en el Gráfico 20-2.

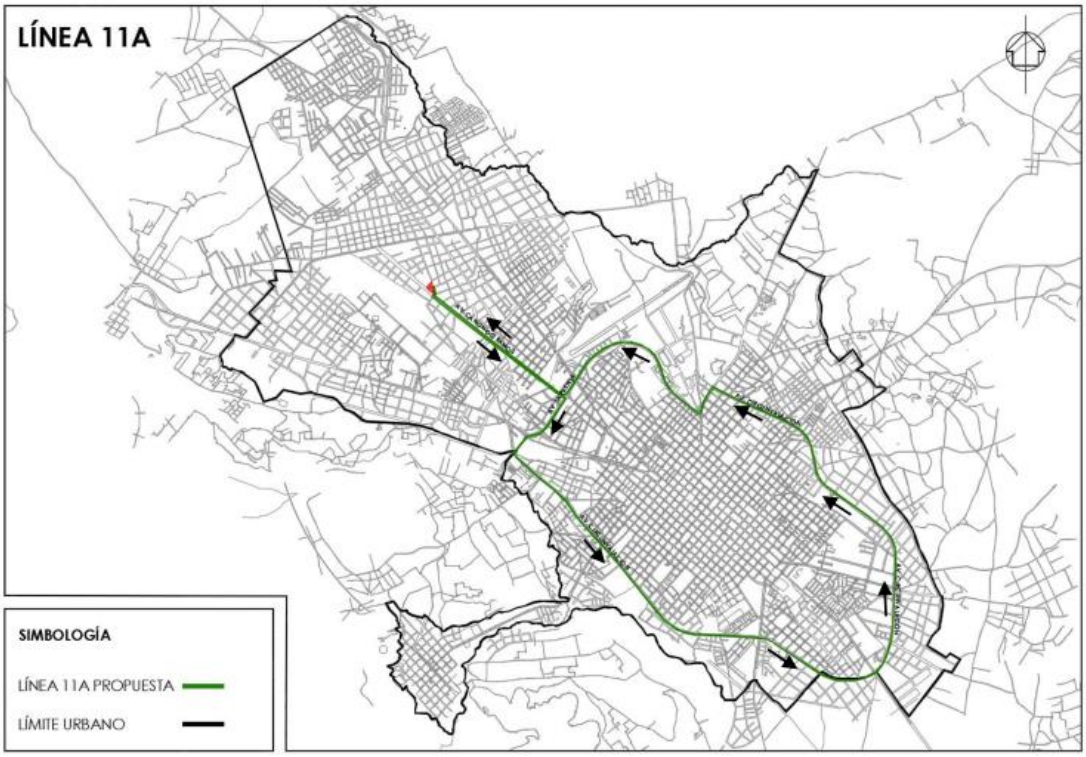


Gráfico 77-2 Línea 11A de la propuesta planteada en el Plan de Movilidad de Riobamba.

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Riobamba, 2019.

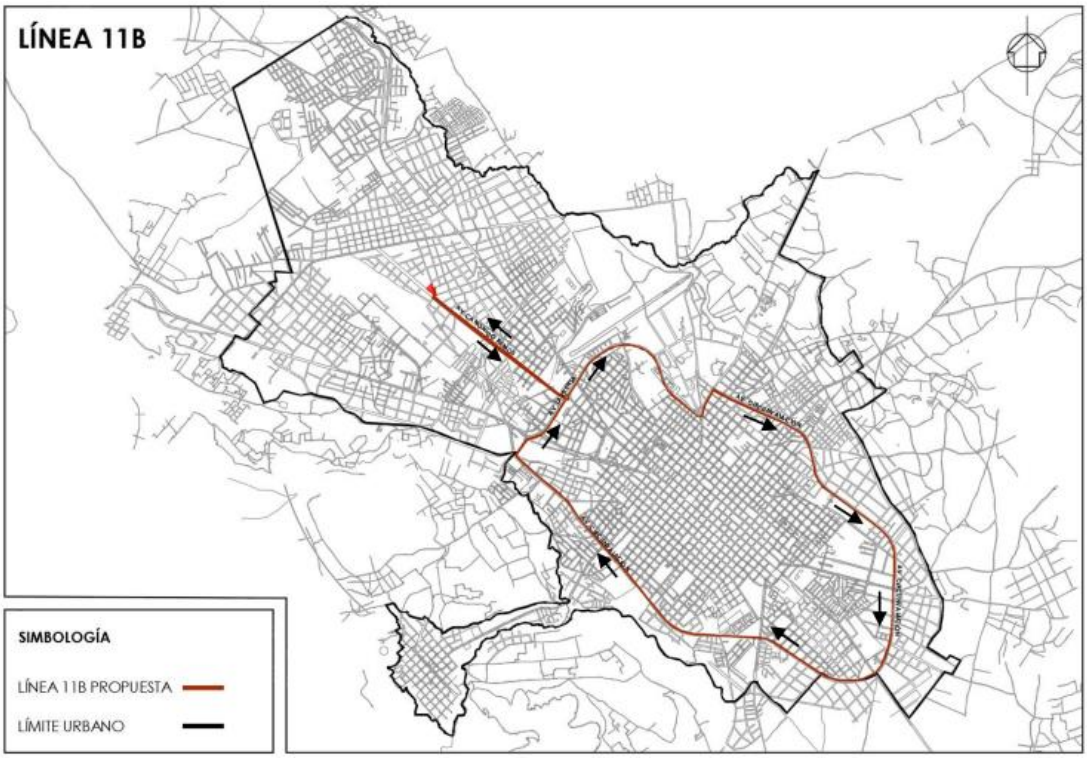


Gráfico 88-2 Línea 11B de la propuesta planteada en el Plan de Movilidad de Riobamba.

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Riobamba, 2019.

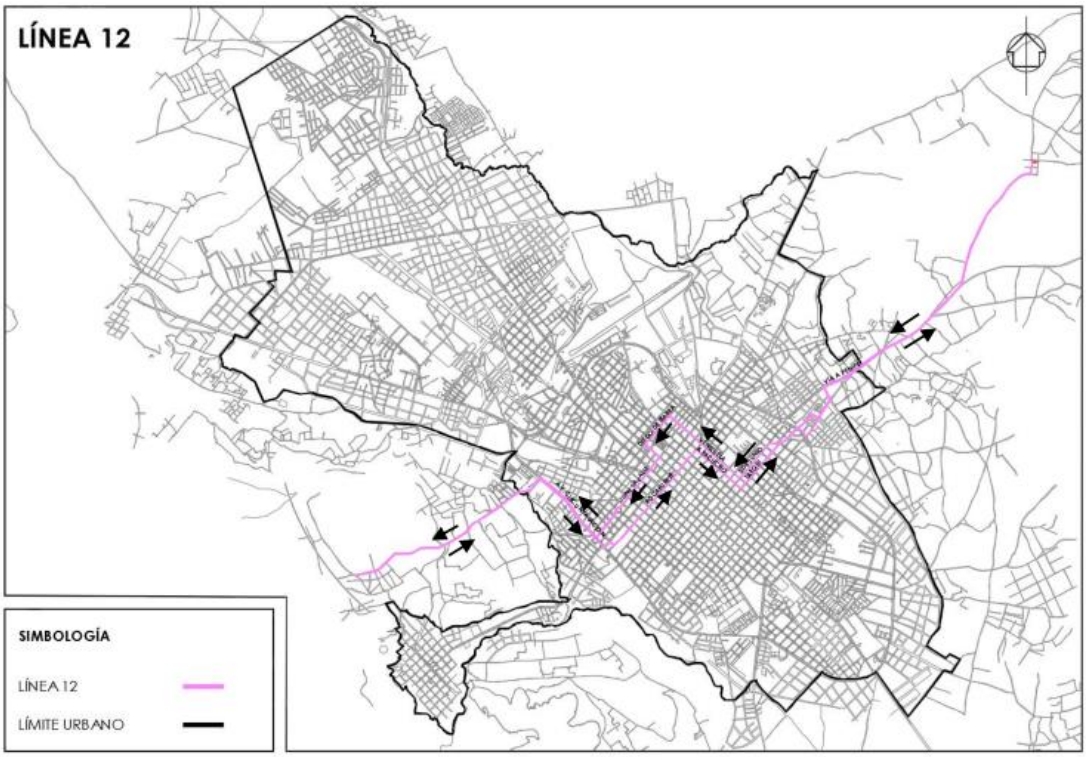


Gráfico 99-2 Línea 12 de la propuesta planteada en el Plan de Movilidad de Riobamba.

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Riobamba, 2019.

Gráfico 20-2 Línea 13 de la propuesta planteada en el Plan de Movilidad de Riobamba.

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Riobamba, 2019.

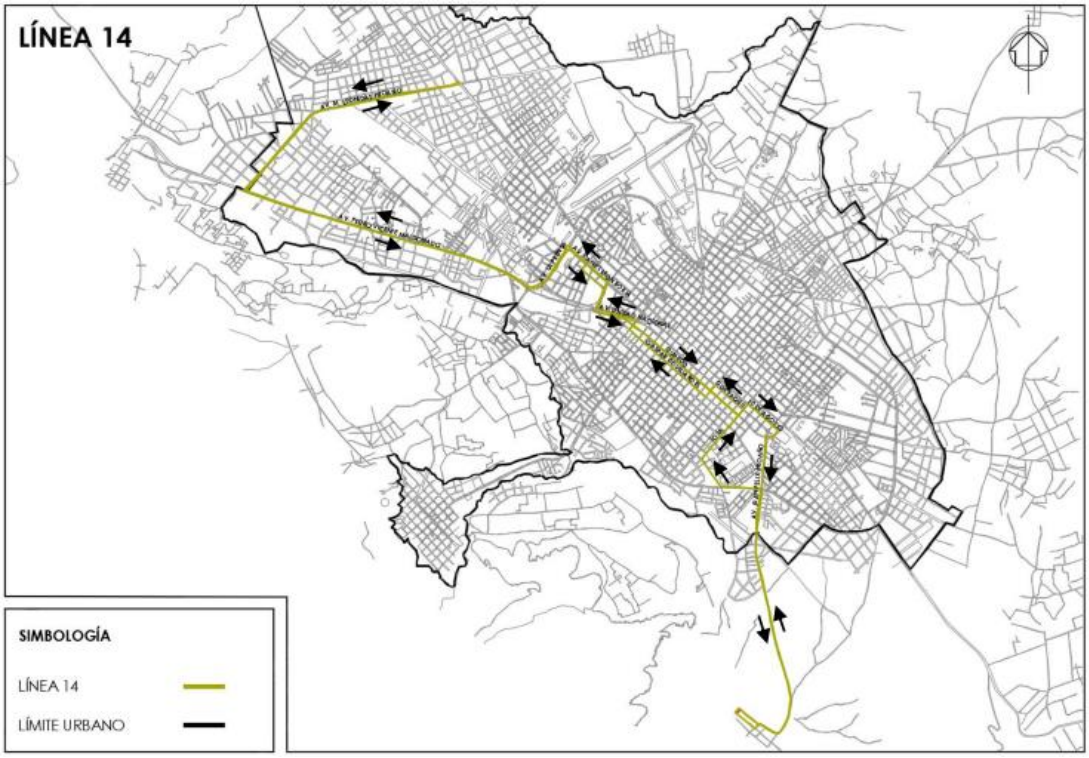


Gráfico 101-2 Línea 14 de la propuesta planteada en el Plan de Movilidad de Riobamba.

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Riobamba, 2019.

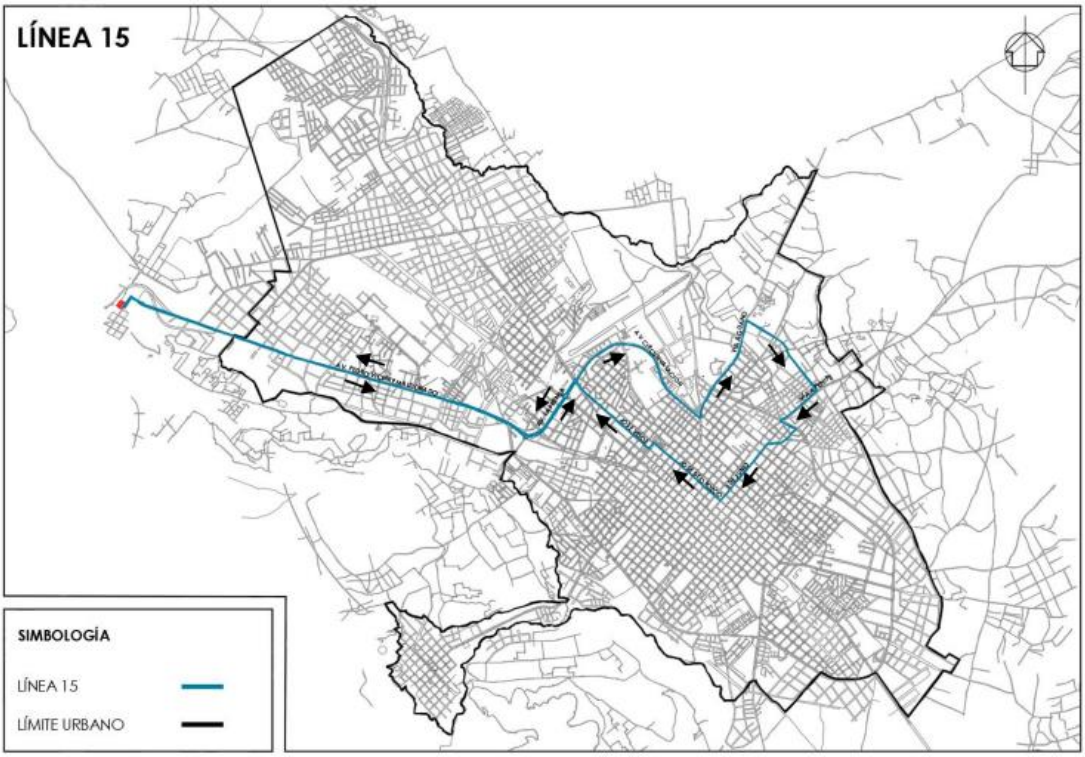


Gráfico 112-2 Línea 15 de la propuesta planteada en el Plan de Movilidad de Riobamba.

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Riobamba, 2019.

La línea 14 mostrada en el Gráfico 101-2 presenta una distancia de 29,55 kilómetros en cada vuelta. Los puntos de llegada son el sector del Bypass y avanza hasta la parroquia de San Luis ubicada en el sector Suroeste.

La línea 15 como se muestra en el Gráfico ***21***2-2 parte desde Licán uniendo las dos universidades principales de la ciudad de Riobamba; la distancia recorrida es de 19,56 kilómetros por cada vuelta.

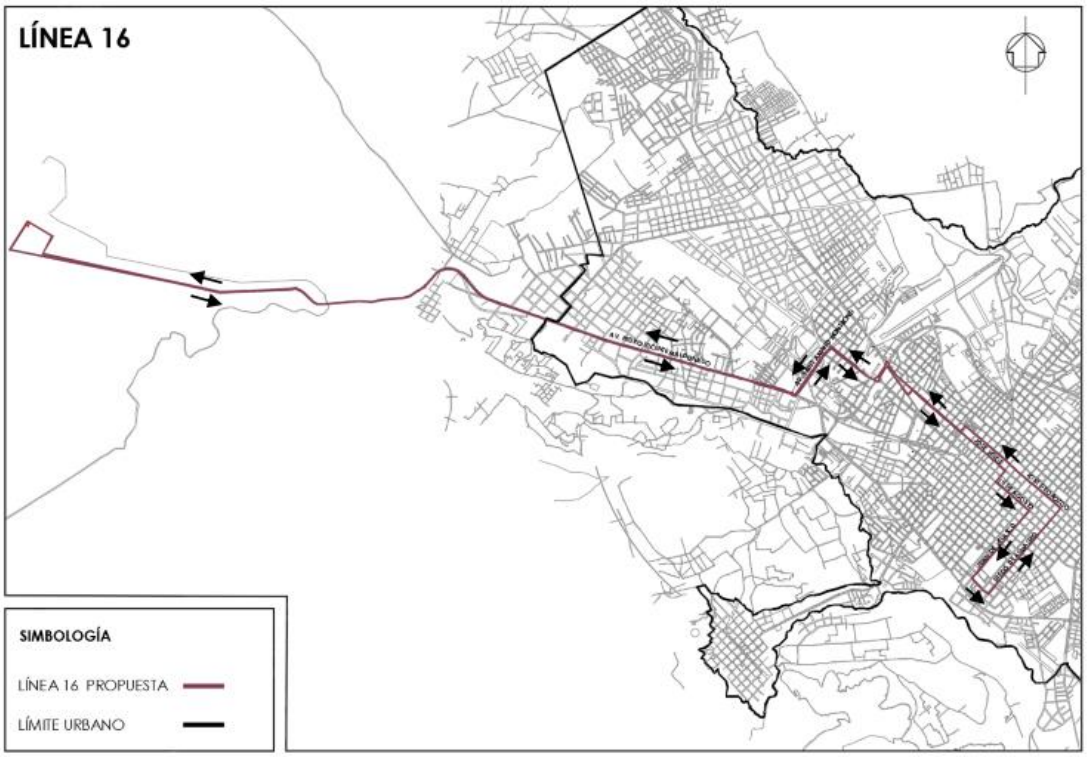


Gráfico 123-2 Línea 16 de la propuesta planteada en el Plan de Movilidad de Riobamba.

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Riobamba, 2019.

La línea 16 presenta una extensión desde la parroquia de Calpi hasta el centro de la ciudad como se muestra en el Gráfico **22**3-2; considerándose una de las vías con mayores extensiones entre las rutas propuestas por el GADR.

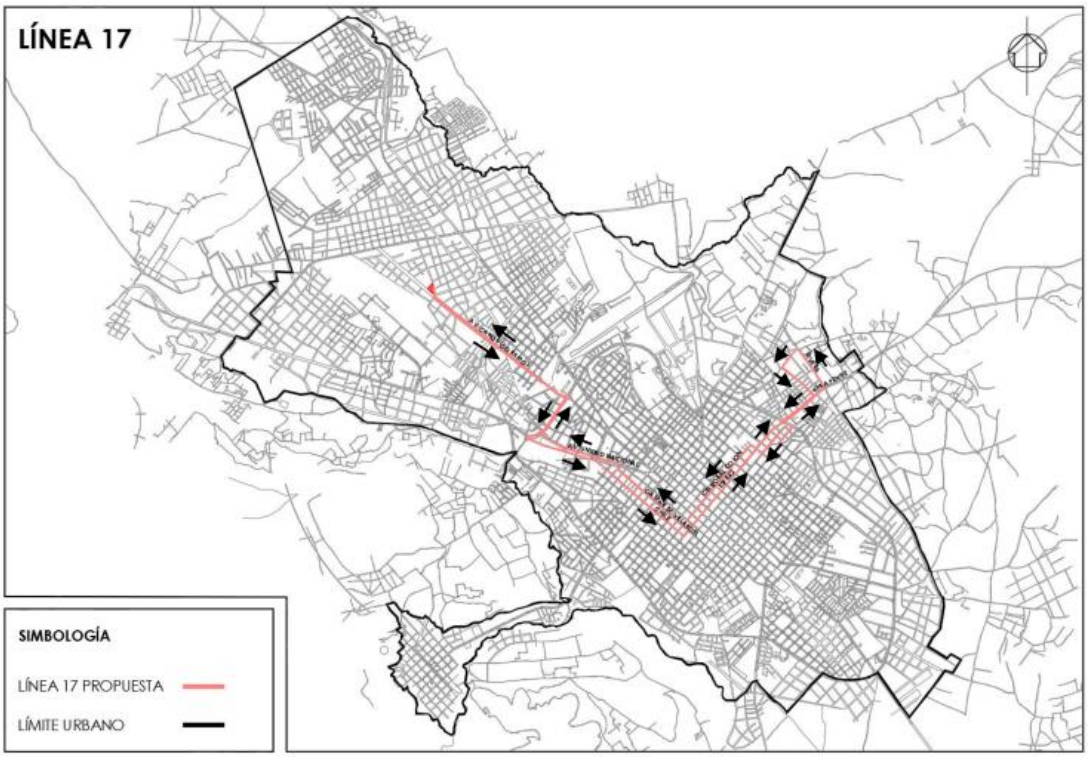


Gráfico 134-4 Línea 17 de la propuesta planteada en el Plan de Movilidad de Riobamba.

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Riobamba, 2019.

En la propuesta del plan de movilidad se aumenta el numero de ruta a 17 líneas de transporte; específicamente esta incluye un servicio por los mercados de Riobamba como se muestra en el Gráfico ***23***4-2. La base de esta línea es el terminal cantonal de la ciudad.

CAPÍTULO III

3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para la realización del presente proyecto se ha planificado una serie de actividades cronológicas.

3.1. Población de Riobamba encuestada.

3.1.1. Cálculos para la población usuaria del transporte a encuestar.

Cálculos para obtención de la muestra para encuestar a los usuarios utilizando el método "**Opción muestra de un grupo con una población conocida** (9)**"**

Datos para encuestas a usuarios del transporte público:

Z= 1.96

P= 0.5

N=84504 usuarios del transporte público (Mecánicapory Diego Cruz Freire Darwin Vinicio Chimbo Chimbo, 2015).

E= 0.05

Reemplazando en la ecuación:

$$n = \frac{1{,}96^2 * 0{,}5(1 - 0{,}5) * 84.504}{1{,}96^2 * 0{,}5(1 - 0{,}5) + 0{,}05^2 * (84.054 - 1)}$$

$$\mathrm{n} = 72{,}928 \text{ personas}$$

$$\mathrm{n} \approx 73 \text{ personas}$$

3.1.2. Cálculos para la población usuaria del transporte a encuestar

Cálculos para obtención de la muestra de la cantidad de buses utilizando el método "**Opción muestra de un grupo con una población conocida** (9)**"**

Datos para encuestas a los transportistas de Riobamba:

Z= 1,96

P= 0,5

N=184 unidades del transporte público (Mecánicapory Diego Cruz Freire Darwin Vinicio Chimbo Chimbo, 2015)

E= 0,05

Reemplazando en la ecuación:

$$n = \frac{1{,}96^2 * 0{,}5(1 - 0{,}5) * 184}{1{,}96^2 * 0{,}5(1 - 0{,}5) + 0{,}05^2 * (184 - 1)}$$

$$\mathrm{n} = 52{,}46 \text{ personas}$$

$$\mathrm{n} \approx 53 \text{ personas}$$

3.2. Procedimientos

Para evaluar la situación actual de la ciudad de Riobamba respecto a las rutas y a la calidad del servicio que obtienen las personas de este servicio público, se han estudiado dos encuestas orientadas a cada una de las entidades que intervienen. Una primera encuesta dirigida a las personas que utilizan el servicio de transporte público de la ciudad de Riobamba para su movilización y a segunda dirigida a los choferes o propietarios de las unidades del transporte, debido a que la presente investigación les afecta directamente con los resultados finales obtenidos.

3.2.1. Encuesta a los usuarios

Para evaluar a los usuarios del transporte se ha propuesto 17 preguntas, únicamente centrándose en evaluar la calidad del servicio y su opinión sobre el servicio de transporte urbano en Riobamba.

1 pregunta: Barrio o parroquia donde se realiza la encuesta.

Tabla 1-3 Resultados de la pregunta 1 ha los usuarios.

Datos	**Frecuencia**	**Porcentaje**
11 de noviembre	2	2,74%
13 de abril	1	1,37%
Arupos del Norte	1	1,37%
Barrio Oriental	1	1,37%
Bellavista	1	1,37%
Calpi	1	1,37%
Camilo Ponce	2	2,74%

Cdla 24 de mayo	1	1,37%
Colta	1	1,37%
La Condamine	1	1,37%
Dolorosa	4	5,48%
El Tambo	1	1,37%
Ferroviario	1	1,37%
Floresta	1	1,37%
Giralda	1	1,37%
La Cerámica	1	1,37%
La Libertad	1	1,37%
La Panadería	1	1,37%
La Paz	1	1,37%
La Politécnica	1	1,37%
La Primavera	2	2,74%
Las Acacias	1	1,37%
Licán	4	5,48%
Lizarzaburu	12	16,44%
Loma de Quito	1	1,37%
Maldonado	5	6,85%
Media Luna	2	2,74%
Punín	2	2,74%
Quinta Mosquera	1	1,37%
San Alfonso	1	1,37%
San Gerardo	2	2,74%
San Luis	1	1,37%
San Martín de Veranillo	1	1,37%
San miguel de tapi	2	2,74%
San Vicente de Lacas	1	1,37%
Santa Paz	1	1,37%
Sesquicentenario	1	1,37%
La Vasija	1	1,37%
Velazco	1	1,37%
La Veloz	4	5,48%
Villamaría	1	1,37%
Yaruquíes	1	1,37%

TOTAL	73	100%

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

El propósito de esta pregunta es garantizar una muestra de la población en diferentes puntos de la ciudad de Riobamba para que los resultados finales no depende de un solo barrio, parroquia o ciudadela; sino al contrario conocer una opinión más amplia de la ciudad.

Un 16,44% de las personas encuestadas pertenecen a la parroquia de Lizarzaburu la cual es la parte central de la ciudad de Riobamba y el lugar de mayor afluencia dentro de la ciudad de Riobamba.

Pregunta 2: Género de las personas encuestadas.

Tabla 2-3 Resultados de la pregunta 1 a los usuarios.

DATOS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Masculino	45	62%
Femenino	28	38%
TOTAL	73	100%

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

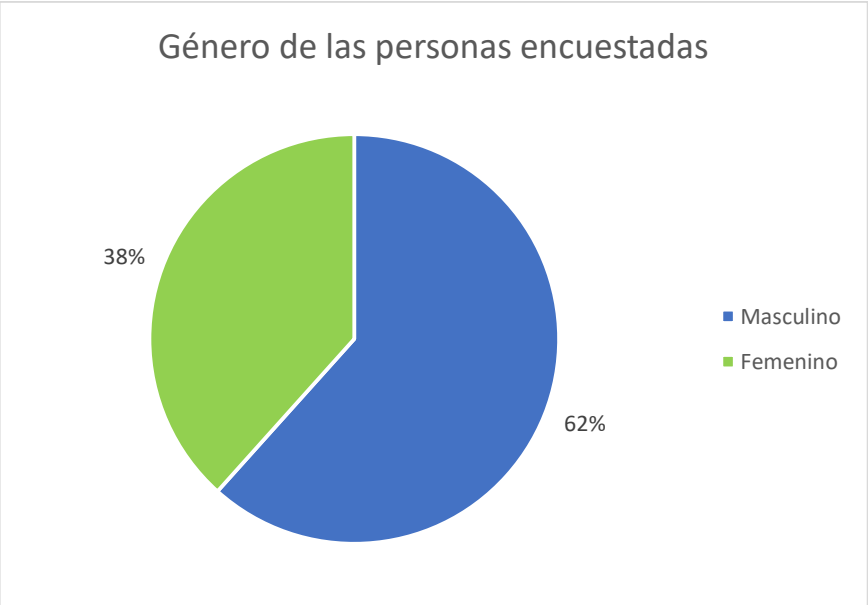


Gráfico 1-3 Representación de la pregunta 2 a los usuarios.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

Esta pregunta presenta una importante relevancia para conocer el género que más ha respondido las preguntas de la encuesta planteada. El género masculino ha sido el género que predomina las encuestas totales con un total de 62%, pudiéndose considerar que el hombre es que se moviliza más en la ciudad de Riobamba.

Pregunta 3: ¿Ha utilizado el servicio de transporte público de la ciudad de Riobamba?

Tabla 3-3 Resultados de la pregunta 3 a los usuarios.

DATOS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Sí	69	95%
No	4	5%
TOTAL	73	100%

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

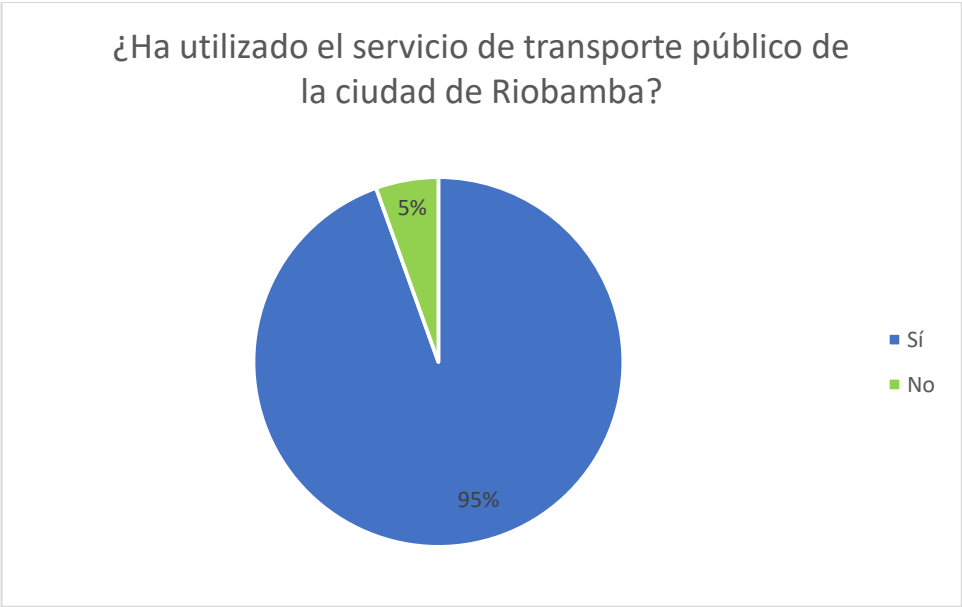


Gráfico 2-3 Representación de la pregunta 3 a los usuarios.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

Esta pregunta evalúa el porcentaje de la población que utiliza el transporte público de Riobamba, y verificar que es una investigación y soluciones planteadas para ayudar a un gran porcentaje de toda la ciudad.

El 95% del total de las personas encuestadas afirman que utilizan el servicio de transporte público, afirmándose el alto impacto que involucra el presente trabajo.

4 pregunta: ¿Cómo se moviliza normalmente?

Tabla 4-3 Resultados de la pregunta 4 a los usuarios.

DATOS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Moto	2	3%
Bicicleta	4	5%
Taxi	5	7%
Vehículo Particular	17	23%
Bus	34	47%
Camina	11	15%
Otro	0	0%
TOTAL	73	100%

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

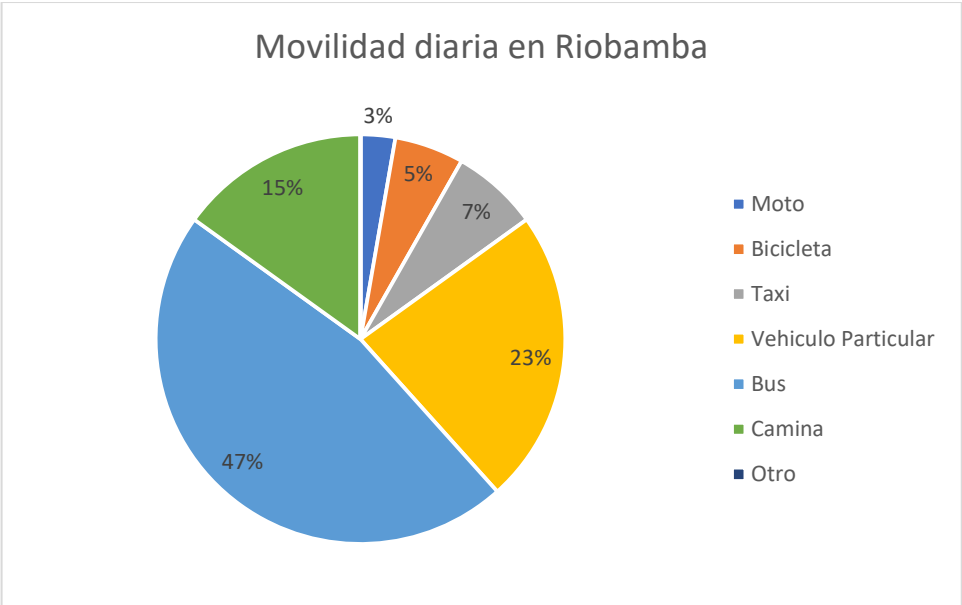


Gráfico 3-3 Representación de la pregunta 4 a los usuarios.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

Conocer el medio transporte más utilizado por las personas de la ciudad de Riobamba es otra pregunta de gran importancia, se ha identificado si el bus es utilizado a diario para movilizar a las personas. El 47% de la población se traslada de un lugar a otro utilizando el servicio de transporte público y haciendo de este el transporte más utilizado; por lo cual se ha convertido en objeto de estudio.

5 pregunta: ¿Cómo considera al servicio de bus público de la ciudad Riobamba?

Tabla 5-3 Resultados de la pregunta 5 a los usuarios

DATOS	FRECUENCIA	PORCENTAJE

Excelente	0	0%
Bueno	9	12%
Aceptable	46	63%
Malo	13	18%
Pésimo	3	4%
Prefiero no responder	2	3%
TOTAL	73	100%

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

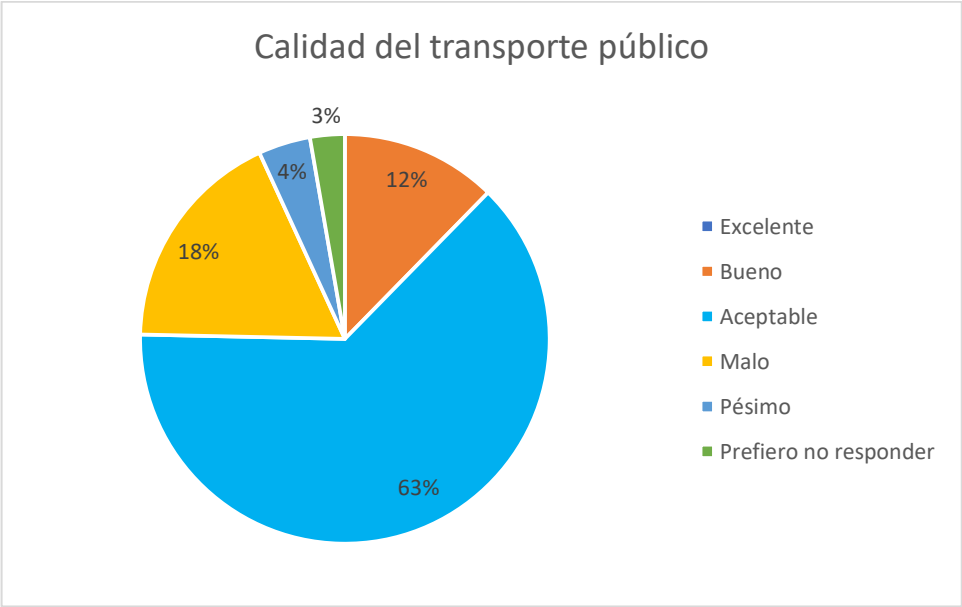


Gráfico 4-3 Representación de la pregunta 5 a los usuarios.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

Considerar la calidad del servicio del transporte público en la ciudad de Riobamba para conocer qué tan satisfecha esta la población o si se considera que se debe mejorar, notablemente el 63% de los encuestados afirma que el servicio es aceptable; pero, únicamente el 4% afirma que es excelente siendo un valor semejante a un 3% que las personas no respondieron. Además, considerando que un 18% de las personas consideran un servicio malo, a comparación de un 12% que afirma que es bueno; se establece que el servicio de Riobamba presenta un servicio regular, pero si necesita readecuarse para brindar un mejor servicio.

6 pregunta: ¿Cuántos viajes realiza al día en autobús?

Tabla 6-3 Resultados de la pregunta 6 a los usuarios.

DATOS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
1	11	15%

2	22	30%
3	12	16%
4	10	14%
Mayor a 4	4	5%
Ninguna	14	19%
TOTAL	73	100%

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

Gráfico 5-3 Representación de la pregunta 6 a los usuarios.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

Con que frecuencia las personas utilizan este medio de transporte en un día es de vital importancia para optimizar la frecuencia de las unidades de transporte urbano, y un 30% de la población viaja un mínimo de 2 veces en el día, continuamente un 16% que viaja 3 veces y un 15% que viaja únicamente una vez al día. Además, cabe mencionar que debido a los usuarios que se trasladan en un vehículo privado un 19% de la población dice no usar el transporte público.

Debido a estos valores estadísticos, se verifica otro factor para la realización de esta investigación y la necesidad de un proceso de optimización del servicio del transporte urbano.

7 pregunta: ¿Se ha trasladado en un vehículo diferente al bus urbano debido a los problemas de movilidad que estos presentan?

Tabla 7-3 Resultados de la pregunta 7 a los usuarios.

DATOS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Sí	62	85%

No	11	15%
TOTAL	73	100%

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

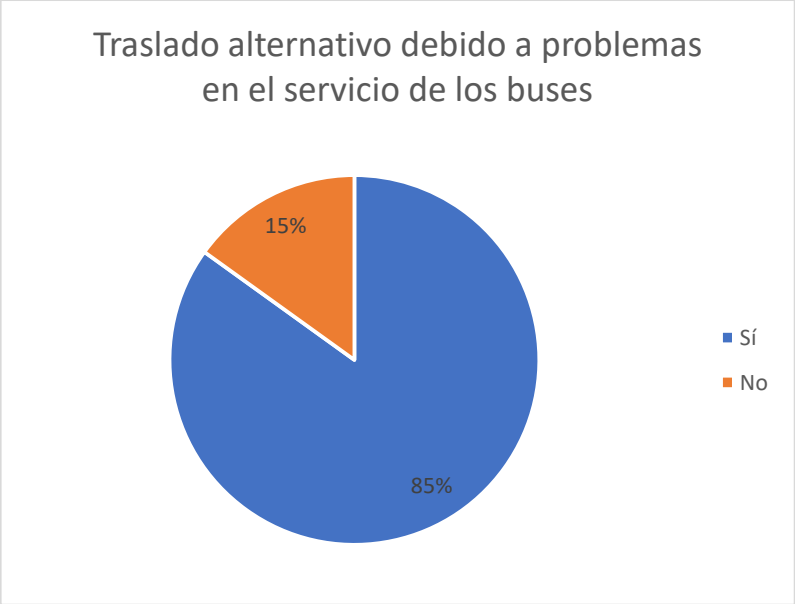


Gráfico 6-3 Representación de la pregunta 7 a los usuarios.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

Como consecuencia de los retrasos en la movilización en el servicio de transporte urbano las personas cambian su transporte habitual por el servicio de taxi, lo que conlleva un mayor gasto en su economía y en la de sus familias. Un 85% de la población total afirma que utiliza otro transporte debido a problemas de movilidad en la ciudad de Riobamba.

8 pregunta: Sí su respuesta de la pregunta anterior fue "SI" responda. ¿Cómo se ha movilizado a cambio del bus urbano? Sí su respuesta anterior fue "NO" omita esta pregunta.

Tabla 8-3 Resultados de la pregunta 8 a los usuarios.

DATOS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Taxi	32	44%
Auto privado	17	23%
Bicicleta	7	10%
Caminar	6	8%
Moto	2	3%
Otro	9	12%
TOTAL	73	100%

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

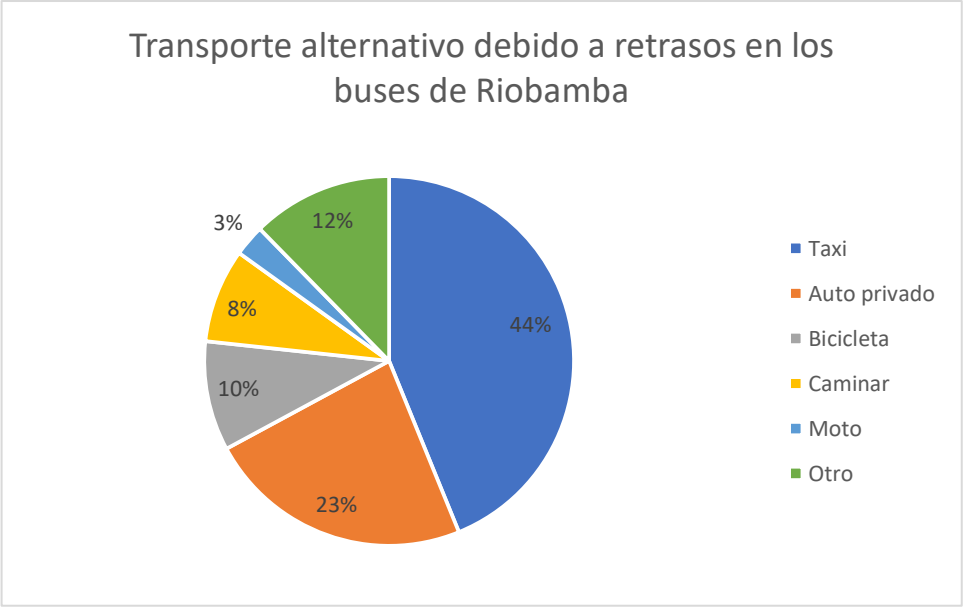


Gráfico 7-3 Representación de la pregunta 8 a los usuarios.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

El servicio de taxi es el segundo vehículo más utilizado con un 44% del total de personas que presentan dificultades en el momento de abordar el transporte público, debido a que este puede movilizarse más rápido y evita retrasos en las personas. La segunda opción luego del transporte público es el auto privado el cual genera tráficos en las vías debido a la abundante presencia de estos en las horas pico; siendo es perjudicial y afecta directamente al servicio de transporte urbano. La movilidad en moto, bicicleta o con caminata representa valores menores que no afectan en gran cantidad en la movilidad de las personas.

9 pregunta: ¿Considera que el servicio de transporte de buses actual cubre toda la ciudad?

Tabla 9-3 Resultados de la pregunta 9 a los usuarios.

DATOS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Sí	35	48%
No	38	52%
TOTAL	73	100%

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

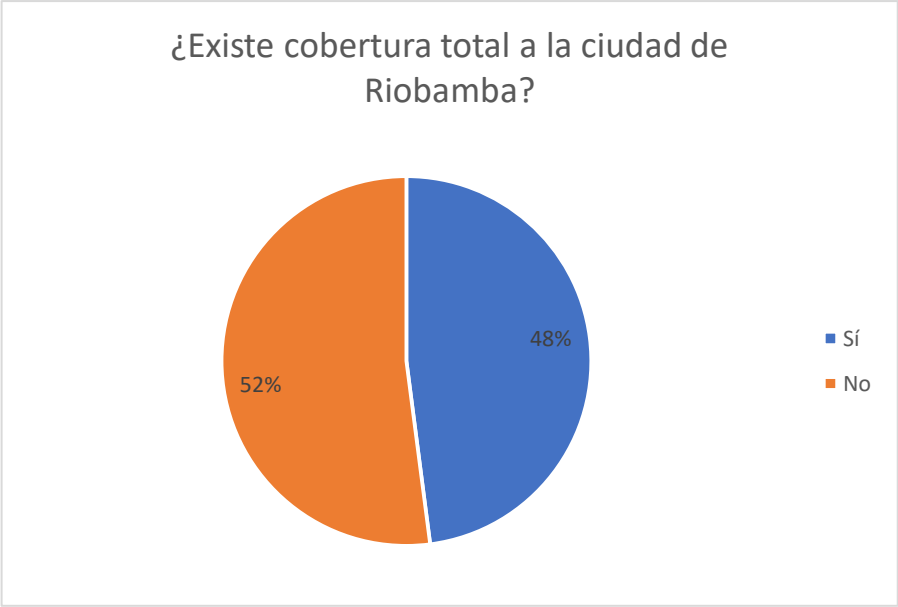


Gráfico 8-3 Representación de la pregunta 9 a los usuarios.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

El 52% de la muestra de la población encuestada afirma que el servicio de transporte urbano no cubre todos los lugares de la fundamentales de la ciudad de Riobamba; siendo un valor alto y representativo de las personas encuestadas. Para lo cual se requiere una reestructuración de la red del transporte que cubre la ciudad, mientras que el 48% asegura que la ciudad tiene una cobertura total abasteciendo a toda la población.

10 pregunta: ¿Qué lugares de la ciudad de Riobamba considera que no son abastecidos por el sistema de transporte de buses?

Tabla 10-3 Resultados de la pregunta 10 a los usuarios.

DATOS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
No existen lugares sin cobertura	44	60%
Las acacias	1	1%
Sesquicentenario	1	1%
Circunvalación	12	16%
Centro Norte	3	4%
La Providencia	1	1%
La Primavera	2	3%
La libertad	1	1%
Sur de la ciudad	1	1%
Zonas rurales	4	5%

Instituto Standford	1	1%
Batán	1	1%
Pucará	1	1%
TOTAL	73	100%

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

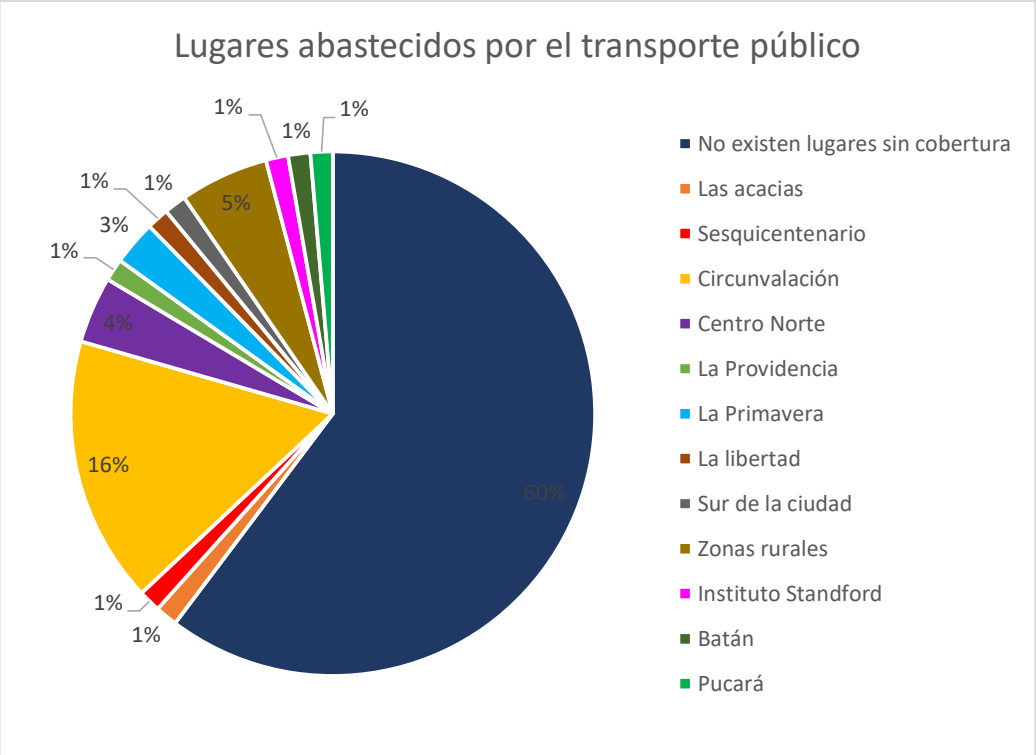


Gráfico 9-3 Representación de la pregunta 10 a los usuarios.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

La mayor parte de la población esta consiente de que Riobamba es abastecido en su mayoría por la red de transporte urbano, pero una parte de la muestra encuesta afirma que si se necesita que los buses lleguen a más lugares como por ejemplo la circunvalación y zonas rurales las cuales abarcan un 16% y 5% respectivamente del total de encuestados. Estos lugares se considerarán importante para la reestructuración del sistema de buses en la ciudad.

11 pregunta: Las rutas de los buses en la ciudad de Riobamba las considera.

Tabla 11-3 Resultados de la pregunta 11 a los usuarios.

DATOS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Optimas	15	21%
Demasiadas vueltas	18	25%
Cruzadas	16	22%
En zigzag	1	1%

Muy extensas	8	11%
Demasiado tiempo	15	21%
TOTAL	73	100%

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

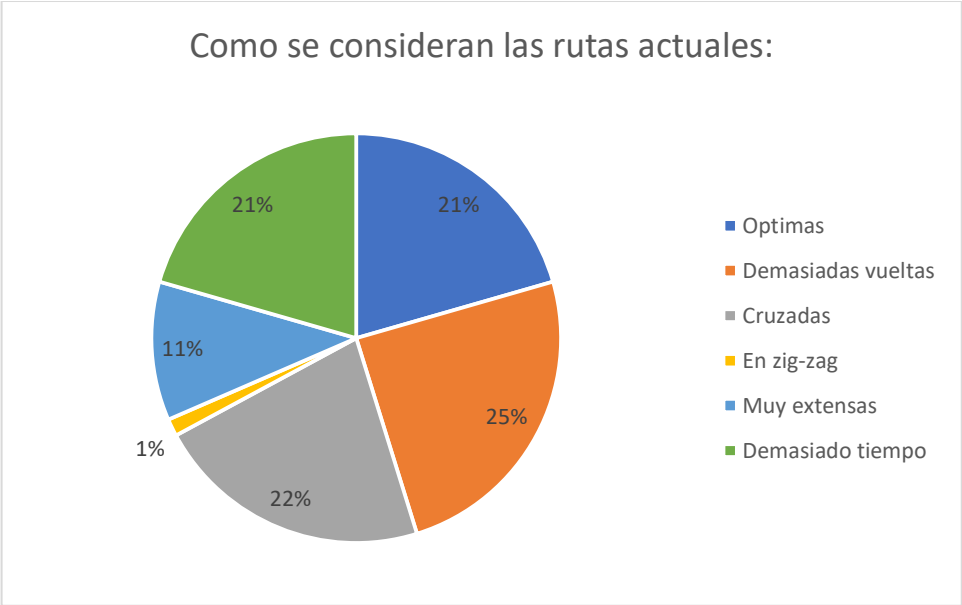


Gráfico 10-3 Representación de la pregunta 11 a los usuarios.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

Las personas que utilizan el transporte urbano afirman con un 25% de los encuestados que los buses dan demasiadas vueltas, con un 22% que existe demasiado tiempo en movilizarse de un lugar a otro, con 21% que las rutas son demasiado cruzadas, 11% que son bastante extensas. Sumando todos estos valores el 79% de la población presenta un criterio de que se debe mejorar las rutas de Riobamba frente a un 21% de que las rutas son óptimas para trasladarse a sus diferentes lugares de destino.

Pregunta 12: ¿Cree que se debe mejorar las rutas de los buses Riobamba?

Tabla 12-3 Resultados de la pregunta 12 a los usuarios.

DATOS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Sí	67	92%
No	6	8%
TOTAL	73	100%

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

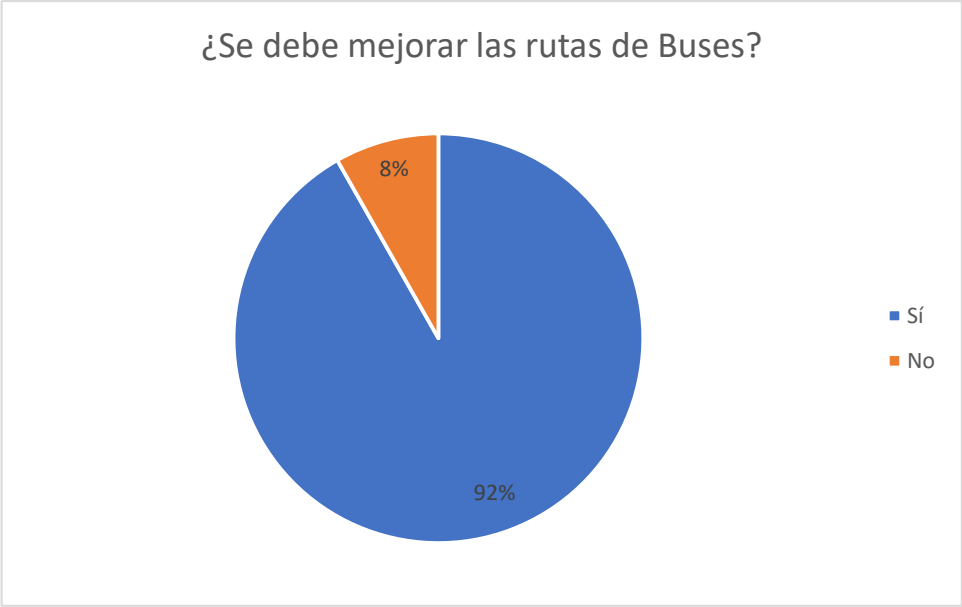


Gráfico 11-3 Representación de la pregunta 12 a los usuarios.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

Una de las preguntas más fundamentales para evaluar la necesidad de Riobamba y posteriormente brindar una solución es conocer, si las personas buscan una optimización de las rutas de los buses de Riobamba. A esta pregunta se ha obtenido como resultados que el 92% de la muestra de la población encuestada esta consiente y afirma que Riobamba necesita mejorar las rutas de la ciudad frente a un 8% de la muestra que dice no se necesita ningún cambio en la red de transporte urbano.

Pregunta 13: ¿Qué piensa que se debe mejorar?

Tabla 13-3 Resultados de la pregunta 13 a los usuarios.

DATOS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Rutas	39	30%
Tiempos de viaje	37	28%
Control en las paradas	29	22%
Optimizar la circulación	25	19%
No se debe mejorar	1	1%
TOTAL	131	100%

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

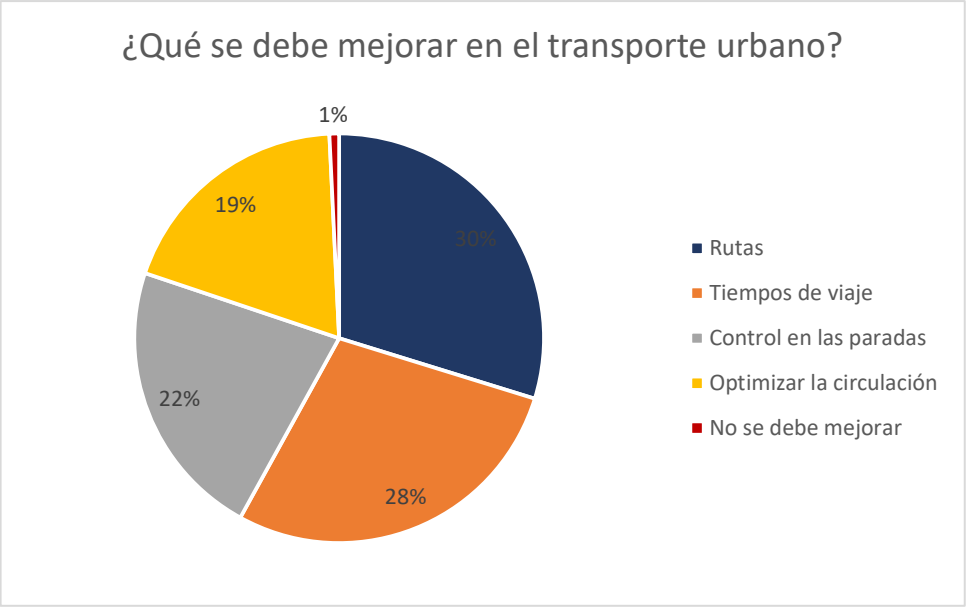


Gráfico 12-3 Representación de la pregunta 13 a los usuarios.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

Pretender mitigar las necesidades de los usuarios del transporte público es fundamental para lo cual, esta pregunta se orienta a una necesidad directa identificando el orden jerárquico de las necesidades. Un 30% de la muestra de la población identifica que fundamentalmente se debe modificar y optimizar las rutas de los transportes urbano y con un 28% que busca la reducción de los tiempos de viaje; siendo estas variables bastante grandes y notorias para buscar una solución a este problema.

El 19% dice que se debe mejorar la circulación; es decir, quieren un transporte con menor congestionamiento y el 22% que debe haber un mejor control de las paradas de los buses ya que en ocasiones el recoger pasajeros en lugares inapropiados resulta pérdidas de tiempo el resto de los usuarios. Finalmente, el 1% de las encuestados indican que no se debe mejorar ningún aspecto del transporte urbano siendo un valor reducido y menos importante a considerar para la investigación.

Pregunta 14: ¿Se ha retrasado a sus actividades diarias alguna vez, por consecuencias de la movilidad del transporte urbano?

Tabla 14-3 Resultados de la pregunta 14 a los usuarios.

DATOS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Sí	65	89%
No	8	11%
TOTAL	73	100%

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

Gráfico 13-3 Representación de la pregunta 14 a los usuarios.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

Un 89% de las personas encuestadas afirman que han llegado tarde a sus tareas por demoras en la movilidad del transporte urbano, y este es un factor que se pretende disminuir en una ciudad pequeña como lo es Riobamba. El 11% indican no haber tenido retrasos en sus actividades a causa del transporte urbano y puede deberse a factores propios de movilidad.

Pregunta 15: ¿Cuál es su tiempo promedio para subirse a un bus?

Tabla 15-3 Resultados de la pregunta 15 a los usuarios.

DATOS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
1 minuto	7	9%
2 minutos	4	5%
3 minutos	3	4%
4 minutos	2	3%
5 minutos	10	13%
8 minutos	2	3%
10 minutos	16	20%
15 minutos	18	23%
20 minutos	7	9%
25 minutos	2	3%
30 minutos	7	9%
45 minutos	0	0%

1 hora	1	1%
Otro	1	1%
TOTAL	80	100%

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

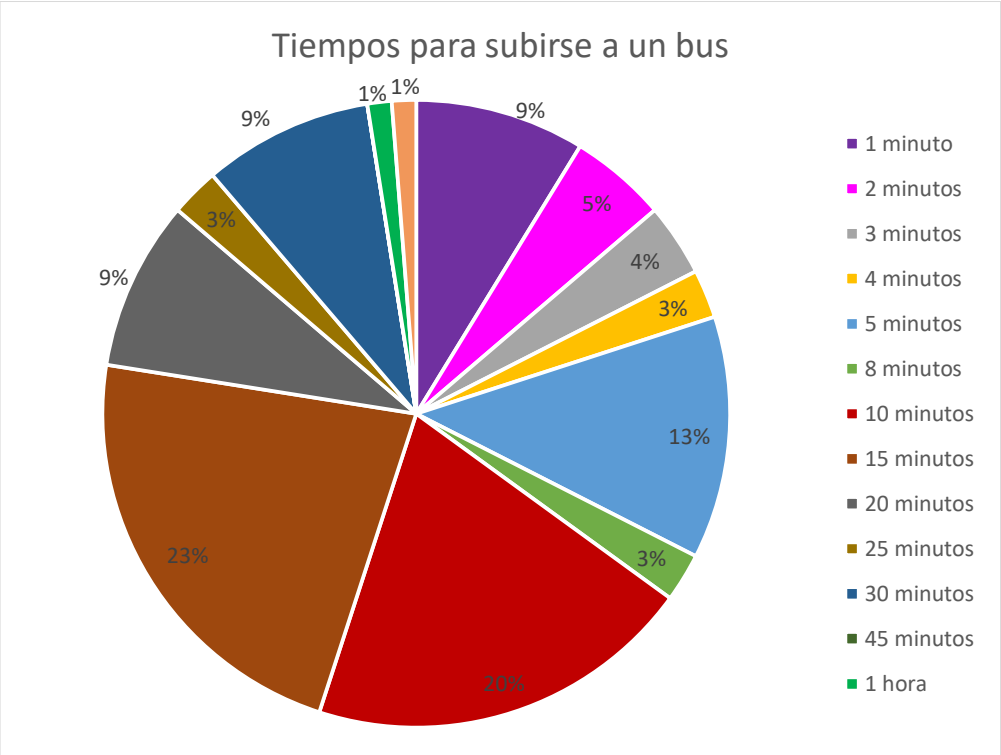


Gráfico 14-3 Representación de la pregunta 15 a los usuarios.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

Se controla mucho los tiempos en que una persona logra abordar un bus, ya que un pasajero puede ser precavido y tomarse unos minutos antes para salir a su lugar de destino, pero en ocasiones los buses no circulan con los tiempos establecidos o las frecuencias normadas, siendo este factor necesario de conocer. El 23% de los usuarios de buses aborda un bus en un promedio de 15 minutos, un 20% lo hace en 10 minutos, el 13% en 5 minutos siendo estos tiempos aceptables para movilizarse de un lugar a otro, pero hay personas que dicen subirse a un bus en un tiempo de mayor a 20 minutos afirmando que hay lugares donde el transporte de Riobamba no circula constantemente y haciendo necesario un mejor control en los tiempos de frecuencia de los buses.

Pregunta 16: La forma actual del cobro del pasaje le parece.

Tabla 16-3 Resultados de la pregunta 16 a los usuarios.

DATOS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Rápida	9	12%
Normal	59	81%

Lenta	5	7%
TOTAL	73	100%

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

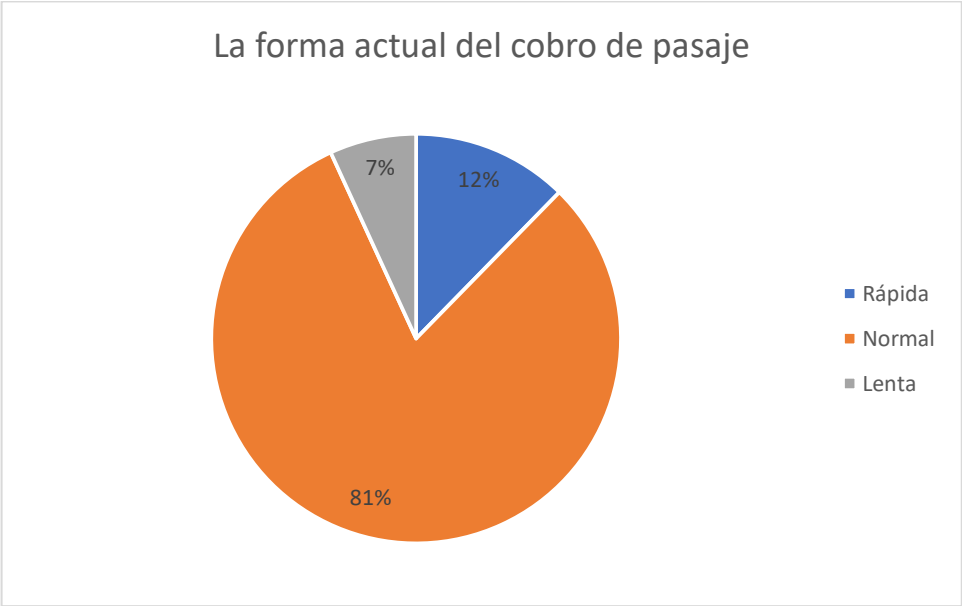


Gráfico 15-3 Representación de la pregunta 16 a los usuarios.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

Un aporte de esta investigación es la implementación de tarjetas electrónicas para el cobro del pasaje y por factores debido a gérmenes o enfermedades de transmisión, disminuir el contacto entre las personas. Para ello se ha implementado esta pregunta en la cual el 81% dice que el cobro de Riobamba es normal y únicamente el 12% dice que el cobro actual es rápido, haciéndose evidente que el cobro no está mal pero no es totalmente eficiente y eficaz.

Pregunta 17: ¿Qué opina de implementar el cobro del pasaje con tarjetas electrónicas en Riobamba?

Tabla 17-3 Resultados de la pregunta 17 a los usuarios.

DATOS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Excelente	29	40%
Bueno	19	26%
Regular	11	15%
Malo	8	11%
Prefiero no opinar	6	8%
TOTAL	73	100%

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

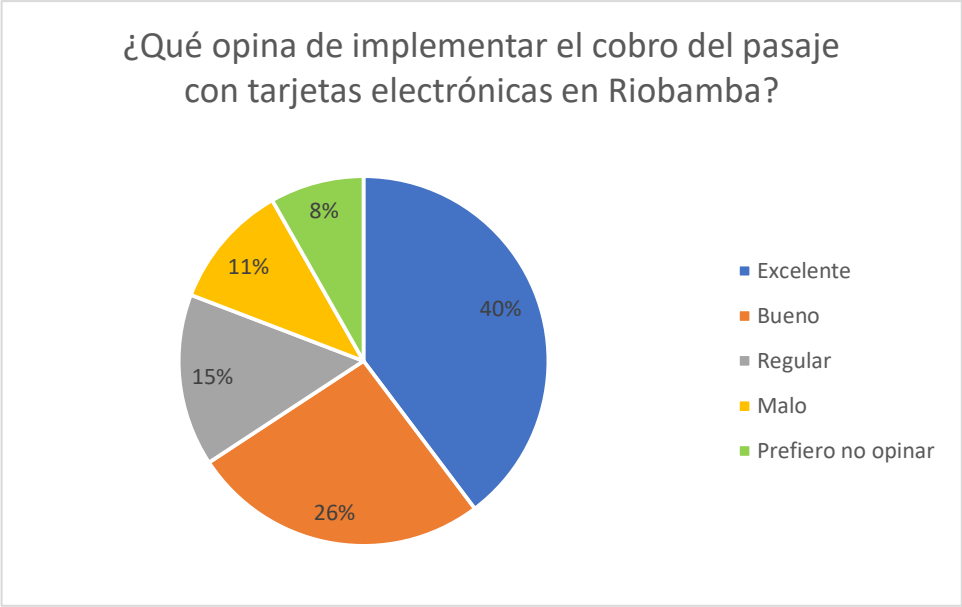


Gráfico 16-3 Representación de la pregunta 17 a los usuarios.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

Además, propone una optimización del transporte urbano con un aporte en los cobros de los pasajes con tarjetas electrónicas con las cuales, se reducen los tiempos de cobros y la aglomeración de las personas, e incluso se pretende disminuir los robos evitando llevar dinero en los bolsillos de las personas.

El 40% de las personas encuestadas indican que es una excelente opción para el futuro cobro de los pasajes, un 26% dice que es bueno esta forma de cobro y un 15%, 11% y 8% dicen que esta implementación es algo regular, malo y los últimos prefieren no opinar dando un total del 34% de personas que tienen una mala visión frente a este método de cobro de pasajes. Finalmente, un total de 66% de la población da un visto bueno para que este método se implemente en la presente investigación como una parte de la solución a la movilidad de los usuarios del transporte de Riobamba.

3.3. Encuesta a los Transportistas

Para evaluar a los transportistas se han propuesto 17 preguntas, únicamente centrándose en evaluar los gastos y servicios que presenta el transporte urbano en Riobamba.

Pregunta 1: ¿Cuál es el nombre de su cooperativa?

Tabla 18-3 Resultados de la pregunta 1 a los transportistas.

Datos	Frecuencia	Porcentaje

BUSTRAP	0	0%
URBESP	1	3%
ECOTURISA	1	3%
PURUHA	13	38%
LIRIBAMBA	7	21%
UNITRASEEP	0	0%
SAGRARIO	12	35%
TOTAL	34	100%

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

El propósito de esta pregunta es garantizar una muestra de la población en diferentes cooperativas de buses de la ciudad de Riobamba para que los resultados finales no depende de una cooperativa; sino al contrario conocer una opinión más amplia de los choferes que día a día realizan su trabajo.

Un 38% de los choferes profesionales encuestadas pertenecen a la cooperativa Puruhá debido a que es la poseedora de la mayor parte de unidades vehiculares en actividad de la ciudad de Riobamba.

Pregunta 2: ¿Cual considera las horas de mayor congestionamiento vehicular en la ciudad de Riobamba?

Tabla 19-3 Resultados de la pregunta 2 a los transportistas lunes.

Datos	**Lunes**	
	Frecuencia	**Porcentaje**
6H00-8H00	28	52%
8H00-10H00	4	7%
10H00-12H00	7	13%
12H00-14H00	7	13%
14H00-16H00	1	2%
16H00-18H00	6	11%
18H00-20H00	1	2%
TOTAL	54	100%

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

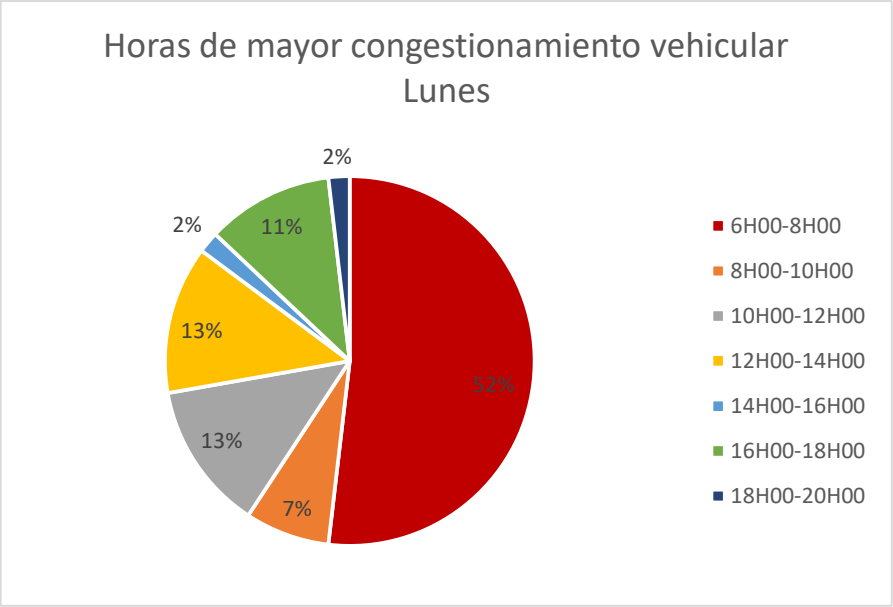


Gráfico 17-3 Representación de la pregunta 2 a los transportistas lunes.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

De acuerdo con los transportistas la hora de mayor congestionamiento el lunes se presenta en la mañana de 6:00-8:00 a.m. y con menor frecuencia de 10:00-12:00 a.m.; en la tarde de 16:00-18:00 p.m.

Tabla 20-4 Resultados de la pregunta 2 a los transportistas martes.

Datos	**Martes**	
	Frecuencia	**Porcentaje**
6H00-8H00	23	49%
8H00-10H00	2	4%
10H00-12H00	6	13%
12H00-14H00	8	17%
14H00-16H00	1	2%
16H00-18H00	6	13%
18H00-20H00	1	2%
TOTAL	47	100%

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

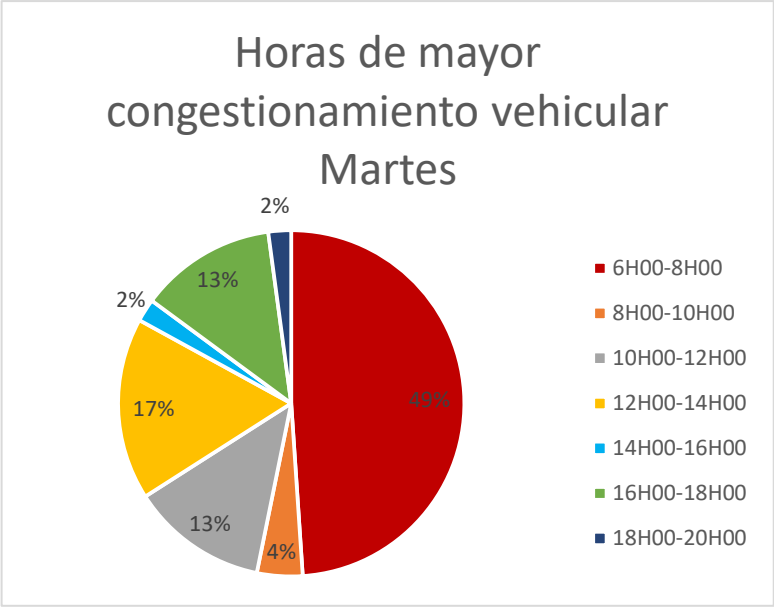


Gráfico 18-3 Representación de la pregunta 2 a los transportistas martes.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

De acuerdo con los transportistas la hora de mayor congestionamiento del martes se presenta en la mañana de 6:00-8:00 a.m.; en la tarde de 12:00-14:00 p.m. y 16:00-18:00 p.m.

Tabla 21-3 Resultados de la pregunta 2 a los transportistas miércoles.

Datos	**Miércoles**	
	Frecuencia	**Porcentaje**
6H00-8H00	24	48%
8H00-10H00	3	6%
10H00-12H00	7	14%
12H00-14H00	8	16%
14H00-16H00	1	2%
16H00-18H00	6	12%
18H00-20H00	1	2%
TOTAL	50	100%

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

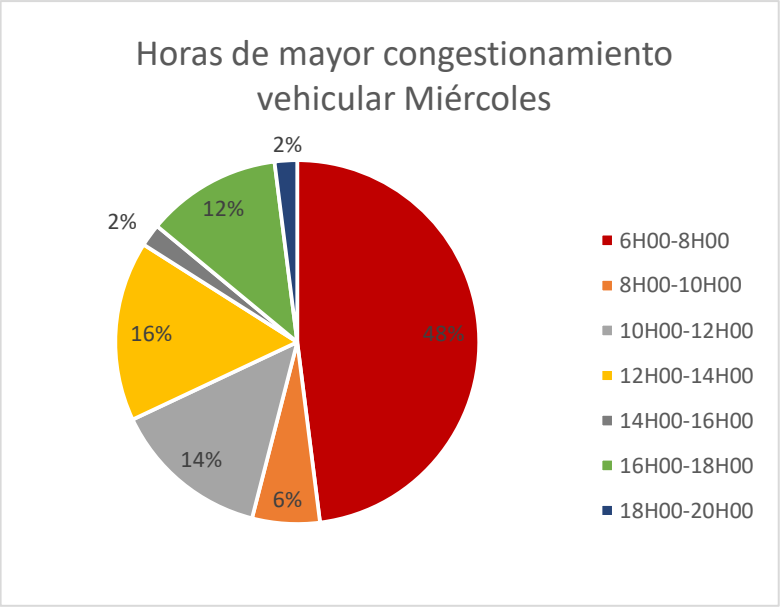


Gráfico 19-3 Representación de la pregunta 2 a los transportistas miércoles.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

De acuerdo con los transportistas la hora de mayor congestionamiento el miércoles se presenta en la mañana de 6:00-8:00 a.m.; en la tarde de 12:00-14:00 p.m. y 16:00-18:00 p.m.

Tabla 22-3 Resultados de la pregunta 2 a los transportistas jueves.

Datos	**Jueves**	
	Frecuencia	**Porcentaje**
6H00-8H00	24	47%
8H00-10H00	3	6%
10H00-12H00	7	14%
12H00-14H00	9	18%
14H00-16H00	1	2%
16H00-18H00	6	12%
18H00-20H00	1	2%
TOTAL	51	100%

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

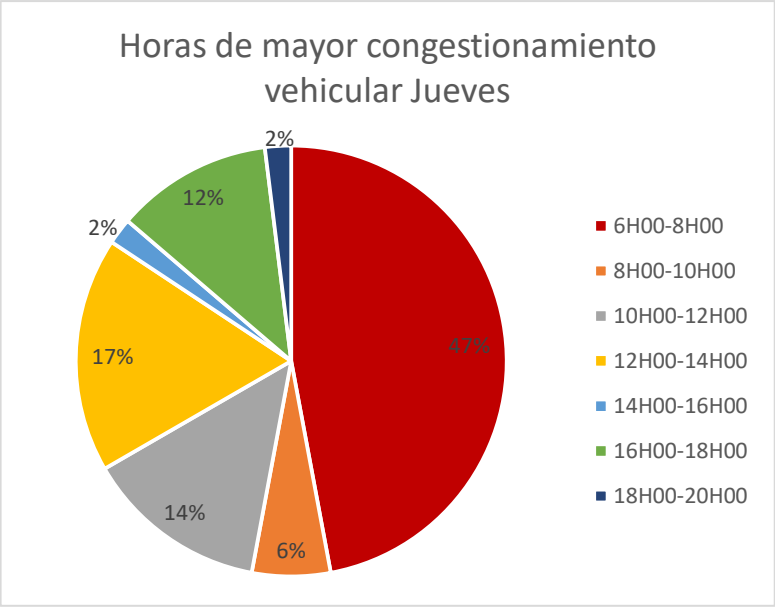


Gráfico 20-3 Representación de la pregunta 2 a los transportistas jueves.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

De acuerdo con los transportistas la hora de mayor congestionamiento el jueves se presenta en la mañana de 6:00-8:00 a.m. y 10:00-12:00 a.m.; en la tarde de 12:00-14:00 p.m. y 16:00-18:00 p.m.

Tabla 23-3 Resultados de la pregunta 2 a los transportistas viernes.

Datos	**Viernes**	
	Frecuencia	**Porcentaje**
6H00-8H00	28	45%
8H00-10H00	4	6%
10H00-12H00	8	13%
12H00-14H00	12	19%
14H00-16H00	4	6%
16H00-18H00	6	10%
18H00-20H00	0	0%
TOTAL	62	100%

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

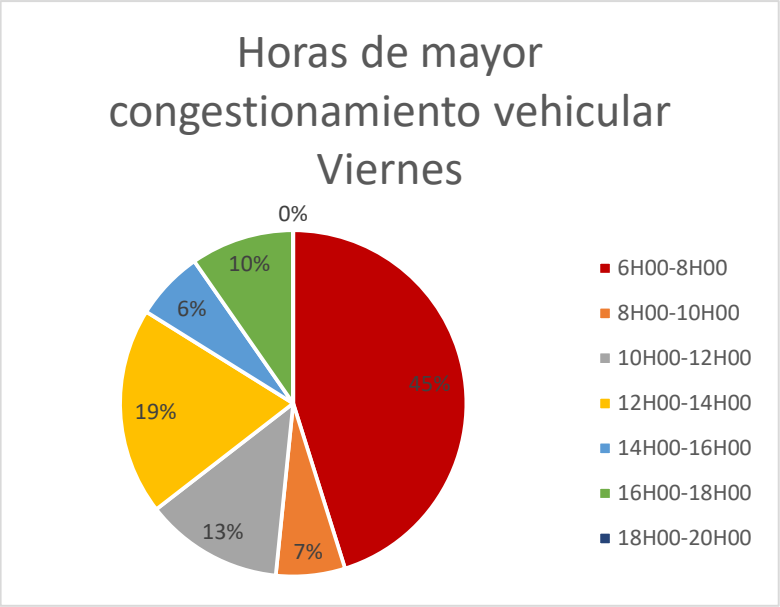


Gráfico 21-3 Representación de la pregunta 2 a los transportistas viernes.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

De acuerdo con los transportistas la hora de mayor congestionamiento el viernes se presenta en la mañana de 6:00-8:00 a.m. y 10:00-12:00 a.m.; en la tarde de 12:00-14:00 p.m. y 16:00-18:00 p.m.

Tabla 24-3 Resultados de la pregunta 2 a los transportistas sábado.

Datos	**Sábado**	
	Frecuencia	**Porcentaje**
6H00-8H00	22	43%
8H00-10H00	4	8%
10H00-12H00	9	18%
12H00-14H00	9	18%
14H00-16H00	3	6%
16H00-18H00	4	8%
18H00-20H00	0	0%
TOTAL	51	100%

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

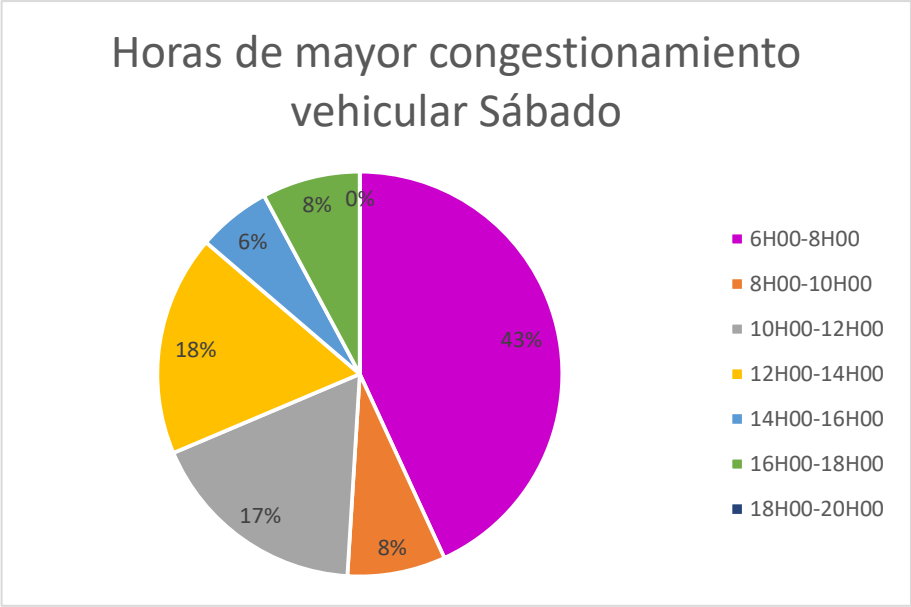


Gráfico 22-3 Representación de la pregunta 2 a los transportistas sábado.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

De acuerdo con los transportistas la hora de mayor congestionamiento el sábado se presenta en la mañana de 6:00-8:00 a.m. y 10:00-12:00 a.m.; en la tarde de 12:00-18:00 pm.

Pregunta 3: ¿Cuáles son los lugares de Riobamba de mayor congestionamiento vehicular?

Tabla 25-3 Resultados de la pregunta 3 a los transportistas.

Datos	**frecuencia**	**Porcentaje**
Mayorista	18	24%
Mercado San Alfonso	6	8%
Mercado Santa Rosa	5	7%
Mercado La Merced	5	7%
Media Luna	16	22%
Terminal de Riobamba	2	3%
ESPOCH	2	3%
Centro Riobamba	6	8%
Terminal de Baños	2	3%
Brigada Galápagos	3	4%
Bypass	2	3%
Colegio San Felipe	2	3%
Total	74	100%

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

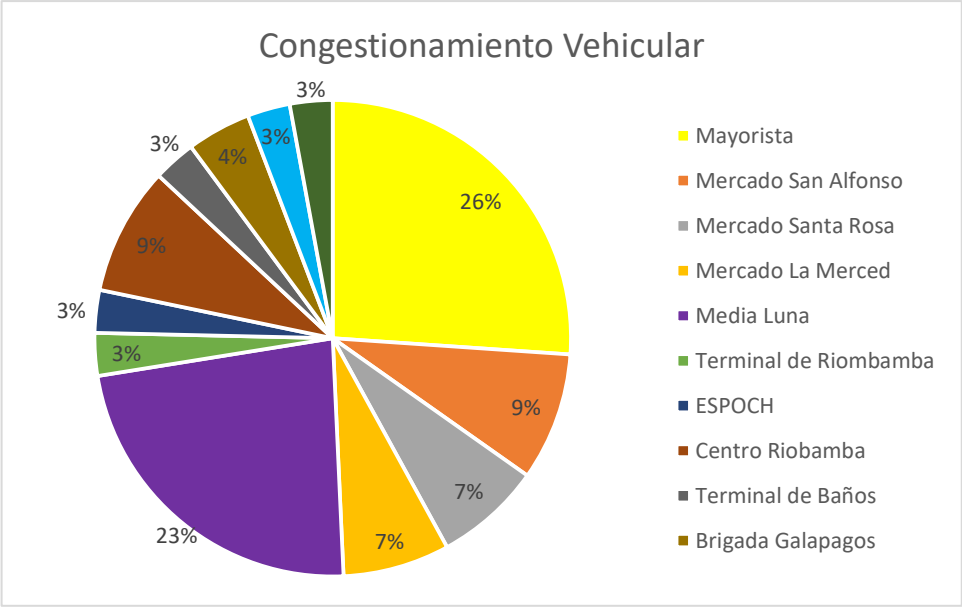


Gráfico 23-3 Representación de la pregunta 3 a los transportistas.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

La mayor parte de los transportistas esta consiente de que Riobamba presenta lugares con mucha congestión vehicular, una parte de la muestra afirma que el lugar de mayor congestionamiento vehicular en el sector del Mayorista y Media luna con un 24% y 22% respectivamente, también se presenta lugares como mercados Santa Rosa, La Merced, San Alfonso que tiene congestionamiento vehicular en exceso.

Pregunta 4: ¿Cuál es el valor estimado de dinero de tanqueo de combustible al día?

Tabla 26-3 Resultados de la pregunta 4 a los transportistas.

Línea	**Promedio**
Línea 1	$ 19,00
Línea 2	$ 13,50
Línea 3	$ 22,00
Línea 4	$ 20,00
Línea 5	$ 22,00
Línea 6	$ 15,75
Línea 7	$ 20,00
Línea 8	$ 20,00
Línea 9	$ 19,00
Línea 10	$ 18,00
Línea 11	$ 17,00
Línea 12	$ 18,00

Línea 13	$	18,00
Línea 14	$	18,00
Línea 15	$	15,60
Línea 16	$	19,50

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

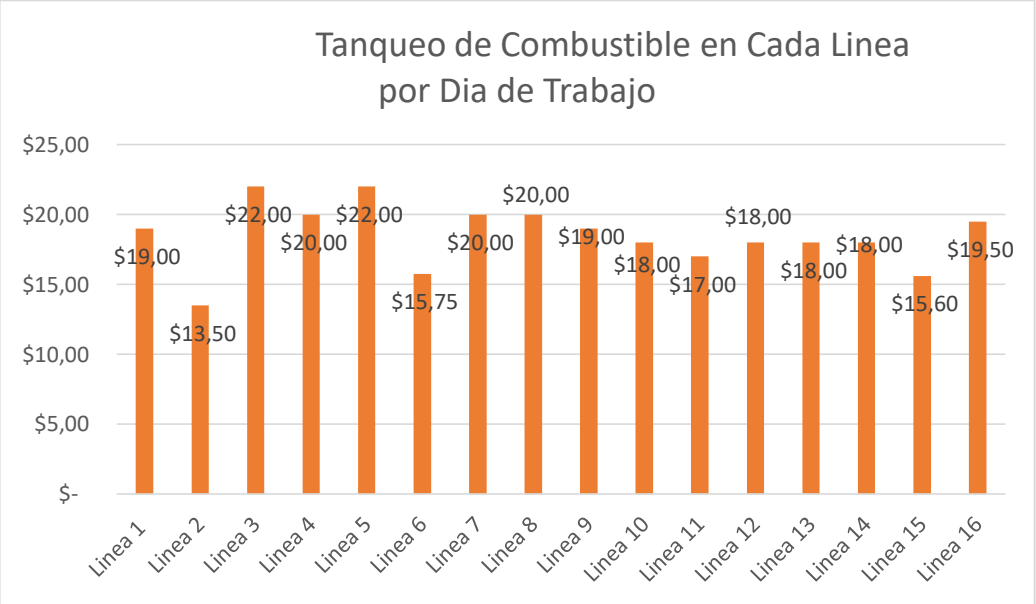


Gráfico 24-3 Representación de la pregunta 4 a los transportistas.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

Los transportistas indican en esta preguntan la cantidad de combustible que añaden al vehículo para trabajar en su día de trabajo, siendo esta cantidad un parámetro muy importante para realizar un análisis de optimización. De manera puntual se observa que la línea 3 y 5 llenan de combustible al vehiculo con $22. Y por lo contrario la línea 2 y 15 son las que menos cantidad de combustible se ocupa con $13,5 y $15,6 respectivamente.

Pregunta 5: ¿De su respuesta de la pregunta 4 estime valor en dinero de combustible total sobrante en el día?

Tabla 27-3 Resultados de la pregunta 5 a los transportistas.

Línea	**Promedio**	
Línea 1	$	7,00
Línea 2	$	1,00
Línea 3	$	2,75
Línea 4	$	10,00
Línea 5	$	2,83
Línea 6	$	4,38

Línea 7	$	0
Línea 8	$	0
Línea 9	$	0
Línea 10	$	0
Línea 11	$	0
Línea 12	$	0
Línea 13	$	0
Línea 14	$	0
Línea 15	$	4,40
Línea 16	$	0

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

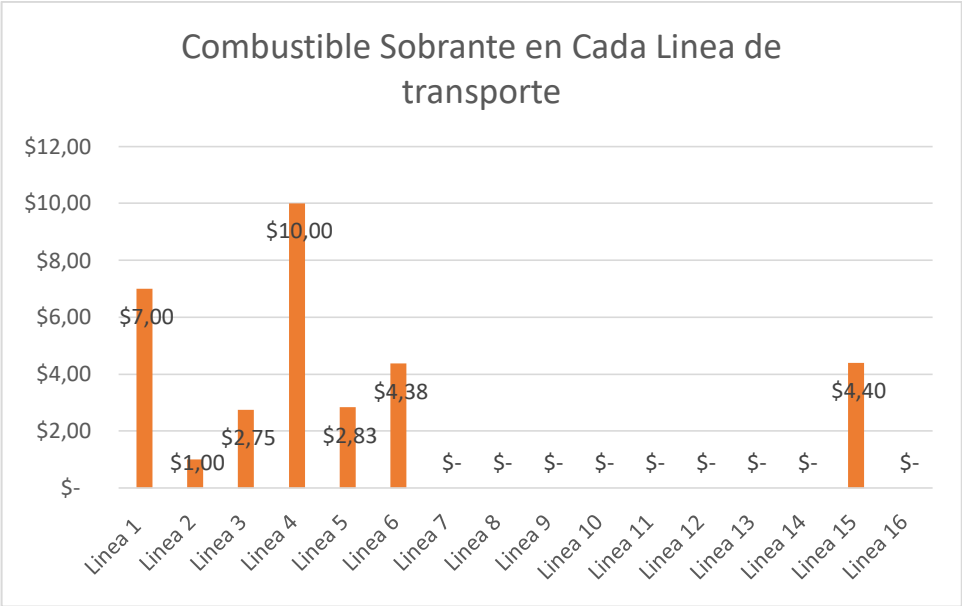


Gráfico 25-3 Representación de la pregunta 5 a los transportistas.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

De las líneas que prestan servicio en la ciudad de Riobamba se observa que tiene mayor combustible sobrante es la línea 4 con $20 y por consiguiente la línea 1 con $7. En todas las demás líneas se presenta valores bajos de combustible sobrante o en ocasiones de cero.

Pregunta 6: ¿Qué tiempo se demora en un recorrido completo de acuerdo con su respuesta de la pregunta 5?

Tabla 28-3 Resultados de la pregunta 6 a los transportistas.

Línea	**Tiempo (min)**
Línea 1	97,5
Línea 2	85

Línea 3	95
Línea 4	90
Línea 5	105,8
Línea 6	84,25
Línea 7	120
Línea 8	105
Línea 9	110
Línea 10	120
Línea 11	90
Línea 12	95
Línea 13	110
Línea 14	110
Línea 15	88
Línea 16	92,5

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

El propósito de esta pregunta es obtener el tiempo de una vuelta completa de cada línea de autobús.

Pregunta 7. ¿Cuál es el tiempo promedio que se demora en una parada de autobús?

Tabla 29-3 Resultados de la pregunta 7 a los transportistas.

Tiempo	**Parada mayor afluencia**		**Parada menor afluencia**	
	Frecuencia	**Porcentaje**	**Frecuencia**	**Porcentaje**
20 segundos	2	5%	10	29%
30 segundos	2	5%	17	49%
45 segundos	3	8%	3	9%
1 minuto	20	54%	1	3%
1 minuto 20 segundos	1	3%	1	3%
1 minuto 40 segundos	0	0%	0	0%
2 minutos	6	16%	0	0%
3 minutos	2	5%	1	3%
4 minutos	0	0%	0	0%
5 minutos	1	3%	2	6%
	37	100%	35	100%

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

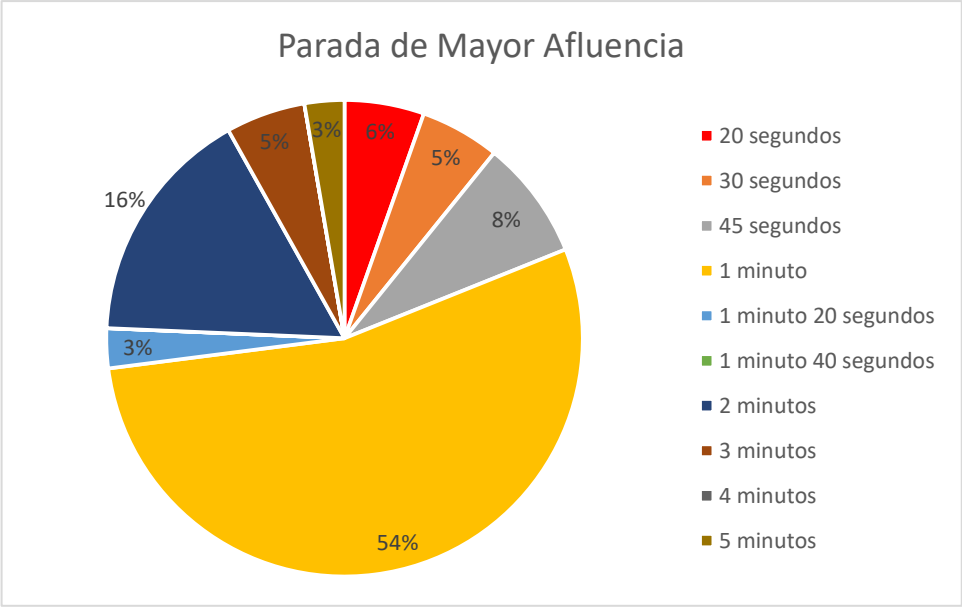


Gráfico 26-3 Representación de la pregunta 7 a los transportistas.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

Para considerar el tiempo de una vuelta completa en cada línea de transporte es necesario mentalizar el tiempo en que los autobuses se detienen para recoger usuarios del transporte público. Del total de encuestados presenta que las paradas de mayor afluencia de personas tienen un tiempo máximo de espera de 1 minuto con un 52% del total de encuestado en cada parada, aunque cabe recalcar que también hay transportistas que indican que tienen un tiempo de demora de alrededor de 2 minutos con un 16%. Estableciendo que el servicio presenta tiempos amplios de espera para recoger usuarios en paradas de mayor afluencia.

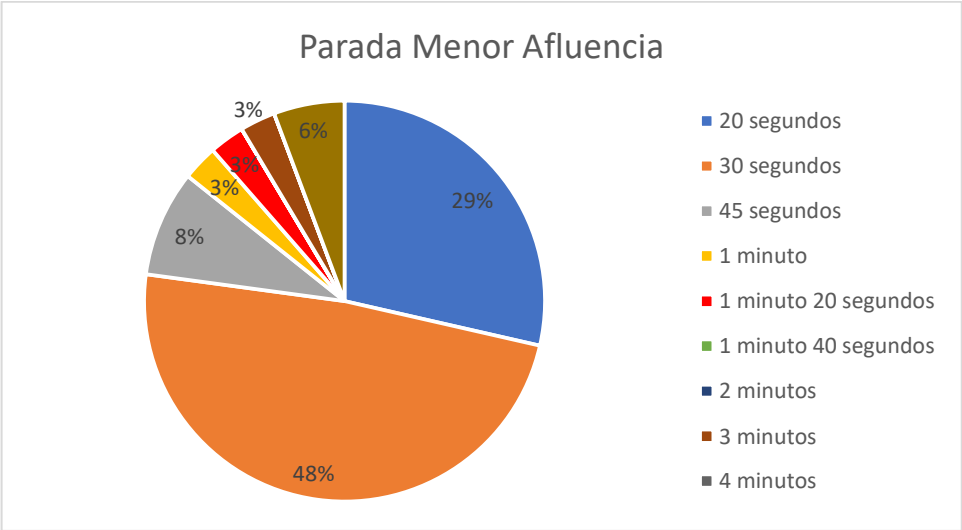


Gráfico 27-3 Representación de la pregunta 7 a los transportistas.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

Para considerar el tiempo de una vuelta completa de cada línea de transporte es necesario mentalizar el tiempo en el que los autobuses se detienen para recoger a los usuarios del transporte público. Del total de encuestados nos presenta que en las paradas de menor afluencia de personas tienen un tiempo máximo de espera de 30 segundos con un 48% del total de encuestado en cada línea de transporte, aunque cabe recalcar que también existen transportistas que tienen un tiempo de demora de alrededor de 20 segundo con un 29%. Estableciendo que el servicio presenta tiempos cortos de espera para recoger usuarios en paradas de menor afluencia.

Pregunta 8. ¿Conoce lugares los cuales no son cubiertos por el sistema de transporte urbano de Riobamba?

Tabla 30-3 Resultados de la pregunta 8 a los transportistas.

Datos	Frecuencia	Porcentaje
Si	15	44%
No	19	56%
Total	34	100%

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

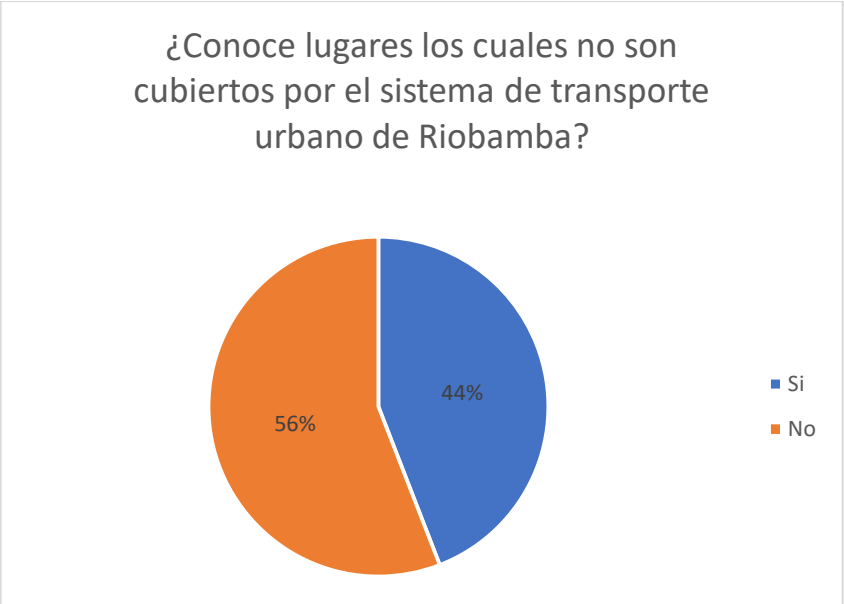


Gráfico 28-3 Representación de la pregunta 8 a los transportistas.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

Esta pregunta evalúa el porcentaje de la población encuestada si conoce lugares que no cubre el transporte urbano público de Riobamba.

El 56% del total de encuestados afirman que no conocen lugares que no sean cubiertos por este medio de transporte indicando así que cubren toda la ciudad de Riobamba. El 44 % de los

transportistas indican que conocen lugares que no son cubiertos por este servicio dando como resultado nuevos lugares para satisfacer a la población.

Pregunta 9. Si su respuesta de la pregunta 10 es "Si" indique los lugares, caso contrario no llene esta pregunta.

Tabla 31-3 Resultados de la pregunta 9 a los transportistas.

Lugares	**Frecuencia**	**Porcentaje**
Inmaculada	1	5%
Anillo Vial	1	5%
Parte sur	1	5%
San Clemente	1	5%
Perímetro del Parque Industrial	1	5%
Exteriores de Riobamba	4	21%
Parte Norte	1	5%
Nueva Vía	1	5%
Miraflores	1	5%
San Antonio	1	5%
Barrio El Troje	2	11%
Barrio Lolita Samaniego	1	5%
Av. Gonzalo Davalos	1	5%
San Martin	2	11%
Total	19	100%

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

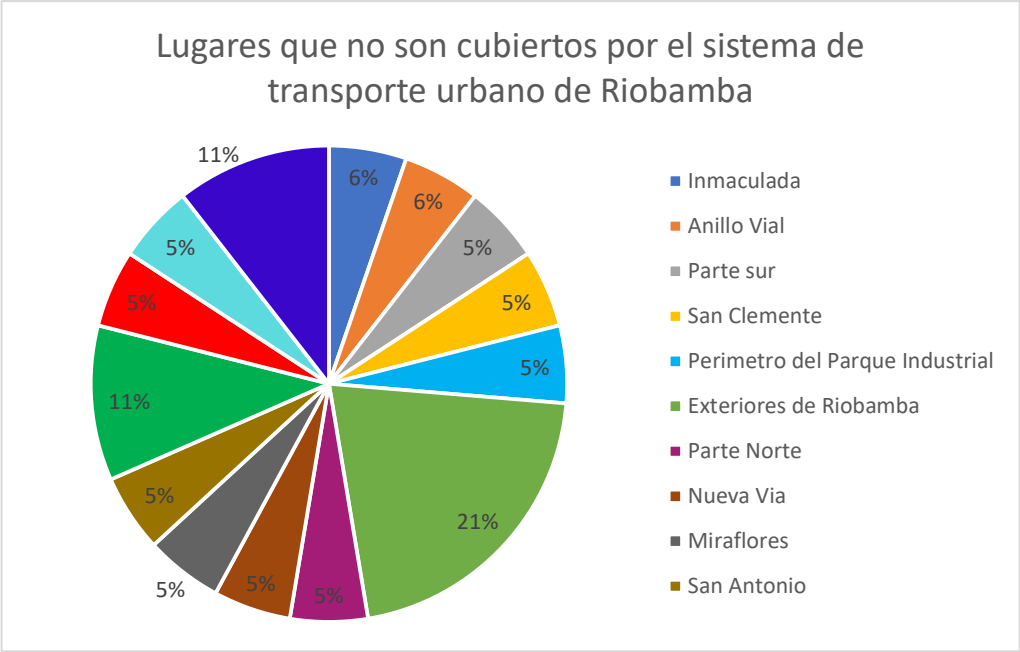


Gráfico 29-3 Representación de la pregunta 9 a los transportistas.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

De acuerdo con los transportistas que indicaron que si existen lugares que no son cubiertos totalmente por el servicio de red de transporte público de Riobamba se dan a conocer los lugares, pero también se obtuvo información como qué lugar es el que necesita mayor atención como el sector de San Martin y los nuevos exteriores de Riobamba ya que la población está en constante crecimiento.

Pregunta 10. ¿En cuál de las rutas se obtiene mayor y menor ganancia monetaria?

Tabla 32-3 Resultados de la pregunta 10 a los transportistas.

Línea	**Mayor Ganancia**		**Menor Ganancia**	
	Frecuencia	**Porcentaje**	**Frecuencia**	**Porcentaje**
Línea 1	2	3%	1	1%
Línea 2	2	3%	1	1%
Línea 3	0	0%	2	3%
Línea 4	23	39%	0	0%
Línea 5	15	25%	0	0%
Línea 6	0	0%	5	7%
Línea 7	0	0%	1	1%
Línea 8	0	0%	2	3%
Línea 9	0	0%	8	11%
Línea 10	0	0%	18	26%

Línea 11	0	0%	15	21%
Línea 12	0	0%	5	7%
Línea 13	6	10%	1	1%
Línea 14	11	19%	1	1%
Línea 15	0	0%	4	6%
Línea 16	0	0%	6	9%
Total	59	100%	70	100%

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

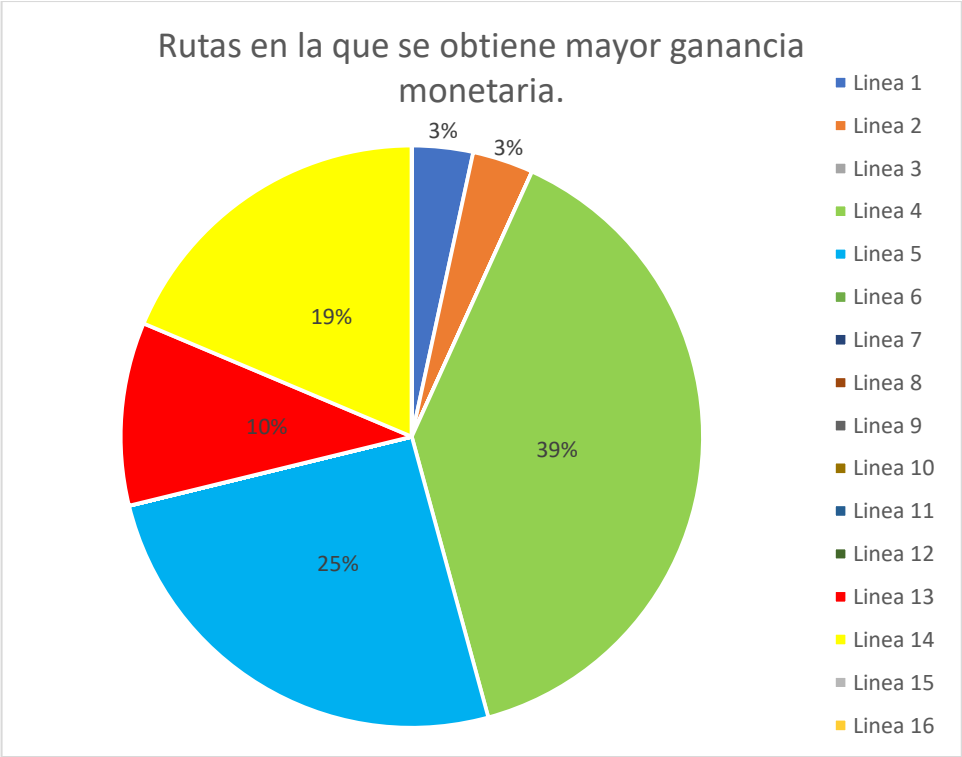


Gráfico 30-3 Representación de la pregunta 10 a los transportistas.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

Esta pregunta evalúa las líneas que dan mayor contribución monetaria al transportista. Existen líneas en las que se obtiene ganancias considerables para el transportista como la línea 4 con un porcentaje de 39% seguida de la línea 5 con un 25%. Estos datos son de gran importancia ya que se tendrá conocimiento de las rutas que prestan una mayor ganancia al transportista.

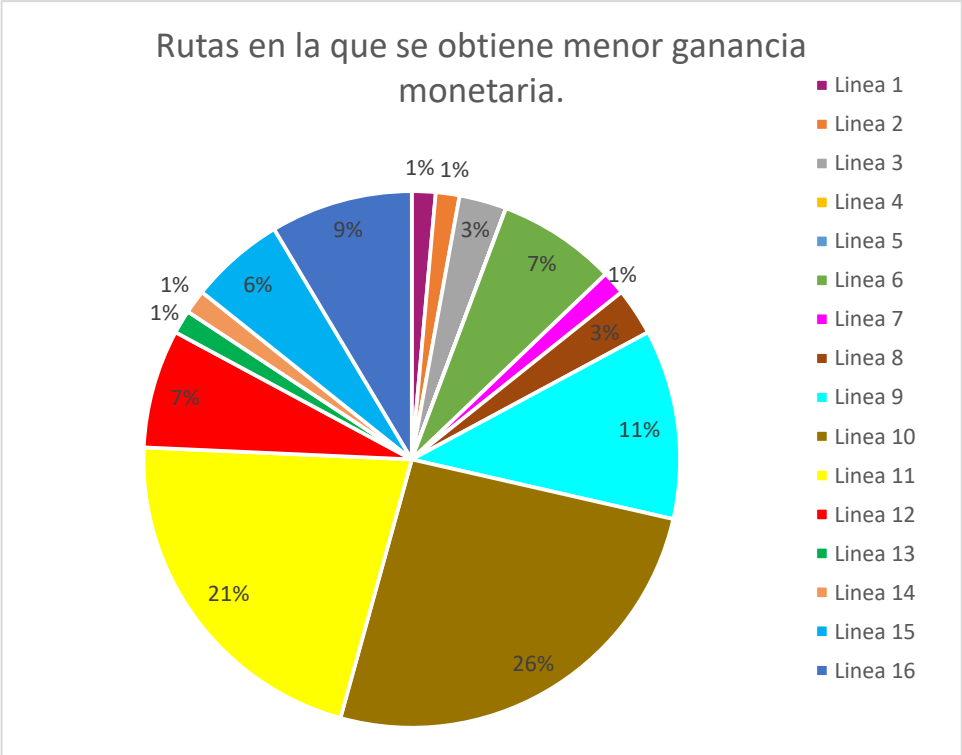


Gráfico 31-3 Representación de la pregunta 10 a los transportistas.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

Esta pregunta evalúa las líneas que dan menor contribución monetaria al transportista. Existen líneas en las que se obtiene ganancias considerablemente bajo para el transportista como la línea 9 con un porcentaje de 11%, la línea 10 con un 26% y la línea 11 con un 21%. Estos datos son de gran importancia ya que se tendrá conocimiento de las rutas que prestan menor ganancia al transportista indicando que existe un problema en esta ruta.

Pregunta 11: ¿Qué opina sobre la reducción de tiempos de viaje en cada ruta de transporte?

Tabla 33-3 Resultados de la pregunta 11 a los transportistas.

Datos	**Frecuencia**	**Porcentaje**
Excelente	1	3%
Buena	10	29%
Mala	19	56%
Pésima	4	12%
Total	34	100%

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

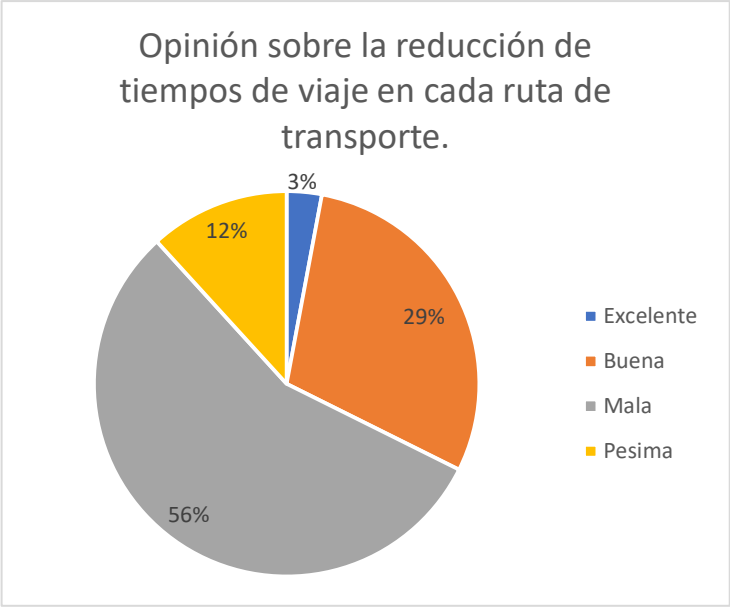


Gráfico 32-3 Representación de la pregunta 11 a los transportistas.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

Esta pregunta valora la reducción de tiempo en cada línea de ruta dando como resultado en un 3% excelente, 29% buena, mala en un 56% y pésimo en un 12%. Estos datos nos indica la importancia que dan los transportistas de buses a la reducción de tiempo de las líneas en la ciudad de Riobamba.

Pregunta 12: ¿Está de acuerdo con la distribución de las rutas actuales de buses en Riobamba?

Tabla 34-3 Resultados de la pregunta 12 a los transportistas.

Datos	Frecuencia	Porcentaje
Si	22	67%
No	11	33%
Total	33	100%

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

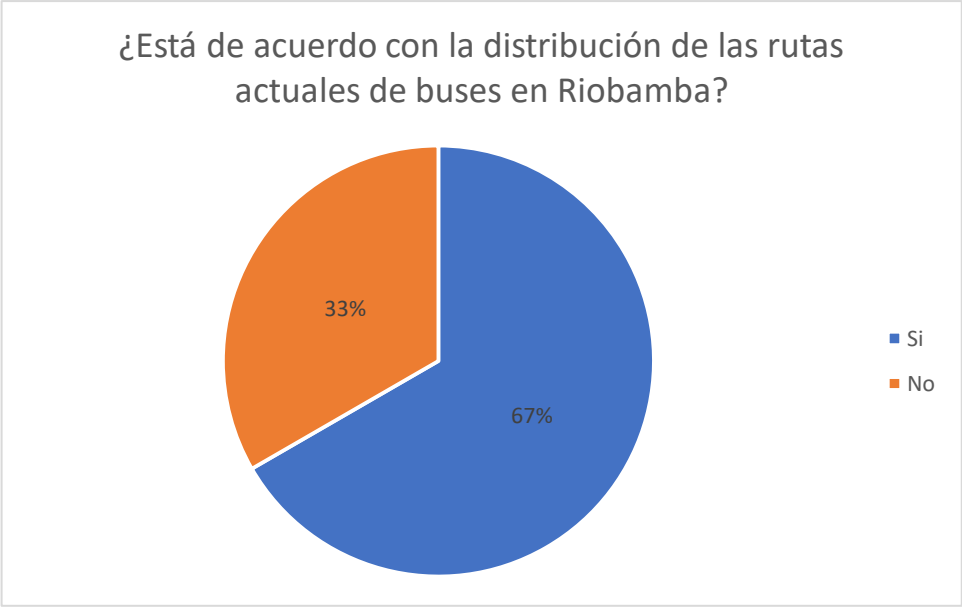


Gráfico 33-3 Representación de la pregunta 12 a los transportistas.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

La pregunta se valora en que si es favorable la distribución de rutas actuales de buses en Riobamba y como resultado se indica que la distribución de líneas de buses es 67%. Si en que las rutas están correctas en su distribución y el otro 33% en que No están distribuidas de forma correcta en la ciudad de Riobamba las rutas de buses.

Pregunta 13: ¿Estaría de acuerdo en que se reordene las rutas de buses en Riobamba para ahorrar su consumo de combustible?

Tabla 35-3 Resultados de la pregunta 13 a los transportistas.

Datos	Frecuencia	Porcentaje
Si	8	44%
No	10	56%
Total	18	100%

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

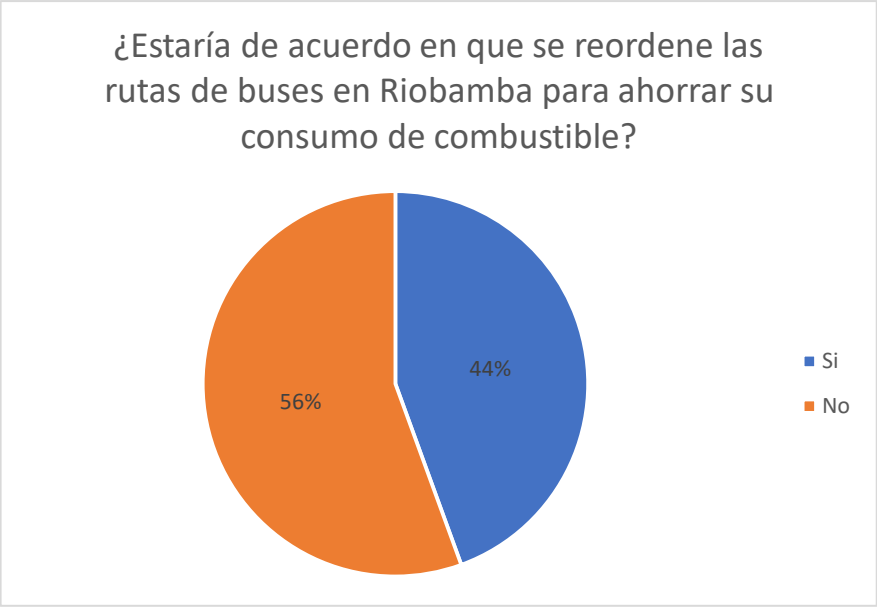


Gráfico 34-3 Representación de la pregunta 13 a los transportistas.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

De acuerdo con el ahorro de combustible se realiza la pregunta a los transportistas de autobuses de la ciudad de Riobamba en la cual indica que no estarían de acuerdo en un 56% en reordenar las rutas de buses para un menor consumo de combustible, mientras que un 44% si está de acuerdo en este cambio.

Pregunta 14: ¿Qué opina sobre implementar tarjetas electrónicas para el cobro de pasajes en las unidades de transporte al igual que otras provincias del país?

Tabla 36-3 Resultados de la pregunta 14 a los transportistas.

Datos	**Frecuencia**	**Porcentaje**
Excelente	1	3%
Bueno	9	28%
Malo	21	66%
Pésimo	1	3%
Total	32	100%

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

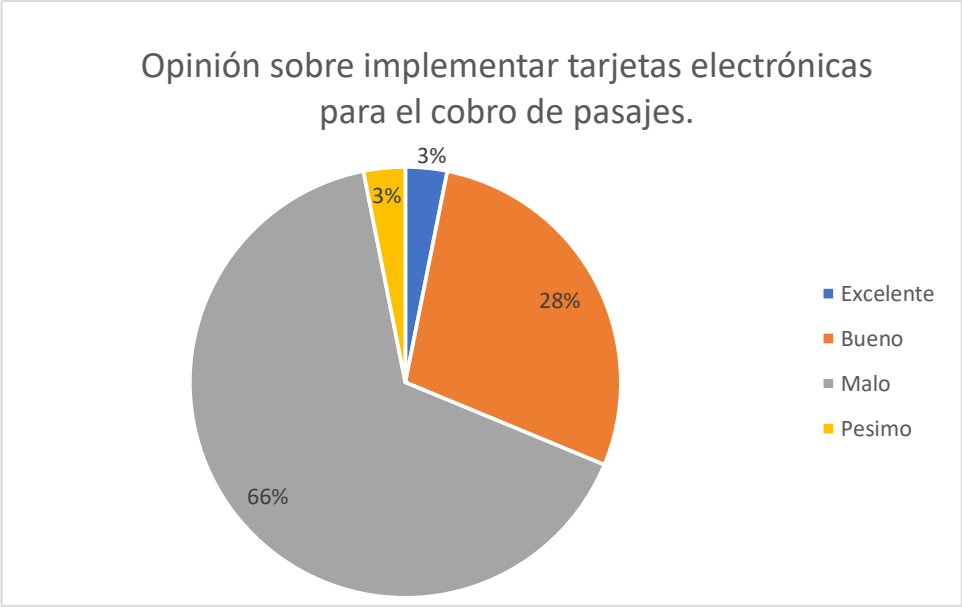


Gráfico 35-3 Representación de la pregunta 14 a los transportistas.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

El 3% de las personas encuestadas indica que es una excelente opción para el cobro de los pasajes, un 28% dice que es bueno esta forma de cobro, 66% da a conocer que es malo y un 3% lo categoriza como pésimo, de acuerdo con los encuestado indican que implementar este servicio de cobro seria y un alto costo por lo que no están dispuesto a esta implementación. Finalmente, un total de 66% de los encuestados no da un visto bueno para que este método se implemente en la presente investigación como una parte de la solución a la movilidad de los usuarios del transporte de Riobamba.

Pregunta 15: ¿Cuál es el intervalo de tiempo de salida entre buses en la base de salida en cada línea?

Tabla 37-3 Resultados de la pregunta 15 a los transportistas.

Línea	**Tiempo Promedio (min)**
línea 1	8
línea 2	5
línea 3	10
línea 4	11
línea 5	12
línea 6	10
línea 7	10
línea 8	8
línea 9	10

línea 10	10
línea 11	10
línea 12	10
línea 13	8
línea 14	4
línea 15	6
línea 16	20

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

Esta pregunta evalúa el intervalo de tiempo de salida del bus en cada ruta, dando como resulta tiempos máximos en la línea 16 de 20 minutos, en las líneas 3,6,7,9,10,11,12 con un tiempo de intervalo de 10 minutos, línea 15 con 6 minutos, línea 14 con 4 minutos, línea 13,8 y 1 con 8 minutos, línea 5 con 12 minutos, línea 4 con 11 minutos y la línea 2 con 5 minutos de intervalo.

Pregunta 16: ¿Cuantos autobuses de transporte urbano publico dispone en la línea que recorre?

Tabla 38-3 Resultados de la pregunta 16 a los transportistas.

Línea	**Vehículos**
Línea 1	13
Línea 2	16
Línea 3	13
Línea 4	10
Línea 5	10
Línea 6	10
Línea 7	13
Línea 8	12
Línea 9	12
Línea 10	12
Línea 11	12
Línea 12	12
Línea 13	13
Línea 14	12
Línea 15	12
Línea 16	13

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

En esta pregunta se plantea el número de vehículos que requiere cada línea para prestar el servicio en la ciudad de Riobamba, esta cantidad de buses son como mínimo 10 y máximo 16 unidades vehiculares que circulan en la urbe.

Pregunta 17: ¿Cuál es el número de vueltas que realiza en cada línea por día de trabajo?

Tabla 39-3 Resultados de la pregunta 17 a los transportistas

Línea	**Numero de Vueltas**
Línea 1	6
Línea 2	5,5
Línea 3	6
Línea 4	6,5
Línea 5	7
Línea 6	7
Línea 7	7
Línea 8	6
Línea 9	6
Línea 10	6
Línea 11	7
Línea 12	6
Línea 13	7
Línea 14	5
Línea 15	7
Línea 16	6

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

En esta pregunta se plantea el número de vueltas que requiere cada línea para prestar el servicio en la ciudad de Riobamba, este número de vueltas dentro del horario de 6:00 am hasta 19:00 pm este número de vuelta de buses son como mínimo 5,5 y máximo 7 veces que circulan en la urbe.

3.4. Diseño de rutas de los buses de Riobamba en ArcGIS

Para el desarrollo de un nuevo sistema de redes de autobuses se ha verificado el área de servicio; en este caso particular la ciudad de Riobamba y sus alrededores; siendo esta la ciudad de estudio como se muestra en el Gráfico 36-3.

Gráfico 36-3 Limites de la ciudad de Riobamba "ciudad para optimizar la red de transporte".

Fuente: ESRI, 2020**.**

De manera inicial se han identificado las calles de la ciudad en Riobamba, y sus parroquias aledañas según el mapa geográfico que ofrece el software ArcGIS según se muestra en el Gráfico 37-3. Las calles principales se representan en color café y las demás con un color azul claro.

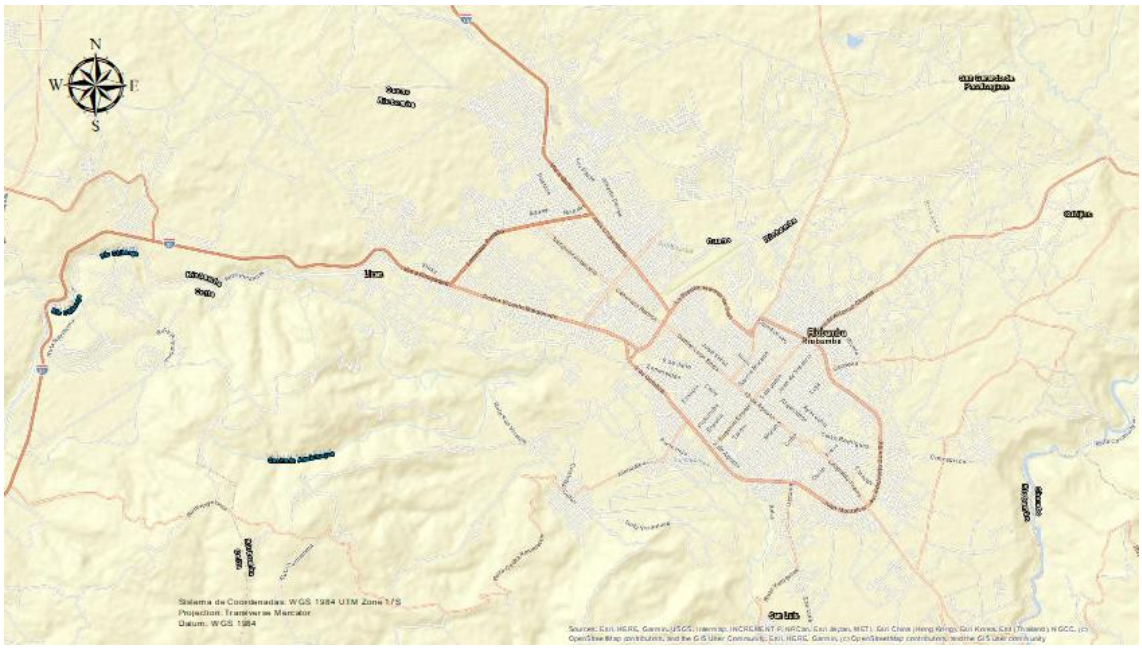


Gráfico 37-3 Calles principales y secundarias de Riobamba y sus alrededores.

Fuente: ESRI, 2020.

La obtención de la base de datos de las calles principales y secundarias de la ciudad de Riobamba en el software ArcGIS se muestra en el Gráfico 38-3, pertenece al municipio de Riobamba.

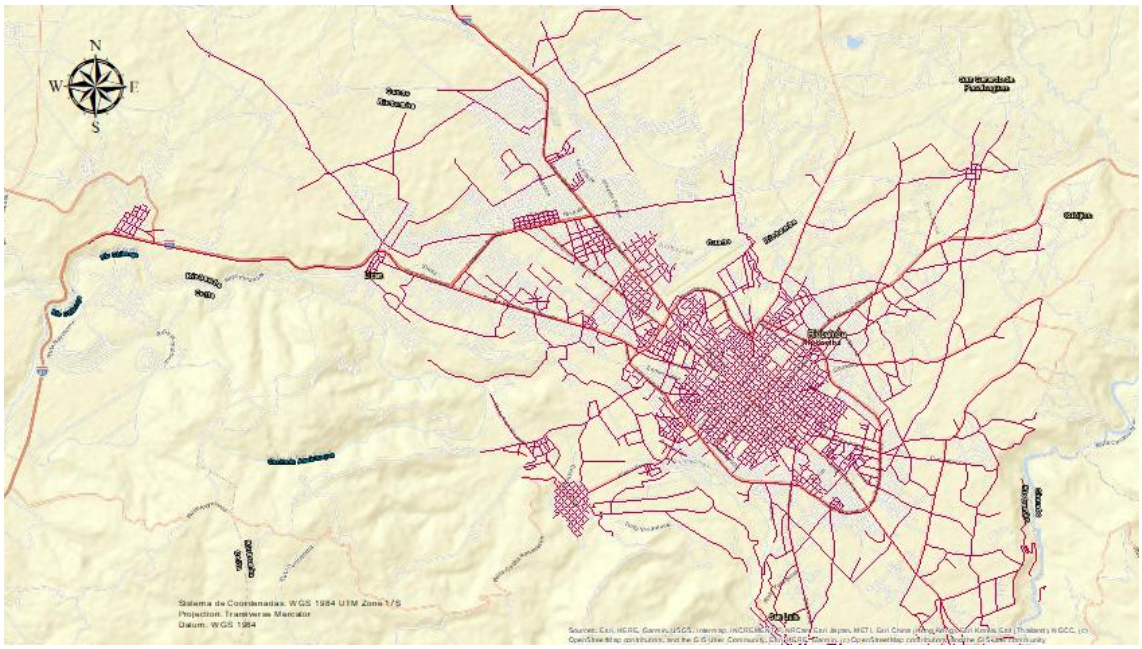


Gráfico 38-3 Base de datos de las calles principales y secundarias de Riobamba.

Fuente: Movilidad de Tránsito y Transporte, 2015.

En el software ArcGIS las iteraciones para ruteos vehiculares se realiza en una base de datos con propiedades necesarias: una de las características es aplicar el sentido de las vías como se muestra

en el Gráfico ***39***-3; es decir si el carril de ida o vuelta o ambos a la vez. Para el sentido de ida se asigna “FT”, para el sentido de regreso se asigna “TF” y para calles con doble sentido de circulación se asigna “BI”.

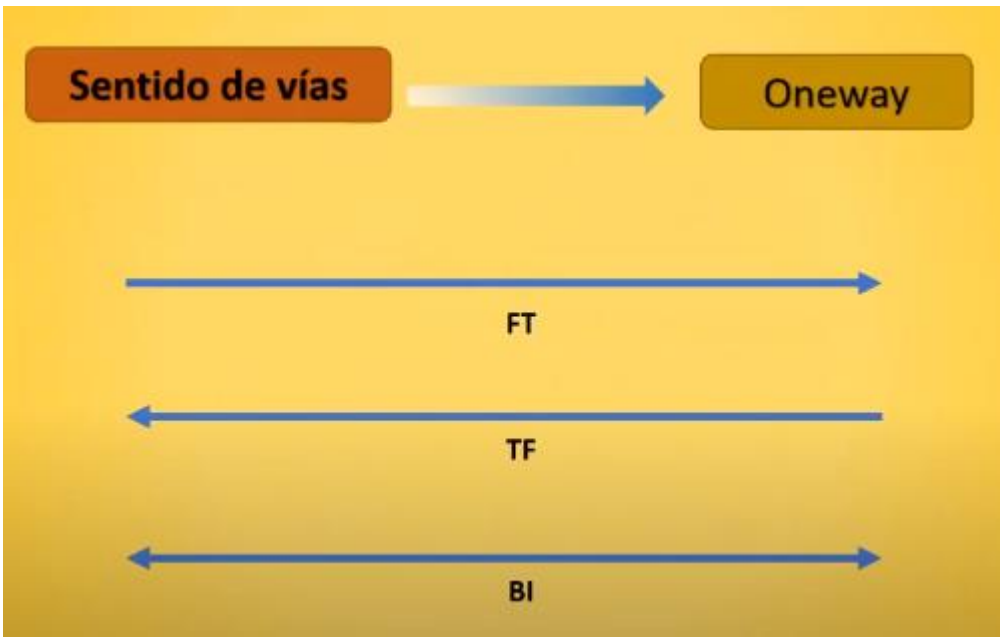


Gráfico 39-3 Representación del sentido de vías en el ArcGIS.

Fuente: MasterGIS, 2017.

Para determinar el sentido de las vías hemos utilizado el Google Maps que guarda una base de datos mundial como se muestra en el Gráfico 40-3, y en la cual se puede apreciar los sentidos de las vías principales y secundarias de Riobamba. Y posteriormente se clasificación de acuerdo con el **Grafico 39-4**.

Gráfico 40-3 Sentido de las vías en Riobamba según Google Maps.

Fuente: Maps, 2020.

La siguiente característica importante es la velocidad de circulación en las calles, ya sean primarias o secundarias. De acuerdo con el municipio de Riobamba tiene disponible las velocidades promedio en cada una de las líneas de buses, pero para establecer un nuevo sistema de rutas; se itera con los valores de velocidad establecidos por la agencia nacional de tránsito para el transporte de buses; ya que Riobamba aún no cuenta con información detallada de velocidades en cada vía.

Las características más importantes para iterar en ArcGIS se muestran en el Gráfico 41-3, la base de datos está conformada por el nombre de la calle "description"; el sentido de circulación "oneway"; la prioridad de la calle "hierarchy"; la velocidad de circulación en cada calle "velocity" y posterior se calcula la longitud "leng" y el tiempo "time" de movilización en las calles mediante las herramientas del software ArcGIS. La base de datos ha sido completada con aproximadamente con 18.000 características de las vías.

via_local

FID	description	oneway	hierarchy	leng	velocity	time
0	S/N	TF	3	15,769191	40	0,000394
1	RIVERA	TF	3	109,340385	40	0,002734
2	JOSE VELOZ	TF	1	42,684684	40	0,001067
3	PRIMERA CONSTITUYENTE	FT	1	64,030939	40	0,001601
4	JUAN DE VELASCO	TF	1	9,046878	40	0,000226
5	ULPIANO PAEZ	TF	2	11,257553	40	0,000281
6	TARQUI	TF	2	75,973556	40	0,001899
7	5 DE JUNIO	TF	2	4,677232	40	0,000117
8	MIGUEL DE LEON	TF	2	35,345491	40	0,000884
9	CONDORAZO	FT	3	47,023298	40	0,001176
10	CONCEPCION	TF	3	569,057707	40	0,014226
11	COSTA RICA	TF	3	843,755607	40	0,021094
12	S/N	TF	3	391,170712	40	0,009779
13	S/N	TF	3	337,306715	40	0,008433
14	15 DE AGOSTO	FT	2	78,220906	40	0,001956
15	VENEZUELA	TF	2	83,997789	40	0,0021
16	BERNARDO DARQUEA	TF	2	87,154325	40	0,002179
17	AYACUCHO	TF	2	85,000749	40	0,002125
18	VIENA	TF	2	124,91428	40	0,003123
19	MORONA	FT	2	37,963884	40	0,000949
20	MEXICO	FT	2	67,259356	40	0,001681
21	LA PAZ	FT	2	184,176444	40	0,004604
22	VARSOVIA	TF	3	91,58346	40	0,00229
23	PARIS	TF	1	91,897517	40	0,002297
24	S/N	TF	3	62,7467	40	0,001569
25	GARCIA MORENO	TF	2	18,45026	40	0,000461
26	VENEZUELA	TF	2	33,070471	40	0,000827

Gráfico 41-3 Base de datos generada para la simulación en ArcGIS.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

A continuación, se muestra la red generada por ArcGIS, con todas las características mencionadas. Una red generada correctamente puede permitir a los usuarios crear una nueva ruta o varias rutas a la vez.

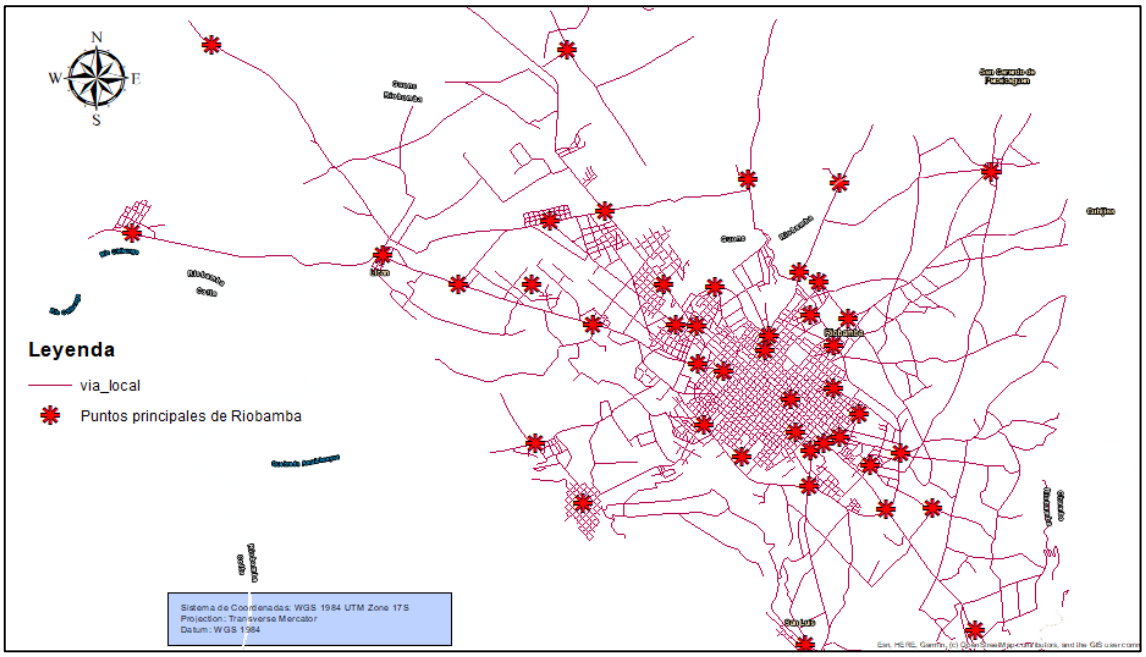


Gráfico 42-3 Generación de la red vial de la ciudad de Riobamba con vías primarias y secundarias.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

La red generada con las vías principales, secundarias y de menor importancia en la urbe se muestra en el Gráfico 42-3; además de los puntos principales para la ciudad de Riobamba que corresponde a mercados, escuelas y barrios principales.

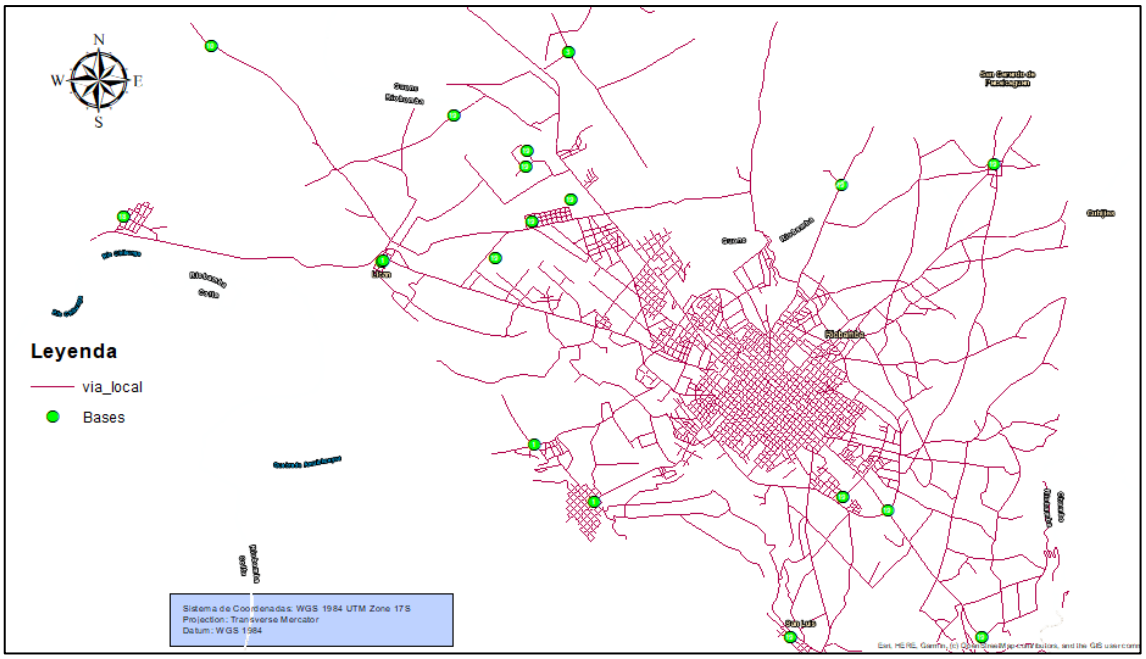
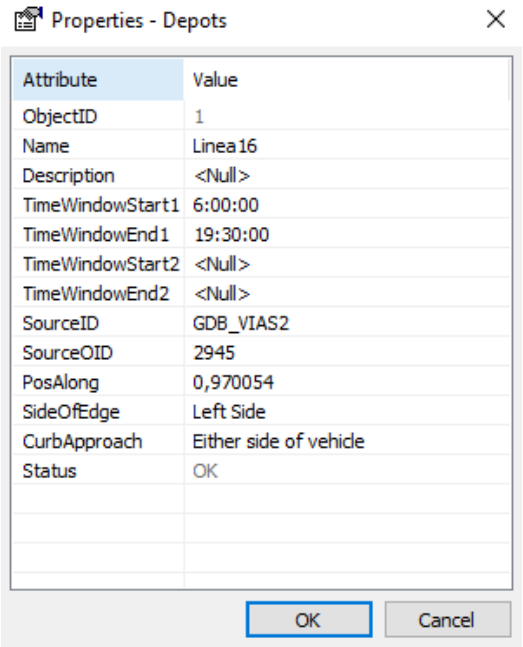


Gráfico 43-3 Bases establecidas para las 16 Líneas de transporte de Riobamba.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

La representación de bases o lugares de partida para cada una de las unidades de transporte son fundamentales y corresponde al número de rutas que se deseen generar como se muestra en el Gráfico 43-3. El número total de bases establecidas son 16, correspondiente al número de rutas actuales que cubren la ciudad de Riobamba.



Attribute	Value
ObjectID	1
Name	Linea16
Description	<Null>
TimeWindowStart1	6:00:00
TimeWindowEnd1	19:30:00
TimeWindowStart2	<Null>
TimeWindowEnd2	<Null>
SourceID	GDB_VIAS2
SourceOID	2945
PosAlong	0,970054
SideOfEdge	Left Side
CurbApproach	Either side of vehicle
Status	OK

Gráfico 44-3 Configuración del tiempo de inicio y tiempo final del recorrido de las paradas.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

El Gráfico 44-3 muestra los atributos que han sido establecidos en las bases o lugares de llegada de las líneas de transporte. Para las bases se configura el tiempo de inicio de servicio y el tiempo final en las celdas “TimeWindowStart1” y “TimeWindowEnd1” respectivamente.

Por otro lado, establecer el número de paradas en la ciudad es de vital importancia ya que de estas depende los resultados y las rutas, y el alcance de la red de autobuses.

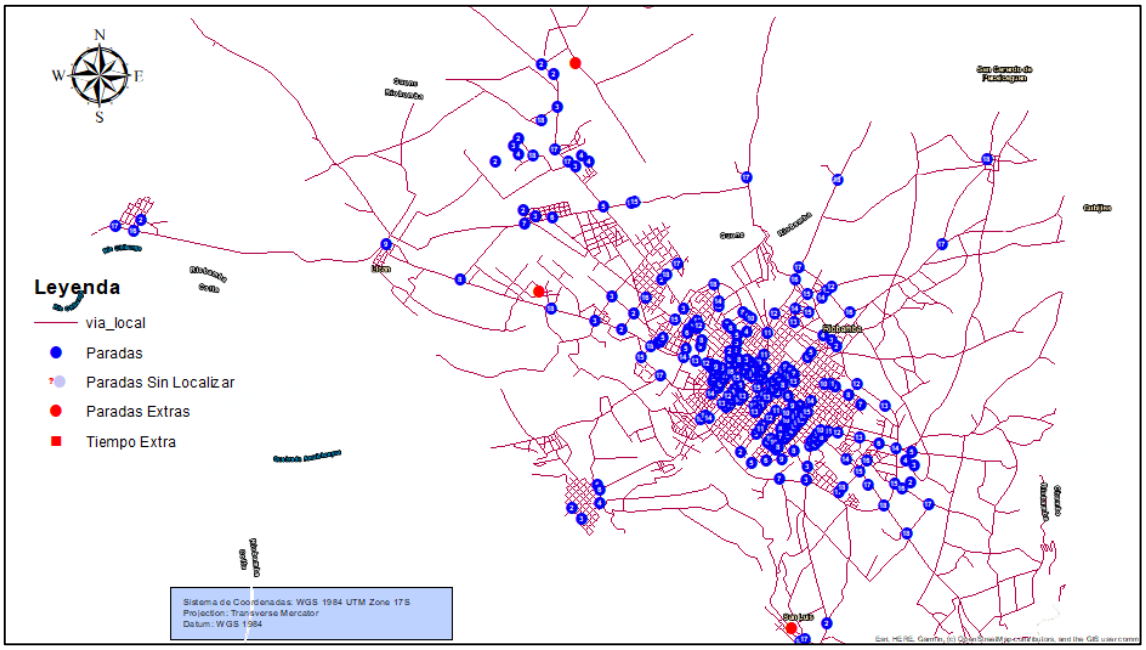


Gráfico 45-3 Paradas establecidas para la simulación de la red de transportes en ArcGIS.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

Mediante el software ArcGIS se muestran en el Gráfico 45-3 los puntos de intersección de las principales calles de Riobamba y por donde se han planificado de acuerdo al (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Riobamba, 2019b).

Properties - Orders

Attribute	Value
ObjectID	14
Name	Graphic Pick 14
RouteName	Linea1
Sequence	2
Description	intersection
ServiceTime	8
TimeWindowStart1	6:00:00
TimeWindowEnd1	19:30:00
TimeWindowStart2	<Null>
TimeWindowEnd2	<Null>
MaxViolationTime1	1
MaxViolationTime2	<Null>
InboundArriveTime	<Null>
OutboundDepartTime	<Null>
DeliveryQuantities	40
PickupQuantities	<Null>
Revenue	<Null>
SpecialtyNames	<Null>
AssignmentRule	Override
SourceID	GDB_VIAS2
SourceOID	2237
PosAlong	0,670359
SideOfEdge	Left Side
CurbApproach	Either side of vehicle
Status	OK
ViolatedConstraints	<Null>
FromPrevTravelTime	0,001263
FromPrevDistance	2,946378

Gráfico 46-3 Tabla de atributos de las paradas establecidas en la red vial de ArcGIS.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

El Gráfico 46-3 detalla los datos mínimos requeridos de una parada de autobuses, más específicamente los datos de tiempos de servicio, secuencia de buses, hora de funcionamiento de las paradas, tiempos extras. La ruta se selecciona automáticamente al ejecutarse la simulación. El número de órdenes para las iteraciones representan cada punto o intersección a ser abastecida por el servicio de transporte urbano.

3.4.1. Resultados de simulación en ArcGIS

La red obtenida se representa con líneas de color naranja, el área que cubren estas líneas depende las variables que se consideraron en la base de datos cargada en ArcGIS y de la veracidad de

estos. La simulación es obtenida de forma general, y presenta posibles cruces de vías donde no existe información específica.

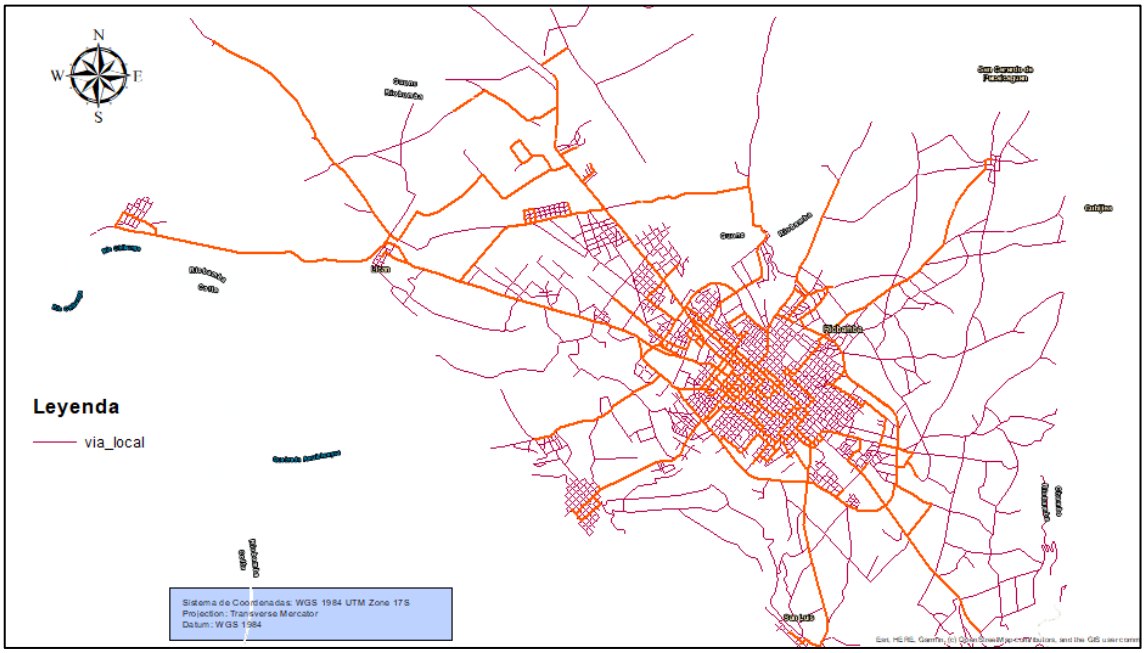


Gráfico 47-3 Resultado de la simulación en ArcGIS de la red vial de buses.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

Una vez ingresados los datos correctamente, se obtienen diferentes simulaciones. Para obtener una simulación final se varía los parámetros de distancias, número de paradas, horarios de funcionamiento, entre otros. La simulación mostrada en el Gráfico 47-3 es el resultado de la iteración décimosexta. Se considera una simulación en bruto ya que requiere correcciones como revisar rutas en sentido contrario, acceso a vías restringidas, vías de poca afluencia y demás aspectos para reorganizar un sistema de transporte urbano.

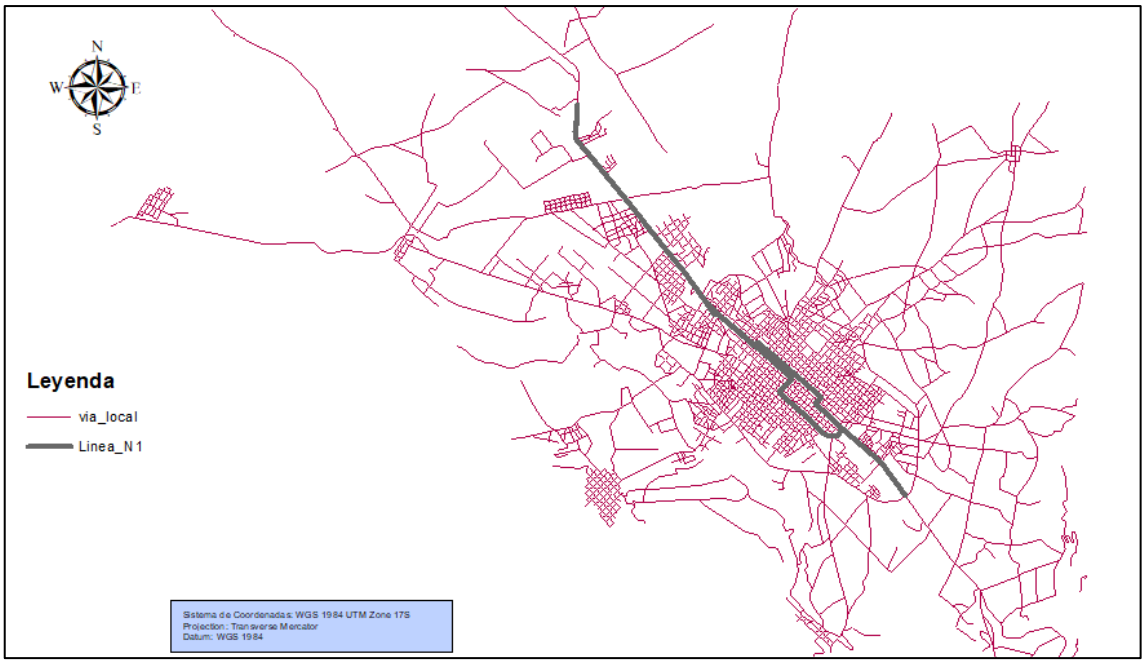


Gráfico 48-3 Resultado de la Línea 1 de buses obtenida de ArcGIS.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

El resultado de la línea 1 optimizada en el software ArcGIS se muestra en el Gráfico 48-3, con una distancia total de recorrido de 18,13 kilómetros por vuelta completa. La base para esta línea es la parroquia de Santa Anita.

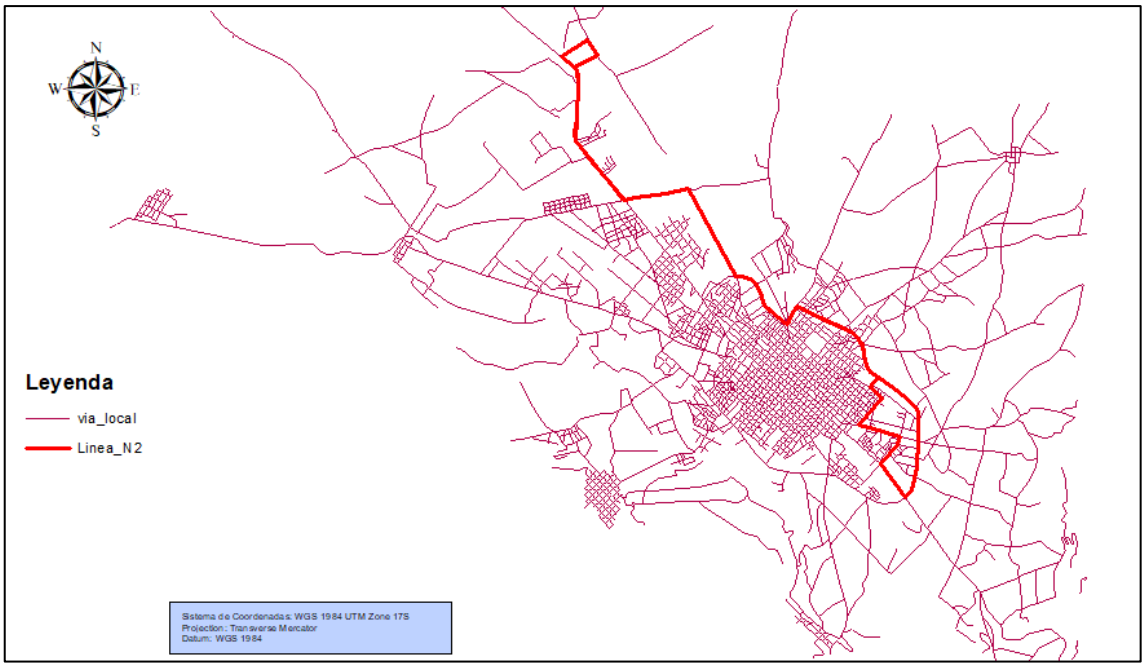


Gráfico 49-3 Resultado de la Línea 2 de buses obtenida de ArcGIS.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

El resultado de la línea 2 optimizada en el software ArcGIS se muestra en el Gráfico 49-3, con una distancia total de recorrido de 24,41 kilómetros por vuelta completa. La base para esta línea es el barrio El Rosal.

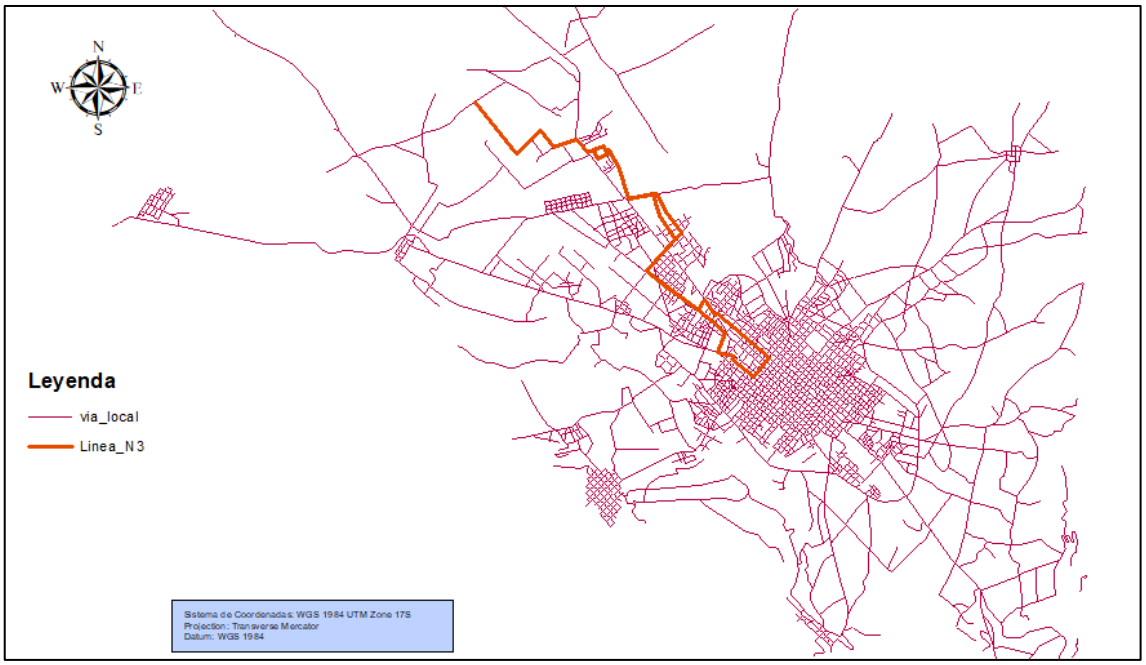


Gráfico 50-3 Resultado de la Línea 3 de buses obtenida de ArcGIS.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

El resultado de la línea 3 optimizada en el software ArcGIS se muestra en el Gráfico 50-3, con una distancia total de recorrido de 18,06 kilómetros por vuelta completa. La base para esta línea es el barrio Santa Anita.

El resultado de la línea 4 optimizada en el software ArcGIS se muestra en el Gráfico 51-3, con una distancia total de recorrido de 18,13 kilómetros por vuelta completa. La base para esta línea es la parroquia de Licán.

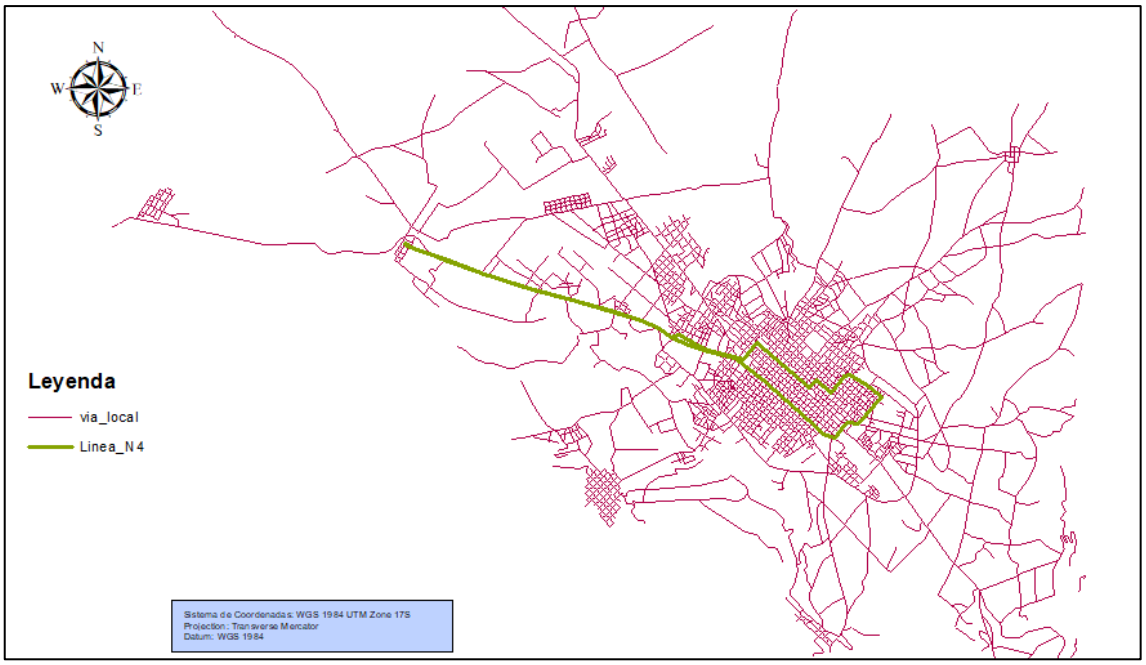


Gráfico 51-3 Resultado de la Línea 4 de buses obtenida de ArcGIS.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

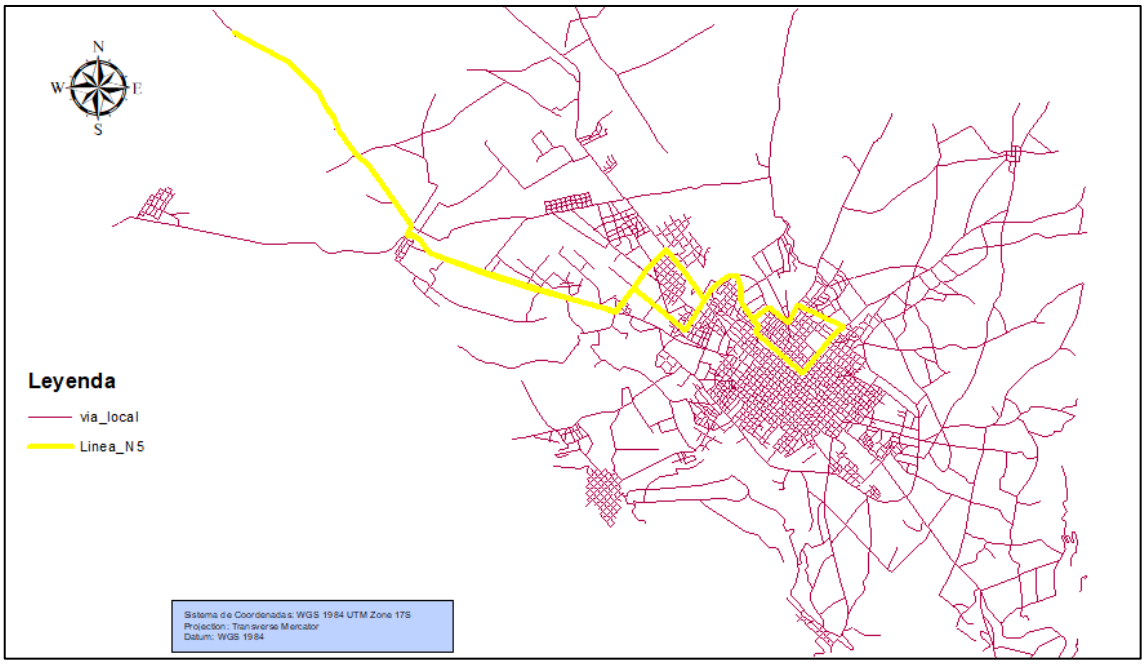


Gráfico 52-3 Resultado de la Línea 5 de buses obtenida de ArcGIS.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

El resultado de la línea 5 optimizada en el software ArcGIS se muestra en el Gráfico 52-3, con una distancia total de recorrido de 28,66 kilómetros por vuelta completa. La base para esta línea es La Inmaculada de Cunduana.

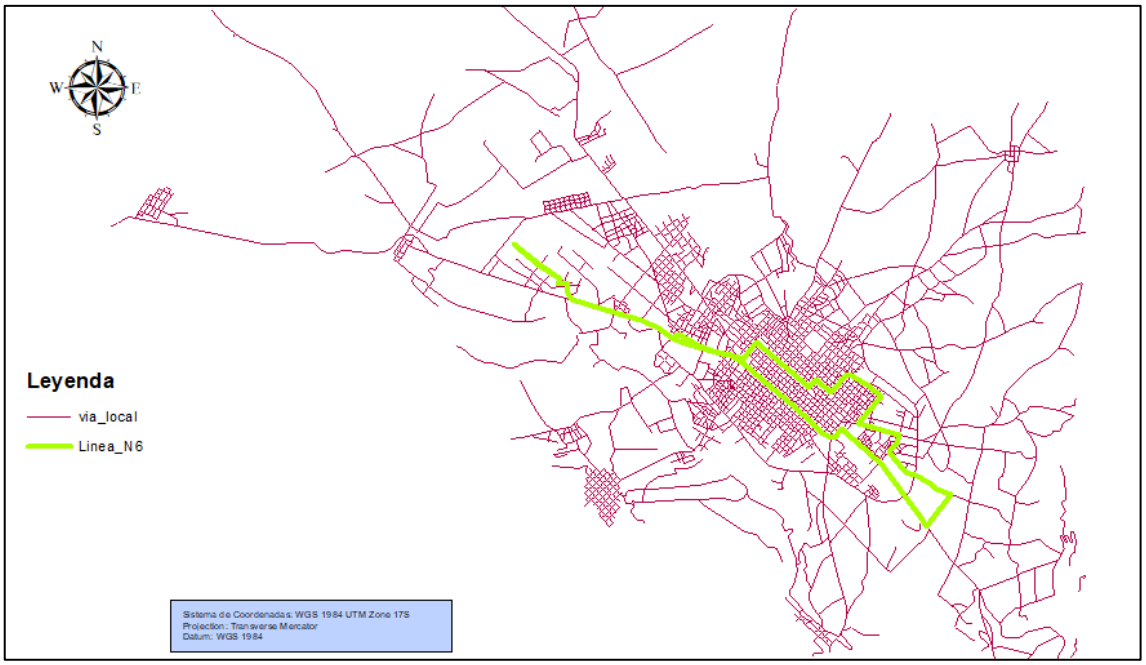


Gráfico 53-3 Resultado de la Línea 6 de buses obtenida de ArcGIS.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

El resultado de la línea 6 optimizada en el software ArcGIS se muestra en el Gráfico 53**Gráfico *61*-**3, con una distancia total de recorrido de 20,1 kilómetros por vuelta completa. La base para esta línea es el sector de Tierra Nueva.

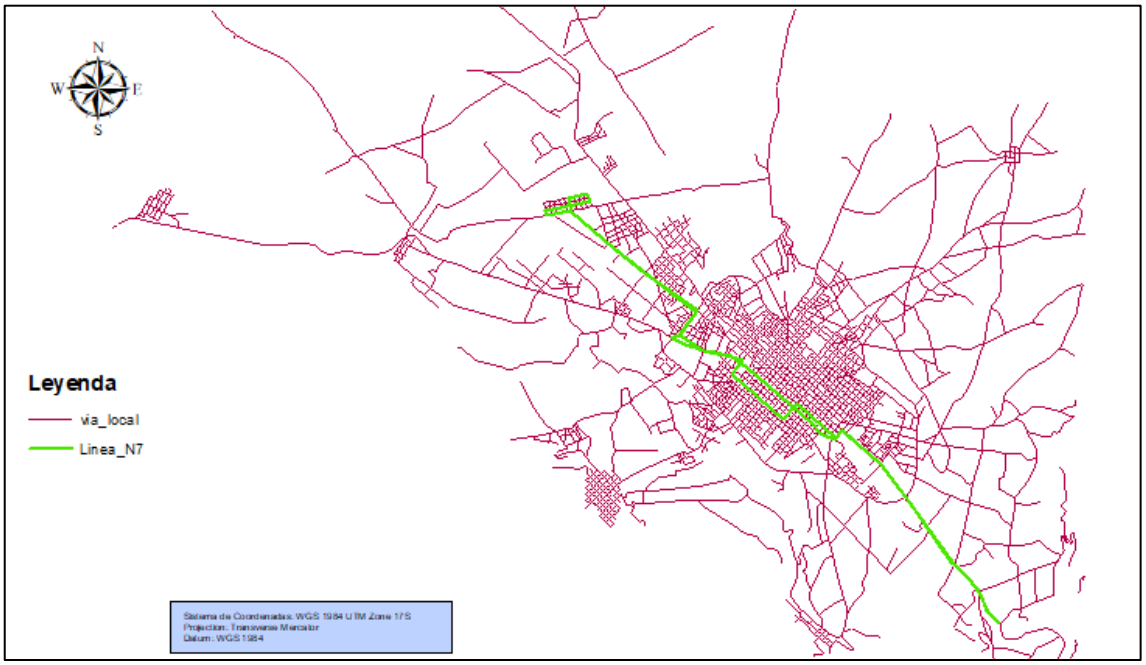


Gráfico 54-3 Resultado de la Línea 7 de buses obtenida de ArcGIS.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

El resultado de la línea 7 optimizada en el software ArcGIS se muestra en el Gráfico 54-3, con una distancia total de recorrido de 24,03 kilómetros por vuelta completa. La base para esta línea es El Troje.

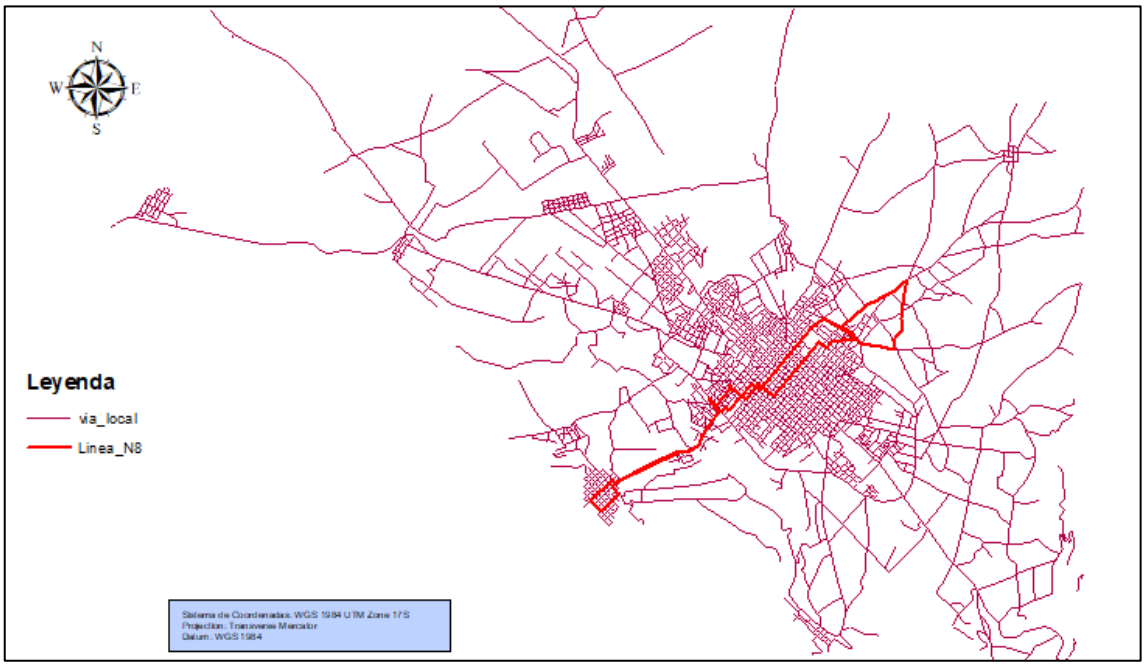


Gráfico 55-3 Resultado de la Línea 8 de buses obtenida de ArcGIS.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

El resultado de la línea 8 optimizada en el software ArcGIS se muestra en el Gráfico 55-3, con una distancia total de recorrido de 21,39 kilómetros por vuelta completa. La base para esta línea es la parroquia de Yaruquíes.

El resultado de la línea 9 optimizada en el software ArcGIS se muestra en el Gráfico 56-4, con una distancia total de recorrido de 13,98 kilómetros por vuelta completa. La base para esta línea es el barrio Guallavi La Dolorosa.

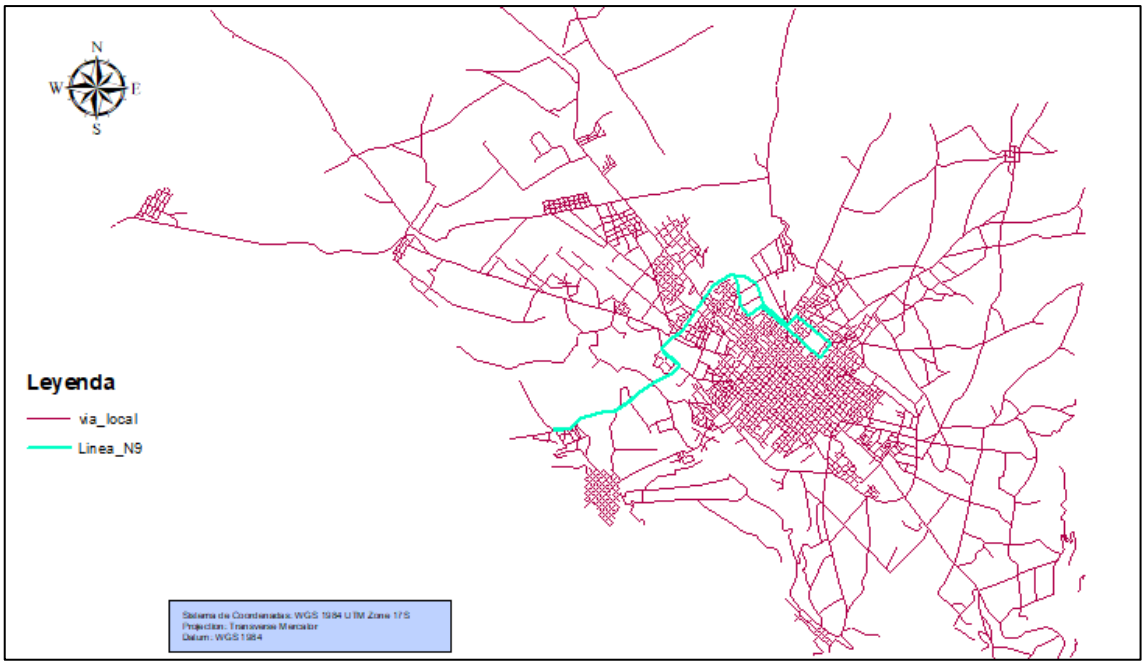


Gráfico 56-3 Resultado de la Línea 9 de buses obtenida de ArcGIS.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

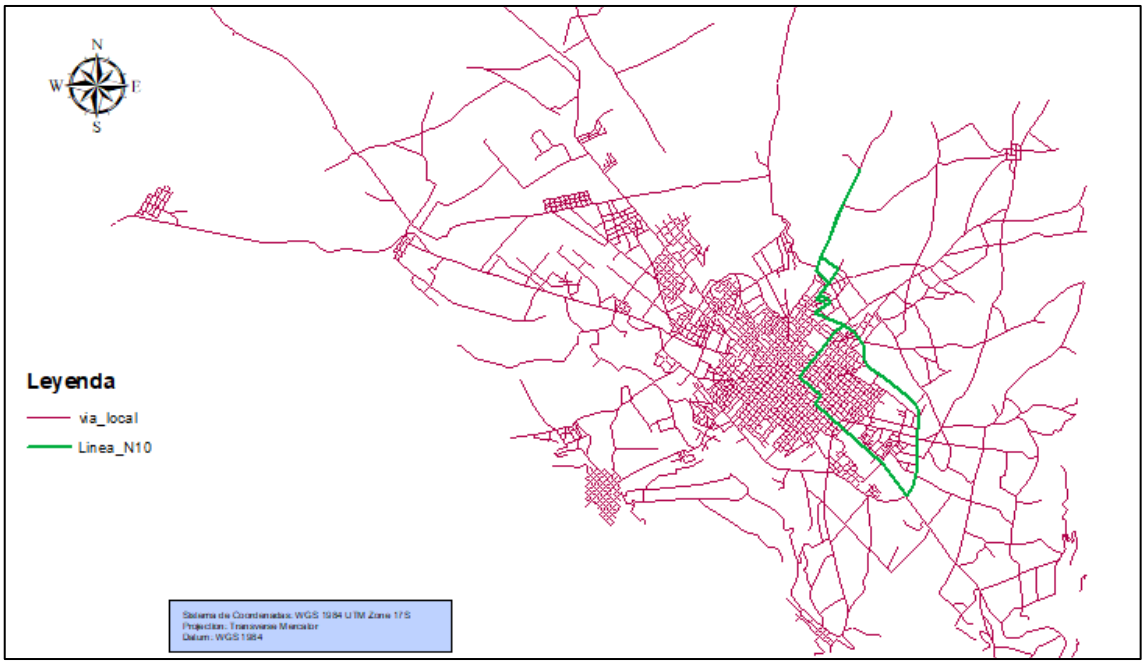


Gráfico 57-3 Resultado de la Línea 10 de buses obtenida de ArcGIS.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

El resultado de la línea 10 optimizada en el software ArcGIS se muestra en el Gráfico 57-3, con una distancia total de recorrido de 14,27 kilómetros por vuelta completa. La base para esta línea está en la vía Capitán Edmundo Chiriboga.

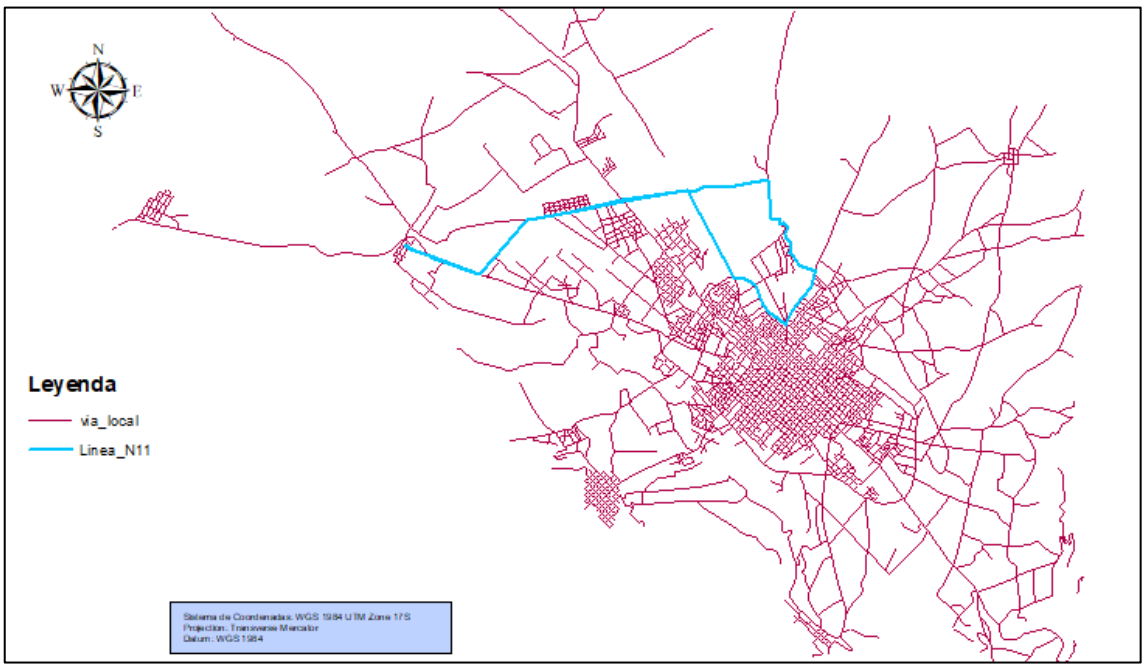


Gráfico 58-3 Resultado de la Línea 11 de buses obtenida de ArcGIS.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

El resultado de la línea 11 optimizada en el software ArcGIS se muestra en el Gráfico 58-3, con una distancia total de recorrido de 17,79 kilómetros por vuelta completa. La base para esta línea es la parroquia de Licán.

El resultado de la línea 12 optimizada en el software ArcGIS se muestra en el Gráfico 59-3, con una distancia total de recorrido de 15,5 kilómetros por vuelta completa. La base para esta línea es la parroquia de San Gerardo ubicada en la salida a Penipe de la ciudad.

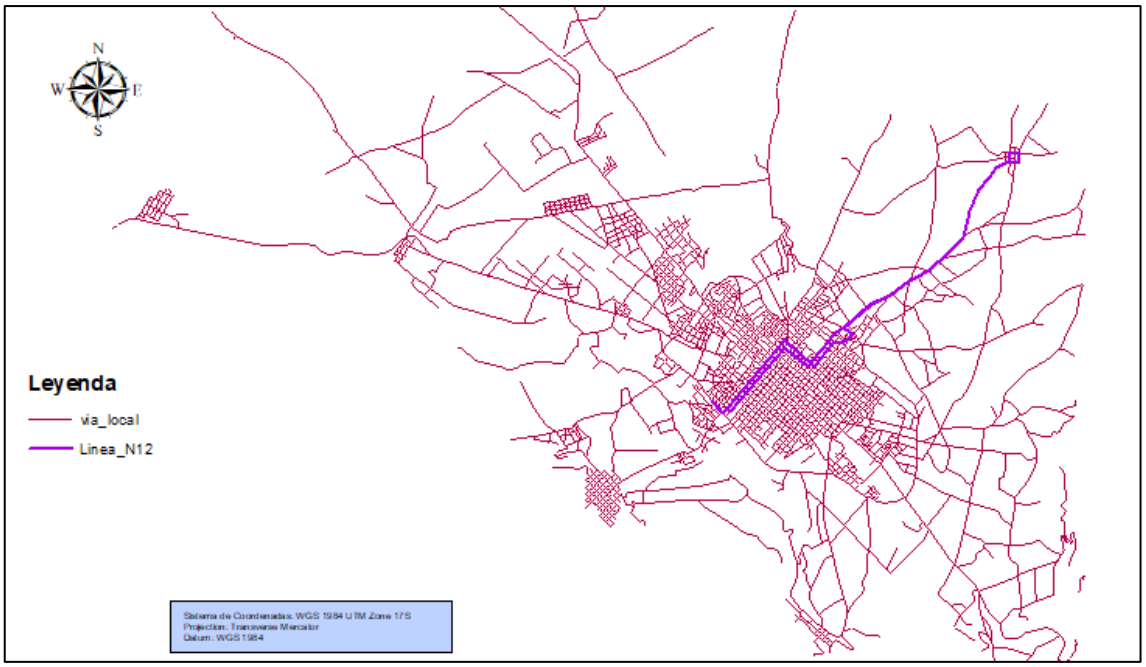


Gráfico 59-3 Resultado de la línea 12 de buses obtenida de ArcGIS.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

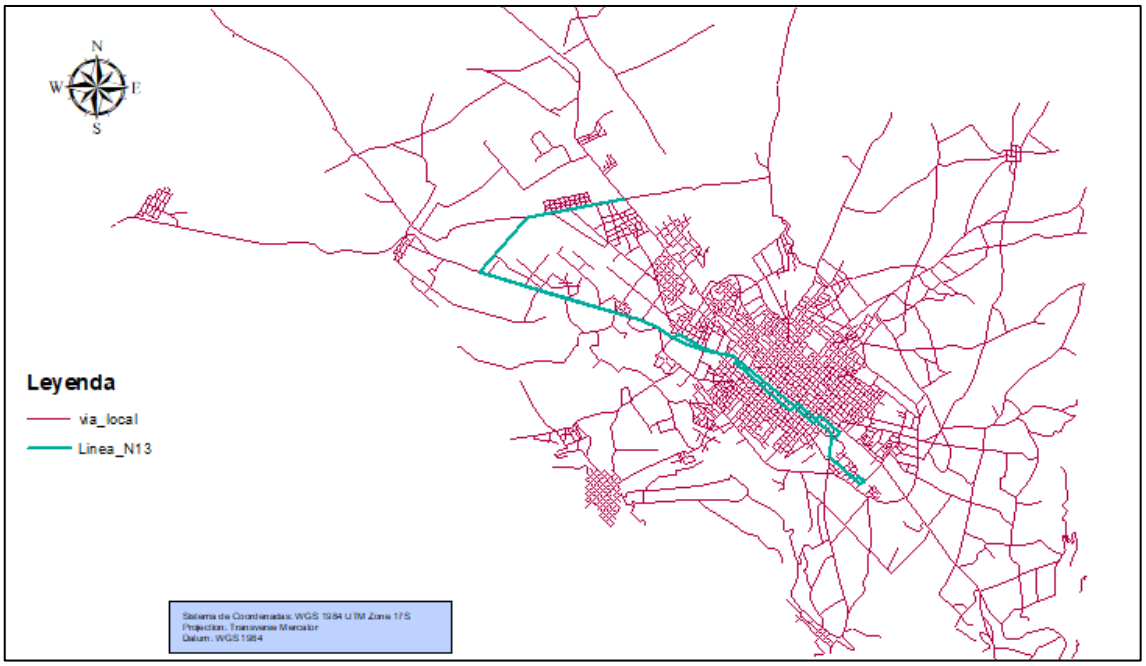


Gráfico 60-3 Resultado de la línea 13 de buses obtenida de ArcGIS.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

El resultado de la línea 13 optimizada en el software ArcGIS se muestra en el Gráfico 60-3, con una distancia total de recorrido de 21,6 kilómetros por vuelta completa. La base para esta línea es el Bypass ubicado en la salida a Quito de la ciudad.

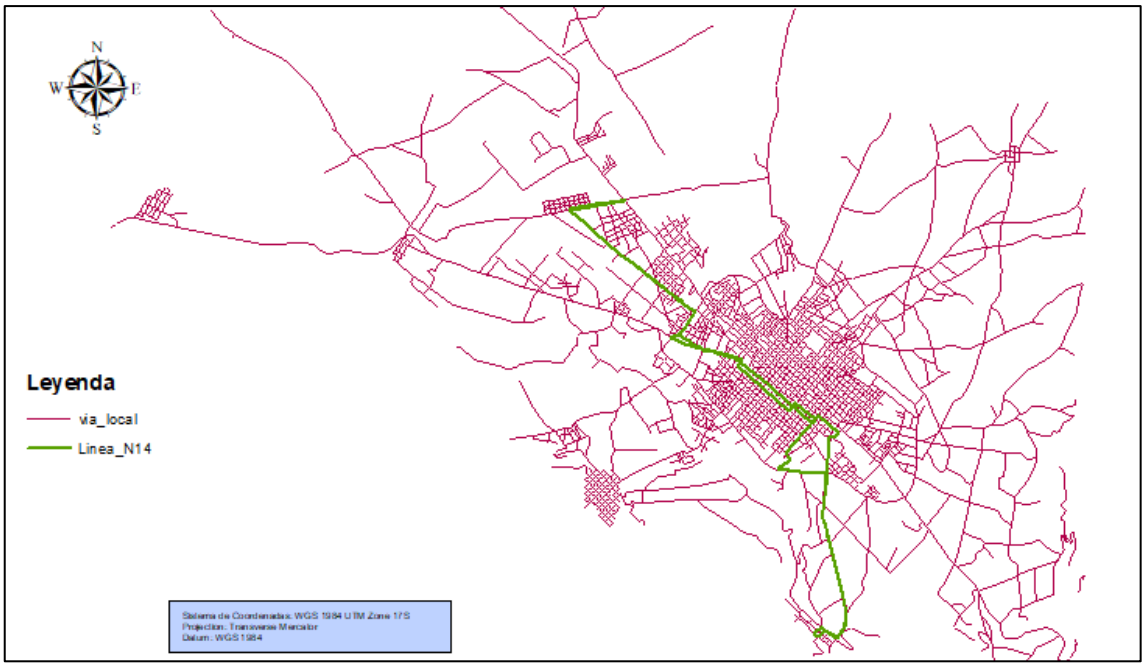


Gráfico 61-3 Resultado de la línea 14 de buses obtenida de ArcGIS.3

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

El resultado de la línea 14 optimizada en el software ArcGIS se muestra en el Gráfico 61-3, con una distancia total de recorrido de 24,03 kilómetros por vuelta completa. La base para esta línea es la parroquia de San Luis.

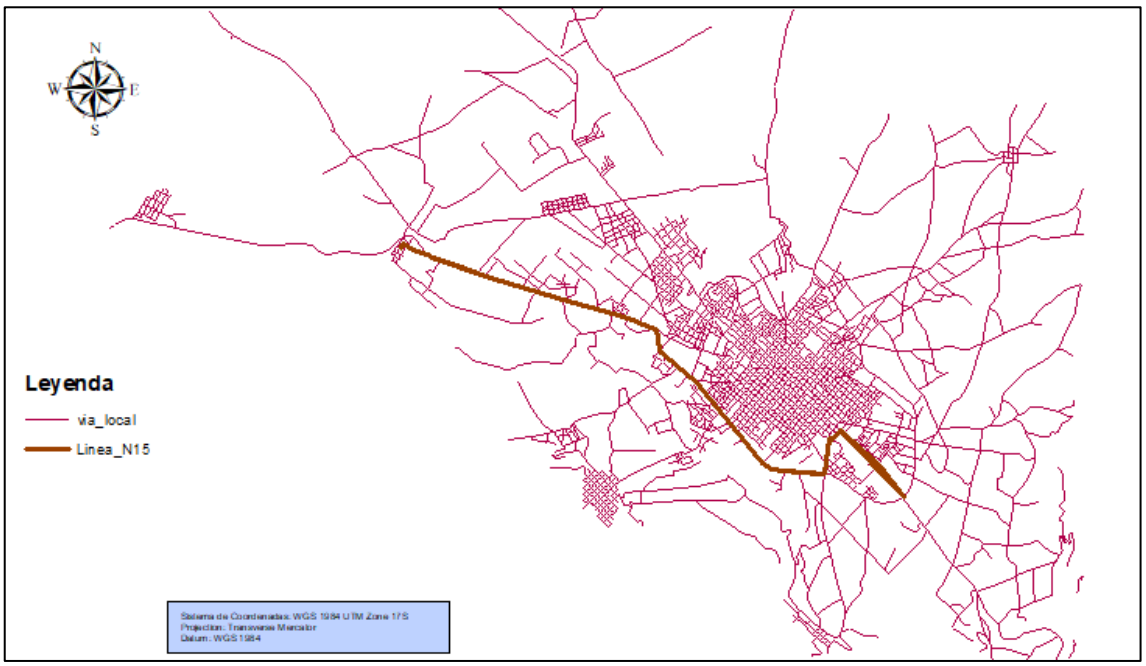


Gráfico 62-3 Resultado de la línea 15 de buses obtenida de ArcGIS.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

La línea 15 optimizada en el software ArcGIS se muestra en el Gráfico 62-3 Resultado de la línea 15 de buses obtenida de ArcGIS.con una distancia total de 21,63 kilómetros; y la base principal ubicada en la parroquia de Licán.

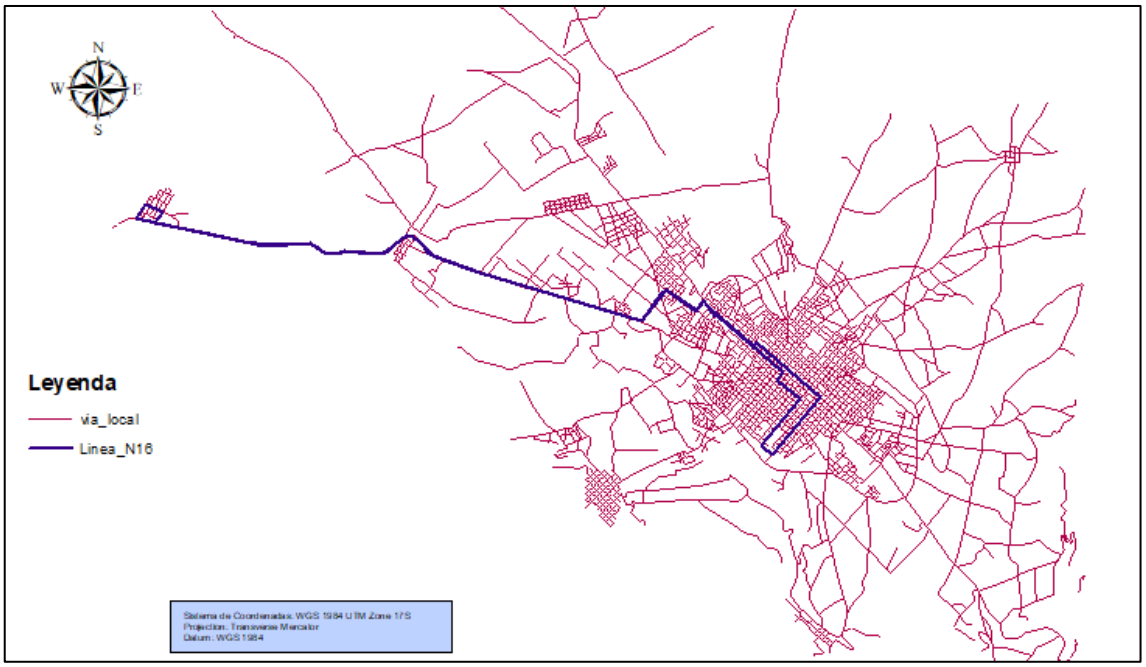


Gráfico 63-3 Resultado de la línea 16 de buses obtenida del software ArcGIS.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

El resultado de la línea 16 obtenida en ArcGIS se muestra en el Gráfico 63-3 Resultado de la línea 16 de buses obtenida del software ArcGIS.; la base de esta línea es la parroquia de Calpi y la distancia de recorrida es de 28,83 kilómetros en cada vuelta completa.

3.5. Cálculos de gases contaminantes emitidos actualmente

Tabla 40-3 Cálculos del kilometraje en cada Línea, por unidad de transporte y por día en las rutas actuales de Riobamba.

LINEAS\VARIABLES	Distancia por vuelta [Km]	Tiempo [horas]	Velocidad [Km/h]	Número de vueltas/día	kilómetros totales/día/unidad
LINEA1	21,40	1,50	14,27	6	128,40
LINEA2	18,40	1,44	12,78	6	110,40
LINEA3	20,20	1,52	13,29	6	121,20

LINEA4	21,10	1,55	13,61	7	147,70
LINEA5	22,90	1,87	12,25	7	160,30
LINEA6	21,80	1,35	16,15	7	152,60
LINEA7	19,70	2,06	9,56	7	137,90
LINEA8	29,70	1,52	19,54	6	178,20
LINEA9	30,80	1,73	17,80	6	184,80
LINEA10	26,60	1,68	15,83	6	159,60
LINEA11	19,00	1,20	15,83	7	133,00
LINEA12	31,40	1,47	21,36	6	188,40
LINEA13	22,40	1,76	12,73	7	156,80
LINEA14	21,90	2,04	10,74	5	109,50
LINEA15	29,80	1,41	21,13	7	208,60
LINEA16	24,30	1,55	15,68	6	145,80

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

Los valores de kilometraje recorrido en cada línea de transporte para las rutas actuales se detallan en la Tabla 40-3, el número de vueltas promedio de cada bus en las diferentes líneas de transporte son tomadas de los estudios previos de (Movilidad de Tránsito y Transporte, 2015:p. 10).

Tabla 41-3 Distancia total recorrida en un año por cada unidad de transporte de las rutas actuales.

Recorrido /7 semanas [Km]	2.423,2
Número semanas/año	52
Número veces /año	7,43
Distancia/bus/año [Km]	18.000,91

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

La distancia optimizada en esta investigación para las rutas de transporte es de 18.000,91 Kilómetros anuales por cada unidad de transporte como se muestra en la Tabla 41-3. Este valor es únicamente la distancia que recorre en las vías durante el servicio de transporte; es decir, no se ha considerado las distancias recorridas para las distintas actividades como visitas a gasolineras, salidas a comer, retornos a las viviendas, entre otros.

3.5.1. Contaminación con CO de las rutas actuales.

Tabla 42-3 Contaminación con CO de las rutas actuales.

Año de los buses	Número de vehículos	Factor CO [g/Km]	Emisión[ton/año]
1995	1,00	12,24	0,22
1996	0,00	12,24	0,00
1997	7,00	12,24	1,54
1998	15,00	12,24	3,30
1999	2,00	12,24	0,44
2000	0,00	12,24	0,00
2001	17,00	2,18	0,67
2002	37,00	2,18	1,45
2003	7,00	2,18	0,27
2004	20,00	2,18	0,78
2005	10,00	2,18	0,39
2006	11,00	2,18	0,43
2007	3,00	2,18	0,12
2008	9,00	2,18	0,35
2009	6,00	2,18	0,24
2010	1,00	2,18	0,04
2011	7	2,18	0,27
2012	8	2,18	0,31
2013	7	2,18	0,27
2014	11	2,18	0,43
2015	4	2,18	0,16
2016	1	2,18	0,04

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

La Tabla 42-3 contiene la edad de la flota actual, la cantidad de vehículos por año, el factor de emisión de CO en gramos por cada Kilómetro de la propuesta actual y su total de emisiones anuales. Los datos calculados de emisiones están en toneladas anuales por unidad de transporte.

3.5.2. Contaminación de MP de las rutas actuales

Tabla 43-3 Contaminación de MP de las rutas actuales

Año de los buses	Número de vehículos	Factor MP [g/Km]	Emisión[ton/año]
1995	1	1,51	0,03
1996	0	1,51	0,00
1997	7	1,51	0,19
1998	15	1,51	0,41
1999	2	1,51	0,05
2000	0	1,51	0,00
2001	17	1,21	0,37
2002	37	1,21	0,81
2003	7	1,21	0,15
2004	20	1,21	0,44
2005	10	1,21	0,22
2006	11	1,21	0,24
2007	3	1,21	0,07
2008	9	1,21	0,20
2009	6	1,21	0,13
2010	1	1,21	0,02
2011	7	1,21	0,15
2012	8	1,21	0,17
2013	7	1,21	0,15
2014	11	1,21	0,24
2015	4	1,21	0,09
2016	1	1,21	0,02

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

La Tabla 43-3 contiene la edad de la flota actual, la cantidad de vehículos por año, el factor de emisión de MP en gramos por cada Kilómetro de la propuesta actual y su total de emisiones anuales. Los datos calculados de emisiones están en toneladas anuales por unidad de transporte.

3.5.3. Contaminación con SO_2 de las rutas actuales

Tabla 44-3 Contaminación con SO_2 de las rutas actuales

Año de los buses	Número de vehículos	Factor SO_2 [g/Km]	Emisión [ton/año]
1995	1	0,83	0,01
1996	0	0,83	0,00
1997	7	0,83	0,10
1998	15	0,83	0,22
1999	2	0,83	0,03
2000	0	0,83	0,00
2001	17	0,81	0,25
2002	37	0,81	0,54
2003	7	0,81	0,10
2004	20	0,81	0,29
2005	10	0,81	0,15
2006	11	0,81	0,16
2007	3	0,81	0,04
2008	9	0,81	0,13
2009	6	0,81	0,09
2010	1	0,81	0,01
2011	7	0,81	0,10
2012	8	0,81	0,12
2013	7	0,81	0,10
2014	11	0,81	0,16
2015	4	0,81	0,06
2016	1	0,81	0,01

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

La Tabla ***44***-3 contiene la edad de la flota actual, la cantidad de vehículos por año, el factor de emisión de SO_2 en gramos por cada Kilómetro de la propuesta actual y su total de emisiones anuales. Los datos calculados de emisiones están en toneladas anuales por unidad de transporte.

3.5.4. Contaminación con VOC de las rutas actuales

Tabla 45-3 Contaminación con VOC de las rutas actuales

Año de los buses	Número de vehículos	Factor VOC [g/Km]	Emisión [ton/año]
1995	1	2,36	0,04
1996	0	2,36	0,00
1997	7	2,36	0,30
1998	15	2,36	0,64
1999	2	2,36	0,08
2000	0	2,36	0,00
2001	17	0,46	0,14
2002	37	0,46	0,31
2003	7	0,46	0,06
2004	20	0,46	0,17
2005	10	0,46	0,08
2006	11	0,43	0,09
2007	3	0,43	0,02
2008	9	0,43	0,07
2009	6	0,43	0,05
2010	1	0,43	0,01
2011	7	0,43	0,05
2012	8	0,43	0,06
2013	7	0,43	0,05
2014	11	0,43	0,09
2015	4	0,43	0,03
2016	1	0,43	0,01

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

La Tabla ***45***-3 contiene la edad de la flota actual, la cantidad de vehículos por año, el factor de emisión de VOC en gramos por cada Kilómetro de la propuesta actual y su total de emisiones anuales. Los datos calculados de emisiones están en toneladas anuales por unidad de transporte.

3.5.5. Contaminación con NO_x de las rutas actuales

Tabla 46-3 Contaminación con NO_x de las rutas actuales

Año de los buses	Número de vehículos	Factor NOx [g/Km]	Emisión[ton/año]
1995	1	20,02	0,36
1996	0	20,02	0,00
1997	7	20,02	2,52
1998	15	20,02	5,41
1999	2	20,02	0,72
2000	0	20,02	0,00
2001	17	18,55	5,68
2002	37	18,55	12,35
2003	7	18,55	2,34
2004	20	18,55	6,68
2005	10	18,55	3,34
2006	11	5,74	1,14
2007	3	5,74	0,31
2008	9	5,74	0,93
2009	6	5,74	0,62
2010	1	5,74	0,10
2011	7	5,74	0,72
2012	8	5,74	0,83
2013	7	5,74	0,72
2014	11	5,74	1,14
2015	4	5,74	0,41
2016	1	5,74	0,10

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

La Tabla ***46***-3 contiene la edad de la flota actual, la cantidad de vehículos por año, el factor de emisión de NOx en gramos por cada Kilómetro de la propuesta actual y su total de emisiones anuales. Los datos calculados de emisiones están en toneladas anuales por unidad de transporte.

Tabla 47-3 Resultados de la contaminación de los diferentes gases de las rutas actuales

CONTAMINANTE\BUSES	1 Unidad Vehicular	184 unidades
CO(ton/año)	11,75	2.161,59
MP(ton/año)	4,14	762,26
SO_2(ton/año)	2,69	495,30
VOC(ton/año)	2,34	430,91
NOx(ton/año)	46,42	8.541,65
TOTAL GASES (ton/año)	67,35	12.391,72

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

La Tabla 63-3 Resultados de la contaminación de los diferentes gases de las rutas propuestas en la presente investigación.3 contiene los datos de contaminación con la distribución actual de rutas, tanto para una unidad de transporte como de toda la flota vehicular. Además, contiene los valores de contaminación anuales con un valor total de 12.391,72 toneladas anuales con 184 buses en funcionamiento.

3.6. Análisis de contaminación para la propuesta del GADR (Gobierno Autónomo Descentralizado de Riobamba).

Tabla 48-3 Cálculos del kilometraje en cada Línea, por unidad de transporte y por día de la propuesta del GADR.

LINEAS\VARIABLES	Distancia/Vuelta [Km]	Tiempo [horas]	Velocidad [Km/h]	Número de vueltas	Kilómetros totales/día /unidad
LINEA_1A	20,55	1,33	15,41	6	123,3
LINEA_1B	23,01	1,48	15,51	6	138,06
LINEA_2A	20,31	1,33	15,23	6	121,86
LINEA_2B	18,69	1,23	15,15	6	112,14
LINEA_3	25,92	1,55	16,72	6	155,52
LINEA_4A	20,95	1,40	14,96	6	125,7
LINEA_4B	19,25	1,30	14,81	6	115,5
LINEA_5	30,67	2,05	14,96	6	184,02
LINEA_6	20,1	1,33	15,08	6	120,6
LINEA_7	31,62	2,08	15,18	6	189,72

LINEA_8	19,14	1,23	15,52	6	114,84
LINEA_9A	25,98	1,73	14,99	6	155,88
LINEA_9B	25,75	1,72	15,00	6	154,5
LINEA_10	21,64	1,47	14,75	6	129,84
LINEA_11A	16,35	1,10	14,86	6	98,1
LINEA_11B	16,46	1,10	14,96	6	98,76
LINEA_12	22,44	1,45	15,48	6	134,64
LINEA_13	23,08	1,55	14,89	6	138,48
LINEA_14	29,55	1,97	15,03	6	177,3
LINEA_15	19,56	1,32	14,86	6	117,36
LINEA_16	28,83	1,98	14,54	6	172,98
LINEA_17	15,03	1,02	14,78	6	90,18

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

Los valores de kilometraje recorrido en cada línea de transporte según la propuesta del GADR se detallan en la Tabla 48-3, el número de vueltas promedio de cada bus en las diferentes líneas de transporte son tomadas de los estudios previos del (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Riobamba, 2019b).

Tabla 49-3 Distancia total recorrida en un año por cada unidad de transporte de las rutas propuestas del GADR.

Distancia/7 semanas [Km]	2.969,28
Número semanas/año	52,00
Factor semanas	7,43
Distancia/bus/año [Km]	22.057,51

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

La distancia recorrida para las rutas de transporte propuestas por el GADR será de 22.057,51 Kilómetros anuales por cada unidad de transporte como se muestra en la Tabla 49-3. Este valor es únicamente la distancia que recorre en las vías durante el tiempo de servicio urbano; es decir, no se ha considerado las distancias recorridas para las distintas actividades como visitas a gasolineras, salidas a comer, retornos a las viviendas, entre otros.

3.6.1. Contaminación con CO de las rutas propuestas por el GADR-2019

Tabla 50-3 Contaminación con CO de las rutas propuestas por el GADR-2019

Año de los buses	Número de vehículos	Factor CO [g/Km]	Emisión[ton/año]
1995	1	12,24	0,27
1996	0	12,24	0,00
1997	7	12,24	1,89
1998	15	12,24	4,05
1999	2	12,24	0,54
2000	0	12,24	0,00
2001	17	2,18	0,82
2002	37	2,18	1,78
2003	7	2,18	0,34
2004	20	2,18	0,96
2005	10	2,18	0,48
2006	11	2,18	0,53
2007	3	2,18	0,14
2008	9	2,18	0,43
2009	6	2,18	0,29
2010	1	2,18	0,05
2011	7	2,18	0,34
2012	8	2,18	0,38
2013	7	2,18	0,34
2014	11	2,18	0,53
2015	4	2,18	0,19
2016	35	2,18	1,68

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

La Tabla ***50***-3 contiene la edad de la flota actual, la cantidad de vehículos por año, el factor de emisión de CO en gramos por cada Kilómetro de la propuesta del (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Riobamba, 2019b) y su total de emisiones anuales. Los datos calculados de emisiones están en toneladas anuales por unidad de transporte.

3.6.2. Contaminación con MP de las rutas propuestas por el GADR-2019

Tabla 51-3 Contaminación con MP de las rutas propuestas por el GADR-2019

Año de los buses	Número de vehículos	Factor MP [g/Km]	Emisión[ton/año]
1995	1	1,51	0,03
1996	0	1,51	0,00
1997	7	1,51	0,23
1998	15	1,51	0,50
1999	2	1,51	0,07
2000	0	1,51	0,00
2001	17	1,21	0,45
2002	37	1,21	0,99
2003	7	1,21	0,19
2004	20	1,21	0,53
2005	10	1,21	0,27
2006	11	1,21	0,29
2007	3	1,21	0,08
2008	9	1,21	0,24
2009	6	1,21	0,16
2010	1	1,21	0,03
2011	7	1,21	0,19
2012	8	1,21	0,21
2013	7	1,21	0,19
2014	11	1,21	0,29
2015	4	1,21	0,11
2016	35	1,21	0,93

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

La Tabla ***51***-3 contiene la edad de la flota actual, la cantidad de vehículos por año, el factor de emisión de MP en gramos por cada Kilómetro de la propuesta del (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Riobamba, 2019b) y su total de emisiones anuales. Los datos calculados de emisiones están en toneladas anuales por unidad de transporte.

3.6.3. Contaminación con SO_2 de las rutas propuestas por el GADR-2019

Tabla 52-3 Contaminación con SO_2 de las rutas propuestas por el GADR-2019

Año de los buses	Número de vehículos	Factor SO_2 [g/Km]	Emisión[ton/año]
1995	1	0,83	0,02
1996	0	0,83	0,00
1997	7	0,83	0,13
1998	15	0,83	0,27
1999	2	0,83	0,04
2000	0	0,83	0,00
2001	17	0,81	0,30
2002	37	0,81	0,66
2003	7	0,81	0,13
2004	20	0,81	0,36
2005	10	0,81	0,18
2006	11	0,81	0,20
2007	3	0,81	0,05
2008	9	0,81	0,16
2009	6	0,81	0,11
2010	1	0,81	0,02
2011	7	0,81	0,13
2012	8	0,81	0,14
2013	7	0,81	0,13
2014	11	0,81	0,20
2015	4	0,81	0,07
2016	35	0,81	0,63

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

La Tabla ***52***-3 contiene la edad de la flota actual, la cantidad de vehículos por año, el factor de emisión de SO_2 en gramos por cada Kilómetro de la propuesta del (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Riobamba, 2019b) y su total de emisiones anuales. Los datos calculados de emisiones están en toneladas anuales por unidad de transporte.

3.6.4. Contaminación con VOC de las rutas propuestas por el GADR-2019

Tabla 53-3 Contaminación con VOC de las rutas propuestas por el GADR-2019

Año de los buses	Número de vehículos	Factor VOC [g/Km]	Emisión [ton/año]
1995	1	2,36	0,05
1996	0	2,36	0,00
1997	7	2,36	0,36
1998	15	2,36	0,78
1999	2	2,36	0,10
2000	0	2,36	0,00
2001	17	0,46	0,17
2002	37	0,46	0,38
2003	7	0,46	0,07
2004	20	0,46	0,20
2005	10	0,46	0,10
2006	11	0,43	0,10
2007	3	0,43	0,03
2008	9	0,43	0,09
2009	6	0,43	0,06
2010	1	0,43	0,01
2011	7	0,43	0,07
2012	8	0,43	0,08
2013	7	0,43	0,07
2014	11	0,43	0,10
2015	4	0,43	0,04
2016	35	0,43	0,33

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

La Tabla ***53***-3 contiene la edad de la flota actual, la cantidad de vehículos por año, el factor de emisión de VOC en gramos por cada Kilómetro de la propuesta del (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Riobamba, 2019b) y su total de emisiones anuales. Los datos calculados de emisiones están en toneladas anuales por unidad de transporte.

3.6.5. Contaminación con NO_x de las rutas propuestas por el GADR-2019

Tabla 54-3 Contaminación con NO_x de las rutas propuestas por el GADR-2019

Año de los buses	Número de vehículos	Factor NOx [g/Km]	Emisión [ton/año]
1995	1	20,02	0,44
1996	0	20,02	0,00
1997	7	20,02	3,09
1998	15	20,02	6,62
1999	2	20,02	0,88
2000	0	20,02	0,00
2001	17	18,55	6,96
2002	37	18,55	15,14
2003	7	18,55	2,86
2004	20	18,55	8,18
2005	10	18,55	4,09
2006	11	5,74	1,39
2007	3	5,74	0,38
2008	9	5,74	1,14
2009	6	5,74	0,76
2010	1	5,74	0,13
2011	7	5,74	0,89
2012	8	5,74	1,01
2013	7	5,74	0,89
2014	11	5,74	1,39
2015	4	5,74	0,51
2016	35	5,74	4,43

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

La Tabla 54-3 contiene la edad de la flota actual, la cantidad de vehículos por año, el factor de emisión de NO_x en gramos por cada Kilómetro de la propuesta del (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Riobamba, 2019b) y su total de emisiones anuales. Los datos calculados de emisiones están en toneladas anuales por unidad de transporte.

Tabla 55-3 Resultados de la contaminación de los diferentes gases de las rutas propuestas por el GAD, 2019.

CONTAMINANTE\BUSES	1 BUS	218 BUSES
CO(ton/año)	16,03	3.494,56
MP(ton/año)	5,98	1.304,46
SO_2(ton/año)	3,91	851,50
VOC(ton/año)	3,19	695,89
NO_x (ton/año)	61,19	13.339,03
GASES (ton/año)	90,30	19.685,43

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

La Tabla 63-3 Resultados de la contaminación de los diferentes gases de las rutas propuestas en la presente investigación.3 contiene los datos de contaminación con la propuesta presentada por el (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Riobamba, 2019b), tanto para una unidad de transporte como de toda la flota vehicular. Además, contiene los valores de contaminación anuales con un valor total de 10.795,96 toneladas anuales con 218 buses en funcionamiento.

3.7. Análisis de la propuesta planteada en esta investigación

Tabla 56-3 Cálculos del kilometraje en cada Línea, por unidad de transporte y por día de la propuesta en la presente investigación.

LINEAS\VARIABLES	Distancia/vuelta [Km]	Tiempo [horas]	Velocidad [Km/h]	Número de vueltas	Kilómetros totales
LINEA1	18,13	1,5	12,09	6	108,78
LINEA2	24,41	1,44	16,95	6	146,46
LINEA3	18,06	1,52	11,88	6	108,36
LINEA4	18,13	1,55	11,70	7	126,91
LINEA5	28,66	1,87	15,33	7	200,62
LINEA6	20,1	1,35	14,89	7	140,7
LINEA7	24,03	2,06	11,67	7	168,21
LINEA8	21,39	1,52	14,07	6	128,34
LINEA9	13,98	1,73	8,08	6	83,88
LINEA10	14,27	1,68	8,49	6	85,62
LINEA11	17,79	1,2	14,83	7	124,53
LINEA12	15,5	1,47	10,54	6	93

LINEA13	21,6	1,76	12,27	7	151,2
LINEA14	24,03	2,04	11,78	5	120,15
LINEA15	21,63	1,41	15,34	7	151,41
LINEA16	28,83	1,55	18,60	6	172,98

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

Los valores de kilometraje recorrido en cada línea de transporte para la propuesta de esta investigación se detallan en la Tabla 56-3, el número de vueltas promedio de cada bus en las diferentes líneas de transporte son tomadas de los estudios previos del (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Riobamba, 2019b).

Tabla 57-3 Distancia total recorrida en un año por cada unidad de transporte de las rutas propuestas en la presente investigación.

Distancia/7 semanas [Km]	2111,15
Número semanas/año	52
factor semanas	7,43
Distancia/bus/año [Km]	15682,83

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

La distancia optimizada en esta investigación para las rutas de transporte es de 15.682,83 Kilómetros anuales por cada unidad de transporte como se muestra en la Tabla 57-3. Este valor es únicamente la distancia que recorre en las vías durante el servicio de transporte; es decir, no se ha considerado las distancias recorridas para las distintas actividades como visitas a gasolineras, salidas a comer, retornos a las viviendas, entre otros.

Tabla 58-3 Contaminación con CO de las rutas propuestas en la presente investigación.

Año de los buses	Número de vehículos	Factor CO [g/Km]	Emisión[ton/año]
1995	1	12,24	0,19
1996	0	12,24	0,00
1997	7	12,24	1,34
1998	15	12,24	2,88
1999	2	12,24	0,38
2000	0	12,24	0,00
2001	17	2,18	0,58
2002	37	2,18	1,26

2003	7	2,18	0,24
2004	20	2,18	0,68
2005	10	2,18	0,34
2006	11	2,18	0,38
2007	3	2,18	0,10
2008	9	2,18	0,31
2009	6	2,18	0,21
2010	1	2,18	0,03
2011	7	2,18	0,24
2012	8	2,18	0,27
2013	7	2,18	0,24
2014	11	2,18	0,38
2015	4	2,18	0,14
2016	1	2,18	0,03

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

La Tabla ***58***-3 contiene la edad de la flota actual, la cantidad de vehículos por año, el factor de emisión de CO en gramos por cada Kilómetro de la propuesta de esta investigación y su total de emisiones anuales. Los datos calculados de emisiones están en toneladas anuales por unidad de transporte.

Tabla 59-3 Contaminación con MP de las rutas propuestas en la presente investigación

Año de los buses	Número de vehículos	Factor MP [g/Km]	Emisión[ton/año]
1995	1	1,51	0,02
1996	0	1,51	0,00
1997	7	1,51	0,17
1998	15	1,51	0,36
1999	2	1,51	0,05
2000	0	1,51	0,00
2001	17	1,21	0,32
2002	37	1,21	0,70
2003	7	1,21	0,13
2004	20	1,21	0,38
2005	10	1,21	0,19

2006	11	1,21	0,21
2007	3	1,21	0,06
2008	9	1,21	0,17
2009	6	1,21	0,11
2010	1	1,21	0,02
2011	7	1,21	0,13
2012	8	1,21	0,15
2013	7	1,21	0,13
2014	11	1,21	0,21
2015	4	1,21	0,08
2016	1	1,21	0,02

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

La Tabla ***59***-3 contiene la edad de la flota actual, la cantidad de vehículos por año, el factor de emisión de MP en gramos por cada Kilómetro de la propuesta de esta investigación y su total de emisiones anuales. Los datos calculados de emisiones están en toneladas anuales por unidad de transporte.

Tabla 60-3 Contaminación con SO_2 de las rutas propuestas en la presente investigación

Año de los buses	Número de vehículos	Factor SO2 [g/Km]	Emisión [ton/año]
1995	1	0,83	0,01
1996	0	0,83	0,00
1997	7	0,83	0,09
1998	15	0,83	0,20
1999	2	0,83	0,03
2000	0	0,83	0,00
2001	17	0,81	0,22
2002	37	0,81	0,47
2003	7	0,81	0,09
2004	20	0,81	0,25
2005	10	0,81	0,13
2006	11	0,81	0,14
2007	3	0,81	0,04
2008	9	0,81	0,11

2009	6	0,81	0,08
2010	1	0,81	0,01
2011	7	0,81	0,09
2012	8	0,81	0,10
2013	7	0,81	0,09
2014	11	0,81	0,14
2015	4	0,81	0,05
2016	1	0,81	0,01

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

La Tabla ***60***-3 contiene la edad de la flota actual, la cantidad de vehículos por año, el factor de emisión de SO_2 en gramos por cada Kilómetro de la propuesta de esta investigación y su total de emisiones anuales. Los datos calculados de emisiones están en toneladas anuales por unidad de transporte.

Tabla 61-3 Contaminación con VOC de las rutas propuestas en la presente investigación

Año de los buses	Número de vehículos	Factor VOC [g/Km]	Emisión [ton/año]
1995	1	2,36	0,04
1996	0	2,36	0,00
1997	7	2,36	0,26
1998	15	2,36	0,56
1999	2	2,36	0,07
2000	0	2,36	0,00
2001	17	0,46	0,12
2002	37	0,46	0,27
2003	7	0,46	0,05
2004	20	0,46	0,14
2005	10	0,46	0,07
2006	11	0,43	0,07
2007	3	0,43	0,02
2008	9	0,43	0,06
2009	6	0,43	0,04
2010	1	0,43	0,01
2011	7	0,43	0,05

2012	8	0,43	0,05
2013	7	0,43	0,05
2014	11	0,43	0,07
2015	4	0,43	0,03
2016	1	0,43	0,01

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

La Tabla ***61***-3 contiene la edad de la flota actual, la cantidad de vehículos por año, el factor de emisión de VOC en gramos por cada Kilómetro de la propuesta de esta investigación y su total de emisiones anuales. Los datos calculados de emisiones están en toneladas anuales por unidad de transporte.

Tabla 62-3 Contaminación con NO_x de las rutas propuestas en la presente investigación

Año de los buses	Número de vehículos	Factor NOx [g/Km]	Emisión [ton/año]
1995	1	20,02	0,31
1996	0	20,02	0,00
1997	7	20,02	2,20
1998	15	20,02	4,71
1999	2	20,02	0,63
2000	0	20,02	0,00
2001	17	18,55	4,95
2002	37	18,55	10,76
2003	7	18,55	2,04
2004	20	18,55	5,82
2005	10	18,55	2,91
2006	11	5,74	0,99
2007	3	5,74	0,27
2008	9	5,74	0,81
2009	6	5,74	0,54
2010	1	5,74	0,09
2011	7	5,74	0,63
2012	8	5,74	0,72
2013	7	5,74	0,63
2014	11	5,74	0,99

2015	4	5,74	0,36
2016	1	5,74	0,09

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

La Tabla ***62***-3 contiene la edad de la flota actual, la cantidad de vehículos por año, el factor de emisión de MP en gramos por cada Kilómetro de la propuesta de esta investigación y su total de emisiones anuales. Los datos calculados de emisiones están en toneladas anuales por unidad de transporte.

Tabla 63-3 Resultados de la contaminación de los diferentes gases de las rutas propuestas en la presente investigación.

CONTAMINANTE\BUSES	1 BUS	184 BUSES
CO (ton/año)	10,23	1883,23
MP (ton/año)	3,61	664,10
SO2(ton/año)	2,35	431,52
VOC (ton/año)	2,04	375,42
NOx(ton/año)	40,44	7441,69
GASES (ton/año)	58,67	10795,96

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

La **Tabla *63*-3** Resultados de la contaminación de los diferentes gases de las rutas propuestas en la presente investigación.3 contiene los datos de contaminación con la propuesta presentada en esta investigación, tanto para una unidad de transporte como de toda la flota vehicular. Además, contiene los valores de contaminación anuales con un valor total de 10.795,96 toneladas anuales con 184 buses en funcionamiento.

El sistema de transporte urbano actual se muestra en el Gráfico 64-3 con un notable cruce de vías en el centro de la ciudad, esta situación es la que ha genera congestionamientos, smog, contaminación ambiental y especialmente una inconformidad por parte de la ciudadanía según las encuestas realizadas en esta investigación.

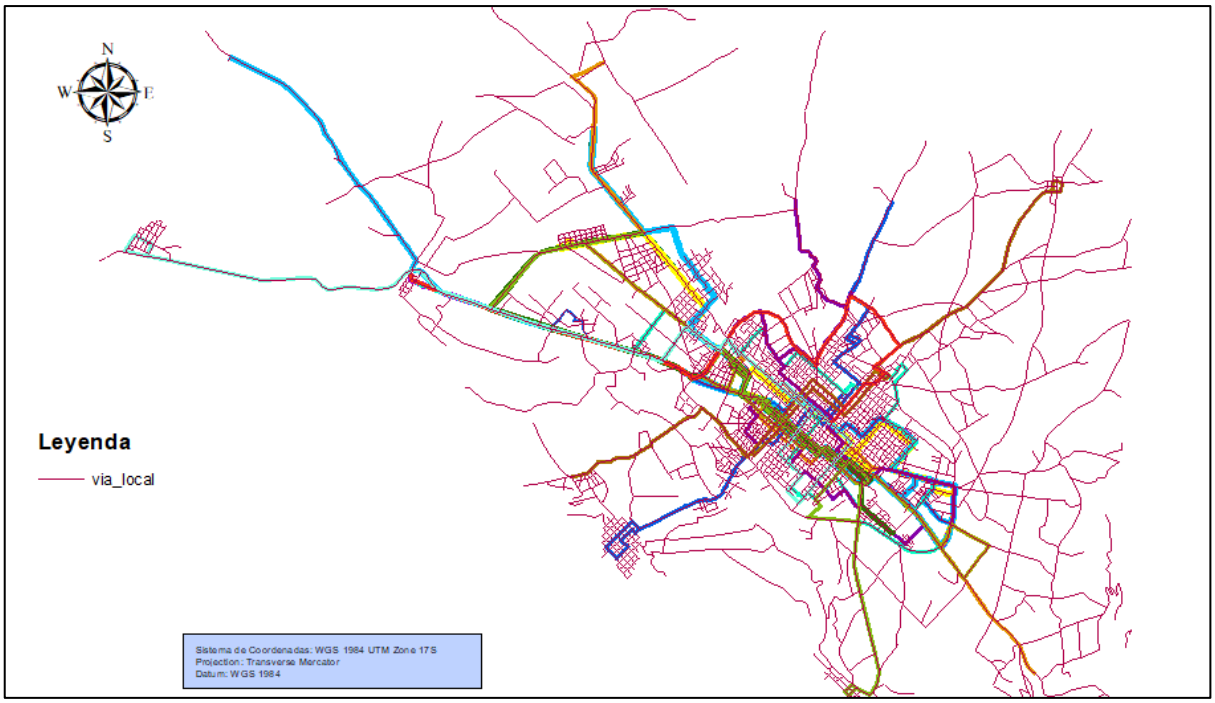


Gráfico 64-3 Rutas actuales del sistema de transporte de Riobamba.

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

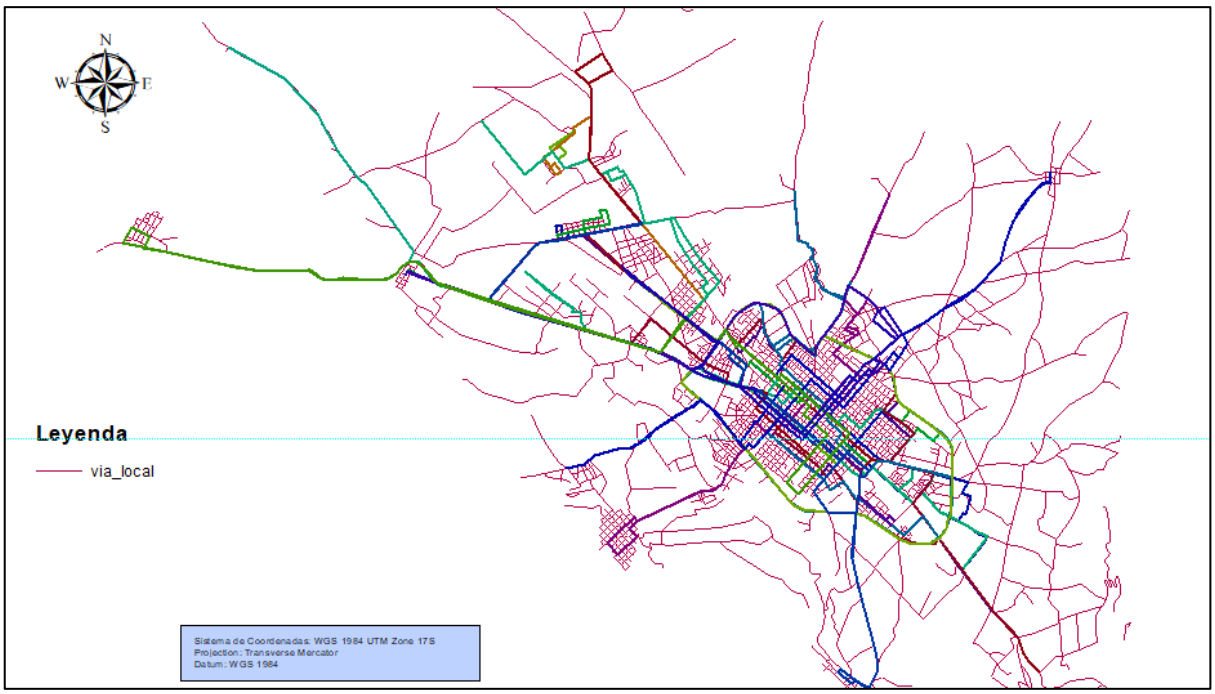


Gráfico 65-3 Rutas propuestas por el GAD,2019 para la ciudad de Riobamba

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

Mediante el plan de movilidad de Riobamba 2019, el sistema de transporte urbano propuesto se muestra en el Gráfico 65-3, con nuevas rutas llegando a lugares donde el sistema actual de autobuses no cubre.

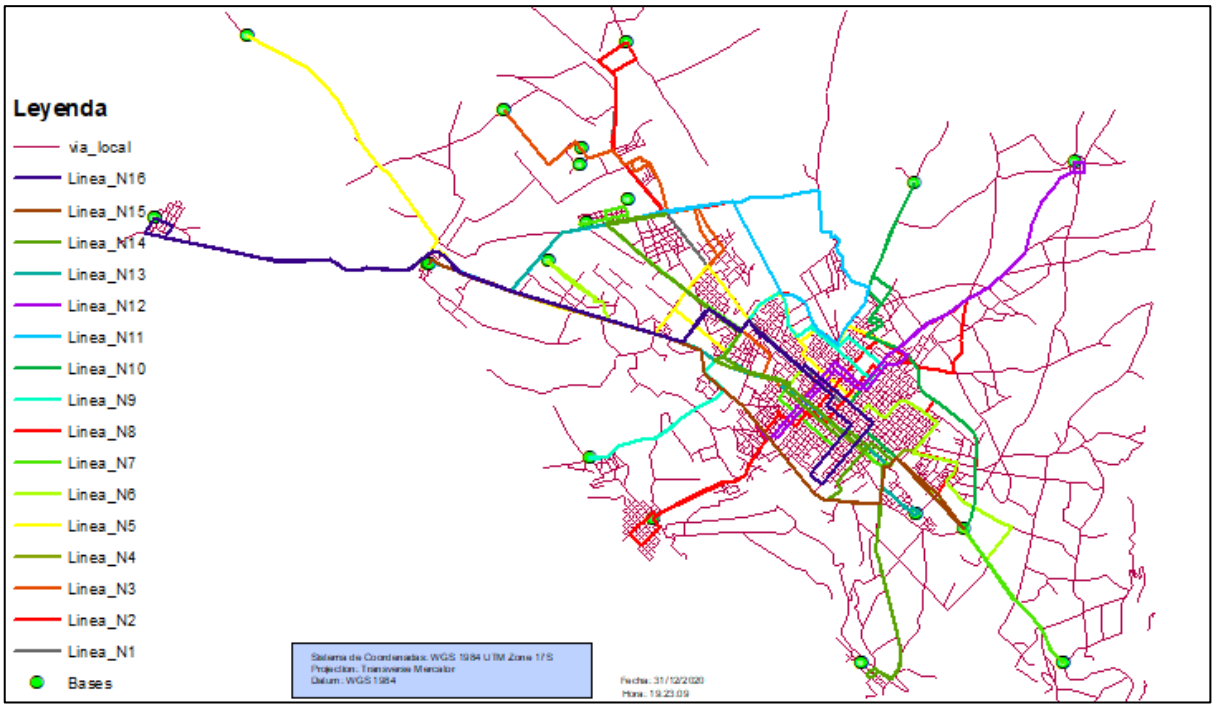


Gráfico 66-3 Rutas propuestas en la presente investigación para la ciudad de Riobamba

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

El Gráfico 66-3 es el resultado final del sistema de transporte mediante el software ArcGIS 10.4, el sistema se forma con un total de 16 líneas de transporte, cubriendo un área similar a la propuesta del plan de movilidad 2019 pero con menores distancias recorridas.

Tabla 64-3 Comparaciones en (toneladas/año) entre las rutas de transporte.

Contaminante	Actualidad	Propuesta GAD	Propuesta TI
CO	2.161,59	3.494,56	1.883,23
MP	762,26	1.304,46	664,10
SO2	495,30	851,50	431,52
VOC	430,91	695,89	375,42
NOx	8.541,65	13.339,03	7.441,69
TOTALES	**12.391,72**	**19.685,43**	**10.795,96**

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

La **Tabla** ***64*-3** muestra las diferencias entre los distintos gases contaminantes de forma individual y total de las rutas actuales del transporte público con 12.391,72 toneladas/año, la propuesta en el plan de movilidad 2019 que generara 19.685,43 toneladas/año y los valores del presente trabajo con una contaminación de 10.795,96 toneladas/año.

Tabla 65-3 Porcentajes de variación de la contaminación posible en referencia a la contaminación actual de los buses de Riobamba

Porcentajes de variación en la contaminación de Riobamba	
Propuesta del GADR 2019	+59%
Propuesta de (Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.)	-13%

Elaborador por: Chimbo, D.; Paucar, V. 2021.

La Tabla 65-**3** muestra los valores de aumento y reducción de contaminación ambiental respecto a una contaminación actual del sistema de transporte urbano. Con la propuesta en el plan de movilidad de la ciudad de Riobamba se obtendrá un aumento del 59% y el presente trabajo manifiesta una reducción del 13% de contaminación ambiental.

3.8. Evaluación de los resultados obtenidos

La contaminación ambiental en la ciudad de Riobamba actualmente es de 12391,72 toneladas por año mediante la ecuación "Modelo Simplificado de Estimación de Emisiones o Botton Up". Este valor presentaría un aumento considerable de emisiones de gases contaminantes en la propuesta del Plan de Movilidad de Riobamba 2019 con un valor de 19685,43 toneladas. Los valores de contaminación ambiental se han optimizado teóricamente a un valor de 10795,96 toneladas de contaminantes anuales considerando la flota actual y sin ningún tipo de inversión. La ecuación empleada para la estimación de la emisión de los diferentes gases fue determinada en base a los datos disponibles de la flota vehicular de buses de Riobamba como: la cantidad de buses y sus años de fabricación, el kilometraje que recorre cada una de las unidades de transporte diaria y anualmente. Los tipos de gases contaminantes estudiados en esta investigación son el Monóxido de Carbono, material particulado, dióxido de azufre, compuestos orgánicos volátiles y compuestos con Nitrógeno debido a la disponibilidad de los factores de emisión para el servicio de transporte de buses en general. Los factores de emisión considerados para esta investigación pertenecen a fuentes confiables y han sido fundamentales para la obtención de los valores de contaminación ambiental. No se han utilizado factores de emisión propios de la ciudad de Riobamba ya que en el Ecuador únicamente tres provincias cuentan con los equipos para realizar

la revisión técnica vehicular y además afirman que es información confidencial por lo que no se logró disponer de factores de emisión de nuestro país en los centros de revisión vehicular de Quito y Cuenca. El centro de revisión de Guayaquil no fue considerado debido a la variación de temperaturas entre las ciudades.

Con la presente investigación se propone un porcentaje de reducción del 13% respecto a la contaminación actual; considerando además que el área de servicio por parte de los buses se optimizó semejante al (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Riobamba, 2019b) pero con menores distancias recorridas y evitando cruces innecesarios dentro de la ciudad. La distancia obtenida en cada una de las Líneas de transporte es menor en comparación con las rutas vigentes y con las rutas propuestas para el GAD de Riobamba en el Plan de Movilidad 2019. Todas las distancias han sido calculadas mediante el software ArcGIS y su base de datos interna.

De acuerdo con las encuestas realizadas en la presente investigación se concluye que los principales problemas que enfrenta el sistema de transporte de buses de Riobamba son: el cruce excesivo de las líneas por las calles del centro, el recorrido excesivo para movilizarse de un lugar a otro, el tiempo de espera en las paradas, lugares a los que no llega el servicio de transporte, recorridos que rodean toda la ciudad y demoran mucho en retornar a la base. Por estas razones las personas prefieren utilizar otros medios de transporte en lugar de un servicio de transporte publico ineficiente. Los valores de las distancias optimizadas se detallan en el presente documento.

Para generar la propuesta de ruteo vehicular de los buses de Riobamba se utilizó ArcGIS 10.4.1; y su complemento Network Analyst. La simulación se realizó correctamente en el software, con los datos ingresados de forma manual, las características ingresadas en el software fueron nombre de las calles; velocidades asignadas para buses en las calles según los valores establecidos por la ley; la jerarquía de las calles tanto para vías primarias, secundarias y terciarias; sentido de las vías, ya sea de uno o dos sentidos para concretar una simulación correcta de las rutas.

CONCLUSIONES

- Se desarrolló una propuesta para reducir los gases contaminantes en la ciudad de Riobamba, mediante la evaluación del sistema de ruteo vehicular actual, el sistema propuesto por el (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Riobamba, 2019b) y el presente estudio.
- Los principales problemas identificados en el servicio de transporte público urbano son tiempos excesivos en la movilización, distancias muy extensas, rutas con demasiadas vueltas, rutas en zigzag que afectan directamente a los usuarios para usar constantemente este medio de transporte.
- La cantidad de contaminación del transporte público urbano fue analizado con los gases: Monóxido de Carbono, material particulado, dióxido de azufre, compuestos orgánicos volátiles y compuestos con Nitrógeno con un valor de 12.391,72 toneladas emitidas anualmente según el Modelo Simplificado de Estimación de Emisiones.
- Se implementó una nueva red de transporte urbano con el software ArcGIS 10.4.1 y su complemente Network Analyst, disminuyendo las distancias recorridas por cada unidad de transporte, pero alcanzando la misma área de servicio.

RECOMENDACIONES

- Realizar una investigación sobre las velocidades promedio en cada una de las vías de Riobamba, para obtener una iteración más profunda y con datos más reales. Este es un trabajo de campo que comprendería estudiar el comportamiento en cada una de las calles principales y secundarias de la ciudad de Riobamba.
- Complementar esta investigación con factores de emisión de las distintas unidades de transporte propios de cada uno, ya que aparte de los años de servicio se debería estudiar la cantidad de contaminación de cada una de las unidades del servicio de transporte público y que tipos de gases se emiten en mayor porcentaje en la ciudad.
- Buscar soluciones con sistema integrado de transporte con la misma flota vehicular actual; ya que, si se dispone de las unidades de transporte en buen estado, pero no existe la infraestructura para realizar este tipo de servicio; con el cual se optimizaría el tiempo de servicio y el costo que son los factores prioritarios para brindar un mejor servicio de autobuses a la ciudad de Riobamba.
- Realizar un estudio del contaminante CH_4; el cual se presenta en grandes cantidades en los vehículos de transporte pesado que funcionan a diésel. Además de que este gas es peligroso para los seres humanos.
- Realizar una investigación sobre todas las calles nuevas que ha implementado el municipio de Riobamba en la ciudad, ya que últimamente se han abierto nuevas avenidas y son de vital importancia para llegar a nuevos usuarios y trazar nuevas rutas del transporte público de la ciudad de Riobamba.
- Realizar un estudio más profundo para la aplicación del modelo matemático de emisiones de gases; que integre propiedades del combustible como densidad, poder calorífico, tasa de consumo de energía, factores de emisión entre otros. Para así obtener resultados más acertados en cuanto a la emanación de gases contaminantes de los autobuses en la ciudad de Riobamba.

GLOSARIO

Transporte Intermodal: Hace referencia al movimiento de unidades de carga por distintas redes combinadas, la diferencia frente a otros sistemas consiste en una forma de transferencia de la carga sin salirse de un sistema. Es un sistema idóneo para intercambios de líneas en un mismo sistema.

CORPAIRE: Corporación para el Mejoramiento del Aire en Quito encargada de controlar la contaminación de vehículos, reduciendo índices de contaminación (Corpaire, 2020)

CUENCAIRE: Corporación para el Mejoramiento del Aire de Cuenca encargada de controlar la contaminación de vehículos, reducción de índices de contaminación (Emov, 2017:p. 54-57)

Parque Automotor: Hace reseña a los vehículos matriculados existentes en un año, sin tomar en cuenta las bajas producidas (vehículos fuera de circulación). Corresponde a vehículos de pasajeros, autobuses, camionetas y camiones.

Sistema de Información Geográfica SIG: Conjunto de herramientas que integra y relaciona diversos componentes de datos procedentes del mundo real vinculados a referencia espacial. Analiza la ubicación espacial y organiza capas de información para la visualización, utilizando mapas y escenas 3D (Quintana, 2008).

Índice de Pasajeros por Kilómetro IPK: Cociente entre la cantidad de pasajeros transportados y la distancia recorrida en kilómetros (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Riobamba, 2019a).

ArcGIS: Conjunto de productos de software en el campo de los Sistemas de Información Geográfica SIG. Aplicación para la captura, edición, análisis, tratamiento, diseño, publicación e impresión de información geográfica (Santiago, 2005:p. 157).

Network Analyst: Realiza análisis de red y trabaja con datasets y entidades de giro incluyendo herramientas de geoprocesamiento. Estas herramientas se utilizan de forma encadenada en un modelo o secuencia de comandos (ESRI, 2020).

Emisiones en caliente: Tipo de emisión consiste en la contaminación al ambiente por medio de los gases de escape, una vez que el motor ha alcanzado su etapa de funcionamiento. Técnicamente esta etapa ocurre cuando el agua del sistema de refrigeración alcanza 70°C (Valencia-Arroyave et al., 2015:p. 1-22).

Emisiones en frio: Tipo de emisión frecuentemente se da una vez que se enciende el vehículo y el agua no ha superado los 70°C, la contaminación ocurre con los gases del tubo de escape (Valencia-Arroyave et al., 2015:p. 1-22).

Emisiones evaporativas: Tipo de contaminación se produce por una evaporación espontanea de los combustibles, principalmente ocurre con la gasolina y ocurre en las salidas de los tubos de escape, en los tanques de almacenamiento cuando están abiertos o recargando el combustible (Valencia-Arroyave et al., 2015:p. 1-22).

Factor de Emisión: Es un valor representativo que relaciona la cantidad de contaminante emitido a la atmosfera con una actividad asociada a la emisión del contaminante. Estos factores son usualmente expresados como la masa del contaminante dividido por una unidad de peso, volumen, distancia o duración (Valencia-Arroyave et al., 2015:p. 1-22).

Grafos: Representación gráfica de nodos o vértices unidos por enlaces llamados aristas o arcos constituidos de un sistema o conjunto.

Algoritmo de Dijkstra: Algoritmo de caminos mínimos, permite la determinación del más corto, dado un vértice origen, hacia el resto de los vértices de un grafo que tiene pesos en cada arista (Salas, 2008:p. 1-9).

Modelo Botton Up: Se fundamento a partir de otra ecuación y es conocido como Modelo Simplificado de Estimación de Emisiones, donde se puede observar el resultado final de la cantidad de contaminantes depende en gran medida del factor de emisión perteneciente a cada vehículo (Valencia-Arroyave et al., 2015:p. 1-22)

BIBLIOGRAFÍA

AGUILAR, Andrés, Propuesta De Rutas Óptimas Para La Recolección De Desechos Sólidos En La Zona Centro Norte De La Parroquia Sangolquí Mediante La Extensión Network Analyst Del Software Arcgis. *Previa Obtencion De Titulo De Ingeniero En Ciencias*, 2017. pp. 203.

AGUIRRE RAMÓN, Jenny. & MACHADO CUZCO, Jessica, Elaboración de un inventario de fuentes fijas de combustión establecidas en el Parque Industrial de la ciudad de Cuenca para la estimación de emisiones atmósfericas. , 2015.

ALFA, Attahiru S. & CHEN, Mingyuan, Temporal distribution of public transport demand during the peak period. *European Journal of Operational Research*, 1995. vol. 83, no. 1, pp. 137-153. ISSN 03772217. DOI 10.1016/0377-2217(93)E0311-K.

AMIRIPOUR, Mahd., CEDER, Avishai A. & MOHAYMANY, Afshin S., Designing large-scale bus network with seasonal variations of demand. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies* [en línea], 2014. vol. 48, pp. 322-338. ISSN 0968090X. DOI 10.1016/j.trc.2014.08.017. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.trc.2014.08.017.

ÁNGEL, Miguel, PIEDRAHITA, Moran, ELIZABETH, Nancy & ALCOCER, Meras, Optimización de las rutas inter-facultades que recorren los estudiantes en el campus Gustavo Galindo de ESPOL. , 2019. no. September.

ARCGIS, Software, Sistema de Información Geográfica (Software). , 2021.

ARGIBAY, Juan, Muestra en investigación cuantitativa. *Subj. procesos cogn*, 2009. vol. 4777, no. 1430, pp. 13-29.

ASAMBLEA NACIONAL DEL ECUADOR, Reglamento a Ley De Transporte Terrestre. *Ley de Transporte Terrestre*, 2012. pp. 1-91. ISSN 0027-8874.

BALCAZAR, Diego, Analisis Del Nivel De Contaminacion Atmosferico Ocasionado Por La Emision De Gases De Escape Del Parque Aumotomotor En La Ciudad De Loja. *Universidad del Azuay* [en línea], 2013. pp. 104. Disponible en: http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/3281/1/10055.pdf.

OPS/OMS. Calidad del aire - Organización Panamericana de la Salud. [en línea]. [Consulta: 24 febrero 2021]. Disponible en: https://www.paho.org/es/temas/calidad-aire.

CASTILLO, Simón, MARDONES, Marcelo & VILA, Waldo, 2017. El Estado sobre ruedas. Transporte Público, Política Y Ciudad. ETCE 1945-1981. S.l.: s.n.

CELI, Santiago, Análisis del comportamiento del transporte público a nivel mundial. *Revisa Espacios*, 2018. vol. 39 (N°18), no. 0798 1015, pp. 1-15.

CELI, Santiago F., Análisis del comportamiento del transporte público a nivel mundial. [en línea], 2018. pp. 15. Disponible en: https://bit.ly/37IjSBB.

CORPAIRE, 2020. Agencia Metropolitana de Control de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial. .

CORTÉS, Fernardo & CORTES, Fernardo, Tamaño de la muestra y análisis de asociaciónTamano de la muestra y analisis de asociacion. *Revista Mexicana de Sociología*, 1982. vol. 44, no. 4, pp. 1381. ISSN 01882503. DOI 10.2307/3540134.

DAVIS, Nicole, LENTS, James, OSSES, Mauricio, NIKKILA, Nick & BARTH, Matthew, Development and application of an international vehicle emissions model. *Transportation Research Record*, 2005. no. 1939, pp. 157-165. ISSN 03611981. DOI 10.1177/0361198105193900118.

DIGESA, Inventario de emisiones de fuentes fijas cuenca atmosférica de la ciudad de Arequipa. [en línea], 2005. Disponible en: https://sinia.minam.gob.pe/documentos/inventario-emisiones-fuentes-fijas-cuenca-atmosferica-ciudad-arequipa.

DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE MOVIIDAD TRÁNSITO Y TRANSPORTE, Distribución de rutas de Riobamba. *Transporte Urbano* [en línea], 2015. Disponible en: http://www.gadmriobamba.gob.ec/index.php/alcaldia/direcciones/informacion/172-direccion-de-movilidad-transito-y-transporte-del-gadm-riobamba.

EMOV, Inventario de emisiones atmosféricas del cantón Cuenca. *ambiental* [en línea], 2014. vol. 7, no. 2, pp. 1-16. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/311789933_Inventario_de_Emisiones_Atmosfericas_del_Canton_Cuenca_2014.

EMOV, Informe de Calidad del aire. [en línea], 2017. pp. 54-57. Disponible en: https://www.emov.gob.ec/sites/default/files/CALIDAD DEL AIRE 2017.pdf.

ESRI, Extensión Network Analyst de ArcGIS. [en línea], 2020. Disponible en: https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.4/extensions/network-analyst/exercise-7-servicing-a-set-of-orders-with-a-fleet-of-vehicles.htm.

FERNÁNDEZ DÍEZ DE LOS RÍOS, Javier, Transporte de larga distancia, Organización Del Transporte Y La Distribución (COML0209). *Madrid, ES: Editorial CEP, SL*, 2015.

GAD, Riobamba, Determinación de la oferta de servicio. , 2015.

GARAYCHOA, Octavio & TICONA, Eduardo, Rutas De Transporte Público Y Situación De La Tuberculosis In Lima , Peru. , 2015. vol. 32, no. 1, pp. 93-97.

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN RIOBAMBA, Plan de Movilidad del Cantón Riobamba Informe Fase I. , 2019a.

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN RIOBAMBA, Plan de Movilidad del Cantón Riobamba Informe Fase II. , 2019b.

GUERRA BUSTILLO, Caridad W., 2003. *Estadistica* [en línea]. S.l.: Editorial Felix Varela. ISBN 9789592584211. Disponible en: https://elibro.net/es/lc/espoch/titulos/71785.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA Y CENSOS - INEC, 2020. Población y Demografía. *Ecuador en Cifras* [en línea]. Disponible en: https://bit.ly/3bGaVKi.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS - INEC, 2019. Anuario de Estadísticas de Transporte 2018. *Instituto Nacional de Estadística y Censos - INEC.* [en línea]. Disponible en: https://anda.inec.gob.ec/anda/index.php/catalog/786/download/15636.

LORENA, Ms, MINISTRA, Tapia, AMBIENTE, Del, JUAN, Abg & SORIA, Carlos, Proyecto Calidad del Aire Fase III Año Base 2010 Gobierno Nacional del Ecuador. [en línea], 2010. DOI https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/05/Libro-Resumen-Inventario-13-02-2014-prensa.pdf. Disponible en: http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/05/Libro-Resumen-Inventario-13-02-2014-prensa.pdf.

MAPS, Google, Mapa de Riobamba. [en línea], 2020. Disponible en: https://www.google.com/maps/place/Riobamba/@-1.6660813,-78.6931246,13z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x91d3a8255b072981:0xcb8509cd0a3fdf99!8m2!3d-1.6650227!4d-78.6588786.

MASTERGIS, Análisis de Redes Viales - Network Analyst - ArcGIS. *Geometric Networks, Network Dataset, Ruta más cercana, sentido de vías. Mapa vial.* [en línea], 2017. Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=Njq7uDo5S1o&list=LL&index=14&t=691s&ab_channel=MasterGIS.

SOTO, Eugenio, Actualización inventario de emisiones atmosféricas del Valle de Aburrá-Año 2016. *Metropolitana Del Valle De Aburrá.* [en línea], 2018. pp. 50. ISSN 00221767. Disponible en:http://www.metropol.gov.co/CalidadAire/isdocConvenio243/Informe_Inventario_emisiones_2015.pdf.

MOLLINEDO, Carmen L., Movilidad urbana sostenible un reto para las ciudades del siglo XXI. *Economía, Sociedad y Territorio*, 2006. vol. VI, pp. 1-35. ISSN 1405-8421.

MOVILIDAD DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE, 2015. *GAD Municipal de Riobamba*. 2015. Riobamba: s.n.

QUINTANA, Santiago M., 2008. *LibroSIG : aprendiendo a manejar los SIG en la gestión ambiental*. S.l.: s.n. ISBN 9788469173701.

RESTREPO, Jorge, SÁNCHEZ, John, Aplicación de la teoría de grafos y el algoritmo de Dijkstra para determinar las distancias y las rutas más cortas en una ciudad. [en línea], 2004. Disponible en: https://www.redalyc.org/pdf/849/84911640021.pdf.

RIOS, Roxana, CHINEN, Paola, RONCAL, Fausto & ALVAREZ, Jorge, Inventario de emisiones de fuentes fijas cuenca atmosferica de la ciudad de Cusco. [en línea], 2005. pp. 47. Disponible en: http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/inventario_aire/fuentes_fijas/Informe Inventario Cusco-Final.pdf.

RISCTOX, Base de datos de sustancias tóxicas y peligrosas. [en línea], 2010. pp. 621. Disponible en: https://risctox.istas.net/index.asp?idpagina=621.

RODRÍGUEZ, Chaglla & ELIZABETH, Liliana, Diseño e implementación de un aplicación SIG para administración del sistema hídrico en la Unidad del Plan de Ordenamiento Territorial Rural de la Municipalidad de Cuenca, utilizando ArcGIS Desktop y ArcGIS Server Enterprise. , 2010.

SALAS, Alvaro H., Acerca del Algoritmo de Dijkstra. , 2008. pp. 1-9.

SANTIAGO, Ivan, Fundamentos de ArcGIS. *Tutorial de lectura*, 2005. vol. 1, pp. 157.

SERNA-URAN, Cornado, GARCÍA-CASTRILLÓN, Jorge & FLÓREZ-LONDOÑO, Ossman, Análisis de Rutas de Transporte de Pasajeros Mediante la Herramienta Network Analyst de Arcgis. Caso Aplicado en la Ciudad de Medellín. *Ingenierías USBMed*, 2016. vol. 7, no. 2, pp. 89-95. ISSN 2027-5846. DOI 10.21500/20275846.2631.

TIERRA, Magaly, Propuesta Técnica Para La Reducción De Accidentes De Tránsito Aplicando El Método Haddon Para La Ciudad De Riobamba, Provincia De Chimborazo - Caso Circuito La Estación. , 2018. pp. 168.

URGILES, Juan, Propuesta metodológica para la obtención del inventario de emisiones de fuentes móviles terrestres en la ciudad de Cuenca. [en línea], 2017. pp. 89. Disponible en: http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/7205.

VALENCIA-ARROYAVE, Daniela, MUÑOZ-DUQUE, Michelle, RAMÍREZ MUÑOZ, Alejandra, ALEJANDRO, Luis, JARAMILLO, Builes & HOYOS-RESTREPO, Carlos, A commuting emissions estimation model as a tool for the institutional environmental management

Modelo para a estimativa de emissões veiculares como ferramenta para a administração ambiental institucional. , 2015. vol. 10, no. 1, pp. 1-22.

VERDUGO, Xavier, Análisis y Optimización de Rutas de Lectura de Medidores para la Empresa Eléctrica Regional Centrosur. , 2014.

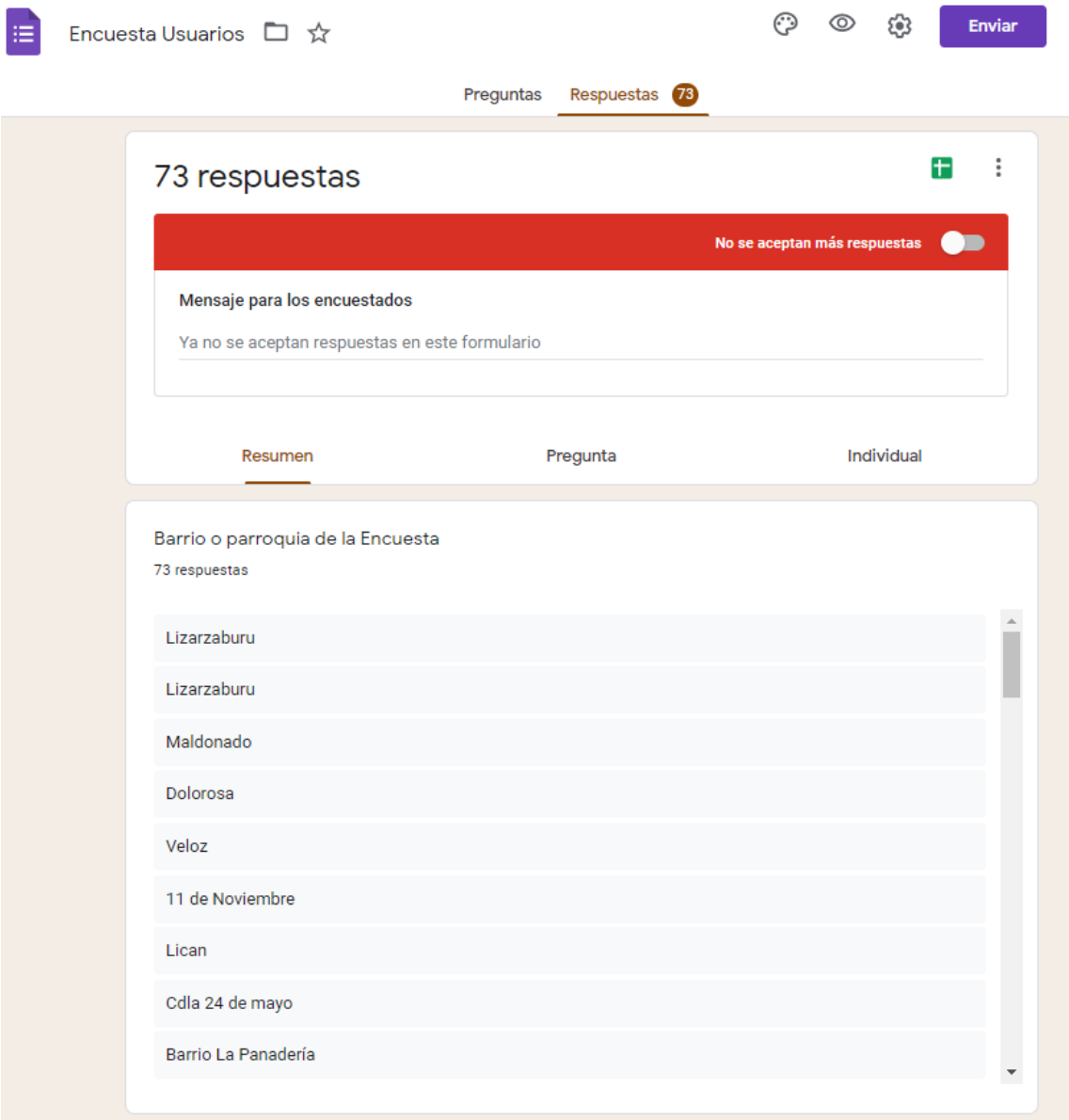
VILLAVICENCIO, Ebingen, El Tamaño Muestral Para La Tesis.¿Cuántas Personas Debo Encuestar? *Odontología Activa Revista Científica*, 2018. vol. 2, no. 1, pp. 59. ISSN 2477-8915. DOI 10.26871/oactiva.v2i1.175.

VINTIMILLA, Pedro, Analisis De Resultados De La Medicion De Emisiones De Gases Contaminantes De Fuentes Moviles a Partir De La Implementacion De La Revision Tecnica Vehicular En El Canton Cuenca. [en línea], 2015. vol. 1, pp. 102. Disponible en: http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4796/1/UPS-CT002645.pdf.

ZHAO, Zhenxing, XU, Qianming, DAI, Yuxing, LUO, An & CHEN, Yandong, Efficiency optimization design of LLC resonant converter for battery charging. *Proceedings of the 13th IEEE Conference on Industrial Electronics and Applications, ICIEA 2018*, 2018. pp. 928-933. DOI 10.1109/ICIEA.2018.8397845.

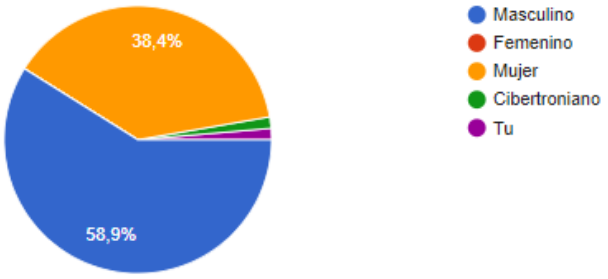
ANEXOS

ANEXO A: ENCUESTA ONLINE A LOS USUARIOS DEL BUS URBANO PUBLICO.



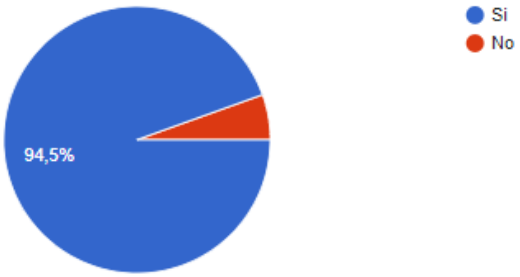
Sexo

73 respuestas



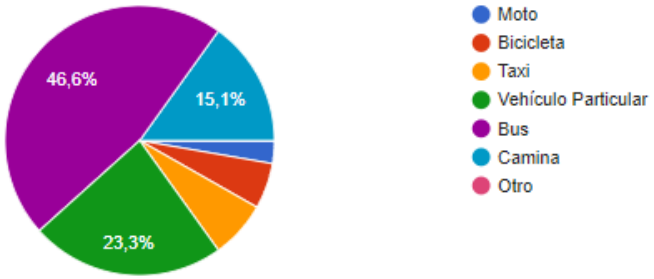
¿Ha utilizado el servicio de transporte público de la ciudad de Riobamba?

73 respuestas



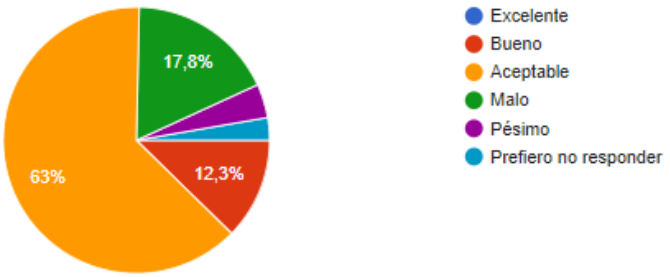
¿Cómo se moviliza normalmente?

73 respuestas



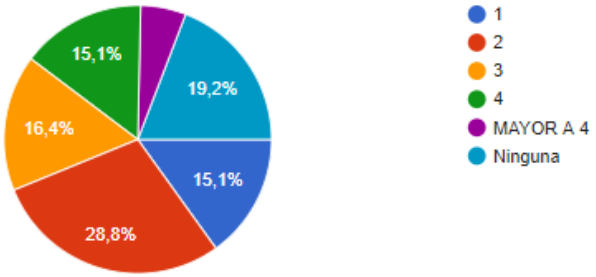
¿Cómo considera al servicio de bus público de la ciudad Riobamba?

73 respuestas



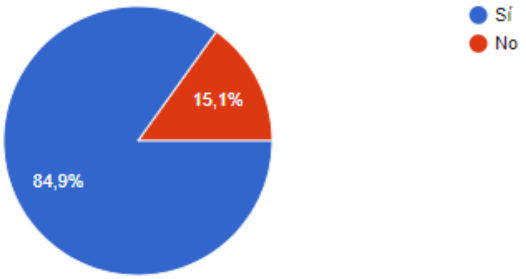
¿Cuántos viajes realiza al día en autobús?

73 respuestas



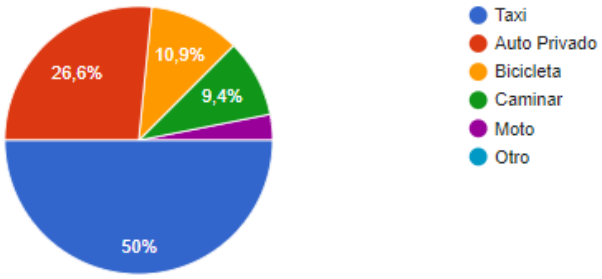
¿Se ha trasladado en un vehículo diferente al bus urbano debido a los problemas de movilidad que estos presentan?

73 respuestas



Si su respuesta de la pregunta anterior fue "SI" responda. ¿Cómo se ha movilizado a cambio del bus urbano? Si su respuesta anterior fue "NO" omita esta pregunta.

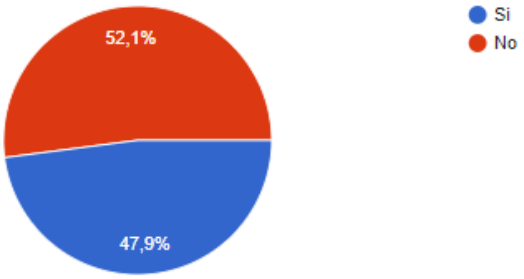
64 respuestas



SERVICIO DE TRANSPORTE DE BUSES DE RIOBAMBA

¿Considera que el servicio de transporte de buses actual cubre toda la ciudad?

73 respuestas



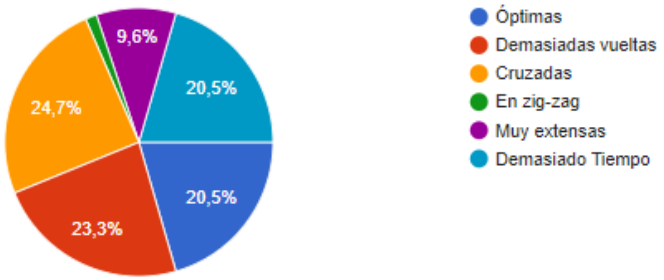
¿Qué lugares de la ciudad de Riobamba considera que no son abastecidos por el sistema de transporte de buses?

38 respuestas

- Ninguno
- Creo que si cubre la mayoría de sectores
- Ninguno
- Centro Norte
- Pucará desde El shopping
- La libertad
- Parque Ecologico
- El sesqui
- Disneyland

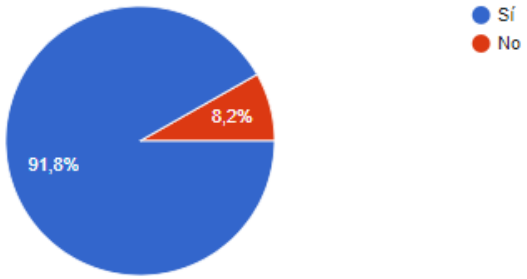
Las rutas de los buses en la ciudad de Riobamba las considera:

73 respuestas



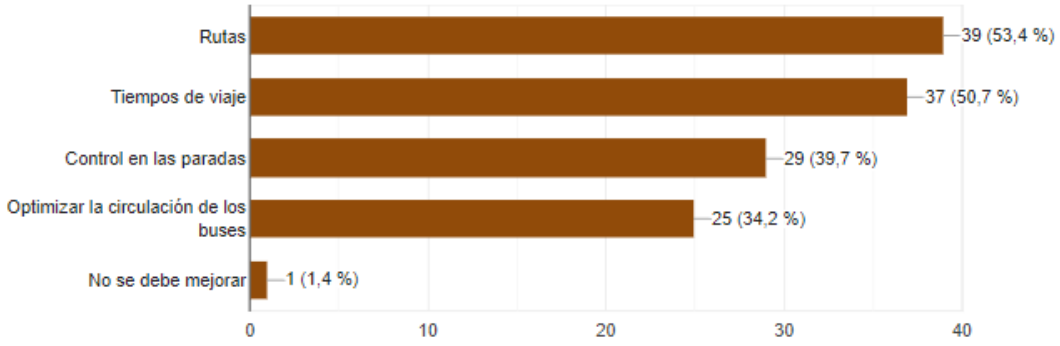
Cree que se debe mejorar las rutas de los buses Riobamba

73 respuestas



¿Qué piensa que se debe mejorar?

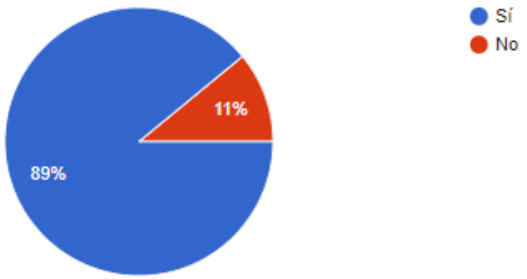
73 respuestas



SERVICIO DE TRANSPORTE DE BUSES DE RIOBAMBA

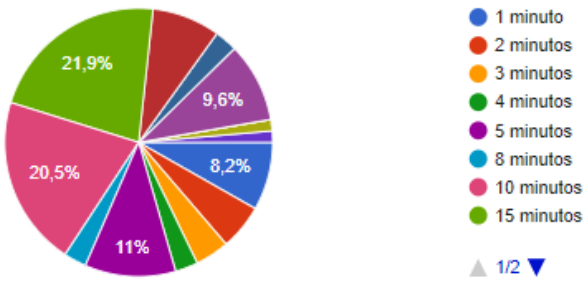
¿Se ha retrasado a sus actividades diarias alguna vez, por consecuencias de la movilidad del transporte urbano?

73 respuestas



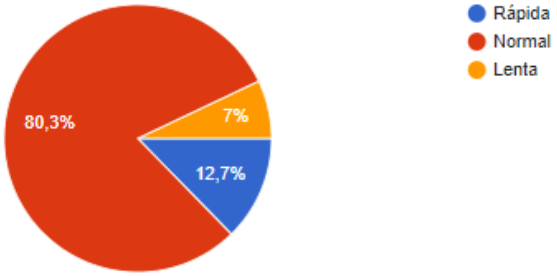
¿Cuál es su tiempo promedio para subirse a un bus?

73 respuestas



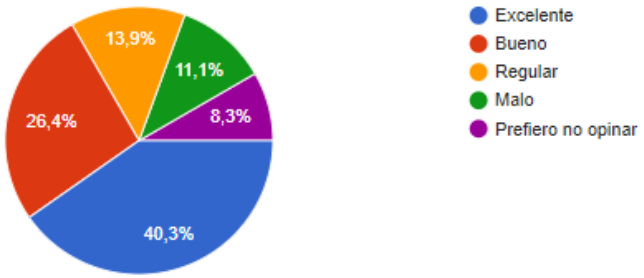
La forma actual del cobro del pasaje le parece:

71 respuestas



¿Qué opina de implementar el cobro del pasaje con tarjetas electrónicas en Riobamba?

72 respuestas



ANEXO B: ENCUESTA PRESENCIAL A LOS TRANSPORTISTAS DEL BUS URBANO..

ENTRADA
15
LICAN
POLITECNICA
UNACH
311
311

PASAJE

LINEA
05
CORONA REAL
LA DOLOROSA
POLITECNICA
Bonita
317

ENTRADA
C. SUR
MEDIA LUNA
LICAN
POLITECNICA
LINEA 5
CORONA REAL
LA DOLOROSA
POLITECNICA
318
HINO

ENTRADA
319

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS DEL APRENDIZAJE

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 02 / 05 / 2021

INFORMACIÓN DE LOS AUTORES
Nombres – Apellidos: DIEGO FERNANDO CHIMBO CÓNDOR VICENTE DAVID PAUCAR CARRILLO
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: MECÁNICA
Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Título a optar: INGENIERO MECÁNICO
f. Analista de Biblioteca responsable: