



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS
ESCUELA DE INGENIERÍA EN GESTIÓN DE TRANSPORTE

INGENIERÍA EN GESTION DE TRANSPORTE

TRABAJO DE TITULACIÓN

TIPO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Previo a la obtención del título de:

INGENIERA EN GESTIÓN DE TRANSPORTE

TEMA:

GUÍA TÉCNICA PARA LA PLANIFICACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO URBANO, EN LOS GADS TIPO B – CASO RIOBAMBA.

AUTORA:

XIMENA ALEXANDRA LOBATO ISIN

RIOBAMBA - ECUADOR

2017

CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL

Certificamos que el presente trabajo de investigación previo a la obtención del título de Ingeniera en Gestión de Transporte, ha sido desarrollado por la Srta. Ximena Alexandra Lobato Isin, en cumplimiento a las normas de investigación científica y una vez analizado su contenido, se autoriza su presentación.

Ing. Jairo Fabián Ortega Ortega

DIRECTOR DEL TRIBUNAL

Ing. Ruffo Neptalí Villa Uvidia

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Ximena Alexandra Lobato Isin, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente, están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 16 de agosto de 2017

Ximena Alexandra Lobato Isin

C.C. 0604334219

DEDICATORIA

La entrega y esfuerzo puestos en el desarrollo del presente trabajo de titulación, se lo dedico a seres que son y han sido los pilares fundamentales en mi vida.

A Dios, por todas las pruebas que ha puesto en mi camino que aunque han sido duras, fueron y son necesarias.

A mi madre, Rosa a quien dedico todo lo que soy y lo que he logrado, ya que gracias a su amor incondicional, apoyo absoluto y tan solo presencia han sido y son fundamentales en mi desarrollo personal y profesional.

A mi abuelita, al mejor de mis ángeles en el cielo, quien ha sido mi guía en estos últimos meses de ausencia, a quien amé con el alma y espero que donde sea que esté, pueda yo contar con su admiración y orgullo por verme realizada, lo cual representaría el mejor de los regalos.

Ximena Alexandra Lobato Isin

AGRADECIMIENTO

Expreso mi sincero agradecimiento a las personas que me apoyaron en el transcurso de la elaboración del presente proyecto de investigación.

A mi madre y abuelita que está en el cielo, que me han apoyado de forma constante.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, a sus autoridades y profesores, por los conocimientos otorgados durante todo el ciclo de formación profesional.

Al Ing. Ing. Jairo Fabián Ortega Ortega y al Ing. Ruffo Neptalí Villa Uvidia por haber dedicado su tiempo, conocimientos y experiencias en la orientación del presente trabajo de titulación.

Ximena Alexandra Lobato Isin

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|------|
| Portada..... | i |
| Certificación del Tribunal..... | ii |
| Declaración de Autenticidad..... | iii |
| Dedicatoria..... | iv |
| Agradecimiento..... | v |
| Índice General..... | vi |
| Índice de Tablas..... | xi |
| Índice de Figuras..... | xi |
| Índice de Ecuaciones..... | xiii |
| Resumen..... | xiv |
| Abstract..... | xv |
| Introducción..... | 1 |
| CAPÍTULO I: EL PROBLEMA..... | 2 |
| 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 2 |
| 1.1.1 Formulación del Problema..... | 2 |
| 1.1.2 Delimitación del Problema..... | 3 |
| 1.2 JUSTIFICACIÓN..... | 3 |
| 1.3 OBJETIVOS..... | 4 |
| 1.3.1 Objetivo General..... | 4 |
| 1.3.2 Objetivos Específicos..... | 4 |
| CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO..... | 5 |
| 2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS..... | 5 |
| 2.1.1 Antecedentes Históricos (ECUADOR)..... | 5 |
| 2.1.1.1 Evolución Histórica de la planificación del transporte..... | 6 |
| 2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA..... | 8 |
| 2.2.1 Transporte público urbano..... | 8 |
| 2.2.1.1 Servicio de transporte público urbano..... | 9 |
| 2.2.2 Sistema de transporte..... | 11 |
| 2.2.2.1 Componentes físicos de los sistemas de transporte..... | 12 |
| 2.2.2.2 Estructura de un sistema de transporte..... | 13 |

| | | |
|--|---|-----------|
| 2.2.2.3 | Características de los sistemas de transporte | 14 |
| 2.2.2.4 | Requerimientos de un sistema de transporte..... | 15 |
| 2.2.2.5 | Sistema de transporte urbano | 15 |
| 2.2.2.6 | Evolución de un sistema de transporte urbano | 17 |
| 2.2.3 | Planificación del transporte urbano | 17 |
| 2.2.3.1 | Etapas de la planificación del transporte urbano | 19 |
| 2.2.3.2 | Objetivo de la planificación del transporte | 19 |
| 2.2.3.3 | Niveles de planificación..... | 21 |
| 2.2.3.4 | Elementos de la planificación de transporte: | 24 |
| 2.2.3.5 | Proceso de planificación de transporte | 26 |
| 2.2.4 | Modelos de planificación de los transportes | 33 |
| 2.2.4.1 | Método clásico de la planificación del transporte | 33 |
| 2.2.4.2 | Modelo de generación de viajes..... | 34 |
| 2.2.4.3 | Modelos de distribución de viajes | 35 |
| 2.3 | IDEA A DEFENDER | 37 |
| 2.4 | VARIABLES | 37 |
| 2.4.1 | Variable Independiente | 37 |
| 2.4.2 | Variable Dependiente | 37 |
| CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO..... | | 39 |
| 3.1 | MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN | 39 |
| 3.2 | TIPOS DE INVESTIGACIÓN | 39 |
| 3.2.1 | Investigación de Campo..... | 39 |
| 3.2.2 | Investigación Descriptiva | 39 |
| 3.2.3 | Investigación Exploratoria..... | 40 |
| 3.2.4 | Investigación Explicativa..... | 40 |
| 3.2.5 | Investigación Documental y Bibliográfica | 40 |
| 3.2 | POBLACIÓN Y MUESTRA..... | 41 |
| 3.3.1 | POBLACIÓN..... | 41 |
| 3.3.2 | MUESTRA | 41 |
| 3.4 | MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS | 42 |
| 3.4.1 | MÉTODOS | 42 |
| 3.4.2 | TÉCNICAS | 42 |

| | | |
|-------------------------------------|---|----|
| 3.4.3 | INSTRUMENTOS..... | 43 |
| 3.5 | RESULTADOS | 43 |
| 3.5.1 | Resultados de la entrevista a un funcionario de la Dirección de Gestión de Movilidad, Tránsito y Transporte del GAD de Riobamba | 43 |
| 3.5.2 | Resultados de las observaciones del servicio de transporte público en la ciudad de Riobamba..... | 45 |
| CAPÍTULO IV: MARCO PROPOSITIVO..... | | 48 |
| 4.1 | TÍTULO | 48 |
| 4.2 | CONTENIDO DE LA PROPUESTA..... | 48 |
| 4.3 | PALABRAS CLAVES | 48 |
| 4.4 | PREPARACIÓN DEL PROYECTO | 48 |
| 4.4.1 | ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO..... | 48 |
| 4.4.1.1 | Base Legal..... | 48 |
| 4.4.1.2 | Equipo para realizar el proyecto | 49 |
| 4.4.1.3 | Alcances y tiempos del proyecto | 51 |
| 4.4.1.4 | Presupuesto para la planificación | 51 |
| 4.4.1.5 | Financiamiento..... | 52 |
| 4.4.1.6 | Dividir el proyecto en fases | 55 |
| 4.4.1.6.1 | Visión global del sistema..... | 56 |
| 4.4.1.7 | Errores al planificar | 57 |
| 4.4.2 | Análisis de la demanda | 58 |
| 4.4.2.1 | Análisis situacional | 59 |
| 4.4.2.2 | Rápida evaluación de la demanda..... | 60 |
| 4.4.2.3 | Estimación de la demanda sin modelación..... | 60 |
| 4.4.2.4 | Estimación de la demanda con un modelo de transporte público..... | 61 |
| 4.5 | OPERACIÓN DEL TRANSPORTE PÚBLICO URBANO | 63 |
| 4.5.1 | Diseño de Rutas | 63 |
| 4.5.2 | Diseño de Redes..... | 65 |
| 4.5.3 | Programación del servicio | 68 |
| 4.5.3.1 | Cobertura del área de servicio | 68 |
| 4.5.3.2 | Factores Operativos que inciden en una ruta de TPU..... | 69 |
| 4.5.3.2.1 | Intervalo | 69 |

| | | |
|-------------|---|----|
| 4.5.3.2.2 | Frecuencia del Servicio..... | 70 |
| 4.5.3.2.3 | Capacidad del sistema y Velocidad | 71 |
| 4.5.3.2.4 | Capacidad Vehicular..... | 72 |
| 4.5.3.2.4 | Volumen de pasajeros..... | 72 |
| 4.5.3.2.5 | Pasajeros en el máximo punto de carga..... | 73 |
| 4.5.3.2.6 | Sección de máxima demanda (SMD) | 73 |
| 4.5.3.2.7 | Volumen de diseño | 74 |
| 4.5.3.2.8 | Capacidad de la línea ofrecida u Oferta y Capacidad de línea máxima | 74 |
| 4.5.3.2.8.1 | Cálculos de Capacidad..... | 74 |
| 4.5.3.2.9 | Tiempo de Recorrido (t_r)..... | 75 |
| 4.5.3.2.10 | Velocidad de Operación (V_o)..... | 75 |
| 4.5.3.2.11 | Tiempo de Terminal (t_t)..... | 76 |
| 4.5.3.2.12 | Tiempo de Ciclo o Vuelta (t_c)..... | 77 |
| 4.5.3.2.13 | Velocidad Comercial V_c | 77 |
| 4.5.3.2.14 | Tamaño del parque vehicular (N_p)..... | 78 |
| 4.5.3.2.15 | Flota requerida en una ruta | 78 |
| 4.5.3.2.16 | Factor de ocupación (a)..... | 78 |
| 4.5.4 | Servicio al cliente..... | 79 |
| 4.5.4.1 | La información en el servicio al cliente..... | 80 |
| 4.6 | INFRAESTRUCTURA FÍSICA PARA LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSPORTE PÚBLICO URBANO..... | 82 |
| 4.6.1 | Carriles para el transporte público | 82 |
| 4.6.1.2 | Parámetros Técnicos de la vía o carril para Buses..... | 84 |
| 4.6.2 | Ubicación y señalización de paradas | 86 |
| 4.6.2.1 | Señalización horizontal parada de bus para transporte público..... | 88 |
| 4.6.3 | Diseño de paraderos..... | 89 |
| 4.7 | FLOTA TRANSPORTE PÚBLICO URBANO..... | 89 |
| 4.7.1 | Bus Urbano y Minibús Urbano..... | 90 |
| 4.7.1.1 | Dimensiones externas del Bus Urbano y Minibús Urbano..... | 90 |
| 4.8 | RECAPITULACIÓN DE LA PLANIFICACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO URBANO..... | 93 |
| 4.9 | CASO RIOBAMBA | 94 |

| | | |
|---------|--|-----|
| 4.9.1 | ANTECEDENTES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA | 94 |
| 4.9.1.1 | Ubicación Geográfica | 94 |
| 4.9.2 | Parque Automotor | 94 |
| 4.9.3 | Base Legal..... | 95 |
| 4.9.4 | Sistema de transporte público | 95 |
| 4.9.4.1 | Dato de la oferta y demanda | 96 |
| 4.9.5 | Ejemplo de Dimensionamiento de una ruta (LÍNEA 8 circuito cerrado) de transporte público urbano en Riobamba | 98 |
| | CONCLUSIONES | 101 |
| | RECOMENDACIONES..... | 102 |
| | BIBLIOGRAFÍA | 103 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|----------------|---|----|
| Tabla N° 2.1: | Requerimientos de un sistema de transporte..... | 15 |
| Tabla N° 2.2: | Clasificación de los Modelos de distribución de Viajes | 36 |
| Tabla N° 2.3: | Operacionalidad de las Variables | 38 |
| Tabla N° 3.4: | Población total del Estudio | 41 |
| Tabla N° 3.5: | Puntos de observación de los problemas en la prestación del servicio de TPU | 45 |
| Tabla N° 3.6: | Problemas en la prestación del servicio de TPU en horas punta y horas valle..... | 46 |
| Tabla N° 3.7: | Señalización horizontal y vertical para el servicio de TPU | 47 |
| Tabla N° 4.8: | Plan de trabajo y cronograma del proceso de planificación del STPU | 52 |
| Tabla N° 4.9: | Fuentes de apoyo financiero para la planificación del STPU | 53 |
| Tabla N° 4.10: | Ejemplos de financiamiento y apoyo financiero para un STPU | 55 |
| Tabla N° 4.11: | Ejemplos de encuesta origen destino | 62 |
| Tabla N° 4.12: | Tipos de Rutas | 63 |
| Tabla N° 4.13: | Clasificación del transporte en función al tipo de derecho de vía | 66 |
| Tabla N° 4.14: | Tipo de información que requiere el usuario | 81 |
| Tabla N° 4.15: | Ubicación de paradas | 87 |
| Tabla N° 4.16: | Detalle de Bus y minibús Urbano | 90 |
| Tabla N° 4.17: | Crecimiento del parque automotor de Riobamba | 95 |
| Tabla N° 4.18: | Operadoras que conforman el sistema de transporte público caso Riobamba | 96 |
| Tabla N° 4.19: | Líneas y rutas del TPU caso Riobamba | 96 |
| Tabla N° 4.20: | Kilometros y tiempo de recorrido y demanda del TPU caso Riobamba | 97 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|----------------|--|----|
| Figura N° 2.1: | Selección del tamaño adecuado de vehículo..... | 10 |
| Figura N° 2.2: | Medios de transporte urbano..... | 17 |
| Figura N° 2.3: | Circulo vicioso del transporte público | 20 |

| | |
|--|----|
| Figura N° 2.4: Movilidad Urbana | 21 |
| Figura N° 2.5: Niveles de Planificación | 21 |
| Figura N° 2.6: Niveles de Decisión en las Organizaciones | 22 |
| Figura N° 2.7: Características de las innovaciones para los transportes urbanos..... | 25 |
| Figura N° 2.8: Proceso de la planificación de transporte | 28 |
| Figura N° 2.9: Proceso continuo de planificación del transporte urbano | 30 |
| Figura N° 2.10: Esquema general de planificación | 31 |
| Figura N° 2.11: Esquema de planificación del transporte urbano EEUU | 32 |
| Figura N° 2.12: Esquemas del método de las cuatro fases en la planificación de los transportes..... | 33 |
| Figura N° 2.13: Estructura general del modelo de transporte..... | 34 |
| Figura N° 4.14: Líneas de buses de Loja | 57 |
| Figura N° 4.15: Errores habituales en la planificación del sistema de TPU..... | 58 |
| Figura N° 4.16: Parámetros para diseñar una red de transporte público | 65 |
| Figura N° 4.17: Derecho de vía tipo C y tipo B | 66 |
| Figura N° 4.18: Elementos para diseñar una red de transporte público | 67 |
| Figura N° 4.19: Grupos a los que afectan las características de una red | 67 |
| Figura N° 4.20: Volumen de pasajeros | 70 |
| Figura N° 4.21: Volumen de pasajeros | 72 |
| Figura N° 4.22: Volumen de pasajeros en SMD y capacidad | 73 |
| Figura N° 4.23: Ejemplo de tiempo de recorrido..... | 75 |
| Figura N° 4.24: Ejemplo de mapa de araña | 81 |
| Figura N° 4.25: Beneficios de los carriles segregados para buses..... | 84 |
| Figura N° 4.26: Ejemplo Carril Bus | 85 |
| Figura N° 4.27: Esquema General del Carril Bus..... | 86 |
| Figura N° 4.28: Señalización parada de Bus tipo 1 | 88 |
| Figura N° 4.29: Señalización parada de Bus tipo 2 | 89 |
| Figura N° 4.30: Dimensiones externas bus y minibús urbano..... | 90 |
| Figura N° 4.31: Esquemas de referencia sobre la distribución de asientos en un bus... | 91 |
| Figura N° 4.32: Esquemas de referencia sobre la distribución de asientos en un minibús | 92 |
| Figura N° 4.33: Esquemas de la dimensión de letreros en un Bus | 92 |

| | |
|---|----|
| Figura N° 4.34: Flujograma de la planificación del sistema de transporte público urbano | 93 |
| Figura N° 4.35: Ubicación de Riobamba..... | 94 |

ÍNDICE DE ECUACIONES

| | |
|---|----|
| Ecuación N° 2.1: Modelo gravitatorio | 36 |
| Ecuación N° 2.2 | 37 |
| Ecuación N° 3.3: Muestra | 41 |
| Ecuación N° 4.4: Fórmula de cobertura | 68 |
| Ecuación N° 4.5 : Cálculo del Intervalo..... | 70 |
| Ecuación N° 4.6 : Cálculo de la Frecuencia..... | 70 |
| Ecuación N° 4.7 : Cálculo de la Frecuencia Máxima | 71 |
| Ecuación N° 4.8 : Cálculo de la Capacidad Vehicular..... | 72 |
| Ecuación N° 4.9: Cálculo de la Capacidad de la línea ofrecida..... | 74 |
| Ecuación N° 4.10: Cálculo de la Capacidad de línea máxima C_{max} | 75 |
| Ecuación N° 4.11: Velocidad de Operación..... | 76 |
| Ecuación N° 4.12: Tiempo de terminal expresado con el coeficiente g | 76 |
| Ecuación N° 4.13: Tiempo de terminal | 76 |
| Ecuación N° 4.14: Tiempo de Vuelta..... | 77 |
| Ecuación N° 4.15: Velocidad Comercial | 77 |
| Ecuación N° 4.16: Tamaño del parque vehicular..... | 78 |
| Ecuación N° 4.17: Flota requerida para la Ruta..... | 78 |
| Ecuación N° 4.18: Factor de ocupación | 79 |
| Ecuación N° 4.19: Volúmenes de autobuses..... | 83 |

RESUMEN

La guía técnica para la planificación del sistema de transporte público urbano, en los GADS tipo B – caso Riobamba, tiene como finalidad ser una herramienta de gestión que ayude a técnicos y autoridades en la toma de decisiones, para garantizar la calidad en la prestación del servicio de transporte público urbano. La elaboración del presente documento tiene como referencia la Ley Orgánica de Transporte Terrestre Tránsito y Seguridad Vial, la observación de cómo se ha llevado y se está llevando el control, diseño y planificación del transporte público urbano en los GADS tipo B del Ecuador, ejemplificado con el caso de Riobamba, además de normas técnicas ecuatorianas del Instituto Ecuatoriano de Normalización (NTE-INEN) y modelos para la planificación de transporte público urbano, cabe recalcar que el método utilizado para la elaboración de este documento fue en base a entrevistas aplicadas al personal de la Dirección de Movilidad de Riobamba, logrando obtener de esta manera la guía técnica que contiene parámetros indispensables para solucionar la problemática que se evidencia actualmente en la prestación del servicio de transporte público urbano, tratando de conseguir que el mismo sea de calidad, con calidez y efectivo, para que la ciudadanía lo vea atractivo y por ende su uso se intensifique. Se recomienda basarse en los parámetros del presente documento para aspectos de planificación, ya que el transporte público al desempeñar un papel crucial en la sociedad contribuye de manera significativa con la movilidad sostenible en ciudades y regiones.

Palabras Claves: <CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS>
<SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO URBANO> <GESTIÓN>
<PLANIFICACIÓN> <CALIDAD DE SERVICIO> <MOVILIDAD> <RIOBAMBA
(CANTÓN)>

Ing. Jairo Fabián Ortega Ortega

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

ABSTRACT

The technical guide for the urban public transport system planning, at the GADS type B – it is the case of Riobamba, aims to be a management tool that will help to technicians and authorities in decision making, to guarantee quality in the provision of urban public transport service. The elaboration of this document has a reference the Ley Orgànica de Transporte Terrestre Trànsito y Seguridad Vial, the observation of how the control, design and planning of urban public transport in GADS type B of Ecuador, exemplifying with Riobamba case, as well as Ecuadorian technical standards of the Instituto Ecuatoriano de Normalizaciòn (NTE-INEN) and models for urban public transport planning, it should be emphasized that the method used for the elaboration of this document was based on interviews applied to the personnel of the Mobility Direction of Riobamba, thus obtaining the technical guide that contains essential parameters to solve the problems currently evident in the provision of urban public transport service, trying to ensure that it be of quality, with warmth and effective, so that citizens see it more attractive and therefore its use be intensified. It is recommended to be based on the parameters of this document for planning aspects, because public transport plays a crucial role in the society and contributes significantly to sustainable mobility in cities and regions.

Keywords: <ECONOMIC AND ADMINISTRATIVE SCIENCES> <URBAN PUBLIC TRANSPORT SYSTEM> <MANAGEMENT> <PLANNING> <QUALITY OF SERVICE> <MOBILITY> <RIOBAMBA (TONW)>

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de grado trata el tema de la planificación del sistema de Transporte Público Urbano en los GADS tipo B, que se define como un proyecto que estudia demandas presentes y futuras de movilidad o como un proceso dinámico que permite decidir qué hacer para cambiar o prever una determinada realidad, del modo más eficiente y eficaz posible con la menor concentración de esfuerzos y recursos.

La característica principal de la planificación del Transporte Público Urbano en los GADS tipo B es, que no se siguen los parámetros correspondientes para planificar el sistema, pese a que generalmente es el medio más usado por la ciudadanía.

Para analizar la problemática es necesario conocer la importancia y mencionar las causas que producen esta falencia. Algunas de ellas son, el desconocimiento o la falta de un equipo técnico que posea conocimientos sobre el área y una guía o pauta que establezca claramente los parámetros de la planificación del transporte.

El proyecto de investigación está dividido en cuatro capítulos que contienen lo siguiente:

En el primer capítulo, se detalla una de las partes esenciales que llevaron a la elaboración del presente documento y los objetivos que se desean cumplir mediante su ejecución.

El segundo capítulo, contiene la teoría correspondiente a temas relacionados con la planificación del transporte público urbano.

El tercer capítulo, hace referencia a la metodología utilizada para el proceso investigativo. Además en este capítulo se procederá a presentar los resultados.

El quinto capítulo, contiene la propuesta que es la guía técnica de planificación de transporte público urbano, que busca ser una herramienta de gestión para la toma de decisiones adecuadas. También en este capítulo constan las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las ciudades tienen la característica de ser asentamientos permanentes de población que generalmente cuentan con un ordenamiento legal propio el cual permite a sus habitantes desarrollar actividades cotidianas de trabajo, estudio, comercio, ocio, entre otras.

Un claro ejemplo de ello es la ciudad de Riobamba que al concentrar 225.7 mil habitantes (INEC, 2010), una gran cantidad de población en su territorio, sus habitantes requieren bienes como servicios para poder satisfacer sus necesidades. Los servicios que requieren se encuentra el servicio de transporte público urbano, que al no estar adecuadamente planificado se suma a los problemas de movilidad globales, como son: congestionamientos, velocidad de operación baja, bajo nivel de servicio, colapso de vías secundarias, vehículos en condiciones no óptimas para la prestación del servicio, existencia de demanda excesiva frente a la capacidad del sistema de transporte público urbano; en cuanto a los conductores, falta de disciplina, desconocimiento de leyes, reglamentos y resoluciones.

Todos los problemas mencionados con anterioridad provocan graves efectos tales como: pérdida de tiempo y competitividad, aumento en el consumo de combustibles, incrementan la emisión de gases debido a las bajas velocidades o frenados repetitivos, desperdicio de recursos asignados para el transporte y sobre todo afecta a la ciudadanía con graves casos de estrés o agresividad.

1.1.1 Formulación del Problema

¿Cómo incide una Guía Técnica en la planificación del sistema de transporte público urbano para la toma de decisiones en los GADS tipo B – caso Riobamba?

1.1.2 Delimitación del Problema

Guía técnica para la planificación del sistema de transporte público urbano en los GADS tipo B – caso Riobamba

El presente trabajo de investigación se realizará dentro de los siguientes parámetros:

- **OBJETO DE INVESTIGACIÓN:** Planificación del Sistema de Transporte Público Urbano.
- **CAMPO DE ACCIÓN:** Gestión de Transporte
- **LOCALIZACIÓN:** GADS TIPO B – CASO RIOBAMBA.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Al ser la planificación la etapa fundamental del proceso de desarrollo y organización del transporte, es aquella que nos permite conocer los problemas, crear o diseñar soluciones así como optimizar y organizar recursos necesarios para proveer una alternativa óptima de prestación del servicio de transporte y atender la demanda de movilidad.

Por ende el presente documento pretende dar realce a esta etapa fundamental y proporcionar los lineamientos claves e incentivar de forma técnica y metodológica la planificación del transporte público urbano en los GADS TIPO B del Ecuador – CASO RIOBAMBA, así como la integración ambiental de un sistema de transporte público basado en ciertos principios de movilidad sostenible, para de esta manera vincular al transporte y usos del suelo en forma armónica y eficiente.

Además de lo mencionado con anterioridad, el presente documento será una guía que contenga ciertas fases claves del proceso de planificación del sistema de transporte público urbano, por ende a más de los GADS TIPO B que son beneficiarios directos, se beneficiarán otros grupos que se vean involucrados en el desarrollo de servicios de transporte público urbano, tales como: consultores de planificación y organizaciones no gubernamentales, entre otros.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Proponer una guía técnica de planificación, y operación del transporte público urbano que sirva como herramienta de gestión para la toma de decisiones en los GADS TIPO B – CASO RIOBAMBA.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Desarrollar lineamientos y aspectos técnicos relacionados con la planificación del transporte.
- Determinar los parámetros para la operación del transporte público urbano.
- Estipular los mecanismos de selección en cuanto a la infraestructura y flota que se deben tener en cuenta en el proceso de planificación del transporte público urbano.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

2.1.1 Antecedentes Históricos (ECUADOR)

En el Ecuador el proceso de planificación arranca con la creación de la Junta Nacional de Planificación y Coordinación Económica (JUNAPLA) en 1954, y tuvo cabida hasta la creación de la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES) en el año 2004, que dentro de sus directrices incluye procesos de desconcentración, descentralización y participación ciudadana (Pazmiño, 2015).

El Ministerio de Transporte y Obras Públicas es el organismo encargado del transporte en el Ecuador y considera que es de suma importancia que exista una coordinación interinstitucional con SENPLADES, para el desarrollo de la “Política Nacional en materia Movilidad”; a fin de que las Políticas para la Movilidad del Sector permanezcan alineadas al Plan Nacional de Desarrollo y a la Estrategia Nacional 2022 (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2012)

A estos organismos se suman los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales, que en cada periodo tienen la obligación de realizar la actualización y reportar la información y estudios de los planes de desarrollo y ordenamiento territorial.

Por otro lado se debe recordar que la planificación de transporte público urbano era regulada por Agencia Nacional de Tránsito, Transporte Terrestre y Seguridad Vial (ANT), pero ahora la competencia se encuentra bajo la tutela de los Gads municipales, y estos tienen la responsabilidad de solucionar y proveer una adecuada planificación en cuanto al uso del suelo y especialmente al servicio de transporte público urbano, realizando propuestas de planificación integral para lograr armonía entre el transporte y las diferentes actividades de los ciudadanos y que de esta manera se garantice una movilidad sustentable.

Finalmente, con todos los antecedentes puestos a consideración es posible mencionar que la planificación del transporte público urbano a lo largo de los años en varias ciudades del Ecuador, ha venido presentado ciertos problemas de desarrollo urbano y baja calidad en el sistema de transporte. Así por ejemplo, en la ciudad de Riobamba la flota vehicular aun no es uniforme, existen inconsistencias en el cumplimiento de los permisos de operación, las rutas y frecuencias se encuentran cruzadas y el servicio aun es deficiente.

2.1.1.1 Evolución Histórica de la planificación del transporte

La planeación del transporte urbano es una actividad realizada durante décadas y ha influido en la configuración de las ciudades y en la forma de vida de las comunidades. En los años de 1950 comenzó a formalizarse la planeación del transporte en Estados Unidos, con la realización de entrevistas domiciliarias en un número mayor a 100 ciudades. Posteriormente, estas actividades se complementaron con entrevistas a los conductores de vehículos y a los usuarios de los medios de transporte público. La dirección y el financiamiento para el desarrollo de la planeación del transporte urbano han provenido principalmente de legislaciones federales. El Decreto de Ayuda Federal para Carreteras de 1944 permitió utilizar fondos federales para la infraestructura vial urbana en Estados Unidos. Algunas regulaciones promulgadas conjuntamente por varios organismos federales de Estados

Unidos en 1975 trajeron como consecuencia mayor énfasis en soluciones a corto plazo para los problemas de planeación del transporte (Homburger, Keefer, & Mcgrath, 1982, págs. 343-344)

Las técnicas de predicción de la demanda de transporte fueron desarrolladas en incrementos a partir de los años cincuenta. En los veinte años previos a 1972, se efectuaron pronósticos de demanda de transporte en alrededor de 250 zonas metropolitanas de Estados Unidos y Canadá. En los años setenta, las aplicaciones de los procedimientos de predicción de la demanda se volvieron diversas y numerosas. No solamente se evaluaban nuevos sistemas de transporte, sino también opciones de menor inversión inicial, como esquemas de estacionamiento en la vía pública, carriles exclusivos para autobuses y sistemas de control del tránsito vehicular. Asimismo, en

varios casos ya no se justificó la construcción de nueva infraestructura, al considerar nuevos criterios relacionados con las repercusiones ambientales y sociales de las grandes obras. Cuando las restricciones de consumo de energía y recursos presupuestales se volvieron temas importantes en las políticas del gasto público, se prestó mayor atención a los métodos para modificar los patrones de los viajes en las zonas urbanas; en esencia, se buscaba racionalizar el consumo de energéticos y reducir los efectos adversos del sistema de transporte en el ambiente (Consejo de investigación de carreteras, 1972, pp. 1-2).

En los años setenta la disciplina de análisis de los sistemas de transporte emergió como una profesión reconocida. Una de las primeras aplicaciones de estas nuevas técnicas correspondió a los estudios de planeación del transporte urbano con escenarios de largo plazo y a cargo de agencias del sector público (Manheim, 1979, pág. 4).

Al final de los años ochenta, los países desarrollados entraron en una etapa de mayor confianza en las soluciones técnicas que en los veinte años previos. La electrónica y la computación avanzaron tanto que los cálculos ya no representaron un cuello de botella en la simulación de los sistemas de transporte. En la actualidad, las principales limitaciones son de carácter humano y técnico, ya que se requieren profesionales altamente calificados (Ortúzar & Willumsen, 2008, págs. 25-26).

Las autoridades gubernamentales hacen planes de desarrollo para el transporte, que tiene poco impacto en la estructura general del sistema. Se crean comisiones para regular el transporte sin considerar a todos los actores que intervienen en el sistema, estableciendo lineamientos de política imprecisos y hasta contradictorios y sin detenerse a analizar el impacto que tienen las diferentes políticas y acciones que se toman, sobre las diversas modalidades del transporte o respecto a la urbanización, consideraciones que con frecuencia no han ayudado a obtener los resultados deseados (Gaeber & Hoel, 2007, pág. 524).

Un sistema de transporte público urbano eficiente posibilita a que los seres humanos puedan acceder a diferentes bienes y servicios tanto públicos como privados con mayor satisfacción en cuanto a movilidad se refiere.

Sin embargo, al transporte público urbano en varias ciudades se lo ha dejado y actualmente se lo deja de lado, provocando así una movilidad en la cual las personas prefieran trasladarse en vehículos privados, comerciales u operadoras ilegales desde sus diferentes puntos de origen hasta sus destinos finales. Actualmente estas ciudades no están preparadas para enfrentar las consecuencias, que incluyen grandes índices de congestión vehicular, contaminación acústica y por emisión de gases, accidentes de tránsito y desequilibrio urbanístico, provocadas al no dar prioridad al sistema de transporte público urbano.

Hace varias décadas se ha venido hablando de dar prioridad al transporte público urbano, por tanto en algunas ciudades europeas se han incrustado ciertas transformaciones que se deben considerar en sus diferentes sistemas de organización y gestión del transporte público urbano.

La finalidad del transporte urbano es la de permitir la movilidad, de ofrecer a los ciudadanos el acceso a todos los sectores de la ciudad. En los países desarrollados la banalización del automóvil, el ubiquismo en razón del servicio a toda construcción por la red vial, y la ramificación de las redes de transporte masivo, que sirve a los barrios, aseguran este acceso.

El problema es considerablemente grave en las ciudades de los países en desarrollo. Frecuentemente barrios enteros albergan importantes minorías, incluso la mayoría de la población y que además se han desarrollado espontáneamente, sin planificación. Las autoridades los ignoran frecuentemente, y cuando establecen la agenda de prioridades de las empresas de transporte, los omiten sistemáticamente. (Díaz, 2007)

Para la creación de una ciudad se debe tomar en cuenta que tanto las personas como la colectividad son lo primero pero que además existen varios elementos indispensables y uno de ellos es el sistema de transporte público urbano de alta calidad.

2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.2.1 Transporte público urbano

Se define al transporte público como un sistema de transportación que operan con rutas fijas, horarios predeterminados y que pueden ser utilizados por cualquier persona a cambio del pago de una tarifa previamente establecida. (Molinero & Sánchez Arellano, 2005)

El transporte urbano de pasajeros es un servicio primordial; enlace entre las personas y el lugar en el que quieren estar. El transporte público urbano no produce bienes de consumo tangibles, pero hacen posibles que estos se produzcan al trasladar diariamente a millones de trabajadores; no educa, pero lleva hasta sus centros de estudio a miles de estudiantes; no proporciona diversión ni esparcimiento, pero apoya y hacen posible el desarrollo de estas actividades. (Molinero & Sánchez, 1996)

2.2.1.1 Servicio de transporte público urbano

En la prestación del servicio de transporte público urbano se usan autobuses y trolebuses, que son medios que generalmente operan en la vialidad urbana compartiendo su derecho de vía con otros vehículos (tránsito mixto).

Para la prestación de este servicio mediante autobús se debe tomar en cuenta el tamaño óptimo de un autobús que esté definido en función del volumen de pasajeros, y además se debe analizar las ventajas y desventajas que representa tener costos de operación menores con autobuses pequeños en las horas de baja afluencia en contraposición con tener costos de operación menores y un mejor nivel de servicio con autobuses de mayor capacidad durante las horas de máxima demanda. (Molinero & Sánchez, 2005)

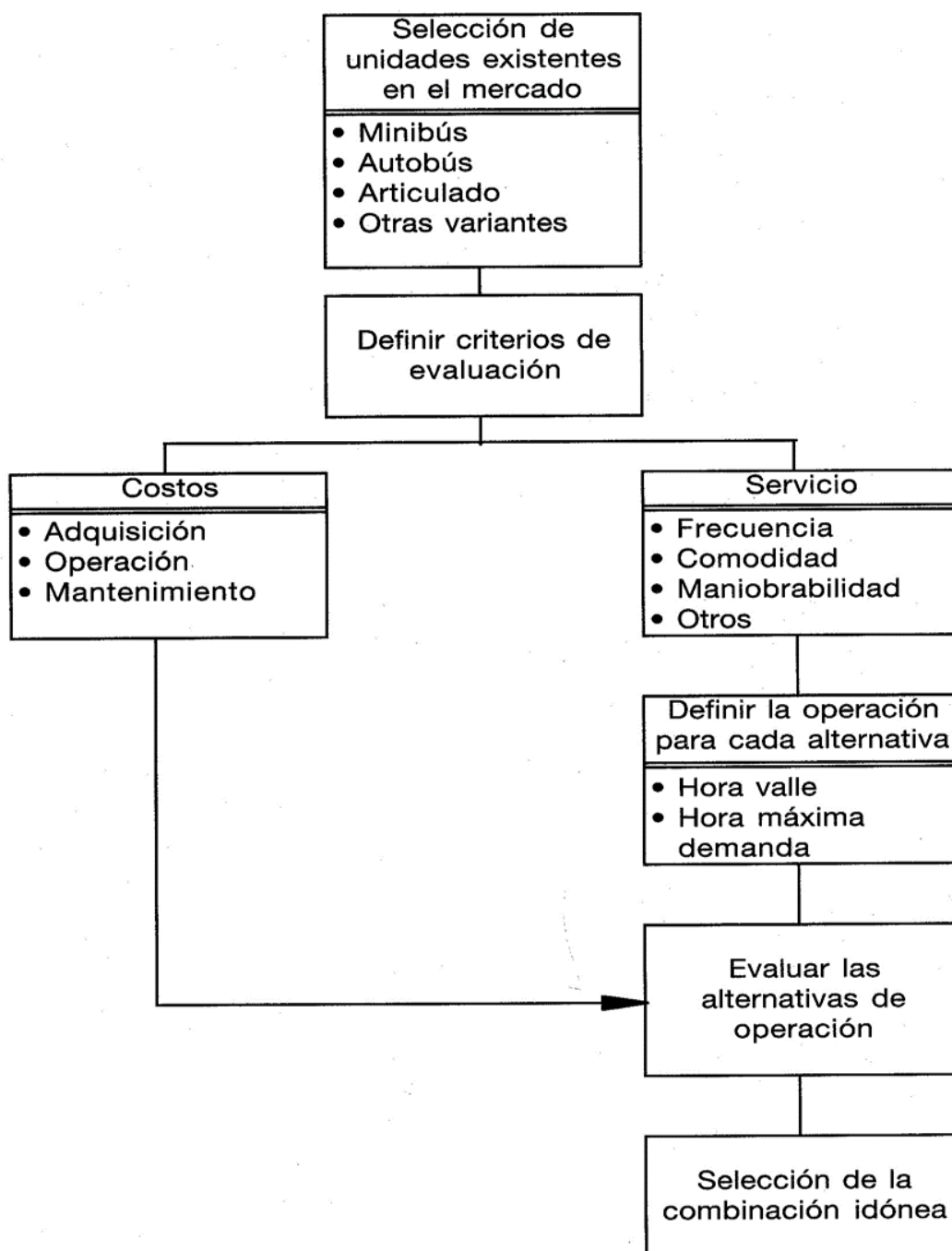


Figura N° 2.1: Selección del tamaño adecuado de vehículo

Fuente: (Molinero & Sánchez, 2005)

- **Minibús:** El minibús es un vehículo de pequeña longitud, la cual se encuentra entre 5 y 7 metros con una capacidad de asientos de 12 a 20. La capacidad total del vehículo oscila entre los 20 y los 35 pasajeros. La velocidad máxima que presentan estos vehículos es de 40 a 70 km/h. Este vehículo es el idóneo para servir como

alimentador en zonas de baja densidad; en ciudades donde el mismo trazo urbano o topográfico dificulta el uso de vehículos de mayores dimensiones o bien en aquellos lugares en donde son requeridos servicios con intervalos cortos y los volúmenes son bajos a moderados (comunicación entre estacionamientos y aeropuertos). El motor que utilizan estos vehículos normalmente es de gasolina y en algunos casos presentan convertidores a gas licuado de petróleo en una buena parte de nuestras ciudades.

- **Autobús regular:** El autobús regular es un vehículo de una sola carrocería, soportado por dos ejes (y en algunos casos por tres ejes). La capacidad máxima de asientos varía de 40 a 45, pudiendo tener una capacidad total de 60 a 70 espacios (60 para condiciones de un adecuado nivel de servicio).

- **Autobús articulado:** El autobús articulado es un autobús de mayores dimensiones que el autobús regular y que está formado por dos carrocerías unidas por una articulación, lo que permite tener un interior continuo a la vez de permitir que el autobús se doble durante sus giros.

Existen varios factores que hacen atractivo el uso de los autobuses articulados, tal como su mayor productividad laboral, la cual reduce los costos de operación por espacio-kilómetro. Asimismo, este tipo de unidad permite proveer una mayor capacidad, lo cual da como resultado una menor saturación en las horas de máxima demanda y un mayor número de asientos disponibles a las horas de menor demanda, lográndose un mejor uso del área vial, e incrementando al mismo tiempo la capacidad de línea.

La longitud de estos vehículos varía entre los 16 y los 18 m, con un total de asientos de 66 y una capacidad total de 180 espacios. Un vehículo de esta longitud y capacidad debe presentar un mayor número de puertas para facilitar el ascenso y descenso del usuario, lo cual hace que este tipo de vehículo cuente de 3 a 4 puertas, generalmente de doble canal. (Molinero & Sánchez, 2005)

2.2.2 Sistema de transporte

El sistema de transporte se puede definir como la interacción entre (Ortúzar & Willumsen, 2008) :

- La red vial (Infraestructura)
- Redes de transporte, modos de transporte y operadores que compiten o se complementan
- Sistema de gestión del transporte: Leyes, reglas, señalización y control.

Así como también, un sistema de transporte es un conjunto de instalaciones fijas (redes y terminales), entidades de flujo (vehículos) y un sistema de control que permiten movilizar eficientemente personas y bienes, para satisfacer necesidades humanas de movilidad. Un sistema de transporte es un conjunto de entidades que permiten que las personas o cosas se puedan movilizar de forma libre y segura. (Velazquez, 2011)

Un sistema de transporte terrestre está compuesto por 5 elementos, los cuales se dividen en elementos operativos y físicos (Ciccarelli, 2009):

Operativos:

- Transporte público
- Transporte privado
- Transporte de carga

Físicos:

- Vialidad regional
- Vialidad local

Es importante recalcar que los sistemas de transporte orientados a la movilidad sustentable requieren de una diversidad de medidas que integren elementos sociales, económicos y ambientales; la coordinación de actores tanto locales como regionales o nacionales, y el diseño de una política integral se vuelve indispensable para su eficiente planeación. (Avelar, 2014, pág. 30).

2.2.2.1 Componentes físicos de los sistemas de transporte

Un sistema de transporte se compone principalmente de tres elementos físicos, siendo éstos (Molinero & Sánchez, 2005):

➤ **Vehículo**

Son las unidades de transporte y normalmente su conjunto se describe como parque vehicular en el caso de autobuses y trolebuses y de equipo rodante para el caso del transporte férreo.

➤ **Infraestructura**

Está compuesta por los derechos de vía en que operan los sistemas de transporte, sus paradas y/o estaciones, ya sean éstas terminales, de transbordo o normales, los garajes, depósitos, encierros o patios, los talleres de mantenimiento y reparación, los sistemas de control tanto de detección del vehículo como de comunicación y de señalización y los sistemas de suministro de energía.

➤ **Red de transporte**

Está compuesta por las rutas de autobuses, los ramales de los sistemas de colectivos y minibuses y las líneas de trolebuses, tren ligero y metro que operan en una ciudad.

2.2.2.2 Estructura de un sistema de transporte

De acuerdo a **M. L. Manheim, en Fundamentals of Transportation Systems Analysis, Volumen 1**, el análisis de los sistemas de transporte debe apoyarse en las dos premisas básicas siguientes:

- El sistema global de transporte de una región debe ser visto como un sistema multimodal simple.
- El análisis del sistema global de transporte no puede separarse del análisis del sistema social, económico y político de la región.

Por tanto, en el análisis del sistema global de transporte, se deben considerar:

- Todos los modos de transporte.
- Todos los elementos del sistema de transporte: las personas y mercancías a ser transportadas; los vehículos en que son transportados; la red de infraestructura sobre

la cual son movilizados los vehículos, los pasajeros y la carga, incluidas las terminales y los puntos de transferencia.

- Todos los movimientos a través del sistema, incluidos los flujos de pasajeros y mercancías desde todos los orígenes hasta todos los destinos.
- El viaje total desde el punto de origen hasta el de su destino, en todos los modos y medios, para cada flujo específico.

2.2.2.3 Características de los sistemas de transporte

Se consideran tres tipos de características: técnicas, económicas y operacionales. (Mendoza, Triana, & Triana, 2005).

➤ Características técnicas

Están basadas en los atributos técnicos y físicos del modo de transporte y sirven para determinar el potencial que puede cumplir si es operado adecuadamente de la siguiente manera:

- Velocidad: indica cómo se mueve un vehículo en el espacio
- Aceleración y deceleración: indican la facilidad con que un vehículo contrarresta las diversas resistencias que se oponen al movimiento. Además para el segundo caso indican la facilidad para detenerse cuando se frena.
- Capacidad: este concepto hace referencia a un doble movimiento, pasajeros y vehículos, y depende de las dimensiones de los vehículos, la velocidad media, la frecuencia de circulación y las características de capacidad del medio en el cual operan los vehículos.
- Impacto ambiental: hace referencia a las externalidades que produce el sistema en el medio ambiente, como ruido, contaminación e inseguridad entre otros.

➤ Características económicas

Se refiere a los requerimientos económicos, como costos e ingresos, asociados a la construcción y el funcionamiento del sistema. Permite determinar, a través de un análisis económico, si deben hacerse las inversiones en transporte.

➤ Características operacionales

La operación de un sistema de transporte depende de la interrelación de sus principales componentes: la vía, el vehículo, el operador y el sistema de control. Las principales características son cubrimiento espacial, tiempos de viaje, comodidad, seguridad, mantenimiento, administración y aspectos sociales.

2.2.2.4 Requerimientos de un sistema de transporte

En los requerimientos de un sistema de transporte se debe reconocer la existencia de tres grupos que se interrelacionan para evaluar las necesidades reales de cada ciudad, área de estudio o corredor en cuanto a las condiciones de transporte. Estos grupos son (Molinero & Sánchez, 2005):

- El usuario o el consumidor del servicio
- el prestatario o proveedor del servicio y;
- la comunidad o evaluador del servicio

Tabla N° 2.1: Requerimientos de un sistema de transporte

| PLANEACIÓN | CARACTERÍSTICAS LOCALES | | |
|------------|-------------------------|----------------------------------|---------|
| | Físicas | Socioeconómicas y medio ambiente | Demanda |
| Objetivos | | | |

| REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE TRANSPORTE | | |
|--|-------------------------|----------------------------|
| Usuario (consumidor) | Prestatario (proveedor) | Comunidad (evaluador) |
| Disponibilidad | Cobertura del sistema | Calidad del servicio |
| Puntualidad | Confiabilidad | Costos del sistema |
| Tiempo de recorrido | Velocidad | Objetivos sociales |
| Comodidad | Capacidad | Impactos al medio ambiente |
| Conveniencia | Flexibilidad | Consumo de energía |
| Seguridad | Seguridad | Impactos a largo plazo |
| Costos al usuario | Costos | |
| | Atracción de usuarios | |
| | Efectos complementarios | |

Fuente: (Molinero & Sánchez, 2005)

2.2.2.5 Sistema de transporte urbano

El sistema de transporte urbano (STU) se refiere a todos los componentes de la oferta y demanda del transporte en una ciudad. En este sentido, el STU incluye la infraestructura vial y de transporte, así como los medios tecnológicos disponibles, los usuarios y las organizaciones. Estos elementos en conjunto, y por su interacción, permiten variaciones

en el tránsito. Asimismo, el concepto de sistema de transporte urbano es integral y abarca todas las actividades realizadas en vehículos particulares y públicos. Al considerar el transporte urbano es necesario diferenciar los elementos que componen un sistema de esta naturaleza. Las necesidades de movilización de la población en términos de espacio y tiempo están determinadas por las variables asociadas a la demanda del transporte, las cuales se obtienen a partir de las relaciones entre los aspectos socioeconómicos de la población y su interrelación con las actividades urbanas, materializadas a través de los usos del suelo.

El sistema de transporte urbano está afectado por una serie de elementos exógenos, como políticas, estructura financiera, la normatividad, la autoridad de tránsito y transporte, y la comunidad como elemento participativo de primer orden. La comparación entre las necesidades de movilización de la población con la capacidad ofrecida por el sistema permite establecer el déficit o la sobreoferta del sistema con el fin de definir las medidas para el mejoramiento del sistema de transporte en conjunto. (Mendoza, Triana, & Triana, 2005)

2.2.2.6 Evolución de un sistema de transporte urbano





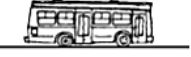





| PASO | DESCRIPCIÓN | FIGURA | CARACTERÍSTICAS | SISTEMA EN EL MUNDO REAL |
|------|--|---|--|--|
| 1 | PEATÓN |  | | PEATONES |
| 2 | UNIDAD DE TRANSPORTE PRIVADA |  | = VELOCIDAD = COMODIDAD = CONVENIENCIA | AUTOMÓVILES PRIVADOS |
| 3 | UNIDAD DE TRANSPORTE DE ALQUILER |  | = SERVICIO PARA TODO PÚBLICO | TAXIS |
| 4 | ENSANCHAMIENTO DE CALLES |  | = CAPACIDAD = NIVEL DE SERVICIO | ARTERIAS |
| 5 | UNIDAD DE TRANSPORTE PÚBLICO |  | = CAPACIDAD = COSTO = COMODIDAD | AUTOBUSES |
| 6 | SEPARACIÓN DE LOS MEDIOS DE TRANSPORTE |  | = CONFIABILIDAD = CAPACIDAD = VELOCIDAD DEL TRANSPORTE PÚBL. | DERECHO DE VÍA PARA EL TRANSPORTE PÚBLICO SEPARADO LONGITUDINALMENTE |
| 7 | TRANSPORTE GUIADO |  | = CAPACIDAD = TRACCIÓN ELÉCTRICA = COMODIDAD = COSTOS OPERACIÓN | TREN LIGERO, TRANVÍA |
| 8 | DERECHO DE VÍA CONTROLADO TRANSPORTE PRIVADO |  | = CAPACIDAD = VELOCIDAD = SEGURIDAD = CONVENIENCIA | AUTOPISTA URBANA |
| 9 | DERECHO DE VÍA CONTROLADO TRANSPORTE PÚBLICO |  | = CAPACIDAD = VELOCIDAD = CONFIABILIDAD = IMPACTOS AL ÁREA | DERECHO DE VÍA CONTROLADO EXCLUSIVO METRO |
| 10 | AUTOMATIZACIÓN |  | = FRECUENCIA DE OPERACIÓN = COSTOS DE OPERACIÓN = RENDIMIENTOS | MEDIOS GUIADOS AUTOMÁTICOS, TRANSPORTE AUTOMÁTICO DE GRUPOS, METRO |

Figura N° 2.2: Medios de transporte urbano

Fuente: (Molinero & Sánchez, 2005)

2.2.3 Planificación del transporte urbano

Para que la planificación de transporte urbano sea adecuada, esta se debe desarrollar conforme las políticas de transporte, planes que regulen el uso de suelo y el desarrollo urbanístico, entre otros.

Cabe recalcar además que la planificación de una ciudad o una región puede ser realizada en cualquier período de tiempo, con la participación de la ciudadanía, y organizaciones públicas y privadas.

La planificación de transporte urbano engloba cierta complejidad, la cual se detalla en el libro denominado *Urban Transportation Planning: A Decision-Oriented Approach* de (Meyer & Miller, 2001)

El transporte urbano es el proceso de (Meyer & Miller, 2001):

- Establecimiento de una visión de lo que una comunidad quiere ser y cómo el sistema de transporte encaja en esta visión.
- Entendimiento de los tipos de decisiones que necesitan hacer para lograr esta visión.
- Evaluación de las oportunidades y limitaciones del futuro en la relación a las metas y las medidas de actuación del sistema deseado.
- Identificación de las cortas y largas consecuencias en la comunidad y en los usuarios del sistema de transporte de diferentes alternativas de diseño, aprovechando las oportunidades y respondiendo a las limitaciones.
- Relacionamiento de las alternativas de decisión a las metas, objetivos o las medidas de actuación establecidos para un área urbana, agencia o empresa. Presentación de esta información a los responsables de la toma de decisión en una forma entendible y útil.
- Ayuda a los tomadores de decisión, estableciendo prioridades.

La planificación del transporte urbano se define como un proceso dinámico que permite decidir qué hacer para cambiar o prever una determinada realidad o problemática a un estado deseado, del modo más eficiente y eficaz posible con la menor concentración de esfuerzos y recursos. (Lavado, 2013).

La planificación de transporte debe responder al complejo Sistema de Movilidad Urbana, es decir el Sistema gobernado por el sistema de actividades y el sistema de transporte, la cual definirá sus características de acuerdo al Sistema de Actividades la cual se desarrolla de acuerdo con los usos de suelo (localización, intensidad y hábitos), y así también del sistema de transporte (red vial, modos y sistema de gestión); los cuales son determinantes para la movilidad y que estas a su vez determinaran los impactos en ella. De tal forma que la movilidad y el desarrollo urbano de una ciudad están fuertemente relacionados entre sí, ya que, de acuerdo con la distribución de los distintos usos de suelo y las actividades (Residencial, comercial, industrial y recreacional entre

otros) en una ciudad se, determina y caracteriza la movilidad de las personas, las cosas y las mercancías, las cuales son de distinta naturaleza de acuerdo con el motivo (trabajo, comercio, educación y actividad recreacional, entre otros) de cada una de ellas.

No obstante, el análisis de transporte requiere de un contexto de *desarrollo urbano* determinado, puesto que son las características de uso de suelo y actividades las que determinan las necesidades de transporte de una ciudad, al tiempo que la satisfacción de dicha necesidad determina las características operacionales del sistema de transporte, y esta se interrelaciona directamente con la red vial, los modos de transporte y el sistema de gestión.

2.2.3.1 Etapas de la planificación del transporte urbano

Dentro de las etapas para la planificación del transporte urbano según (Molinero & Sánchez, 2005) se encuentran:

- Diagnóstico y formulación de objetivos
- Análisis de posibles soluciones
- Evaluación y selección de Alternativas
- Implantación

La planificación de los transportes permite estar en condiciones de tomar decisiones óptimas acerca de la construcción de nuevas obras viales o las mejoras a los sistemas de transporte existentes, la implementación de nuevos sistemas, o bien, definir sus formas de explotación y determinar donde y cuando deberán operar para lograr el mayor impacto al mayor número de beneficiario. (Molinero & Sánchez, 2005)

2.2.3.2 Objetivo de la planificación del transporte

El objetivo de la planificación del transporte es prever y gestionar la evolución en el tiempo de los puntos de equilibrio a corto y largo plazo, de forma que se maximice el bienestar social. La modelización de estos puntos de equilibrio debería ayudar a comprender mejor la evolución y al mismo tiempo ayudar al planificador en el desarrollo e implementación de estrategias de gestión y programas de inversión.

Algunas relaciones causa - efecto muy simples se pueden representar gráficamente para ayudar a comprender la naturaleza de algunos problemas de transporte. Un ejemplo típico es el círculo vicioso vehículo privado (coche)/transporte público que se muestra a continuación. (Ortúzar & Willumsen, 2008)

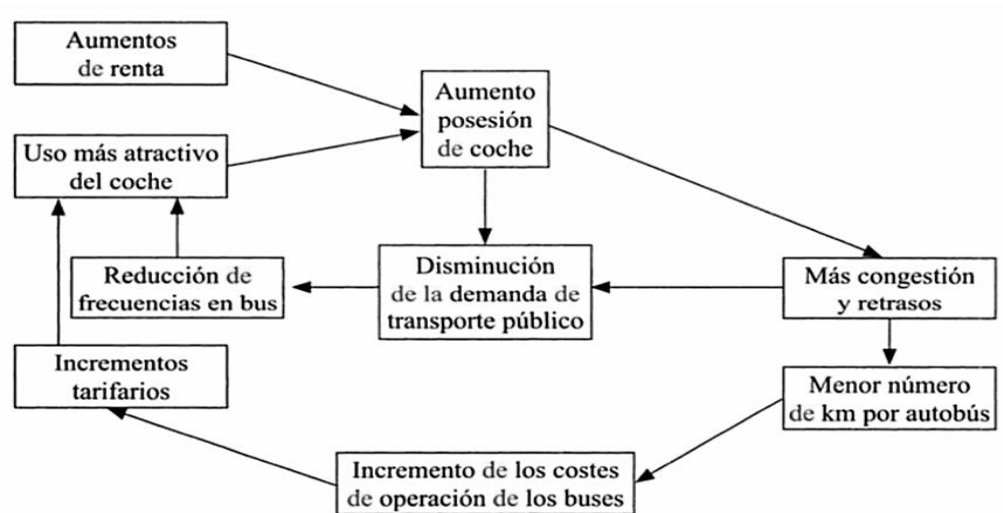


Figura N° 2.3: Círculo vicioso del transporte público

Fuente: (Ortúzar & Willumsen, 2008)

El crecimiento económico trae como consecuencia, entre otros aspectos, un aumento en la compra de vehículos privados. Inicialmente, un mayor número de vehículos significan, en general, que un mayor número de personas desean transferirse del transporte público al privado, lo cual implica evidentemente disminución de pasajeros. A ello, los operadores pueden responder incrementando precios de los pasajes y/o reduciendo la frecuencia (nivel de servicio) o ambos. En consecuencia, la situación descrita hace atractiva la posesión y uso del vehículo privado, acelerando así el círculo vicioso. (Ortúzar & Willumsen, 2008)

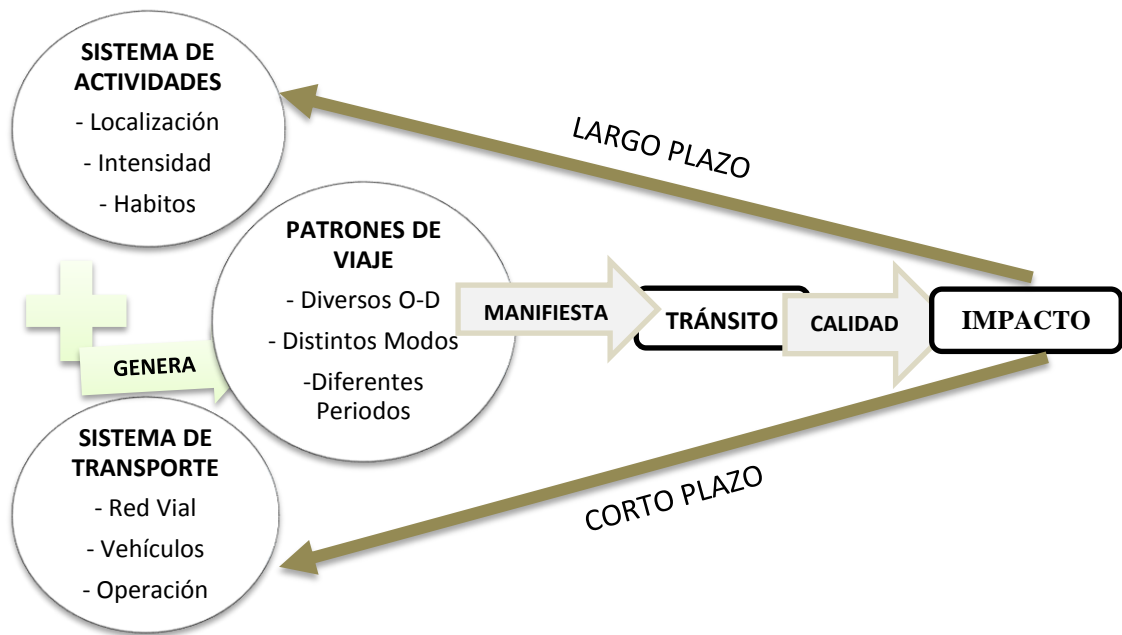


Figura N° 2.4: Movilidad Urbana

Fuente: Fundamentals of Transportation Systems Analysis (Manheim, 1984)

Elaborado por: Ximena Alexandra Lobato Isin

2.2.3.3 Niveles de planificación

Existen tres niveles de análisis, que desde un estado macro, meso y micro determinan la planificación de resultados sostenibles de acuerdo con los objetivos de cada realidad, no solo de forma técnica sino también política.



Figura N° 2.5: Niveles de Planificación

Fuente: (Lavado, 2013)

Otros autores definen los siguientes niveles de planificación (Pallavicini & Pinto, 2006):

- **Planeamiento estratégico:** Este tipo de planeamiento es conceptualizado como un proceso gerencial que posibilita la ejecución estableciendo el rumbo a seguir por la empresa, con vista a obtener un nivel de optimización de relaciones de organización con su ambiente.

- **Planeamiento táctico:** Tiene por objetivo optimizar determinada área de resultado de una organización en conjunto, ayudando en la operatividad del planeamiento estratégico. Este tipo de planeamiento se desenvuelve en niveles organizacionales de mediana gerencia. Se tiene como principal finalidad la utilización eficiente de recursos disponibles para la concretización de objetivos previamente fijados, siguiendo una estrategia predeterminada; asimismo, se consideran políticas dirigidas para el proceso decisivo de la empresa.

- **Planeamiento operacional:** Es considerado como una formalización de las metodologías de desenvolvimiento e implementación establecidas. A su vez, debe tener una correspondencia con el planeamiento táctico. En este tipo de planeamiento se elaboran planes de acción que deben contener detalles de los recursos necesarios para el desenvolvimiento e implementación de los procedimientos básicos que serán adaptados, los productos y de los resultados finales esperados. Dan plazos establecidos y delegan responsabilidades para la ejecución e implementación.

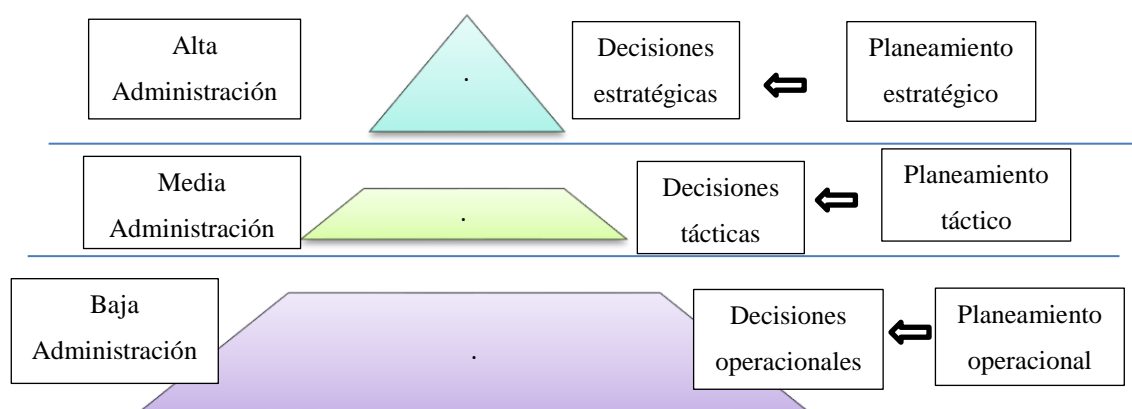


Figura N° 2.6: Niveles de Decisión en las Organizaciones

Fuente: (Lavado, 2013)

Elaborado por: Ximena Alexandra Lobato Isin

Basado en este punto de vista Empresarial e Institucional, se tiene que:

- La alta administración define estrategias que se relacionan con objetivos de largo plazo; para atender estos objetivos, utiliza los medios que afectan al sistema en conjunto. Por tanto, este nivel organizacional tiene que desarrollar el planeamiento estratégico para tomar decisiones estratégicas.
- La mediana administración tiene que desarrollar los planeamientos tácticos, que considera la ordenación de los grupos de recursos, para el mejor alcance de los resultados estratégicos, y engloba, a su vez, el planeamiento operacional.
- El planeamiento táctico tiene que ver con los objetivos a corto plazo y los medios cómo se alcanzan que generalmente solo afectan una parte de la organización. El planeamiento operacional aborda las operaciones diarias de la organización y sus objetivos son de alcance inmediato.

Estos conceptos son básicos en el desarrollo de una ciudad, dado que al no tener una visión del desarrollo urbano (Largo, mediano y corto plazo) de una ciudad no permite que los subsistemas inmersos en él, como por ejemplo el sistema de actividades y el sistema de transportes no se desarrollen adecuadamente postergando y en otros casos impidiendo el crecimiento social, económico y ambiental de la urbe. Por citar un ejemplo en relación a la actividad comercial desarrollada por los centros comerciales objeto de este estudio se tiene que, a nivel estratégico se debería tener un plan de desarrollo de centros comerciales a largo plazo sustentado mediante planes de desarrollo urbano y planes de transporte, trazándose objetivos integrales de ciudad, y cuales deben responder como, cuántos, dónde y por qué se necesita del desarrollo de centros comerciales en nuestra ciudad. Este análisis nos lleva a un nivel táctico con objetivos ya determinados en coordinación con otras partes del complejo sistema urbano y gobiernos locales, optimizando su funcionamiento en forma armónica a la ciudad. Con ello se tendrá una planificación operativa donde se determinará adecuadamente el buen funcionamiento operativo diario de estos centros generadores de viajes con su entorno inmediato. (Lavado, 2013)

2.2.3.4 Elementos de la planificación de transporte:

Los principales elementos de la planificación de transporte son (Ortúzar & Willumsen, 2008):

- Profesionales capacitados.
- Modelación de transporte.
- Prácticas administrativas.
- Marco institucional.
- Buenos niveles de comunicación con las personas encargadas de la toma de decisiones.
- Los medios de transporte.
- La población.

Otros elementos para la planificación de transporte que se mencionan son (Ardila, 1999):

- Análisis de información y diagnóstico.
- Fijación de objetivos y metas.
- Diseño de alternativas.
- Evaluación.
- Programación y monitoreo.

Mientras que (Molinero & Sánchez, 2005) establece que dentro de los elementos que intervienen en la planificación están:

- **El derecho de transporte:** Refiere a la posibilidad de que cualquier persona que habita en una ciudad pueda acceder a los sistemas de transporte en cualquier momento y hacia cualquier punto que el elija.
- **Factores humano:** La gente no se desplaza por el simple gusto de viajar, sino que es una consecuencia para la realización de otra actividad como el trabajo, la escuela, las compras, los negocios, las relaciones sociales.

- **Factores económicos:**
 - Costos de infraestructura
 - Costos por su funcionamiento (para el usuario, para los transportistas, para las autoridades)
 - Costos de los energéticos

- **Factores urbanísticos:** Una de las características en la mayoría de las ciudades del mundo es la carencia y lo limitado del espacio urbano. El consumo de espacio para los transportes es muy variable de ciudad a ciudad.

- **Factores tecnológicos y del medio ambiente:** Las investigaciones sobre la tecnología de los equipos juega un papel importante que deberá ser tomado en cuenta dentro del proceso de planificación para que existan innovaciones en cuanto a transportes urbanos, tales como su velocidad, su capacidad, su economía, su comodidad, su impacto al medio ambiente físico y natural y su seguridad.

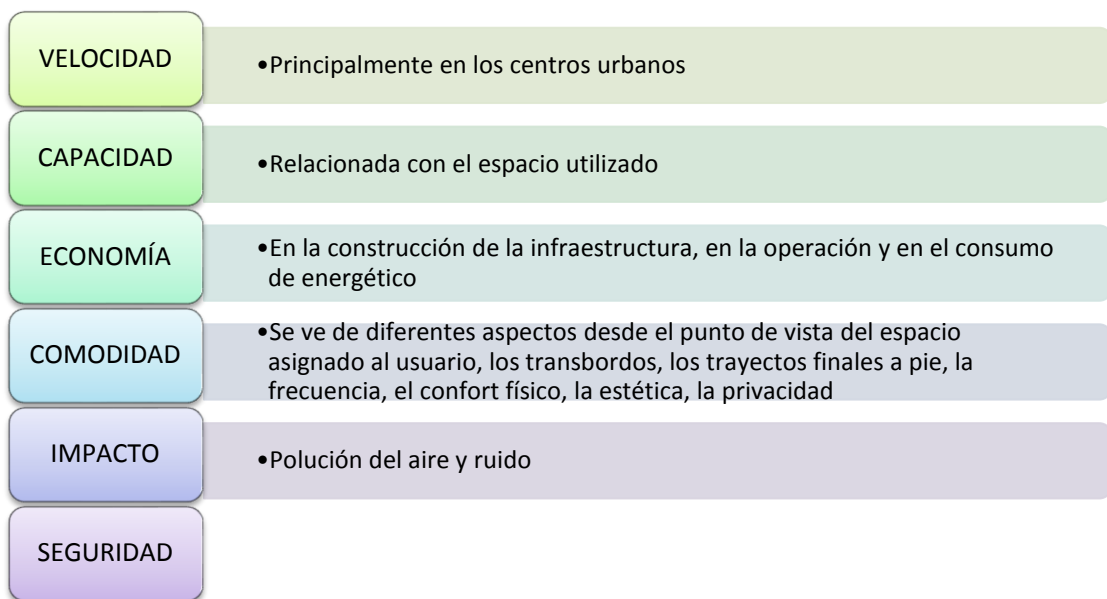


Figura N° 2.7: Características de las innovaciones para los transportes urbanos

Fuente: (Molinero & Sánchez, 2005)

Elaborado por: Ximena Alexandra Lobato Isin

2.2.3.5 Proceso de planificación de transporte

Una de las primeras iniciativas en lo que respecta a planificación de transporte urbano se da en los Estados Unidos con la Legislación federal, importante referente del transporte urbano en el año de 1962, en esta legislación se incluyen las 3C (Continuing, Comprehensive, and Cooperative) de la planificación:

- **Continuo:** Después de iniciado los planes iniciales se debe continuar con el proceso de planificación, poniéndose al día los inventarios, pronósticos, y el plan en sí mismo.
- **Comprensivo:** Se considera comprensivo si incluye todos los elementos mencionados en los elementos básicos de una planificación.
- **Cooperativo:** Se entiende como tal a la cooperación entre las autoridades federales, estatales y locales es decir distintos niveles de gobierno, así también entre los diversos organismos en el mismo nivel de gobierno.

Para el proceso de planificación de transporte se establece diez elementos básicos que son detallados a continuación (Girardotii, 2003):

- 1) Los factores económicos que afectan el desarrollo.
- 2) Estudios poblacionales
- 3) Inventarios de uso de suelo y proyecciones
- 4) Inventario de medios de transportes (físicos, operacionales y funcionales)
- 5) Patrones de viajes
 - Inventarios
 - Análisis de condiciones existentes y modelación
 - Predicciones
 - Análisis sistémico
- 6) Terminales y medios de transferencia
- 7) Características del tránsito
- 8) Ordenanzas zonales, regulaciones, reglamentaciones, etc.
- 9) Recursos financieros

10) Valores sociales (comunidad), como la preservación de espacios abiertos, parques y sitios recreativos; la preservación de sitios históricos y edificios; conveniencias medioambientales; y estética.

Por otra parte a la planificación de transporte se la consideran como un proceso de la cuatro-fases que refleja la necesidad para un acercamiento de decisión orientada. Este acercamiento considera que el análisis técnico es sólo un componente del proceso entero de la planificación, y los proyectistas también deben prestar la atención debida a la aplicación del proyecto subsecuente, el funcionamiento, y supervisión de las actividades de la cadena del proceso. Un aspecto importante del proceso es el reconocimiento de los tipos diferentes de datos necesarios para la planificación urbana de transporte. Además del inventario de sistemas de transporte y la información en las actividades urbanas, se recomienda necesariamente la adición de las políticas y reglamentaciones relacionadas con el transporte y con el medio ambiente; con ello se lograrían todas las entradas necesarias en el proceso de la planificación. Estos aspectos podrían proporcionar información útil para determinar la viabilidad de proyectos alternativos, para entender los requisitos de organización de otras agencias, así como el aumento de conocimiento de la competición probable para los fondos de inversión. El proceso de la planificación también identificó la importancia del feedback: los pasos del análisis y monitoreo a través del paso de diagnóstico que podría utilizarse para ajustar la definición del problema, basados en los resultados de análisis preliminares o en la performance real del sistema de transporte. (Meyer & Miller, 2001).

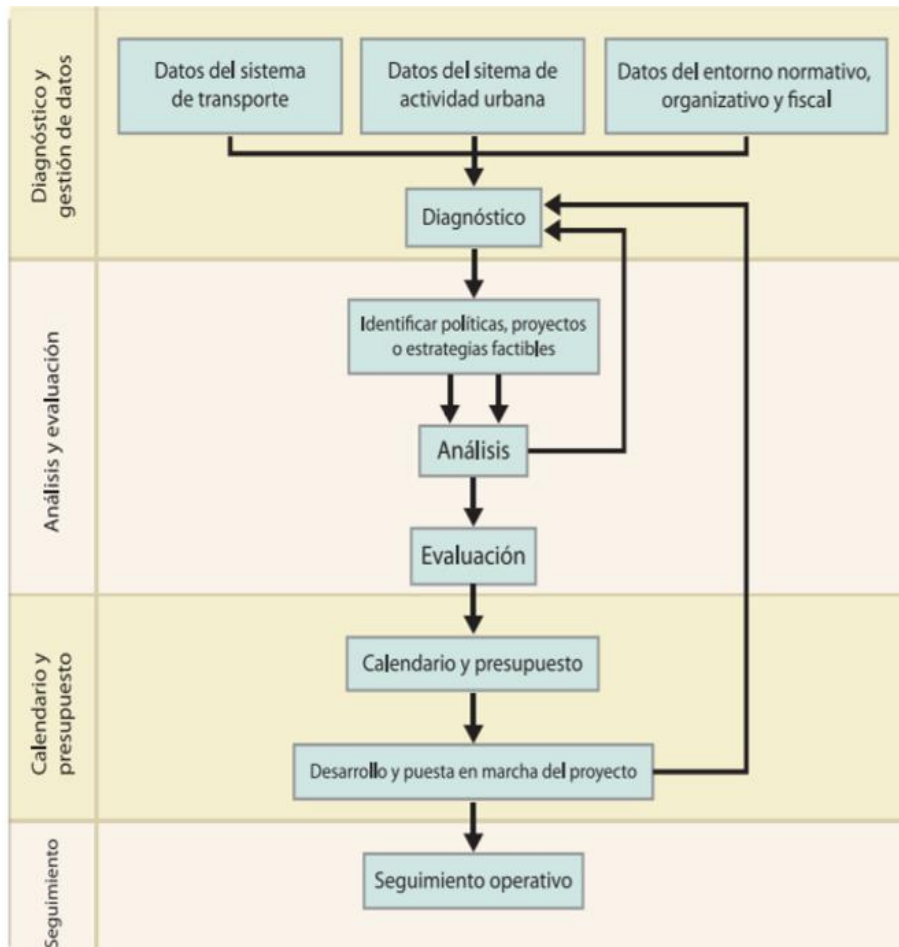


Figura N° 2.8: Proceso de la planificación de transporte

Fuente: Urban Transportation Planning

Mientras que (Handson & Giuliano, 2004) establecen que el proceso de planificación de transporte se debe basar en tres partes fundamentales, tales como:

- Fase del pre-análisis:
 - Problema / cuestionamiento a identificar.
 - Formulación de metas y objetivos.
 - Colección de datos. o Generación de alternativas.

- Fase del análisis técnico
 - Uso de suelo / sistema de actividades.
 - Modelos. o Modelos del sistema de transporte urbano.
 - Modelo de predicción de impactos.

- Fase del post-análisis
- Evaluación de alternativas
- Toma de decisiones.
- Implementación.
- Monitoreo.

El planeamiento del transporte tiene que reflejar los requisitos de un contexto urbano que cambia a causa del desarrollo económico, las preocupaciones en la política social, el aumento en riqueza y ocio, los avances tecnológicos, la descentralización, y la globalización de economías. Estos desafíos impulsan a mejorar en los métodos del planeamiento, en términos de análisis cuantitativo y cualitativo. (Lavado, 2013)

A continuación, se ponen en evidencia diagramas que explican con una incuestionable proximidad el cómo se realiza el proceso de planificación de transporte y aquellas etapas que son necesarias llevarlo a cabo.

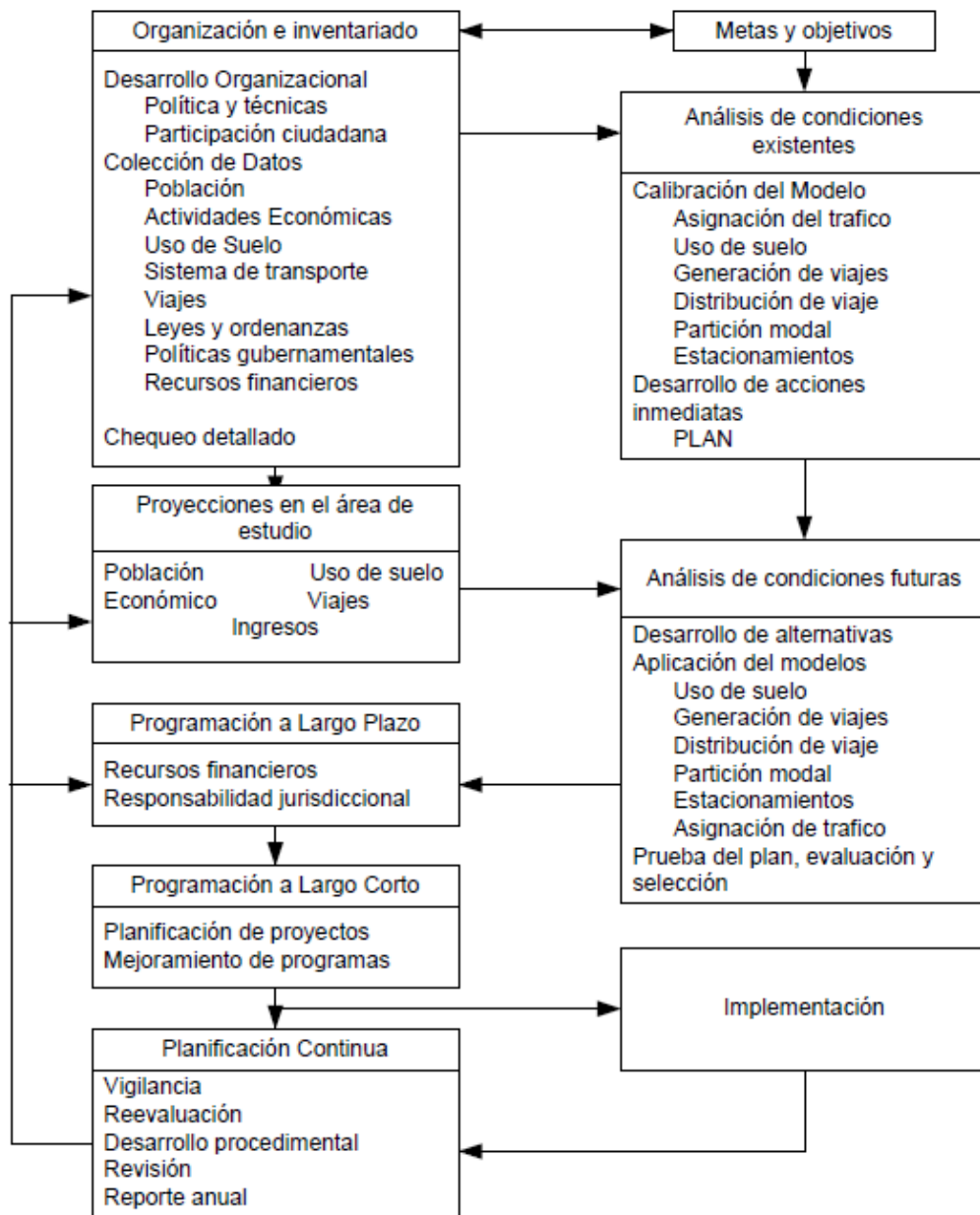


Figura N° 2.9: Proceso continuo de planificación del transporte urbano

Fuente: Urban Transportation Planning In The United States

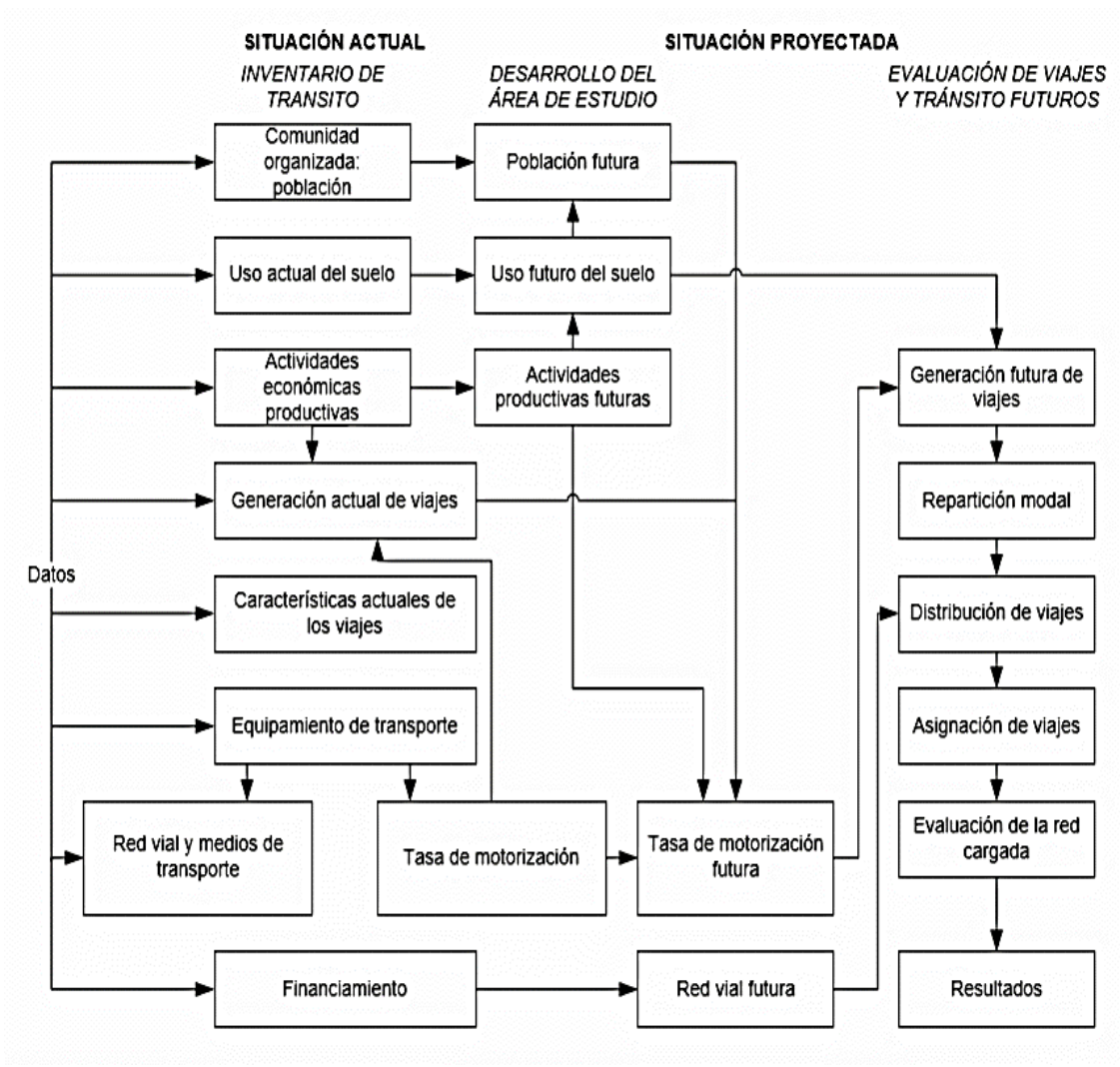


Figura N° 2.10: Esquema general de planificación

Fuente: UTM (Universidad Tecnológica Metropolitana, apuntes de Planificación de Transporte)

Elaborado por: (Lavado, 2013)

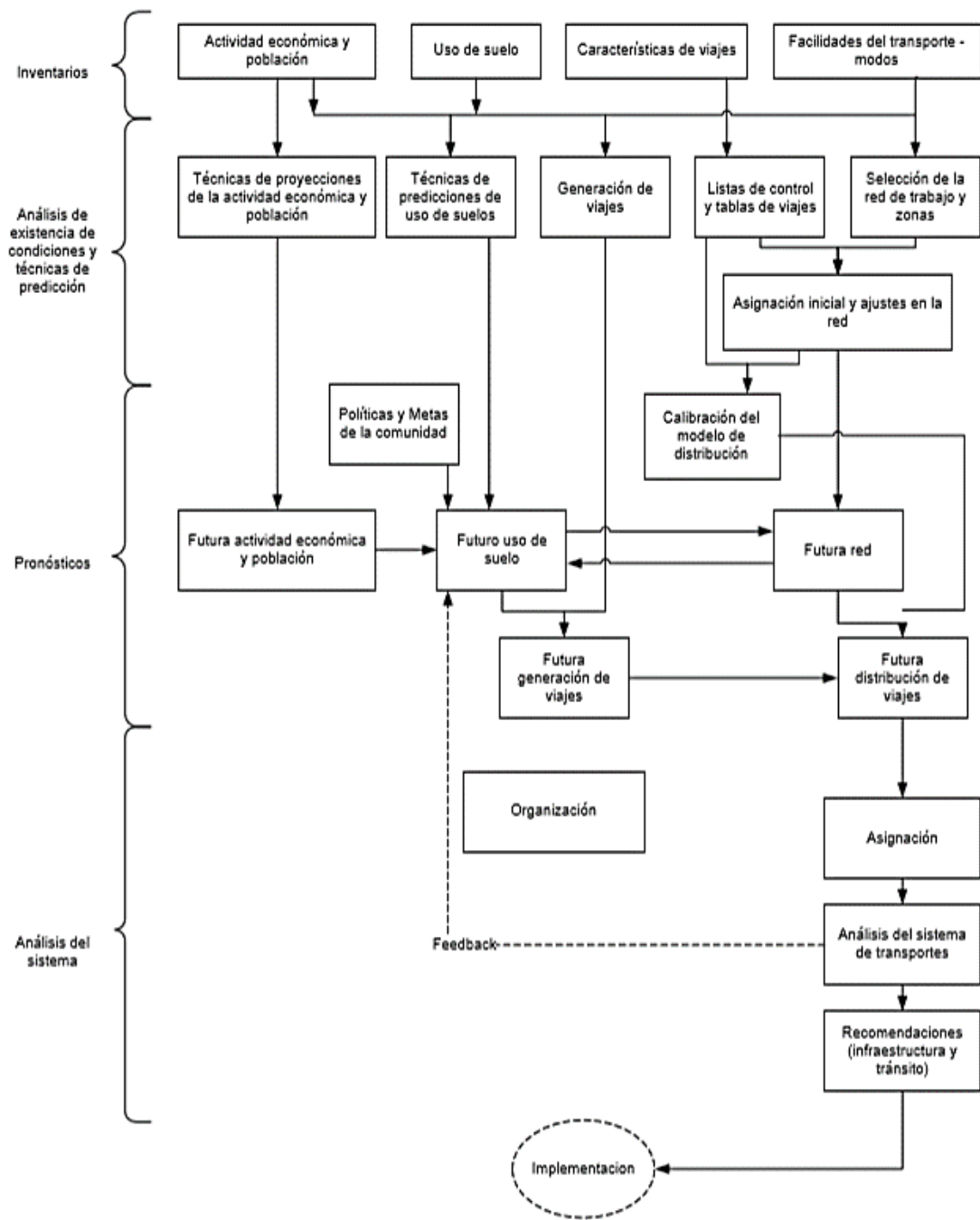


Figura N° 2.11: Esquema de planificación del transporte urbano EEUU

Fuente: (Girardotii, 2003)

2.2.4 Modelos de planificación de los transportes

Dentro de los modelos de planificación se describe los conceptos del método de cuatro fases.

- **Viaje generado.** Por lo regular aquel que tiene uno de sus extremos de origen en el domicilio.
- **Viaje atraído.** Viaje generado en el domicilio visto desde el otro extremo.
- **Origen del viaje.** Lugar donde inicia.
- **Destino del viaje.** Lugar donde termina.

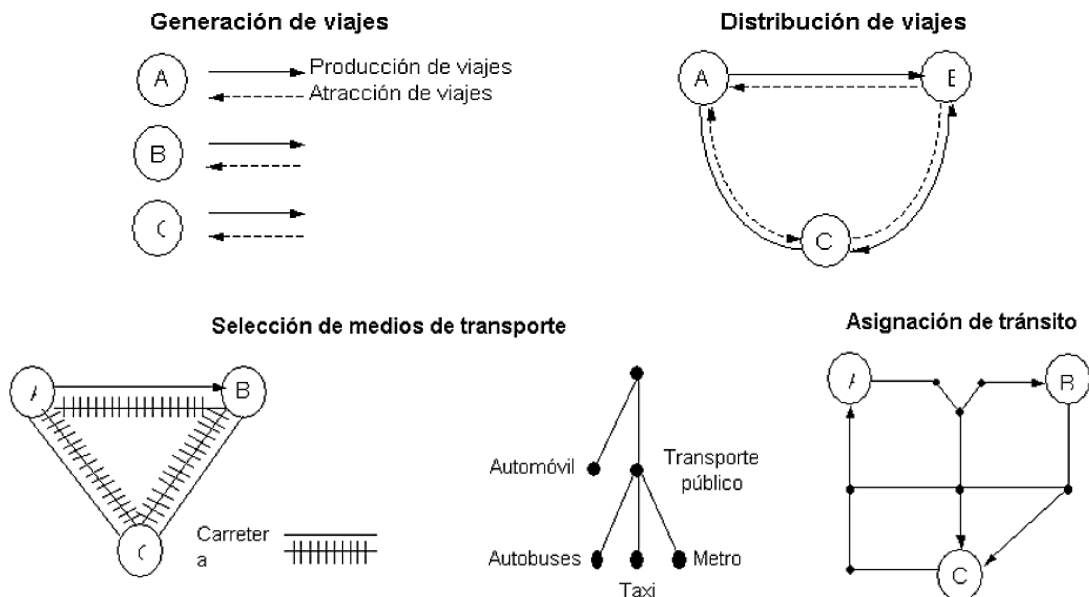


Figura N° 2.12: Esquemas del método de las cuatro fases en la planificación de los transportes.

Fuente: (Molinero & Sánchez, 2005)

2.2.4.1 Método clásico de la planificación del transporte

Una de las etapas fundamentales en la planificación de los transportes es la estimación del número de viajes que se producen en una determinada área de estudio, así como también el número de viajes futuros y su distribución espacial. Algunas de las formas utilizadas para su estimación ha sido a partir de extrapolaciones de situaciones existentes en otras ciudades, o bien elaborando y utilizando modelos matemáticos, que

no son otra cosa que la representación simplificada de situaciones reales. (Molinero & Sánchez, 1996).

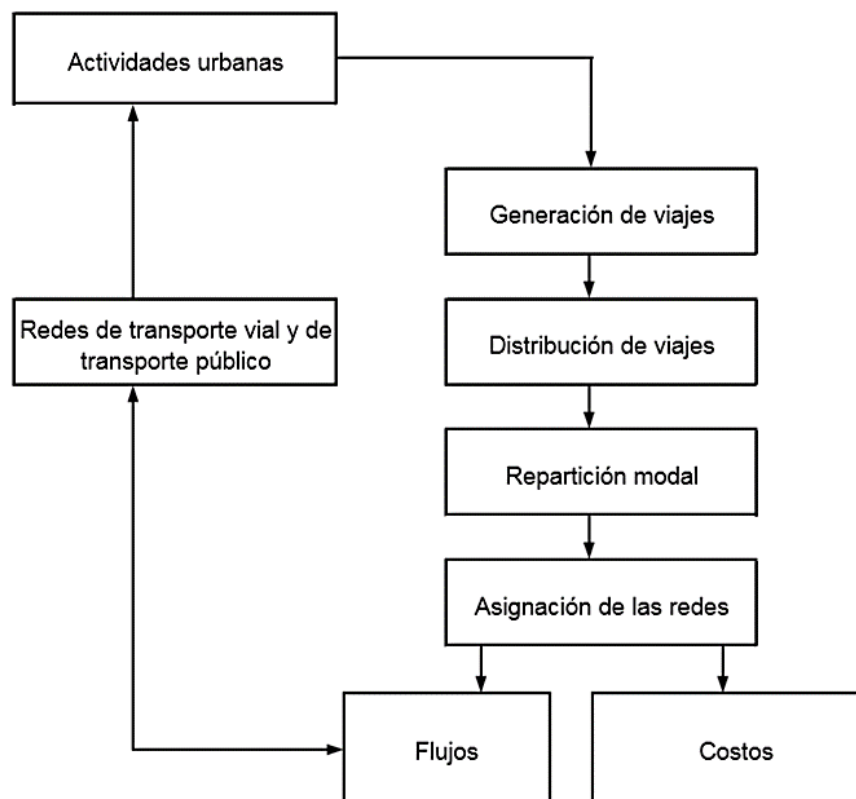


Figura N° 2.13: Estructura general del modelo de transporte.

Fuente: (Molinero & Sánchez, 1996)

2.2.4.2 Modelo de generación de viajes

La generación de viajes es el proceso analítico que relaciona las actividades urbanas y los viajes. El número de viajes está dado en función de los usos del suelo y las características socioeconómicas de la población, y los métodos utilizados permiten estimar la demanda futura de viajes que se generan en una determinada zona al asociarlo con las actividades urbanas. (Molinero & Sánchez, 2005).

La demanda de transporte es el resultado de la necesidad que tienen las personas por realizar actividades desde un origen a un destino, esta demanda se divide en demanda efectiva, demanda insatisfecha y demanda latente.

Dentro de los modelos de generación de viajes se encuentran:

- Modelos agregados (usos de suelo)
- Modelos desagregados (de personas)

2.2.4.3 Modelos de distribución de viajes

Después de haber conocido el número de viajes estos deben ser distribuidos entre todas las zonas del área de estudio, y de esta manera determinar los flujos de viaje entre pares de zonas, hasta llegar a formar una matriz de doble entrada, cuyos elementos sean el número de viajes entre zonas. Los modelos utilizados con frecuencia en la etapa de distribución son los modelos analógicos que extrapolan una situación inicial, aplicando factores de crecimiento a corto plazo. (Molinero & Sánchez, 2005).

Dentro de estos modelos se encuentran:

- **Modelos sintéticos:** Tratan de explicar la distribución de los viajes a partir de los hábitos de los usuarios, en cuanto a la forma que se produce los desplazamientos, es decir, reproducen una situación existente y sirven para prever una situación futura. Este método es el más simple y provee los flujos futuros entre un sector i de origen y un sector j de destino, corrigiendo los flujos observados en las encuestas el año base por uno o varios factores de crecimiento.

| | |
|--|---|
| Modelos sintéticos. | $T_{ij} = V_{ij} \cdot P_i(v_j)$ <p>Dónde: T_{ij} = total de viajes entre zonas i, j (flujos futuros) V_{ij} = viajes con origen y destino entre la zona i $P_i(v_j)$ = función de probabilidad que mide los viajes con origen en la zona i y tiene su otro extremo en j</p> |
| Métodos que usan los Modelos de factor de crecimiento | |
| Método de factor uniforme | $T_{ij} = FV_{ij}$ |
| Método de factor promedio | $T_{ij} = \frac{F_i + F_j}{2} V_{ij}$ |

| | |
|--|---|
| Método de Detroit | $T_{ij} = F_{ij} V_{ij}$ donde $F_{ij} = \frac{F_i + F_j}{F}$ |
| Método de Furness (Fratar) | $T_{ij} = T_{ij} a_i b_j$ |
| <i>Nota:</i> Es importante recordar que el empleo de estos métodos debe cumplir las siguientes restricciones. Donde (O_i) orígenes y (D_j) destinos. $\sum_j T_{ij} = O_i \quad \text{y} \quad \sum_i T_{ij} = D_j$ | |

Tabla N° 2.2: Clasificación de los Modelos de distribución de Viajes

Fuente: (Molinero & Sánchez, 2005)

Elaborado por: Ximena Alexandra Lobato Isin

- **Modelos gravitatorios:** Relacionan la demanda de viajes con la separación real entre sectores y se basan en el principio de:
“El flujo fijo entre dos sectores $i \rightarrow j$ es proporcional a la generación (población) del sector origen, por la atracción (población, empleo, otro) del sector origen j y decrece con la distancia que los separa.”

$$T_{ij} = P_i \left\{ \frac{\frac{A_j}{d_{ij}^n}}{\sum_{j=1}^n \frac{A_j}{d_{ij}^n}} \right\}$$

Ecuación N° 2.1: Modelo gravitatorio

Donde:

T_{ij} = número de viajes entre i y j

P_i = número de viajes entre producidos o generados en i

A_j = número de viajes atraídos por la zona j

d_{ij} = dificultad o impedancia para unir los sectores i y j (puede ser la distancia, el tiempo de trayecto, los costos)

- **Modelos de oportunidad:** Su fundamento está en determinar la distribución de los viajes en función de analizar la separación relativa con factores socioeconómicos. Tratan de apoyar una explicación del comportamiento de los usuarios, quienes buscan hacer el desplazamiento más corto posible que les permita cumplir sus objetivos. Para ello, se clasifican los diferentes destinos posibles en orden creciente

de distancias. Si d_j es el número de destinos posibles en un sector y j y P la probabilidad que este destino satisfaga los objetivos del desplazamiento; el usuario tendrá $P \cdot d_j$ oportunidades de encontrarse en el sector j y si a la vez no elige un destino más próximo, entonces la probabilidad de que llegue al sector j será:

$$dP = (1 - P) \times P \cdot d_j$$

Ecuación N°: 2.2

Donde:

(1-P) = probabilidad de no haber seleccionado un destino más próximo

$P \cdot d_j$ = probabilidad de seleccionar el destino j

dP = probabilidad de llegar al destino j

2.3 IDEA A DEFENDER

Una herramienta de gestión como la Guía Técnica para la Planificación del Sistema de Transporte Público Urbano en los GADS tipo B – caso Riobamba, contribuirá en la toma de decisiones de las autoridades en cuanto al servicio de transporte público urbano.

2.4 VARIABLES

2.4.1 Variable Independiente

- Planificación del Sistema de Transporte Público Urbano
- Desarrollo local
- Gestión del Transporte

2.4.2 Variable Dependiente

- Guía Técnica

Tabla N° 2.3:Operacionalidad de las Variables

| HIPOTESIS O IDEA A DEFENDER | VARIABLE INDEPENDIENTE | VARIABLE DEPENDIENTE |
|--|--|-----------------------------|
| Una herramienta de gestión como la Guía Técnica para la Planificación del Sistema de Transporte Público Urbano en los GADS tipo B – caso Riobamba, contribuirá en la toma de decisiones de las autoridades en cuanto al servicio de transporte público urbano. | Planificación del Sistema de Transporte Público Urbano Desarrollo local Gestión del transporte | Guía Técnica |

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Ximena Alexandra Lobato Isin

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1 MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

El proyecto de investigación está orientado a una modalidad cualitativa, ya que las muestras se van a elegir según los criterios del investigador, el cual se encarga de indagar casos relevantes respecto al tema de tesis. Además hay que recalcar que el tipo de investigación mencionado no busca replica, y no se fundamenta en la estadística.

3.2 TIPOS DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación a utilizarse para el presente proyecto de investigación es de campo, descriptiva, exploratoria, explicativa causal, documental y bibliográfica.

3.2.1 Investigación de Campo

La investigación de campo es aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variables alguna, es decir, el investigador obtiene la información pero no altera las condiciones existentes. De allí su carates de investigación no experimental.

Este tipo de investigación participa en la comprobación de idea a defender del trabajo a través de diversas fuentes, por cuanto el investigador tuvo contacto directo con el objeto de estudio para obtener información de primera fuente, útil y necesaria para encontrar elementos necesarios en la solución del problema. (G, Fidias, 2012)

3.2.2 Investigación Descriptiva

La investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere.

Este tipo de investigación es imperante en la recolección de datos, interpretación y descripción de la relación existente entre las variables de estudio. (G, Fidias, 2012)

3.2.3 Investigación Exploratoria

Exploratoria, porque por medio de ella localizamos el lugar donde nos ponemos en contacto con el problema.

3.2.4 Investigación Explicativa

La investigación explicativa se encarga de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto. En este sentido, los estudios explicativos pueden ocuparse tanto de la determinación de las causas (investigación post facto), como de los efectos (investigación experimental), mediante la prueba de hipótesis. Sus resultados y conclusiones constituyen el nivel profundo de conocimientos.

Se encarga de buscar el porqué de los hechos, mediante el establecimiento de relaciones causa- efecto, respondiendo a las preguntas por qué y cómo del evento estudiado. Una explicación no amerita necesariamente una verificación. Su método es observación, descripción y comparación. (G, Fidias, 2012)

3.2.5 Investigación Documental y Bibliográfica

La investigación documental es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, críticas, e interpretaciones de datos secundarios, es decir obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas.

La investigación documental permitió reforzar conocimientos teórico – conceptuales, recolectar información necesaria y precisa acerca del tema que se está tratando, para lo cual es necesario recurrir a libros virtuales e impresos, enciclopedias, documentos relacionados y páginas web que coadyuvaron al investigador en el fortalecimiento y progreso de conocimientos sobre el tema. (Ardila, 1999)

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1 POBLACIÓN

La población con la que se va trabajar asciende a 214 municipios, los mismos que están dentro de los municipios de categoría B, para los cuales está dirigido el presente trabajo de investigación.

Lo manifestado, lo evidenciaremos en el siguiente cuadro estadístico.

Tabla N° 3.4: Población total del Estudio

| ESTRATOS | FRECUENCIA (f) | PORCENTAJE % |
|-------------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Municipios del Ecuador tipo B | 214 | 100 |
| TOTAL | 214 | 100 |

Fuente: ANT

Elaborado por: Ximena Alexandra Lobato Isin

3.3.2 MUESTRA

Se tiene que el tamaño de la muestra para estudios estadísticos de transporte está dado por la ecuación:

$$n = \frac{N\sigma^2 Z^2}{e^2(N-1) + \sigma^2 Z^2}, \text{ en donde:}$$

Ecuación N° 3.3: Muestra

n = Tamaño de la muestra;

Z = Coeficiente de la distribución normal **1,96** el cual es en función del nivel de confianza seleccionado **95%**

$\hat{\sigma}$ = Desviación estándar del parámetro estudiado, sin sesgo y calculada de una muestra **0,5** (utilizando la Teoría del límite central)

e = Error máximo aceptable de la estimación.

NOTA: Cabe recalcar que para el tipo de trabajo de investigación que se realiza no es necesario sacar una muestra, debido a que al ser una guía técnica de planificación lo relevante es hacer un diagnóstico de como se ha venido manejando el transporte urbano hasta la actualidad, y determinar parámetros globales que ayuden en la toma de decisiones de los GADS tipo B.

3.4 MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

3.4.1 MÉTODOS

Los métodos a utilizarse son el método científico, método inductivo, método deductivo, método analítico y también el método sintético.

- **Método Científico:** Nos orienta en todo el proceso de la investigación hasta llegar a comprobar la defensa de la idea.
- **Método Inductivo:** Orienta al investigador durante la investigación a salir desde lo simple a lo complejo, de lo particular a lo general, de lo conocido a lo abstracto.
- **Método Deductivo:** Orienta al investigador desde lo general a lo particular, como en el caso de la población a la muestra, este método es contrario al inductivo.
- **Método Analítico:** Proceso que permite dividir un todo, para llegar a las partes o al objetivo.
- **Método Sintético:** Se refiere a la síntesis o resumen de un todo.

3.4.2 TÉCNICAS

- **Observación directa.**

Ya que el investigador se pone en contacto con el hecho o fenómeno que es objeto de investigación., el cual ayudará a determinar cómo se está manejando o si existe una planificación adecuada del transporte urbano en los diferentes GADS TIPO B.

3.4.3 INSTRUMENTOS

Para la investigación se va a utilizar una ficha de entrevista ya que contendrá el levantamiento de información acerca de aspectos relacionados al transporte público urbano.

3.5 RESULTADOS

3.5.1 Resultados de la entrevista a un funcionario de la Dirección de Gestión de Movilidad, Tránsito y Transporte del GAD de Riobamba

A continuación se detallaran los resultados obtenidos mediante la aplicación de una ficha para la entrevista a un representante de la DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE MOVILIDAD, TRÁNSITO Y TRANSPORTE DEL GAD DE RIOBAMBA. Obteniendo la siguiente información:

ENTREVISTA APLICADA A UN TÉCNICO DE LA DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE MOVILIDAD, TRÁNSITO Y TRANSPORTE DEL GAD DE RIOBAMBA

1. ¿Cómo funciona el sistema de transporte público urbano en la ciudad de Riobamba?

El sistema de transporte público urbano funciona con un sistema rotativo, el cual se lo viene manejando desde que las competencias estuvieron a cargo de la ANT, las 16 líneas de transporte son ocupadas por las 7 operadoras que existen en la ciudad de Riobamba.

2. ¿Cuántas cooperativas de transporte público urbano integran el sistema? Y ¿cómo se basa su remuneración?

Actualmente existen 7 operadoras que integran el sistema de transporte público urbano, dentro de las cuales están la Puruha, Liribamba, Sagrario, Bus Trap, Unitraseep, Urbes y Ecoturisa, actualmente los rubros que generan son de acuerdo a la cantidad de usuarios que tienen por día.

3. ¿Cuáles son las rutas, frecuencias e intervalos actuales de transporte público urbano?

Al contar con 16 líneas las rutas son:

LINEA N°1. SANTA ANA – BELLAVISTA

LINEA N°2. 24 DE MAYO – BELLAVISTA

LINEA N°3. SANTA ANITA – CAMAL

LINEA N°4. LICÁN - BELLAVISTA

LINEA N°5: CORONA REAL – BELLAVISTA

LINEA N°6: MIRAFLORES – BELLAVISTA

LINEA N°7: INMACULADA - EL ROSAL

LINEA N°8: YARUQUJES – HABRAS

LINEA N°9: CEMENTERIO LICÁN - CDLA, DE LOS MAESTROS

LINEA N°10: SAN ANTONIO – CAMAL

LINEA N°11: LA PRIMAVERA - TERMINAL – UNACH

LINEA N°12: SAN GERARDO – BATÁN

LINEA N°13: SIXTO DURÁN - 24 DE MAYO

LINEA N°14: LIBERTAD - 24 DE MAYO

LINEA N°15: SAN FRANCISCO DE MACAJI - TERMINAL - UNACH VIA
GUANO

LINEA N°16: CALPI - URBANIZACIÓN LA PAZ

Las frecuencias dependen de la demanda existente de cada línea, desde 2,3 hasta 5 minutos. Y los intervalos varían también de acuerdo a la demanda y por lo general va desde las 6:00 horas hasta las 21:30 horas.

4. ¿Cuántas unidades se encuentran prestando el actual servicio de transporte público urbano?

Actualmente 184 unidades son las que prestan el servicio de transporte público urbano.

5. ¿Qué cantidad de usuarios aproximadamente se estima que emplean el sistema de transporte público urbano?

Con base a un levantamiento de información se estima que 773 personas diarias son las que hacen uso del servicio de transporte público urbano.

6. ¿Cuáles han sido los principales inconvenientes que se han presentado y presentan en el transporte público urbano?

Uno de los problemas con mayor notoriedad es la falta de servicio al usuario, además del incumplimiento tanto de rutas como de frecuencias que no permiten dar un buen servicio a la ciudadanía.

3.5.2 Resultados de las observaciones del servicio de transporte público en la ciudad de Riobamba

Las observaciones fueron realizadas en distintos puntos de la ciudad, que se mencionan a continuación:

Tabla N° 3.5: Puntos de observación de los problemas en la prestación del servicio de TPU

| N° | UBICACIÓN | PARADA |
|-----------|------------------|-----------------|
| 1 | Yaruquíes | Parque Central |
| 2 | La merced | Parada del Aki |
| 3 | Paseo Shopping | Parada exterior |

| | | |
|----------|--------|-------------------------------|
| 4 | ESPOCH | Parada de la puerta principal |
|----------|--------|-------------------------------|

Fuente: Observación de Campo

Elaborado por: Ximena Alexandra Lobato Isin

Tabla N° 3.6: Problemas en la prestación del servicio de TPU en horas punta y horas valle

| Problemas | Horas Valle (10 unidades) | | | | Horas punta (15 unidades) | | | |
|--|------------------------------|-----|----|----|------------------------------|------|----|------|
| | SI | % | NO | % | SI | % | NO | % |
| Exceso de pasajeros | 3 | 30 | 7 | 70 | 12 | 80 | 3 | 30 |
| Estación de las unidades en paradas no autorizadas para el ascenso y descenso de pasajeros | 9 | 90 | 1 | 10 | 15 | 100 | - | - |
| La unidad circula con las puertas abiertas. | 10 | 100 | - | - | 13 | 86.7 | 2 | 13.3 |

Fuente: Observación de Campo

Elaborado por: Ximena Alexandra Lobato Isin

En las horas punta el exceso de pasajeros en los buses es del 80% tan solo el 30% de ellos cumplen con la capacidad máxima de pasajeros, el 100% de unidades son estacionadas en paradas no autorizadas y el 86,7% de las unidades de transporte público circulan con las puertas abiertas poniendo de alguna manera en peligro la integridad de los usuarios.

En las horas valle se evidencia que el 30% excede el transporte de pasajeros en ciertos tramos de la ruta y el 70% circula sin exceso de pasajeros, el 90% de unidades son estacionadas en paradas no autorizadas, mientras que solo el 10% respeta las paradas establecidas y el 100% de las unidades de transporte público circulan con las puertas abiertas.

Tabla N° 3.7: Señalización horizontal y vertical para el servicio de TPU

| ASPECTOS | SI | % | NO | % |
|---|-----------|----------|-----------|----------|
| ¿Existe señalización horizontal? | 2 | 33,3 | 4 | 66,7 |
| ¿Existe señalización vertical? | 6 | 100 | - | - |
| ¿La señalización vertical está ubicada en un lugar visible para el usuario del transporte público? | 4 | 66,7 | 2 | 33,3 |
| ¿La señalización cumple con los parámetros de las normas INEN? | - | - | 6 | 100 |
| ¿En las paradas existen mapas de rutas? | - | - | 6 | 100 |
| NOTA: Los lugares donde se observó la señalización son: Yaruquíes, la Condamine la Merced, Plaza Roja, Paseo Shopping, ESPOCH (6) | | | | |

Fuente: Observación de Campo

Elaborado por: Ximena Alexandra Lobato Isin

En el 66,7% de puntos observados no existe señalización horizontal, y solo el 33,3% tiene señalización. Mientras que en lo que respecta a señalización vertical el 100% presenta dicha señalización.

El 66,7% de la señalización vertical está ubicada en un lugar visible para el usuario del transporte público, mientras que el 33,3% presenta una señalización averiada, esto se da por varios factores como inclemencias del clima, mantenimiento y vandalismo.

El 100% de señalización en los lugares observados cumple con los parámetros de las normas INEN, pero tanto en la señalización horizontal como vertical debe ser intervenida en términos de mantenimiento.

En las paradas se evidencio el 100% de ausencia de un mapa de rutas del TPU.

CAPÍTULO IV: MARCO PROPOSITIVO

4.1 TÍTULO

GUÍA TÉCNICA PARA LA PLANIFICACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO URBANO, EN LOS GADS TIPO B – CASO RIOBAMBA.

4.2 CONTENIDO DE LA PROPUESTA

“La ingeniería de transporte público planifica, regula y gestiona el tránsito y transporte en una ciudad”

4.3 PALABRAS CLAVES

Destino del viaje: Lugar donde termina.

Origen del viaje: Lugar donde inicia.

Redes: Unión de rutas que permite transportar personas y mercancías desde un punto a otro.

Servicio: Conjunto de actividades que buscan satisfacer las necesidades de un usuario.

TPU: Transporte Público Urbano

Viaje generado: Por lo regular aquel que tiene uno de sus extremos de origen en el domicilio.

Viaje atraído: Viaje generado en el domicilio visto desde el otro extremo.

4.4 PREPARACIÓN DEL PROYECTO

4.4.1 ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO

4.4.1.1 Base Legal

Por lo general antes de que el proyecto se reconozca oficialmente se requiere la aprobación legal o reglamentaria, ya que esto permitirá el desembolso de fondos públicos tanto para el proceso de planificación como para la respectiva contratación del personal que realiza dicho proceso, poniendo de esta manera el proyecto de transporte

público urbano (TPU) como prioridad en la ciudad. En lo que respecta al proceso de autorización en sí, será diferente, dependiendo de la normativa y regulaciones locales y provinciales. En algunos casos el alcalde o el gobernador son los que pueden tener mayor autoridad legal para aprobar el proyecto. En otros casos grupos de ciudadanos son los que necesitaran aprobar formalmente antes de que el proyecto se ponga en marcha.

Es imperante que durante todo el proceso se mantenga abierto y exista transparencia, ya que si se implementa de forma ilegítima es posible poner en riesgo el apoyo público y político a largo plazo. Por otro lado si no se cumplieron con los mecanismos de autorización adecuados, grupos opositores son capaces de hacer eco de estas faltas y procurar detener el proyecto.

Cabe recalcar además que Según la normativa del Ecuador, se expide una Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, promulgada en el Registro Oficial Suplemento N°398 del 07 de Agosto del 2008, y esta es la única que rige el transporte terrestre publico tipificados especialmente en los artículos 48,49,51.

➤ **Relación del TPU con las políticas y planes**

El nuevo sistema de transporte público debe tener consistencia con los objetivos y propósitos que tienen las políticas y planes que existan en relación al transporte, desarrollo económico y uso de suelo.

Dentro de un plan maestro de transporte debe estar inmersa la mejora del sistema de TPU, para asegurar la integración del sistema con el plan de transporte de la ciudad.

4.4.1.2 Equipo para realizar el proyecto

Para la mejora de un sistema de TPU se requiere de personal que se dedique a tiempo completo al proyecto. Planificar un sistema de transporte público urbano óptimo y de calidad conlleva tiempo, por ende la organización y selección de un equipo de planificación de TPU es fundamental para la planificación del sistema.

➤ **Personal de planificación**

El número inicial de miembros varía de 3 a 9, dependiendo del cronograma que se haya previsto para planificar e implementar el sistema. El tamaño y especialidades del equipo probablemente vayan en aumento a medida que el proyecto avance. Entre los principales cargos que se deben asignar al principio son:

- Coordinador del proyecto
- Apoyo administrativo
- Contador del proyecto
- Educación y difusión a la ciudadanía
- Negociador para las discusiones con el o los operadores existentes
- Economista o especialista en finanzas
- Ingeniero en transporte
- Arquitecto
- Modelador de transporte

En varios casos la tendencia de contratar primero a los ingenieros es muy normal, puesto que ellos son los que llevan el proyecto de transporte, pero hay que recordar que el equipo requiere ser interdisciplinario donde dentro de sus habilidades se encuentre la habilidad de interactuar con corporaciones y funcionarios públicos, la industria de transporte, medios de comunicación entre otros.

Para la elección del coordinador del proyecto se debe ser cuidadoso, ya que esta persona además de tener las habilidades ya mencionadas, también debe poseer destrezas de administración, excelente comunicación, amplia experiencia en crear y consolidar ideas nuevas y tener una gran cercanía con el líder político del proyecto.

Cuando el equipo ya pone en marcha la elaboración del proyecto es muy probable que se enfoque en la infraestructura y los vehículos, y se deje de lado las operaciones, y sistemas de tarifa. Esto es muy común dado que la infraestructura y los vehículos pueden consumir la mayor parte de la inversión que se haya previsto ocupar. Sin embargo se debe reconocer que al dejar de lado los temas de operación y servicio al

cliente a mediano o largo plazo de la elaboración del proyecto terminarán por quebrantarlo por completo.

4.4.1.3 Alcances y tiempos del proyecto

Cuando ya se haya establecido la visión para el sistema de TPU y se haya conformado el equipo de trabajo, es necesario un plan de trabajo detallado y un cronograma para llegar a la visión.

Tanto la ciudadanía como funcionarios subestiman la cantidad de tiempo que requiere para completar el plan de TPU. Un plan de TPU se puede completar razonablemente entre 3 y 6 meses, dependiendo de la realidad de las ciudades.

Se debe completar el plan y el cronograma de trabajo, para que los elementos que son importantes no se queden fuera, y por ende estos deben ser revisados de vez en cuando durante el proceso de planificación, ya que pueden aparecer eventos inesperados que necesiten ser modificados.

4.4.1.4 Presupuesto para la planificación

El desarrollo del proceso de planificación en cuanto a alcance y profundidad dependerán en gran medida de la financiación disponible. El presupuesto para el plan debe ser muy apegado a la realidad y es posible desarrollar partiendo de las actividades que se determinaron en el plan de trabajo, pero cabe recalcar que este presupuesto debe incluir salarios del personal, viajes o visitas de campo, apoyo administrativo, telecomunicaciones y también prever los incrementos salariales que pudiesen existir.

Algunos costos pueden ser cubiertos con presupuesto existente, mientras que otros requerirán de financiación nueva y exclusiva.

Tabla N° 4.8: Plan de trabajo y cronograma del proceso de planificación del STPU

| ACTIVIDAD | MESES | | | | | |
|--------------------------------------|-------|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| I. PREPARACION DEL PROYECTO | | | | | | |
| 1. Organización del proyecto | | | | | | |
| 2. Análisis de la demanda | | | | | | |
| II. DISEÑO OPERACIONAL | | | | | | |
| 3. Diseño de rutas y servicio | | | | | | |
| 4. Capacidad del sistema y velocidad | | | | | | |
| 5. Control de intersecciones | | | | | | |
| 6. Servicio al cliente | | | | | | |
| III. DISEÑO FÍSICO | | | | | | |
| 7. Infraestructura | | | | | | |
| 8. Tecnología | | | | | | |

Elaborado por: Ximena Alexandra Lobato Isin

Los costos de planificación del TPU varían de forma considerable dependiendo del alcance, la complejidad del proyecto y el nivel de experticia que se tenga en la institución para que a su vez se compare con la de los consultores. Es así que para planear el sistema de tranvía de Cuenca se requirió 232 millones de dólares (Municipio de Cuenca, 2014), en cambio para la planificación del sistema de TransMilenio de Bogotá que se gastó 5,2 millones de dólares en total y para planear el sistema de BRT de Quito con profesionales de la institución se gastó aproximadamente 300 mil dólares. Por lo tanto se concluye que para la planificación de un sistema de transporte público urbano se requiere de 200 a 300mil dólares, dependiendo del equipo técnico y alcances del proyecto.

En vista del costo de planificación moderado para un STPU, con relación a otras opciones de transporte público, todas las ciudades deben invertir lo justo y necesario para el proceso de planificación.

4.4.1.5 Financiamiento

El financiamiento es un mecanismo que se requiere para cubrir la diferencia que existe entre el apoyo financiero que está disponible y el monto total que se requiere para la elaboración del proyecto. (La financiación es posible adquirirla mediante préstamos con

interés.)El apoyo financiero es aquel suministro de recursos monetarios necesarios para un proyecto.

Para el STPU por lo general no es necesario un financiamiento, ya que un monto de entre \$200mil y \$300mil para la planificación de un sistema de TPU innovador inclusive para ciudades que tengan pocos ingresos no es una cantidad que no se pueda superar.

Tabla N° 4.9: Fuentes de apoyo financiero para la planificación del STPU

| | |
|----------------|----------------------------------|
| FUENTES | Gobierno local |
| | Gobierno nacional |
| | Sector privado |
| | Banco del desarrollo del Ecuador |

Elaborado por: Ximena Alexandra Lobato Isin

➤ **Gobierno local**

Cuando el líder municipal tiene una gran motivación por conseguir un STPU innovador, se apoyara en los recursos del presupuesto local que tenga disponibles.

El autofinanciamiento también depende de la capacidad técnica que tengan en el departamento encargado del diseño y planificación del sistema.

Ya que si la capacidad técnica es alta y algunos miembros ya tienen experiencia, la mayoría del trabajo de planificación es posible realizarlos de forma interna y los costos se cubrirían con los presupuestos existentes.

Pero si en la ciudad no existiese la capacidad técnica necesaria, se deberá recurrir a la experticia de consultores internos o externos. Teniendo en cuenta que los costos de planificación pueden ser sumamente altos por lo que será necesario otros apoyos financieros.

➤ **Gobierno nacional**

Esta es otra forma de apoyo financiero, en este caso ciertas ciudades cuentan con departamentos provinciales o nacionales encargados de la planificación de transporte. El involucrar estos departamentos trae consigo ventajas en términos de acceder a mayor experiencia técnica, pero también cabe recalcar que al existir departamentos adicionales en la elaboración del proyecto conlleva a la existencia de una mayor complejidad en el ámbito administrativo y desacuerdos entre partes, especialmente si entre los niveles de gobierno se encuentran actores de diferentes partidos políticos.

➤ **Sector privado**

Cuando el sistema de transporte público urbano se deteriora hasta un punto en donde ya no se cumple con horarios o frecuencias y se dejan desatendidas las necesidades de los usuarios, el sector privado (personas particulares) busca alternativas por cuenta propia. Claramente estas alternativas que ofrece el sector privado con busetas o camionetas doble cabina (transporte informal) que llena el vacío de un servicio de transporte público mal organizado y administrado, buscan satisfacer las necesidades de los usuarios, y también obtener ganancias económicas.

Entonces involucrar al sector privado sería una forma de mejorar el servicio de transporte público, pero esto a veces conlleva a que decaiga el interés del sector público en aspectos de administración e impulsar el transporte público, por tal razón se recomienda que este tema sea manejado de tal manera en donde todos sean beneficiarios directos y de esta manera se formen alianzas entre la municipalidad y asociaciones del sector privado en busca de la mejora del servicio de TPU y del medio ambiente.

➤ **Banco de desarrollo del Ecuador**

Financia proyectos de pre inversión e inversión, a través de líneas de crédito específicas para los sectores de transporte a través del desarrollo de planes y modelos de gestión que permitan la auto sostenibilidad de los GAD municipales del país.

Tabla N° 4.10: Ejemplos de financiamiento y apoyo financiero para un STPU

| Ciudades | |
|------------------------|---|
| Quito - Ecuador | La planificación y el trabajo de diseño fue realizado por el Departamento de Planificación de la Municipalidad de Quito , y solamente para la segunda fase del proyecto se contó con un experto internacional de PNUD de BRT, por lo tanto los recursos utilizados fueron netamente del presupuesto existente en el Departamento de Planificación. Los costos totales están estimados en 300 mil dólares. |
| Delhi - India | Aquí se invirtió un monto aproximado de 500mil dólares en la planificación del Sistema de Buses de Alta Capacidad de Delhi. La financiación provino de los ingresos generales por impuestos del Gobierno de Delhi, una subvención de USAID para ITDP, y una subvención general de la Fundación Volvo para el Programa de Investigación en Transporte y Prevención de Lesiones del Instituto Indio de Tecnología (IIT TRIP). En este caso no se hizo ningún análisis de demanda ya que la mayor parte del trabajo fue enfocado en el diseño de ingeniería de operaciones y detallado. El resultado de esto, es que no se proporciona ahorro de tiempo a los usuarios del transporte público ya que los corredores planeados congestionan los carriles de tráfico mixto. |

Fuente: (Arias, et al., 2010)

Elaborado por: Ximena Alexandra Lobato Isin

4.4.1.6 Dividir el proyecto en fases

El proyecto de un STPU podría ser construido en una sola fase o en varias fases. Habitualmente las ciudades eligen realizar el proyecto en varias fases. La realización del proyecto en fases proporciona ciertas ventajas:

- ✓ La ejecución del proyecto por fases evita la interrupción a los flujos de tráfico en la ciudad.

- ✓ La disponibilidad del financiamiento para la ejecución del proyecto posiblemente no será inmediata.
- ✓ Es posible mejorar el diseño de las fases conforme ya estén visibles los resultados de la primera fase.

Acorde se vaya avanzando en el proyecto la visión inicial de su ejecución posiblemente cambiara conforme cambien las circunstancias, pero su concepto global se va a mantener, pese a que existan cambios en el aspecto urbano de la ciudad y otros factores como:

- ✓ Costos en la infraestructura y operaciones.
- ✓ Cambios en la densidad poblacional
- ✓ Nuevas propiedades o construcciones que posiblemente alteren las frecuencias

Para satisfacer de mejor manera las necesidades de los clientes o usuarios, todo el proceso de desarrollo de un sistema TPU debe ir mejorando constantemente.

Por otro lado, un enfoque basado en fases conlleva a una serie de confusiones e inconsistencias debido al cambio de condiciones, reglas y actores.

Sin embargo, una ciudad pequeña o mediana es capaz de ejecutar el proyecto en una sola fase, dependiendo de las restricciones físicas o presupuestales que esta tenga.

4.4.1.6.1 Visión global del sistema

Cuando se opta por construir el sistema de TPU en fases, se debe crear una visión global del sistema. Esta visión es un mapa en donde consten todas las rutas (Figura N°4.14) que se pretende mejorar o reprogramar de acuerdo a la planificación respectiva.

El establecer una visión global para las rutas en la administración actual quedaría como legado para futuras administraciones políticas. , y si es instaurada con suma firmeza, la probabilidad de que en futuras administraciones se renuncie a completar el sistema será menor.

El enfoque en fases no debe ser un limitante o escapatoria cuando se esté ejecutando la primera fase, pues los resultados que se quieran obtener para justificar fases posteriores dependerán de cuan compleja sea la fase inicial. Un sistema de TPU con una sola ruta posiblemente dará como fallido el modelo financiero que se haya establecido, pues el flujo de pasajeros no será el requerido, y si en la primera fase falla el modelo financiero es probable que jamás se ejecute una segunda fase. A mayor utilidad del sistema, mayor interés público y político.

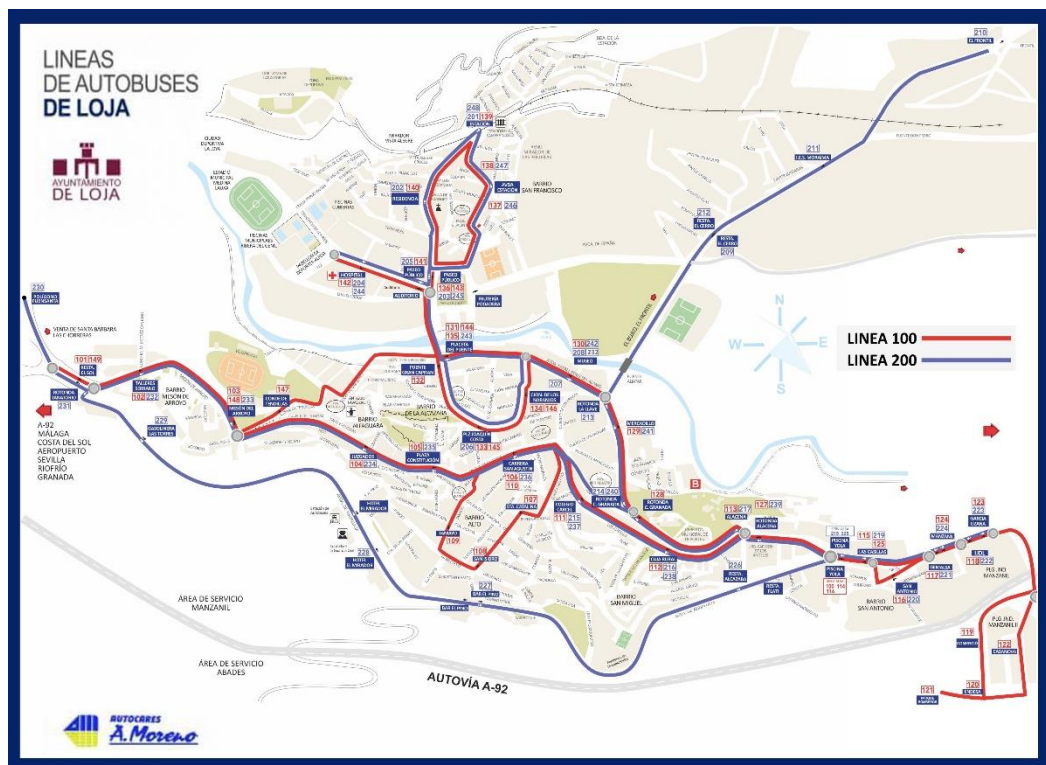


Figura N° 4.14: Líneas de buses de Loja

4.4.1.7 Errores al planificar

El equipo de planificación debe tomar en cuenta la gran cantidad de desaciertos y aciertos que se han presentado durante planificaciones previas del sistema de TPU, a nivel nacional o internacional, para que esta manera también se pueda optimizar los recursos y tiempo que la ciudad vaya emplear para la ejecución del proyecto.

Cuando un contrato ya está firmado y aprobado, realizar cambio es muy complejo porque al existir actualizaciones o cambios se verá afectado el aspecto financiero. Por

otro lado se debe recordar que la construcción del sistema debe cubrir con los intereses de los usuarios y no llevarse a cabo solo por la facilidad de construirlo.

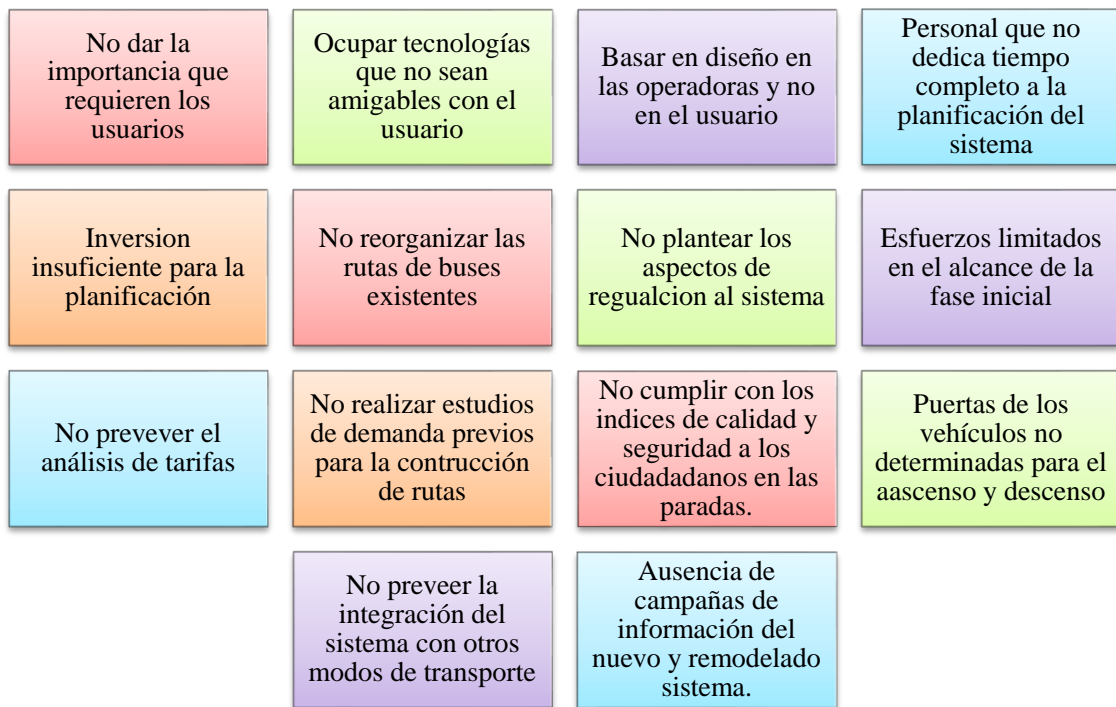


Figura N° 4.15: Errores habituales en la planificación del sistema de TPU

Elaborado por: Ximena Alexandra Lobato Isin

4.4.2 Análisis de la demanda

La base técnica para gran parte del trabajo subsecuente de desarrollo del diseño del sistema es el análisis de la demanda potencial de pasajeros para el sistema TPU. La estimación de la demanda es crítica para diseñar el sistema, planificar las operaciones y predecir la viabilidad financiera del sistema. El hecho de estar al tanto cuándo y dónde requieren los usuarios servicios de transporte va a ayudar a formar un sistema que se base en las necesidades del usuario.

Comúnmente, los tomadores de decisión van a querer construir un sistema de TPU en vías aptas para la prestación del servicio, espaciosas pero con escasa demanda o totalmente nula. Otras veces, van a escoger rutas para el TPU por razones políticas, como poner una ruta en cada ciudadela, sin tomar en consideración la importancia de la ruta para los usuarios. Considerando estos factores que serán parte inevitable del

proceso de toma de decisiones, los planificadores del TPU deben procurar lograr un sistema que sirva a la mayor cantidad de pasajeros de una manera óptima y efectiva.

En primera instancia, el sistema necesita ser diseñado con la suficiente capacidad para manejar una demanda futura estimada razonablemente, manteniendo altas velocidades vehiculares. Esta demanda futura proyectada debe comenzar con un análisis de la demanda existente del transporte público y luego ser expandida con expectativas razonables de aumento de pasajeros.

El sistema necesita ser diseñado con suficiente capacidad adicional, ya que desde una perspectiva de diseño es mejor que exista una sobreestimación de la cantidad futura de pasajeros, las estimaciones de la demanda pueden ser muy aproximadas al principio, pero mientras con mayor prontitud se logre una estimación mejor será el diseño y poseerá precisión. Si el sistema se diseña con mayor capacidad de la que se necesita va a ser innecesariamente costoso, y si el sistema se diseña con una capacidad demasiado baja, los vehículos de transporte público se verán sobreocupados, las velocidades serán considerablemente bajas que las actuales e incluso es posible que exista una baja demanda. Cualquiera de estos errores compromete significativamente a la calidad de servicio ya la rentabilidad del sistema.

4.4.2.1 Análisis situacional

Contiene información básica demográfica, económica, ambiental, de empleo y política recolectada normalmente antes de un análisis de demanda completo. Esto permite al planificador alinear las condiciones del transporte público con las realidades locales.

Por ejemplo, si se conocen las principales zonas que concentran empleo en la ciudad, es factible proyectar mejor la ubicación y tiempos en que se requiere o va a ser requerido el transporte público, asimismo si se conoce la capacidad adquisitiva es posible desarrollar tarifas realistas posteriormente.

Por lo tanto el equipo de trabajo debe estar formado por profesionales del área de transporte y a su vez debe incluir profesionales que manejen un contexto económico y urbano de una ciudad.

Dentro de las herramientas ideales para integrar información ambiental y socioeconómica con datos de transporte están los sistemas de información geográfica (SIG o GIS). El software de GIS permite la sobre posición de varios tipos de datos, entonces el equipo de profesionales puede visualizar datos de demanda y de otro tipo de información. Por ende en áreas de ingresos bajos o que tengan serios problemas de calidad en el aire, al sistema de transporte público se lo debe priorizar.

4.4.2.2 Rápida evaluación de la demanda

Proporciona una idea aproximada de la demanda del sistema de transporte público urbano (TPU) en las diferentes rutas, haciendo uso solamente de conteos de tráfico y mediciones de ocupación en puntos clave, esto acompañado de encuestas que midan la velocidad de buses.

Cuando una ciudad no cuenta con un mapeo de la demanda de transporte por medio de un software de modelación, lo primero que se realiza es la recolección de información sobre los desplazamientos. Si en los sistemas existentes de buses y transporte informal ya se cataloga el número de vehículos y usuarios, los que desarrollen el proyecto serán capaces de crear una base que estimen características para el nuevo sistema.

El primer paso en una evaluación rápida de demanda, es analizar los servicios existentes de transporte y las condiciones de operación. Los datos que principalmente se requieren recoger son:

1. Rutas de los sistemas actuales de transporte público,
2. Número de pasajeros por cada ruta,
3. Velocidad de los vehículos de transporte público por cada ruta

Este método de evaluación rápida es el primer paso dentro de un proceso que se convertirá en una modelación completa.

4.4.2.3 Estimación de la demanda sin modelación

Se disputa una metodología para la estimación de la demanda sin modelación.

En ciertas ciudades donde las rutas de los buses están claramente definidas, los buses están bien regulados y hay optimización de rutas, existe una manera de estimar la demanda sin modelación con una precisión aceptable, que requiere de datos exactos sobre itinerarios de rutas, embarque y desembarque.

4.4.2.4 Estimación de la demanda con un modelo de transporte público

El modelo de transporte público simula solamente el sistema de transporte público que requiere de una encuesta origen y destino de pasajeros.

Tabla N° 4.11: Ejemplos de encuesta origen destino

| NOMBRE DEL ESTUDIO A REALIZAR | | FORMATO DE CAMPO | | | | | | NOMBRE Y LOGOTIPO DE LA ENTIDAD | | | |
|-------------------------------|----------------------|------------------|----------------------|-----------------|-----------------|---------------------|--------------------|---------------------------------|-----------------------|---------------------------|---------------------------|
| Número | Dirección del origen | Hora de Salida | Dirección de destino | Hora de Llegada | Motivo de Viaje | Medio de Transporte | Transporte Público | | Transporte Particular | | |
| | Calle e intersección | | Calle e intersección | | | | Tiempo de espera | Costo | Número de Ocupantes | Tiempo de estacionamiento | Costo del estacionamiento |
| | | | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |

| CLAVES | | | | | |
|------------|---------------|---------------|------------|--------------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 Hogar | 1 Apie | 6 Camión | En minutos | En dolares | 1 Garage propio |
| 2 Trabajo | 2 Buseta | 7 Motocicleta | | Solo en vehículos particulares | 2 Vía pública |
| 3 Estudio | 3 Bus Urbano | 8 Bicicleta | | | 3 Parqueadero particular |
| 4 Negocios | 4 Taxi | 9 Otro | | | 4 Parqueadero público |
| 5 Compras | 5 Bus Escolar | | | | 5 Otros |
| 6 Otros | | | | | |

Elaborado por: Ximena Alexandra Lobato Isin

4.5 OPERACIÓN DEL TRANSPORTE PÚBLICO URBANO

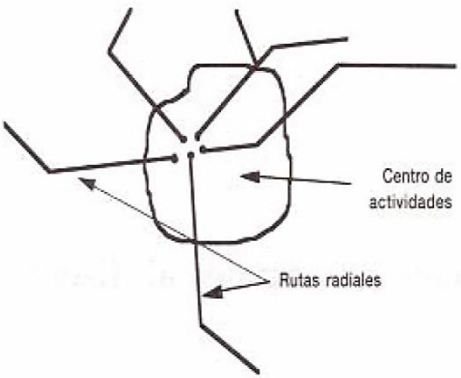
Para iniciar con el proceso de diseño para la operación del sistema de TPU el punto de partida debe priorizar al usuario y las características de utilización u operatividad que requiera, y no la infraestructura y los vehículos. Para los usuarios lo que determina la elección del modo de transporte, es que los lleve al lugar donde se quiere dirigir y el tiempo que se demore en trasladarlos.

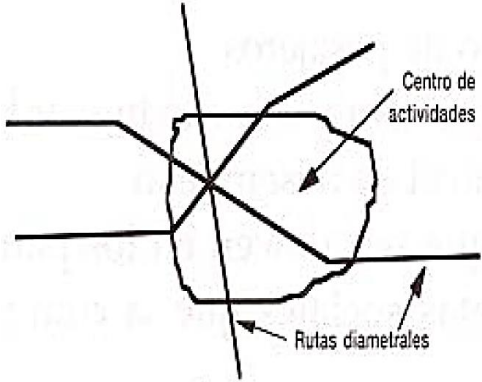
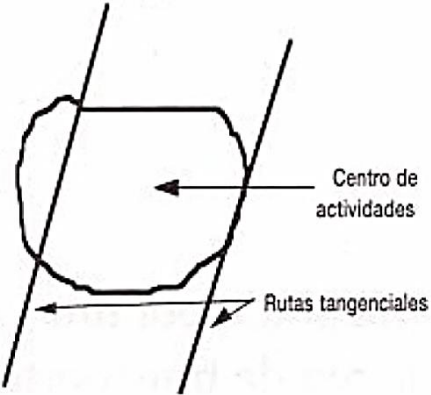
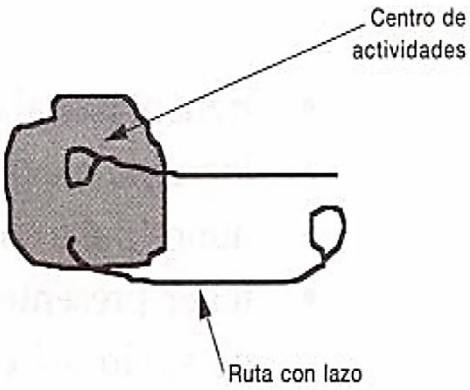
Se requiere un amplio conocimiento técnico para aspectos operativos y sus implicaciones, además de manejar adecuadamente el servicio al cliente, relación con los operadores y la relación costo beneficio.

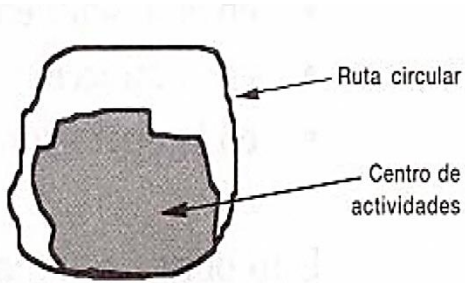
4.5.1 Diseño de Rutas

Para el diseño de rutas previamente se deben considerar todas las tipologías existentes, para elegir la o las que sean aptas o se acomode a las necesidades de la ciudad en donde se quiera implementar el proyecto.

Tabla N° 4.12: Tipos de Rutas

| Tipos | Precedentes | Ilustración |
|-----------------|---|--|
| Radiales | <p>Es común que estén presentes en ciudades pequeñas y medianas.</p> <p>La mayor parte de los viajes están encauzados a un centro histórico o un centro de actividades.</p> <p>Cuando las ciudades superan los 300 mil habitantes estas rutas ya son ineficientes porque no considera las necesidades de otras áreas urbanas al concentrar los movimientos. Por ende la distribución del servicio es limitado y los terminales se concentran en zonas de alta</p> |  <p>La ruta parte con un buen número de sus pasajeros en su extremo y desciende conforme se acerca al centro de actividades.</p> |

| | | |
|-------------------------------------|--|---|
| | densidad. | |
| Diametrales | <p>Cuando las ciudades crecen y su población es >300mil hab lo primero que se recomienda es hacer la conexión de dos rutas radiales formando una nueva, que conectará los extremos de la ciudad y pasará por el centro.</p> <p>La conexión de las rutas permite una mejor distribución y eficiencia en el servicio.</p> <p>Debe existir un balance en la longitud y en la demanda en los dos extremos de la ruta para evitar los desbalances en la relación oferta-demanda.</p> |  <p>Centro de actividades</p> <p>Rutas diametrales</p> <p>Llega a su máxima demanda antes de llegar al centro, donde descarga y luego carga distribuyéndolos a lo largo de la ruta.</p> |
| Tangencial | <p>Se las recomienda solo en ciudades que tienen grandes tamaños, debido a que la demanda es menor.</p> <p>Estas rutas pasan a un lado del centro histórico o de centros de actividades.</p> |  <p>Centro de actividades</p> <p>Rutas tangenciales</p> |
| Rutas con lazo en su extremo | <p>Su configuración es radial en las que se presenta un lazo en uno de sus extremos lo que induce a contar con una sola terminal.</p> <p>Es necesario buscar una coordinación para lograr un mismo intervalo en la porción que conforma el lazo.</p> |  <p>Centro de actividades</p> <p>Ruta con lazo</p> |

| | | |
|--------------------------|--|---|
| <p>Circulares</p> | <p>Son recomendables cuando van a conectar rutas radiales, ya que permiten una mejor distribución de los usuarios y se utiliza de manera más eficiente el parque vehicular.</p> <p>Una de sus desventajas es que en el ámbito operativo los tiempos perdidos son irrecuperables.</p> |  <p>La carga de pasajeros es uniforme en todo el recorrido.</p> |
|--------------------------|--|---|

Fuente: (Molinero & Sánchez, 2005)

Elaborado por: Ximena Alexandra Lobato Isin

4.5.2 Diseño de Redes

Una red es el resultado de la integración de varias rutas.

El diseño de la red debe cumplir tres parámetros principales que son los siguientes:



Figura N° 4.16: Parámetros para diseñar una red de transporte público

Fuente: (Molinero & Sánchez, 1996)

Elaborado por: Ximena Alexandra Lobato Isin

Una red obtiene varias formas (ortogonal, radial- circunferencial, irregular, flexible) dependiendo de la red actual con la que cuente la ciudad, uso de suelo, tipos de derecho de vía, entre otros. Los tipos de derecho de vía van desde el que permite la circulación de un tránsito mixto (tipo C) y aquel que mediante una separación física longitudinal permiten la circulación del transporte público (Tipo B). La reestructuración de la red dependerá de los conocimientos y criterios técnicos que posea el equipo encargado de planificación del sistema.



Figura N° 4.17: Derecho de vía tipo C y tipo B

Tabla N° 4.13: Clasificación del transporte en función al tipo de derecho de vía

| DERECHO DE VÍA | LIBRE | SEMIGUIADO | GUIADO |
|-----------------------|---------------------|----------------------------------|---------------|
| C | Autobús de alquiler | Trolebús | Tranvía |
| B | Autobús | Autobús guiado Trolebús guido | Tren ligero |

Elaborado por: Ximena Alexandra Lobato Isin

El desempeño, atracción, resultados económicos y operación del sistema dependen de la eficiencia del diseño de una red de transporte público y de las rutas que la componen, para ello se recomienda considerar cuatro elementos, que se indican a continuación.

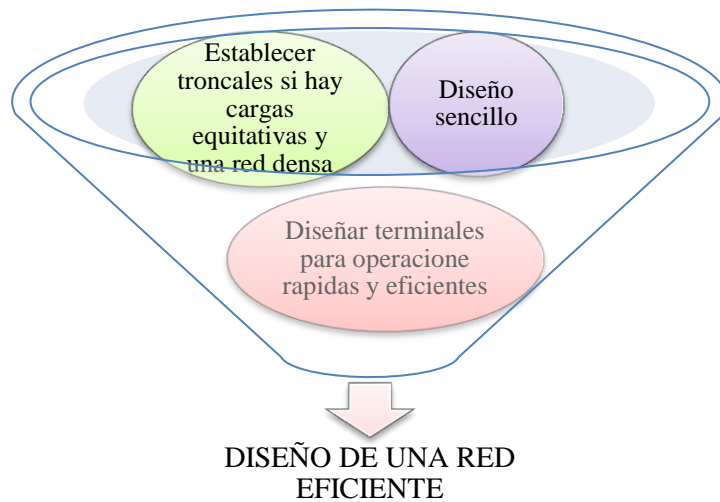


Figura N° 4.18: Elementos para diseñar una red de transporte público

Fuente: (Molinero & Sánchez, 2005)

Los usuarios, prestatarios y la colectividad son los afectados directos si el desempeño y la eficiencia del servicio y la red de transporte no son los esperados.

| | | | |
|--|--|---|--|
| | Cobertura del área | ➔ | <ul style="list-style-type: none"> • usuario • colectividad |
| | Sinuosidad, Conectividad y Transbordos | ➔ | <ul style="list-style-type: none"> • usuario |
| | Densidad del servicio | ➔ | <ul style="list-style-type: none"> • usuario • colectividad |
| | Infraestructura | ➔ | <ul style="list-style-type: none"> • usuario • prestatario • colectividad |
| | Velocidad | ➔ | <ul style="list-style-type: none"> • prestatario |
| | Costos de operación | ➔ | <ul style="list-style-type: none"> • prestatario • colectividad |

Figura N° 4.19: Grupos a los que afectan las características de una red

Fuente: (Molinero & Sánchez, 1996)

Elaborado por: Ximena Alexandra Lobato Isin

4.5.3 Programación del servicio

4.5.3.1 Cobertura del área de servicio

Dentro del proyecto para la planificación del sistema de TPU es importante que se analice la cobertura del área de servicio actual y el área a la que se quiere extender el servicio de transporte. La unidad de medida de la cobertura o amplitud del servicio es el tiempo o la distancia que se recorrió a pie, dicho esto, una de las maneras es que para las rutas de transporte público que no cuente con paradas bien establecidas se recomienda usar una cueca continua y establecer la primera y segunda cobertura, en la primera se establecerá que desde cualquier parada es posible recorrer (± 400 m) en (5min) y en la segunda que todos los puntos se encuentran entre (5min y 10 min). Mientras que si se cuenta con paradas previamente establecida se procede al uso de radios de cobertura expresados en porcentajes.

$$\text{Cobertura} = \frac{\text{Área cubierta por el servicio}}{\text{Área urbana}}$$

Ecuación N° 4.4: Fórmula de cobertura

Se debe definir la cobertura de servicio en base al medio de transporte que se esté considerando. (Molinero & Sánchez, 2005).

Cuando un usuario debe caminar largas distancias y para poder llegar a una parada y acceder al servicio de transporte público rápidamente decae el interés por este medio de transporte, y con mayor razón si el servicio es de baja calidad.

Otra manera de medir el alcance del servicio de transporte público es tomando en cuenta el porcentaje de la población que viven dentro de la primera y segunda cobertura, los datos estadísticos son facilitados en su mayoría por el (INEC).

- **Factores que el usuario toma en cuenta para elegir un medio de transporte**
 - ✓ Paradas
 - ✓ Intervalo

- ✓ Tiempo de recorrido
- ✓ Nivel de servicio

4.5.3.2 Factores Operativos que inciden en una ruta de TPU

Cuando las rutas del TPU estén definidas y se haya considerado las mejoras en el servicio, se debe establecer escenarios necesarios que atiendan la demanda de pasajeros que se espera tener. El equipo que está a cargo del proyecto debe buscar cumplir con ciertos objetivos que se mencionan a continuación:

- ✓ Estar seguros que se va a satisfacer la demanda actual y la proyectada.
- ✓ Reducir tiempos de viaje de los usuarios.
- ✓ Alcanzar velocidades aptas.

Un sistema de transporte se debe proyectar a una o dos décadas a futuro para atender a la capacidad esperada, para ello se debe considerar el crecimiento de la población y las necesidades de movilidad que esta requiera. Aspectos como el análisis de la demanda y el proceso de modelación ayudan en la cuantificación de la demanda de transporte público actual y a su vez proporcionan las proyecciones sobre el crecimiento del sistema.

Por lo general el tema de la velocidad y la capacidad del sistema son aspectos importantes para el prestatario del servicio ya que para los usuarios lo único relevante es el tiempo que les toma en llegar desde su lugar de origen hasta su lugar de destino.

4.5.3.2.1 Intervalo

El intervalo (i) es la porción de tiempo, comúnmente expresada en minutos, entre dos salidas sucesivas de vehículos de transporte público en una ruta. El usuario está interesado en contar con un servicio con intervalos cortos para minimizar el tiempo de espera en la parada. (Molinero & Sánchez, 2005).

$$i = \frac{60 * a * C_v}{P}$$

a = factor de ocupación

C_v = capacidad vehicular

P = Volumen de diseño

Ecuación N° 4.5: Cálculo del Intervalo

En el caso de las horas de baja demanda u horas valle, durante los fines de semana o en aquellas rutas con poca demanda, normalmente se maneja una **frecuencia mínima** requerida para mantener el servicio y por ello las empresas y/o autoridad fija un intervalo mínimo. Este intervalo se le conoce como **intervalo mínimo de servicio** (i_s) el cual en zonas urbanas, no debe ser mayor que una hora y es recomendable que no sea mayor a los **15 min**.

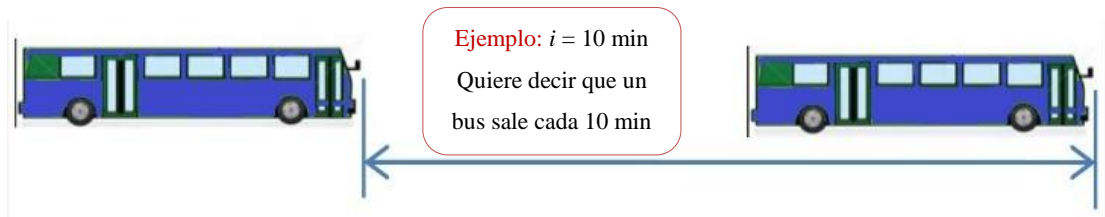


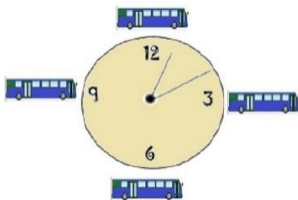
Figura N° 4.20: Volumen de pasajeros

Si el i calculado es > 6 min, es recomendable utilizar estos valores:

$$i = 6, 7.5, 10, 12, 15, 20 \text{ y } 30$$

4.5.3.2.2 Frecuencia del Servicio

La frecuencia (f) del servicio se refiere al número de buses que pasan un punto dado en la ruta durante una hora (o cualquier período de tiempo considerado), siendo éste el inverso del intervalo.



$$f = \frac{60}{i}$$

i = intervalo (min)

f = frecuencia (vehículos/hora)

60 = factor de conversión de minutos a horas

Ecuación N° 4.6: Cálculo de la Frecuencia

La frecuencia máxima de llegadas de vehículos (f_{max}) se determina por el intervalo mínimo como:

$$f_{max} = \frac{60}{i_{min}}$$

Ecuación N° 4.7: Cálculo de la Frecuencia Máxima

Reducir el tiempo de espera de los usuarios es fundamental por lo tanto se deben proveer servicios frecuentes pero sin que estos conduzcan a la saturación del sistema. La frecuencia del servicio de TPU puede variar de ciudad en ciudad debido a la variación de la demanda.

En periodos valle por lo general las frecuencias son considerablemente largas a causa de la baja demanda de pasajeros, no obstante si los tiempos de espera son excesivamente largos el sistema parecerá obsoleto.

Si los servicios se vuelven poco frecuentes los usuarios que esperan por el servicio resultan afectados, y los conductores de vehículos particulares que circulan por la vía de tráfico mixto congestionado se frustrarán al observar que el carril exclusivo para el TPU (en caso de existir carril) está vacío y pueden quejarse de la sub utilización del mismo y presionar a las autoridades competentes para que otros vehículos puedan usar los carriles provocando así pugnas políticas.

4.5.3.2.3 Capacidad del sistema y Velocidad

Para tener un servicio que sea competitivo frente al uso de los vehículos particulares, es fundamental contar con el diseño de un sistema de TPU que atienda rápidamente la demanda existente, pues para los usuarios es incómodo esperar largos lapsos de tiempo en las paradas o estaciones, por lo tanto un objetivo fundamental en el diseño debe ser proveer un servicio frecuente.

La velocidad, frecuencia del servicio y capacidad deben ser elementos distintivos de los demás medios de transporte.

4.5.3.2.4 Capacidad Vehicular

La capacidad vehicular (C_v) es el número total de espacios en el vehículo. Se calcula sumando el número de asientos más los espacios de pie. (Aplica en viajes cortos)

Porcentaje máximo de utilización del vehículo

Capacidad = número de sillas + número aceptable de pasajeros parados

Ecuación N° 4.8: Cálculo de la Capacidad Vehicular

Conocer la capacidad útil es clave en el diseño de horarios para que puedan satisfacer la demanda de forma adecuada.

4.5.3.2.4 Volumen de pasajeros

El volumen de pasajeros (p) es el número de usuarios que pasan por un punto fijo durante una hora. El volumen de pasajeros varía a lo largo de la ruta conforme las variaciones de la hora del día, día de la semana y época del año. (Molinero & Sánchez, 2005)



Figura N° 4.21: Volumen de pasajeros

4.5.3.2.5 Pasajeros en el máximo punto de carga

Es el número de pasajeros a bordo en un vehículo en el punto de máxima demanda de una ruta, generalmente se produce en el límite del centro de las ciudades para las rutas que sirven esta zona. Este parámetro se utiliza para programar vehículos que alcancen los estándares del factor de ocupación o la máxima capacidad permitida.

Pero se debe tomar en cuenta que si bien se consigue una alta rentabilidad cuando se opera con la capacidad a tope, no es tan recomendable ya que incomodan a los pasajeros y las consecuencias en el sistema son negativas pues si ocurrirá algún problema o demora del sistema sobre congestiona los vehículos.

El factor carga deseada puede variar dependiendo de los periodos de horas valle y horas pico o punta.

4.5.3.2.6 Sección de máxima demanda (SMD)

SMD o también conocido como punto dentro de la ruta donde ocurre la máxima demanda de pasajeros a bordo de la unidad y establece el volumen de diseño de la ruta. (Molinero & Sánchez, 2005)

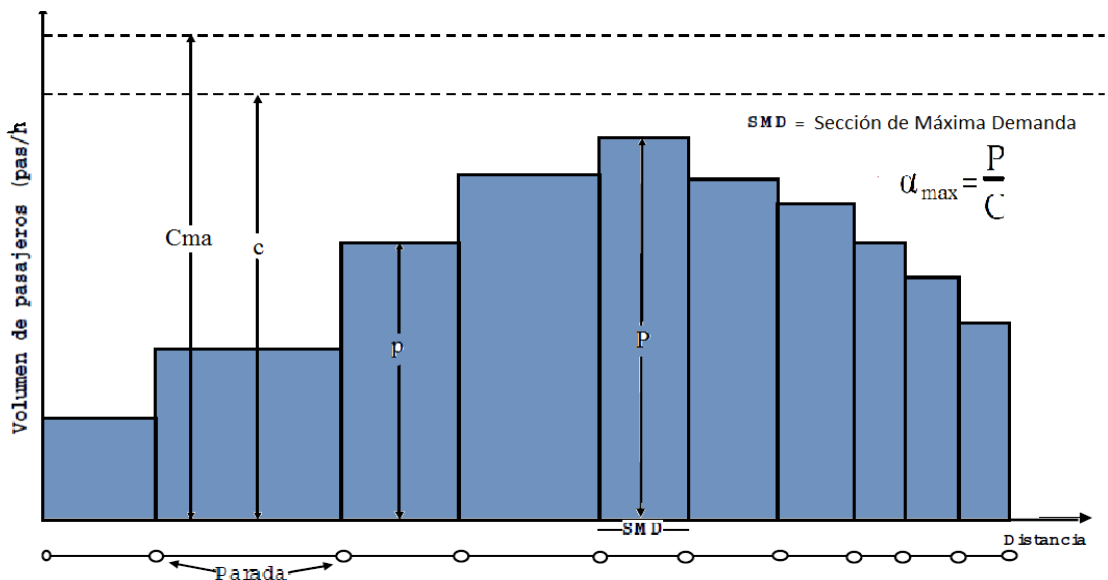


Figura N° 4.22: Volumen de pasajeros en SMD y capacidad

Fuente: (Molinero & Sánchez, 2005)

4.5.3.2.7 Volumen de diseño

El volumen de diseño (P) es aquel que se presenta en la sección de máxima demanda de una ruta, y en consecuencia, el mayor volumen de cualquier parada o sección a lo largo de la ruta, como se muestra en la Figura 4.22 anterior. Este volumen es el parámetro básico para determinar la capacidad de línea que debe ofrecerse. (Molinero & Sánchez, 2005)

4.5.3.2.8 Capacidad de la línea ofrecida u Oferta y Capacidad de línea máxima

Las capacidades reales para una ciudad varían de acuerdo con toda una serie de circunstancias locales.

➤ Capacidad de la línea ofrecida u Oferta

La capacidad de línea (C) es el número total de espacios ofrecidos en un punto fijo de una ruta durante una hora. La capacidad de línea es básica para la planeación y diseño del transporte público y es resultado del producto de la frecuencia y la capacidad vehicular. Naturalmente, se debe proveer de una capacidad igual o mayor que P. (Molinero & Sánchez, 2005)

➤ Capacidad de línea máxima

La capacidad de línea máxima (C_{max}) es el número máximo de pasajeros por hora que una línea puede llevar con el intervalo mínimo posible. (Molinero & Sánchez, 2005)

4.5.3.2.8.1 Cálculos de Capacidad

$$C = f * C_v$$

C = Capacidad de línea ofrecida (pasajeros/hora)
 f = Frecuencia (vehículo/hora)
 C_v = Capacidad del vehículo (pasajeros/vehículo)

Ecuación N° 4.9: Cálculo de la Capacidad de la línea ofrecida

$$C_{max} = f_{max} C_v = \frac{60C_v}{i_{min}} \quad C_{max} = \text{producto de la frecuencia máxima y la capacidad del vehículo}$$

Ecuación N° 4.10: Cálculo de la Capacidad de línea máxima Cmax

Ejemplo: Si tenemos una frecuencia de 10 veh/h en Hora Pico, y son 4 horas Pico. Los servicios durante la Hora pico serán: $(10v/h) \cdot 4h = 40$ vehículos

4.5.3.2.9 Tiempo de Recorrido (t_r)

Se conoce como tiempo de recorrido al intervalo de tiempo programado entre salidas de un vehículo de una terminal (cierre de circuito) y su llegada a la terminal opuesta en una ruta, o en su caso, a la misma terminal de partida. Usualmente se expresa en minutos. (Molinero & Sánchez, 2005)

Ejemplo:

El tiempo que requiere un bus saliendo de la Terminal A a las 7:00 AM y llegando a la Terminal B a las 7:50 AM es de 50 minutos



Figura N° 4.23: Ejemplo de tiempo de recorrido

4.5.3.2.10 Velocidad de Operación (V_o)

Es la velocidad promedio de una unidad de transporte, en la cual se incluye el tiempo de parada en estaciones o paradas así como las demoras esperadas por razones de tránsito. (Molinero & Sánchez, 2005)

V_o = Velocidad de Operación (Km/h)

$$V_o = \frac{60 * L}{t_r}$$

L = Longitud de la ruta en un sentido (km)

t_r = Tiempo de recorrido tiempo que tarda la unidad en recorrer L(min)

Ecuación N° 4.11: Velocidad de Operación

4.5.3.2.11 Tiempo de Terminal (t_t)

Es el tiempo adicional que un vehículo espera en la terminal o en el cierre de circuito al tiempo requerido para el ascenso y descenso normal de pasajeros. Su propósito (Cambio de conductor, descanso, ajuste de horario, etc) (Molinero & Sánchez, 2005)

$$g = \frac{t_t}{t_o}$$

g = A la relaciona del tiempo de terminal y el de operación

Ecuación N° 4.12: Tiempo de terminal expresado con el coeficiente g

$$t_t = \frac{t_c - 2t_r}{2}$$

Ecuación N° 4.13: Tiempo de terminal

Ejemplo: Un bus llega a la Terminal B a las 7:50 AM y sale para su próximo viaje a las 8:00 AM. El tiempo de Terminal es de 10 minutos

El rango para este coeficiente g se ubica entre 0.12 y 0.18, y depende de las condiciones de trabajo, del tránsito, de las variaciones en el volumen de pasajeros y otros factores locales.

4.5.3.2.12 Tiempo de Ciclo o Vuelta (t_c)

Es el tiempo total que tarda en volver a pasar la misma unidad por un punto determinado, el cual se expresa normalmente en minutos. (Molinero & Sánchez, 2005)

$$t_c = 2(t_r + t_t)$$

Ecuación N° 4.14: Tiempo de Vuelta

Ejemplo:

Tiempo de recorrido en un sentido = 50 min en cada dirección.

Tiempo de terminal = 10 min en cada terminal

Tiempo ciclo = (50 min * 2) + (10 min * 2) = 120 min

4.5.3.2.13 Velocidad Comercial V_c

Es la velocidad promedio (V_c) que una unidad de transporte mantiene para dar una vuelta completa.

Es vital ya que ésta determina directamente (junto con el intervalo) el tamaño requerido del parque vehicular y los costos de operación. La velocidad comercial siempre será menor que la velocidad de operación ya que la primera incluye los tiempos terminales. $V_c < V_o$ (Molinero & Sánchez, 2005)

$$V_c = \frac{L * 60}{t_c}$$

V_c = Velocidad comercial [km/h]

t_c = Tiempo de ciclo [min]

L = Longitud de la ruta en un sentido (km)

Ecuación N° 4.15: Velocidad Comercial

4.5.3.2.14 Tamaño del parque vehicular (N_p)

Es el número total de unidades que operan en una ruta y la suma de éstas representa el parque vehicular total con que cuenta la empresa de transporte y el tamaño del parque vehicular es el número de vehículos requeridos para la prestación del servicio durante la hora de máxima demanda en todas las rutas (N). (Molinero & Sánchez, 2005)

N = tamaño del parque vehicular

$$N_p = N + N_r + N_m$$

N_r = los vehículos en reserva

N_m = vehículos que están en mantenimiento y reparación

Ecuación N° 4.16: Tamaño del parque vehicular

4.5.3.2.15 Flota requerida en una ruta

Es el total de buses que se requiere para prestar el servicio en una ruta.

$$N_p = \frac{t_c}{i}$$

t_c = Tiempo del ciclo

i = Intervalo

Ecuación N° 4.17: Flota requerida para la Ruta

Ejemplo:

Tiempo de ciclo = 120 min

Intervalo = 10 min

Buses en servicio = $\frac{120}{20} = 12$ (El número debe ser un número entero)

4.5.3.2.16 Factor de ocupación (a)

Es el cociente del número de pasajeros en un vehículo entre la capacidad del vehículo.

Un valor alto de a indica que la unidad de transporte está saturada, haciendo factible que

algunas unidades no cuentan con la capacidad suficiente para recoger a todos los usuarios que esperan.

$$a = \frac{\#pasajeros}{C_v}$$

Ecuación N° 4.18: Factor de ocupación

Si el (a) es alto entonces:

- ✓ Nivel de comodidad del usuario bajo
- ✓ Mucha gente va de pie
- ✓ Hay sobrecarga de vehículo
- ✓ Disminuye unidades para transportar (Favorece costos de operación)

4.5.4 Servicio al cliente

Muchas personas que están a cargo de desarrollar los proyectos de sistemas de transporte público manifiestan demasiado interés a los aspectos vehiculares y de ingeniería, dejando de lado el servicio al cliente. Un parámetro que está ligado estrechamente a la satisfacción de los usuarios, es la calidad del servicio, pues es posible que llegue a determinar la utilización y sostenibilidad del sistema.

Uno de los impactos de un servicio de baja calidad para los usuarios a mediano o largo plazo, es la reducción en cuanto a la utilización del servicio, evidenciando así que los usuarios de transporte público se están transfiriendo hacia alternativas diferentes como medios motorizados individuales sean de dos, tres o cuatro ruedas. Además esta reducción de pasajeros limita los ingresos del TPU.

Problemas como inexistencia de mapas de rutas, horarios borrosos o confusos, vehículos sucios, viajes incómodos son quejas muy comunes y frecuentes en los usuarios del TPU.

Preguntas que se deben ser respondidas en los GADS para mejorar el servicio al cliente:

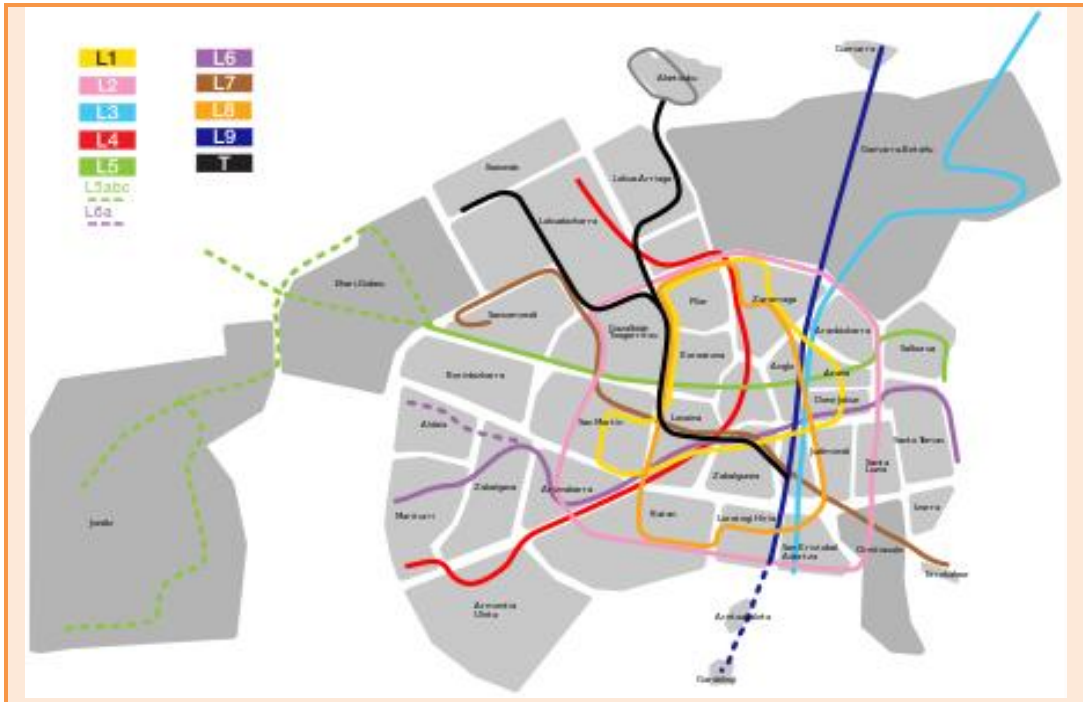
- ✓ ¿Los conductores son de buena presencia, profesionales y son corteses?
- ✓ ¿Hay seguridad vial y personal en las unidades de transporte?
- ✓ ¿Existe limpieza en vehículos y paradas?
- ✓ ¿El viajar en las unidades a cualquier destino es una experiencia placentera o un trauma riesgoso que se debe soportar?
- ✓ ¿Existen oficinas o medios donde la gente puede expresar su molestia, su queja sea escuchada y se le brinde información?

4.5.4.1 La información en el servicio al cliente

La información a los usuarios es muy importante pues siendo una estrategia de marketing, atrae a los usuarios de la misma ciudad y visitantes nacionales o extranjeros.

Obtener mejores mecanismos de información para el usuario no es una tarea difícil, con solo imaginación y esfuerzo, las ciudades pueden proponer al usuario sistemas de información amigables.

Una de las maneras de comprobar si un sistema es lo suficientemente amigable con los usuarios es determinar si un visitante de habla extranjera es capaz de comprender el sistema con facilidad mirando un mapa u otro mecanismo que la municipalidad implemente.



Usar mapas de araña, facilita la información al usuario pues con este estilo de mapa se le brinda a ruta o red su propia identidad codificada por un color.

Implementar este mecanismo posiblemente se verá costoso pero si se planifica correctamente considerando el futuro los costos de impresión y distribución posiblemente bajaran.

Figura N° 4.24: Ejemplo de mapa de araña

Fuente: Transporte Urbano de Victoria

Actualmente en la mayoría de ciudades la información no es tomada con mayor importancia sumándose así a uno de los problemas de TPU.

Tabla N° 4.14: Tipo de información que requiere el usuario

| Tipo | Detalles |
|----------------------------|--|
| Información general | <ul style="list-style-type: none"> - mapas de la ciudad, vialidades, barreras naturales, y artificiales - puntos históricos, nomenclatura de calles - lugares por donde circula el transporte público |

| | |
|--|---|
| Información sobre el sistema | <ul style="list-style-type: none"> - distancia de recorrido entre puntos de interés - horarios de servicio - tarifa, paradas - servicios especiales, apoyo de traducción - Página web de información |
| Información sobre la ruta o línea | <ul style="list-style-type: none"> - número y nombre de la ruta, nombres de las paradas principales, nomenclatura de las calles - horarios, tiempo de espera, intervalo de paso - distancia de viaje, tiempo total de recorrido, tiempo entre paradas. |
| Información sobre la parada | <ul style="list-style-type: none"> - identificación de paradas, marcas en el pavimento - señalamiento direccional para diferentes ubicaciones y usuarios |
| Información sobre el vehículo | <ul style="list-style-type: none"> - identificación en las unidades, número de ruta y nombres - asistencia adicional en ruta (mapas en las unidades, teléfonos de información personal de la empresa) |

Fuente: (Molinero & Sánchez, 2005)

Es recomendable que las autoridades empiecen a prestar mayor interés en lo que respecta a la información al usuario del sistema de transporte público urbano y a la ciudadanía en general, ya que es un aspecto que también contribuye en la mejora en la calidad del servicio.

4.6 INFRAESTRUCTURA FÍSICA PARA LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSPORTE PÚBLICO URBANO

4.6.1 Carriles para el transporte público

Los carriles de transporte público desempeñan la función de segregar la calzada entre el transporte público y automóviles, esta medida se usa en distintas ciudades del mundo, y sus resultados han sido excelentes, por tal motivo se recomienda que en los GADS tipo

B del Ecuador se implementen y habiliten para permitir excelentes velocidades en comparación con el tráfico mixto.

Cabe recalcar que los carriles reservados se deben aplicar en aquellas calles o vías que mínimo poseen tres carriles de circulación o estacionamiento, o lo que corresponde al equivalente en ancho de vía. Cuando se presenten estacionamiento en las calles, éstos deberán prohibirse y complementarse con la señalización y vigilancia para que se respete el carril preferencial.

Para la incorporación de los carriles preferenciales se debe basar en la importancia que tiene la relación entre el número de usuarios transportados por los autobuses y los transportados por el automóvil, un carril preferencial se justifica si los autobuses transportan tantas personas como los automóviles por carril en los carriles restantes (Molinero & Sánchez, 2005). Por lo tanto se pone en consideración la siguiente formula:

$$q_b = \frac{q_a}{n - 1} \chi$$

q_a = volúmenes de automóviles, incluyendo camiones en función de su equivalente en automóviles
 q_b = volúmenes de autobuses
 χ = la relación entre las ocupaciones promedio del automóvil al autobús
 n = número total de carriles de circulación por sentido

Ecuación N° 4.19 : Volúmenes de autobuses

Los valores de la relación de ocupaciones pueden variar entre ciudades y las diferentes horas del día (horas pico y horas valle)

4.6.1.1 ¿Por qué son importantes los Carriles Segregados de Buses?

Son importantes porque dentro de los beneficios de implementar carriles segregados se encuentran los siguientes:

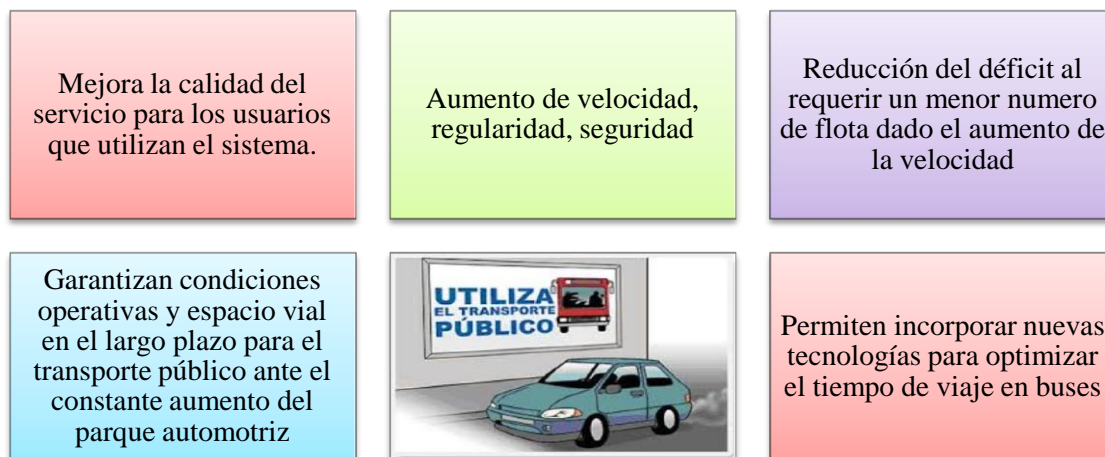


Figura N° 4.25: Beneficios de los carriles segregados para buses

Elaborado por: Ximena Alexandra Lobato Isin

4.6.1.2 Parámetros Técnicos de la vía o carril para Buses

Uno de los parámetros para delimitar o destacar un carril o vía exclusiva para buses es el color de la señalización, se usará el color blanco cuando el sentido de circulación sea uno solo y amarillo si es de doble sentido.

El carril solo bus cuenta con varios elementos que se mencionan a continuación (RTE INEN 004, 2011):

- Línea de carril continua:** color blanco que delimita la vía sólo buses. Su ancho mínimo es de 150 mm y debe ser interrumpida en los cruces con otras vías.
- Línea segmentada:** color blanco inclinada que indica inicio de la vía exclusiva. Ésta une la línea de borde descrita en **a)** y el bordillo u otro extremo lateral de la vía, con una inclinación máxima de 1:10. Su ancho mínimo debe ser 300 mm, con un patrón de 2,00 m y una relación señalizada brecha 1 a 1.
- Leyenda SOLO BUS:** debe ser colocada en el inicio de cada carril y después de cada cruce con otra vía. Si dos cruces consecutivos se encuentran a más de 300 m esta leyenda debe repetirse cada 150 m.
- Flechas de advertencia de la proximidad de una vía exclusiva para buses:** deben ubicarse a 15,00 m y a 30,00 m del inicio de dicha vía.

- e) **Líneas segmentadas para indicar zonas mixtas:** aquí otros tipos de vehículos pueden ingresar a la vía exclusiva con el fin de virar en el cruce más cercano. Su ancho mínimo debe ser 150 mm, con un patrón de 2,00 m y una relación de señalización brecha 1 a 1.
- f) Flechas de incorporación a zonas mixtas.
- g) **Línea segmentada curva:** con esta se indica reinicio de la vía exclusiva después de un cruce donde se incorporan vehículos a la vía en que se encuentra el carril exclusivo. Su ancho mínimo debe ser 300 mm, con un patrón de 2,00 m y una relación de brecha 1 a 1.

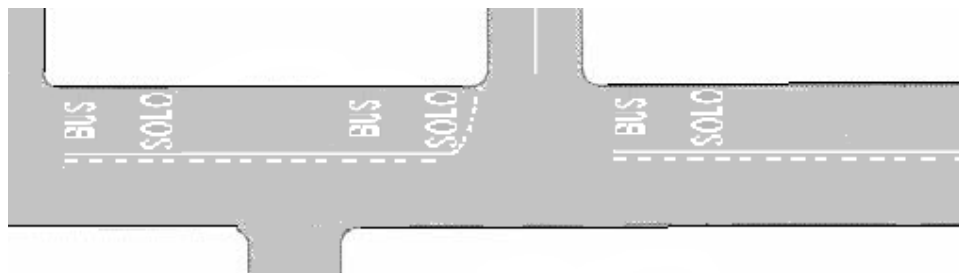


Figura N° 4.26: Ejemplo Carril Bus

Elaborado por: Ximena Alexandra Lobato Isin

- h) **Línea segmentada:** se usa para separar dos carriles dentro de una vía exclusiva en el mismo sentido. Su ancho mínimo debe ser 150 mm, con un patrón de 12 con relación de brecha 3- 9
- i) **Línea continua doble:** cuando los flujos de carril son contrarios el color debe ser amarillo.

Cuando se utilice señalización complementaria de acuerdo al numeral se debe reforzar las líneas continuas o segmentadas, ella debe ser amarilla y ubicarse cada 5,00 m u 8,00 m en el caso de las primeras y en la mitad de los tramos sin señalizar tratándose de las segmentadas.

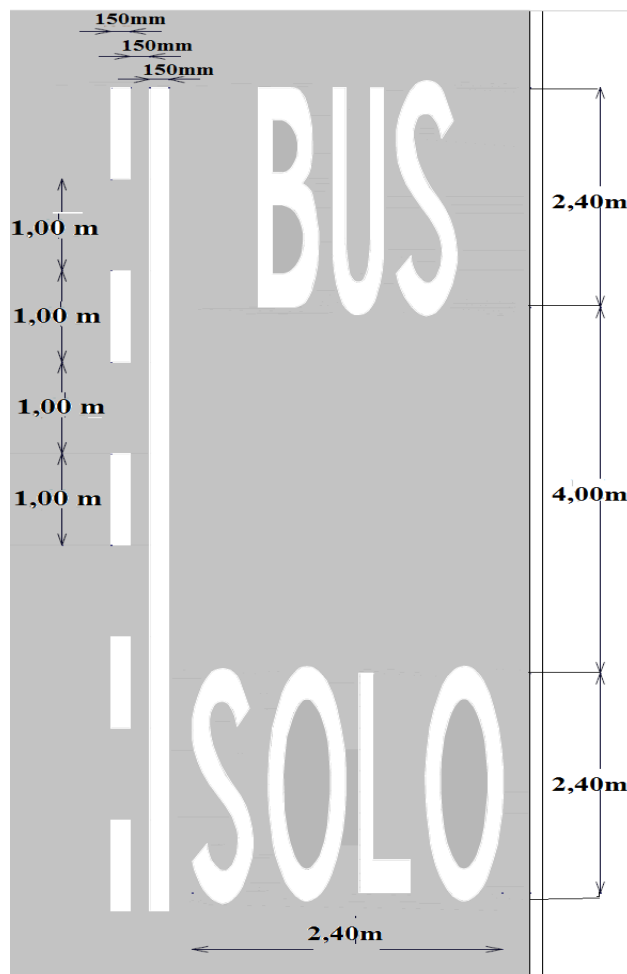


Figura N° 4.27: Esquema General del Carril Bus

Fuente: (RTE INEN 004, 2011)

4.6.2 Ubicación y señalización de paradas

Para fijar la distancia que debe existir de parada en parada, previamente se deben realizar análisis que determinen las necesidades del usuario, condiciones de tránsito y geometría del movimiento del autobús. La ubicación de las paradas debe considerar la distancia que los usuarios deben caminar y además proveer seguridad y verificar el espacio para que el usuario pueda circular, sin interferir en el flujo peatonal.

Por otro lado, cuando ya se tenga el trazo de la ruta o durante la revisión del trazo de una ruta también se debería revisar cuan factible resultaría reducir o reubicar el número de paradas a lo largo del trayecto, analizando y comparando los usuarios que van a

abordar y/o bajar de la unidad con los usuarios que van a bordo y que no van a utilizar la parada.

La distancia media entre puntos de parada es un factor que influye determinantemente en la velocidad de operación, la cual aumenta conforme la distancia entre paradas aumenta. En zonas urbanas es recomendable distancias entre 300 y 500 metros con lo cual se tiene velocidades de operación del orden de 15 a 25 km/h. (Molinero & Sánchez, 2005)

Tabla N° 4.15: Ubicación de paradas

| Ubicación y Detalle | Ventajas | Desventajas |
|---|---|---|
| <p>Antes de la intersección</p> <ul style="list-style-type: none"> - fuertes flujos de autobuses y tránsito - estacionamiento no crítico - intersecciones frecuentes con semáforos - vehículo de vuelta a la derecha | <p>interferencia baja porque hay vueltas a la derecha que se incorporan</p> | <ul style="list-style-type: none"> - los movimientos a la derecha causan conflictos - obstrucción de las señales y semáforos - al cruzar por delante el peatón corre peligro - obstrucción de la visibilidad a vehículos sobre la transversal |
| <p>Después de la intersección</p> <ul style="list-style-type: none"> - problemas de visibilidad - el transporte público hace uso constante de carriles laterales - fuertes flujos de transporte público que dan vuelta a la | <ul style="list-style-type: none"> - reducción de conflictos con el transporte público y los movimientos a la derecha - sin problemas de visibilidad - cruce peatones por la parte posterior | <ul style="list-style-type: none"> - durante HMD posiblemente habrá obstrucción en la calle transversal - obstrucción de la visibilidad en el movimiento a la derecha de la calle transversal |

| | | |
|--|--|---|
| izquierda | | |
| A media cuadra Existencia de un centro importante de atracción de viajes y el número de personas que asciende y/o desciende es considerable. | | - provoca que la gente cruce a media cuadra |

Fuente: (Molinero & Sánchez, 2005)

Elaborado por: Ximena Alexandra Lobato Isin

4.6.2.1 Señalización horizontal parada de bus para transporte público

Para delimitar el área donde buses de transporte público deben detenerse para el ascenso o descenso de pasajeros, se debe usar líneas segmentadas y la leyenda "SOLO BUS" o "BUS" de color blanco. Las paradas se dividen en dos tipos y se mencionan a continuación:

Tipo 1: Con existencia de estacionamientos permitido antes y después de la parada

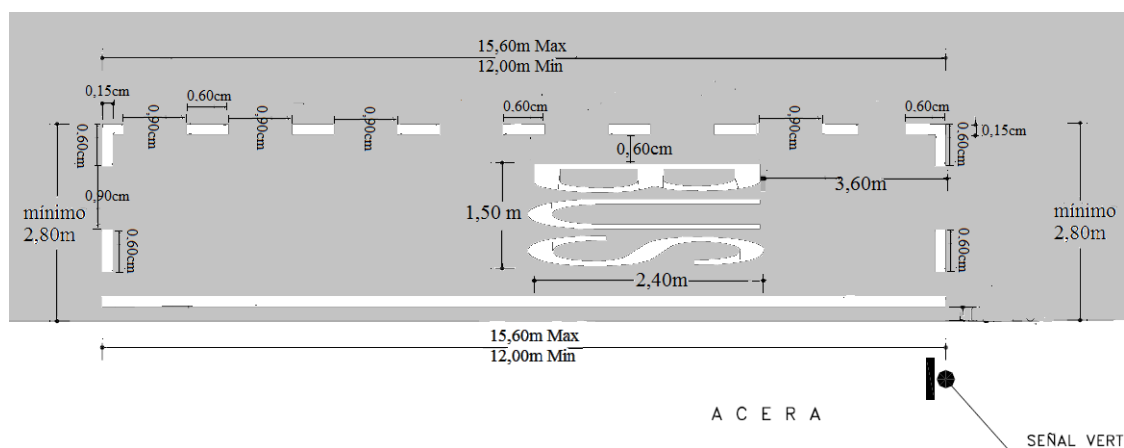


Figura N° 4.28: Señalización parada de Bus tipo 1

Fuente: (RTE INEN 004, 2011)

Elaborado por: Ximena Alexandra Lobato Isin

Tipo 2: Sin estacionamientos permitido antes y después de la parada

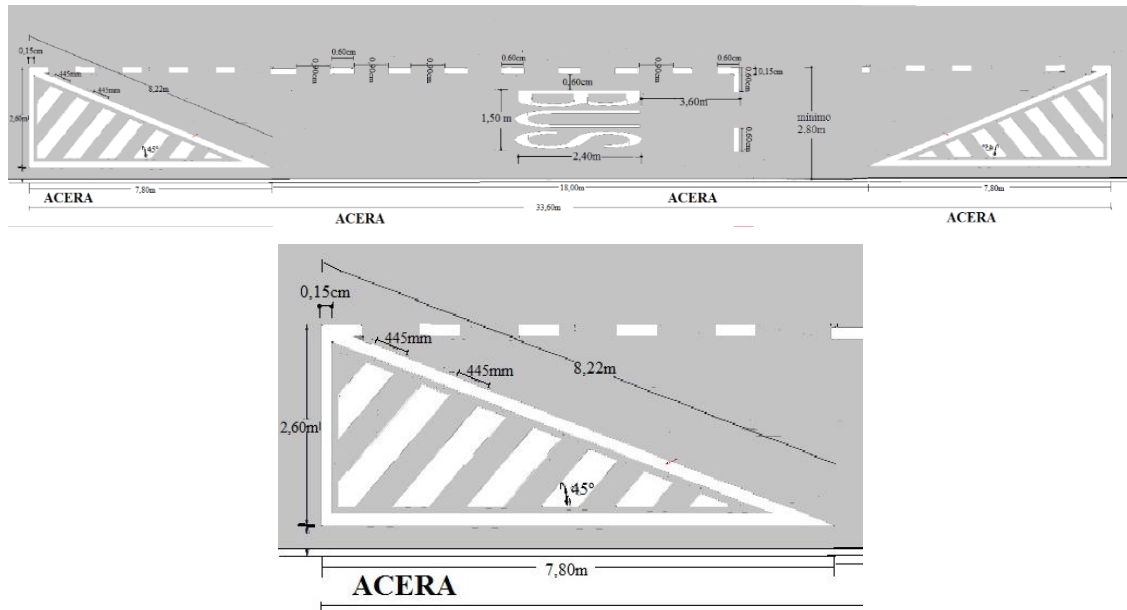


Figura N° 4.29: Señalización parada de Bus tipo 2

Fuente: (RTE INEN 004, 2011)

Elaborado por: Ximena Alexandra Lobato Isin

4.6.3 Diseño de paraderos

- ✓ **Tipo 1:** Paradero con doble asiento (acera de 3mts o más), 4.00m de longitud por 2.40m de ancho y 2.40m de altura.
- ✓ **Tipo 2:** Paradero con doble asiento (acera de 2.50mts a 3.00mts), 4.00m de longitud por 2.00m de ancho y 2.40m de altura.
- ✓ **Tipo 3:** Paradero sin asiento (acera de 2.00mts a 2.50mts) 4.00m de longitud por 1.50m de ancho y 2.40m de altura.
- ✓ **Paraderos Ecológicos**

4.7 FLOTA TRANSPORTE PÚBLICO URBANO.

Los vehículos de transporte público se clasifican en bus urbano y minibús urbano.

Los buses y minibuses urbanos deben cumplir con los requisitos especificados en las Normas Técnicas Ecuatorianas NTE INEN 2 205, 1 669, 1 323, 1 155 vigentes.

4.7.1 Bus Urbano y Minibús Urbano

Son vehículos automotores diseñados y equipados para el uso en zonas urbanas. Estos vehículos tienen asientos y espacios considerados para pasajeros de pie. Los minibuses urbanos deben utilizarse únicamente en zonas periféricas, lugares inaccesibles para buses o como alimentadores para las redes troncales. Los minibuses no serán considerados como medios de transporte sustitutivos de los buses.

La capacidad de carga máxima será determinada por la autoridad competente en lo que respecta al transporte urbano.

4.7.1.1 Dimensiones externas del Bus Urbano y Minibús Urbano



Figura N° 4.30: Dimensiones externas bus y minibús urbano

Elaborado por: Ximena Alexandra Lobato Isin

Tabla N° 4.16: Detalle de Bus y minibús Urbano

| Denominación | # de puertas de servicio | Ubicación de la puerta delantera | Ubicación de puertas posteriores | Capacidad total de pasajeros |
|----------------|--------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| Minibús Urbano | 1 | Entre ejes o delante del eje frontal | No aplica | Menor a 60 |
| | 2 | Delante del eje | Entre ejes o detrás | |

| | | | | |
|---|-----------------------|-------------------------|---|--------------------|
| | | frontal o entre ejes | del eje posterior | |
| Bus Urbano | 2 o 3 (ver nota 1) | Delante del eje frontal | De ser 2 o más puertas posteriores, una o más entre ejes y una detrás del eje posterior | Igual o mayor a 60 |
| NOTA 1. Será obligatorio 3 puertas cuando la capacidad de pasajeros sea mayor a 70. | | | | |

Fuente: (NTE INEN 2205, 2015)

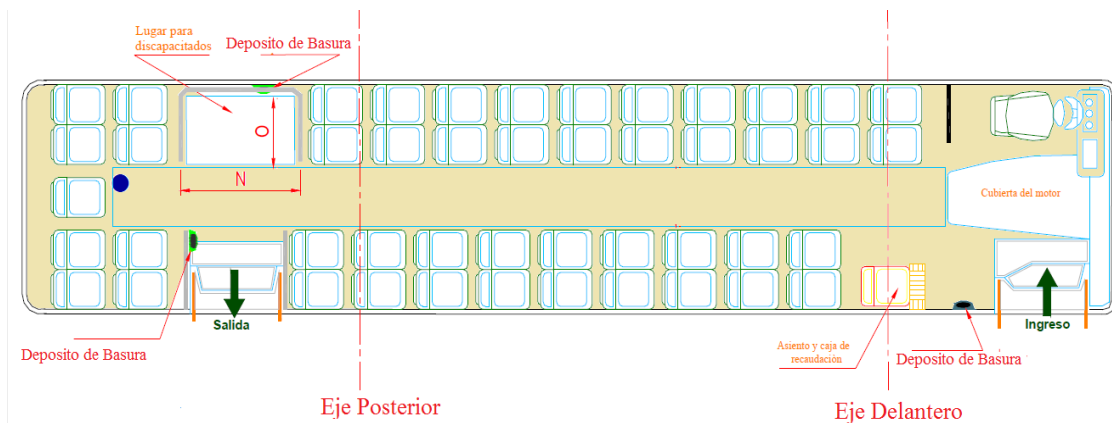


Figura N° 4.31: Esquemas de referencia sobre la distribución de asientos en un bus

Fuente: (NTE INEN 2205, 2015)

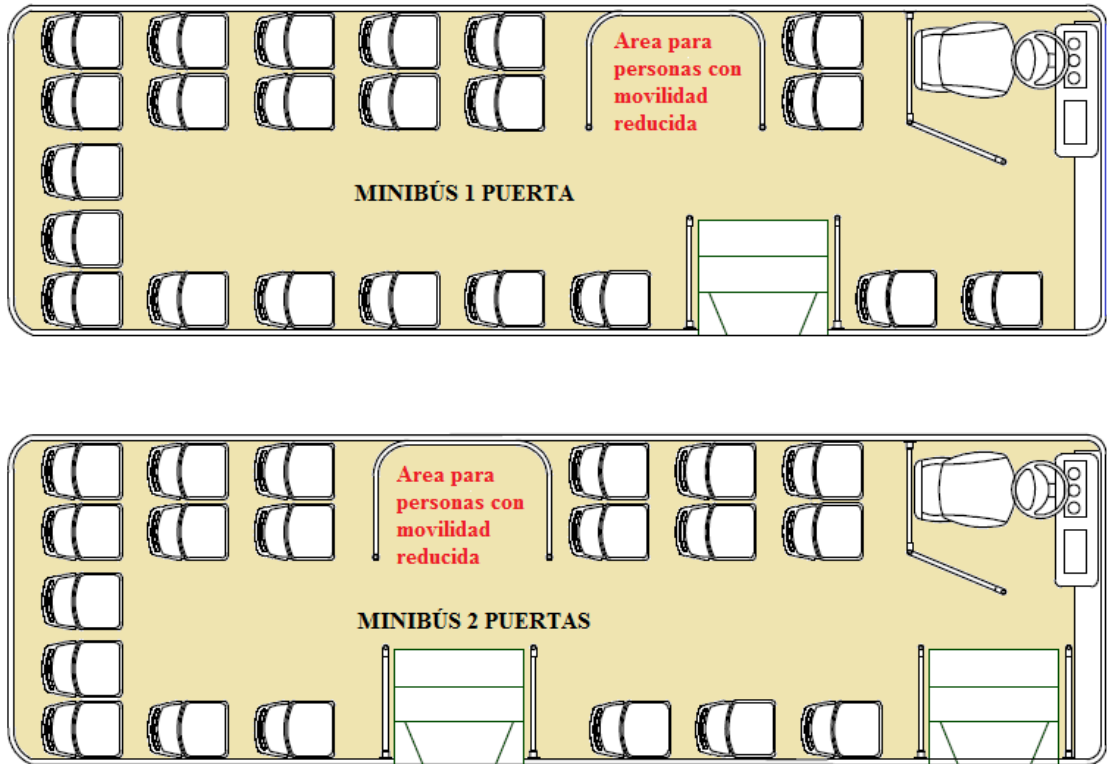


Figura N° 4.32: Esquemas de referencia sobre la distribución de asientos en un minibús

Fuente: (NTE INEN 2205, 2010)

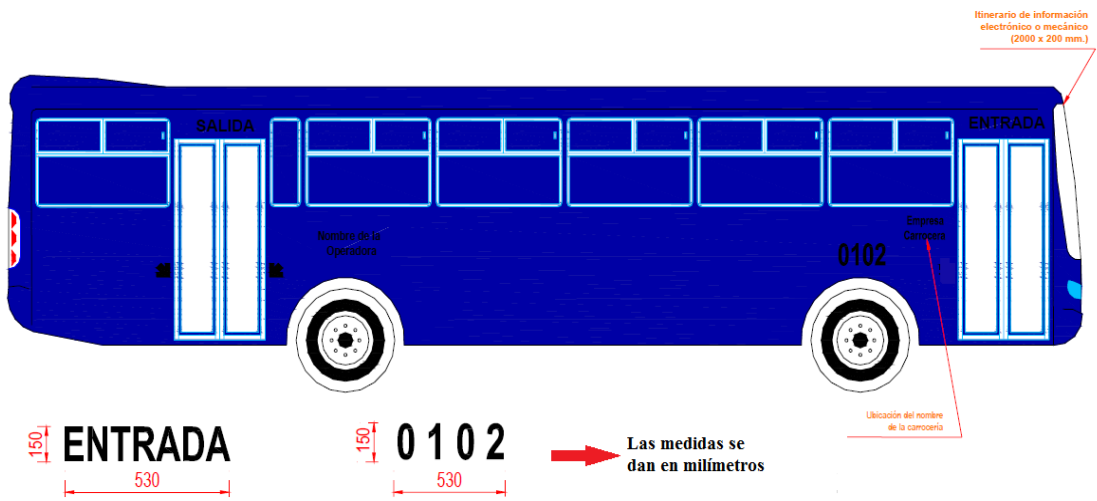


Figura N° 4.33: Esquemas de la dimensión de letreros en un Bus

Elaborado por: Ximena Alexandra Lobato Isin

4.8 RECAPITULACIÓN DE LA PLANIFICACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO URBANO

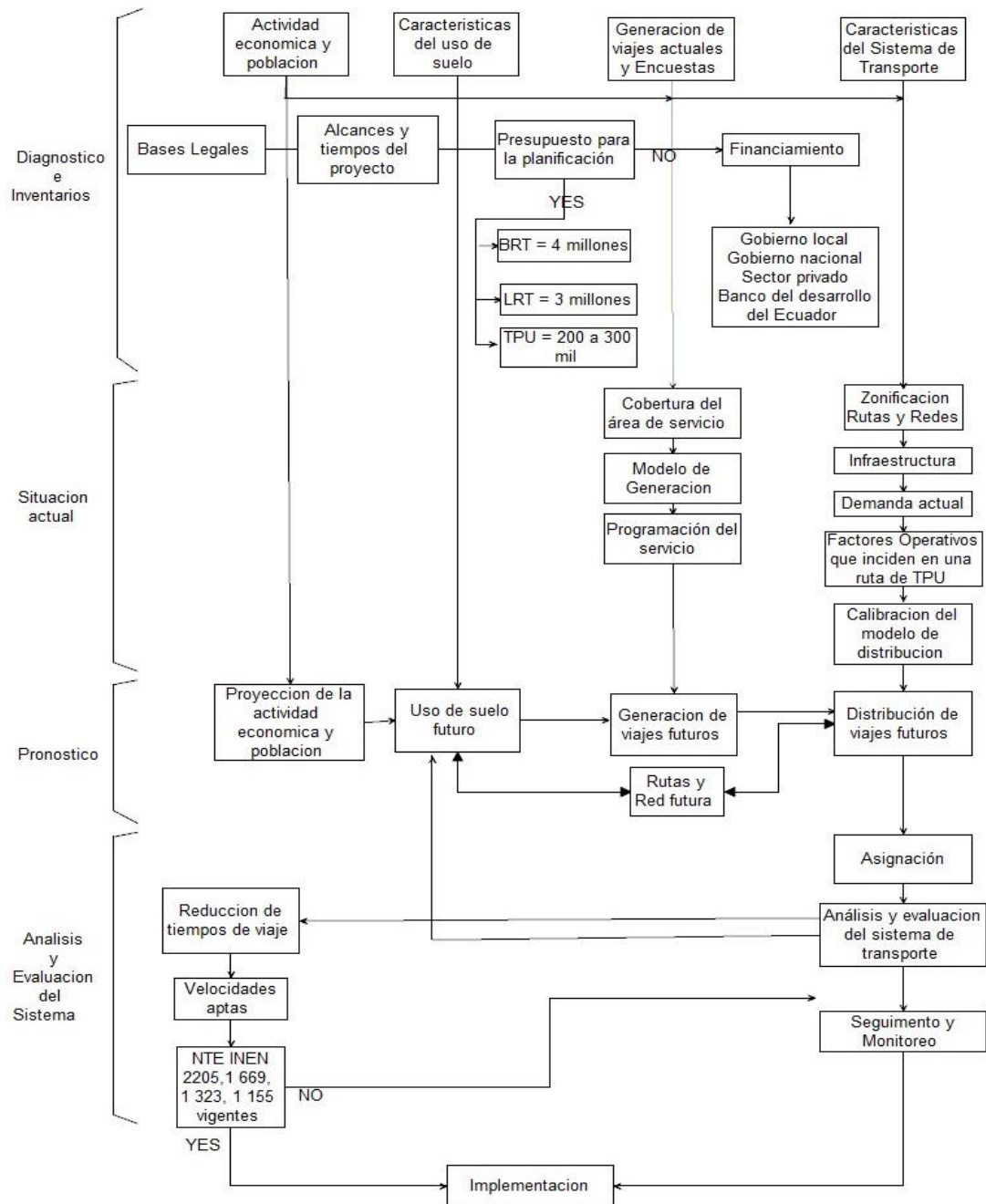


Figura N° 4.34: Flujograma de la planificación del sistema de transporte público urbano

Elaborado por: Ximena Alexandra Lobato Isin

4.9 CASO RIOBAMBA

4.9.1 ANTECEDENTES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA

4.9.1.1 Ubicación Geográfica

El cantón Riobamba está situado a 2.754,06 metros sobre el nivel del mar, a 1° 41' 46" latitud Sur; 0° 3' 36" longitud Occidental del meridiano de Quito. El cantón Riobamba está ubicado en la región Sierra Central y constituye la capital de la Provincia de Chimborazo.

En 1799 se trasladó hasta el lugar que ocupa hoy en día, convirtiéndose en la primera y única ciudad planificada del Ecuador. Durante un breve período, tras la fundación de la República del Ecuador, fue la capital del país. Según datos oficiales del INEC de acuerdo el censo del 2010, la ciudad tiene 225.741 habitantes con una tasa de crecimiento poblacional del 1.42%. La superficie delimitada por el perímetro urbano de la ciudad es de 1150,2 km²



Figura N° 4.35: Ubicación de Riobamba

4.9.2 Parque Automotor

La Agencia Nacional de Tránsito estima que hay unos 30.000 automotores circulando.

Tabla N° 4.17: Crecimiento del parque automotor de Riobamba

| AÑO | TASAS DE CREIMIENTO | | |
|------|---------------------|-------|----------|
| | AUTOS | BUSES | CAMIONES |
| 2007 | 2.43% | 2.66% | 2.26% |
| 2011 | 2.43% | 2.66% | 2.26% |
| 2017 | 2.17% | 1.95% | 2.03% |
| 2027 | 1.78% | 1.60% | 1.69% |

Fuente: (Agencia Nacional de Tránsito Transporte Terrestre y Seguridad Vial, 2010)

4.9.3 Base Legal

Consolidar el rol del GAD municipal de Riobamba como la autoridad única del sistema de transporte terrestre en el Cantón Riobamba. Establecer las responsabilidades del sector privado para la prestación de los diversos servicios de transporte. Modernizar y sistematizar el cuerpo normativo y regulatorio, tomando en cuenta a todos los actores involucrados en el transporte terrestre, en donde se defina con claridad las regulaciones normativas y los procedimientos para la planificación, ejecución, operación y control del transporte terrestre, tránsito y seguridad vial.

4.9.4 Sistema de transporte público

En la ciudad de Riobamba el sistema de transporte público urbano está compuesto por 7 operadoras y 16 líneas que cubren diferentes rutas, movilizand o a las personas que viven en los 247 barrios de la ciudad. Según la resolución N°111-DIR-2014-ANT dispuesta por la Agencia Nacional de Tránsito la vida útil de un bus intracantonal, urbano o rural es de 20 años.

Con una observación previa como usuaria y analista del sistema se pudo constatar que la a mayoría de usuarios del sistema de transporte público son estudiantes especialmente en las horas punta y se llegó a determinar que:

- ✓ Ineficiente
- ✓ Inequitativo
- ✓ Inseguro

- ✓ Lento
- ✓ Propiedad Individual

4.9.4.1 Dato de la oferta y demanda

Tabla N° 4.18: Operadoras que conforman el sistema de transporte público caso Riobamba

| NOMBRE DE OPERADORAS | # DE UNIDADES | # DE ASIENTOS PROMEDIO | CAPACIDA POR VEHICULO |
|-----------------------------|----------------------|-------------------------------|------------------------------|
| LIRIBAMBA | 56 | 40 | 80 |
| PURUHA | 41 | 45 | 85 |
| SAGRARIO | 31 | 40 | 80 |
| UNITRASEEP S.A | 28 | 38 | 78 |
| BUSTRAP S.A | 13 | 45 | 85 |
| ECOTURISA S.A | 9 | 38 | 78 |
| URBEST S.A | 6 | 40 | 80 |
| TOTAL | 184 | | |

Fuente: (Flores, 2017)

Tabla N° 4.19: Líneas y rutas del TPU caso Riobamba

| LÍNEA | RUTA |
|-----------------|---------------------------------|
| Línea 1 | Santa Ana - Bellavista |
| Línea 2 | 24 de Mayo - Bellavista |
| Línea 3 | Santa Ana - Camal |
| Línea 4 | Lican - Bellavista |
| Línea 5 | Corona Real - Bellavista |
| Línea 6 | Mira Flores - Bellavista |
| Línea 7 | La Inmaculada – Barrio el Rosal |
| Línea 8 | Yaruquies – Las Habras |
| Línea 9 | Cactus – Lican |
| Línea 10 | Pinos – San Antonio |

| | |
|-----------------|--------------------------|
| Línea 11 | Terminal Intraparroquial |
| Línea 12 | San Gerardo – El Batan |
| Línea 13 | Sixto Duran – 24 de Mayo |
| Línea 14 | 24 de Mayo – Libertad |
| Línea 15 | Lican – ESPOCH- UNACH |
| Línea 16 | Calpi – La Paz |

Fuente: (Dirección de Gestión de Movilidad de Tránsito y Transporte , 2017)

Elaborado por: Ximena Alexandra Lobato Isin

**Tabla N° 4.20: Kilometros y tiempo de recorrido y demanda del TPU caso
Riobamba**

| Línea | Kilometros (km) | Tiempo de recorrido (horas y minutos) | Pasajeros promedio en HMD | Pasajeros transportados al día | factor de ocupacion |
|-----------------|------------------------|--|----------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|
| Línea 1 | 22,5 | 1:10 | 110 | 10560 | 43% |
| Línea 2 | 17 | 1:10 | 164 | 15712 | 41% |
| Línea 3 | 25 | 1:15 | 103 | 9888 | 16% |
| Línea 4 | 31 | 1:10 | 238 | 15232 | 30% |
| Línea 5 | 26 | 1:25 | 163 | 10453 | 50% |
| Línea 6 | 26 | 1:15 | 220 | 14080 | 33% |
| Línea 7 | 31,1 | 1:30 | 132 | 14784 | 37% |
| Línea 8 | 18,9 | 1:30 | 161 | 18069 | 78% |
| Línea 9 | 24 | 1:00 | 188 | 15067 | 25% |
| Línea 10 | 28,4 | 1:00 | 73 | 5840 | 13% |
| Línea 11 | 19 | 1:00 | 45 | 3600 | 7% |
| Línea 12 | 21,60 | 1:20 | 152 | 14560 | 55% |
| Línea 13 | 23 | 1:15 | 137 | 15307 | 39% |
| Línea 14 | 25,6 | 1:25 | 136 | 15195 | 37% |
| Línea 15 | 19,6 | 1:15 | 81 | 9035 | 25% |

| | | | | | |
|-----------------|------|-------------|------------|-------|-----|
| Línea 16 | 22,8 | 1:26 | 160 | 15360 | 47% |
| PROMEDIO | | 1:14 | 141 | | |

Fuente: (Dirección de Gestión de Movilidad de Tránsito y Transporte , 2017)

Elaborado por: Ximena Alexandra Lobato Isin

4.9.5 Ejemplo de Dimensionamiento de una ruta (LÍNEA 8 circuito cerrado) de transporte público urbano en Riobamba

DATOS:

- ✓ Longitud de la ruta:

$$L = 18,9 \text{ km}$$

- ✓ Tiempo de recorrido en cada dirección:

$$tr = 45 \text{ minutos(HMD)}$$

$$tr = 33 \text{ minutos (HV)}$$

- ✓ Volumen de Diseño

$$P = 2254 \text{ (HMD) de acuerdo al permiso de operación y observación de campo}$$

- ✓ Capacidad del vehículo

$$Cv = 40 \text{ asientos} + 30 \text{ de pie} = 70 \text{ espacios}$$

- ✓ Factor de Ocupación

$$a = 0,78$$

- ✓ Intervalo Máximo de Servicio

$$is = 15 \text{ min}$$

- ✓ Tiempo en Terminal

$$Tt = 5 \text{ min}$$

a) ¿Cuántos vehículos se requiere para suplir la demanda en HMD y HV?

b) ¿Cuál es la velocidad comercial?

SOLUCION:

- 1) Primero se debe estimar la velocidad a la que operan las unidades dentro de la ruta, a partir de la siguiente ecuación:

$$V_o = \frac{60 * L}{t_r}$$

$$V_o = \frac{60 * 18,9}{45} = 25,2 \text{ km/h (HMD)}$$

$$V_o = \frac{60 * 18,9}{33} = 34,9 \text{ km/h (HV)}$$

- 2) Se calcula el intervalo

$$i = \frac{60 * a * C_p}{P} = \frac{60 * 0,78 * 70}{1288} = 3 \text{ minutos de acuerdo al permiso de operación}$$

- 3) Cálculo el tiempo de ciclo

$$t_c = 2(t_r + t_t)$$

$$t_c = 2(45 + 5) = 100 \text{ minutos (HMD)}$$

$$t_c = 2(33+5) = 76 \text{ minutos (HV)}$$

- 4) Determinación del parque vehicular

$$N_p = \frac{t_c}{i}$$

$$N_p = \frac{100}{3} = 33 \text{ vehículos (HMD)}$$

$$N_p = \frac{76}{3} = 25 \text{ vehículos (HV)}$$

A partir de estos nuevos resultados, se requiere ajustar el nuevo tiempo de ciclo partiendo de los valores estimados del parque vehicular, lo que implica:

$$t_c = N * i$$

$$t_c = 33 * 3 = 99 \text{ minutos (HMD)}$$

$$t_c = 25 * 3 = 75 \text{ minutos (HV)}$$

A continuación, se calcula un nuevo tiempo de terminal (t_t) a partir de la expresión:

$$t_t = \frac{t_c - 2t_r}{2}$$

$$t_t = \frac{t_c - 2t_r}{2} = \frac{99 - 2(45)}{2} = 4,5 \text{ minutos (HMD)}$$

$$t_t = \frac{t_c - 2t_r}{2} = \frac{75 - 2(33)}{2} = 4,5 \text{ minutos (HV)}$$

Finalmente, con los datos anteriores se calcula la velocidad comercial V_c :

$$V_c = \frac{L * 60}{t_c}$$

$$V_c = \frac{18,9 \text{ km} * 60}{99 \text{ min}} = 11,45 \text{ km/h (HMD)}$$

$$V_c = \frac{18,9 \text{ km} * 60}{75 \text{ min}} = 15,12 \text{ km/h (HV)}$$

TABLA DE RESULTADOS:

| Concepto | HMD | HV |
|---------------------|-------|-------|
| Intervalo | 3 | 15 |
| Tiempo de Ciclo | 99 | 5 |
| Tiempo de Terminal | 4,5 | 4,5 |
| Tamaño de flota | 33 | 25 |
| Velocidad comercial | 11,45 | 15,12 |

CONCLUSIONES

- Con los lineamientos y aspectos técnicos para la planificación de transporte público urbano se logró determinar que si son cumplidos a cabalidad, el sistema de transporte público contribuye con múltiples efectos positivos directos e indirectos, como fomentar el desarrollo económico o favorecer pautas eficaces de uso del suelo.
- En cuanto a la operación del transporte público urbano en el caso Riobamba y en los GADS tipo B del Ecuador, el servicio tiene muchas falencias, hay exceso o carencia de flota vehicular, las frecuencias e intervalos establecidos por la autoridad competente no son respetados por las operadoras y aún existe la competencia entre operadores por la captación de recursos monetarios.
- En el proceso de planificación del transporte público urbano, la infraestructura y flota, en la mayoría de casos de los GADS no se toma en cuenta o no es tratada con la importancia que amerita el caso, pese a que son factores primordiales para garantizar la movilidad de las personas hacia todos los puntos de la ciudad, cumpliendo determinados patrones de comodidad, rapidez y seguridad.

RECOMENDACIONES

- Tomar las medidas correspondientes en la planificación del transporte público urbano para cumplir a cabalidad los lineamientos y aspectos técnicos propuestos, pues el transporte al desempeñar un papel crucial en la sociedad aporta de manera significativa con la movilidad sostenible en ciudades y regiones.
- Identificar y corregir adecuadamente los parámetros necesarios o faltantes para la operación del transporte público urbano en el caso Riobamba y en forma general en los GADS tipo B del Ecuador, para mejorar la calidad del servicio y demás aspectos relacionados con la operación.
- Si una ciudad o región cuenta con una infraestructura y flota adecuada y apta para prestar el servicio de transporte público a parte de beneficiarse los ciudadanos, por mejorar las opciones de transporte, ahorrar costos y cubrir las necesidades de movilidad básicas en particular de las personas que no conducen, también se benefician los prestatarios con el incremento de la captación de recursos y satisfaciendo al usuario.

BIBLIOGRAFÍA

- Agencia Nacional de Tránsito Transporte Terrestre y Seguridad Vial. (2010). *Parque Automotor*. Quito: ANT.
- Arana, V. (Octubre de 2010). *El Caos de Transporte en Lima*. Obtenido de [http://www2.congreso.gob.pe/Sicr/Comisiones/2010/com2010tracomu.nsf/0/15aa6b57cea2a857052577ca005fc6e2/\\$FILE/El%20Caos%20de%20Transito%20Lima.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/Sicr/Comisiones/2010/com2010tracomu.nsf/0/15aa6b57cea2a857052577ca005fc6e2/$FILE/El%20Caos%20de%20Transito%20Lima.pdf)
- Ardila, A. (1999). La planeación del transporte: *Una nueva propuesta con énfasis en la operación y el mantenimiento*. *Revista De Ingeniería*, 28-37.
- Arias, C., Castro, A., Colombini, W., Custodio, P., Diaz, J., Fjellstrom, K., & et al (2010). *Guía de Planificación de Sistemas BRT*. Bogotá: Hewlett Foundation.
- Ciccarelli, S. (2009). *Viabilidad*. Obtenido de <http://www.cianz.org.ve/Expo2009/informes2009/71VIALIDADTRANSPORT E.pdf>
- Díaz, J. (2007). *El Sistema de Transportes y Comunicaciones Terrestres en el Desarrollo Regional de Galicia*(Dr. en Xenografía, Universidad de Santiago de Compostela). Obtenido de file:///D:/Downloads/9788497509626_content.pdf
- Dirección de Gestión de Movilidad de Tránsito y Transporte . (2017). *Rutas, Coordenadas y Paradas de Bus*. Riobamba: GADMR.
- Flores, S. (Marzo de 2017). *Sistema de Transporte Público en la ciudad de Riobamba*. (X. A. Lobato Isin, Entrevistador)
- G, Fideas. (2012). *El Proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica*. Caracas: EDITORIAL EPISTEME, CA.
- Gaeber, N., & Hoel, L. (2007). *Ingeniería de Tránsito y de Carreteras*. México: Edamsa.
- Girardotii, L. (2003). *Urban Transportation Planning In The United States: An Historical Overview*. Obtenido de <http://ntl.bts.gov/lib/6000/6500/6598/683.pdf>

- Highway Capacity Manual*. (1985). Washington: NRC Special Report 209.
- Homburger, W., Keefer, L., & Mcgrath, W. (1982). En *Transportation and Traffic Engineering Handbook* (págs. 343-344).
- INEC. (2010). *Censo de Población y Vivienda*. Obtenido de http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/Portal%20SNI%202014/FICHAS%20F/0601_RIOBAMBA_CHIMBORAZO.pdf
- Lavado, J. (9 de Julio de 2013). *Planificación de Transporte Urbano*. Obtenido de <http://es.slideshare.net/juliocesarlavadoyarasca/planificacion-de-transporte-trans-cad-24064391>
- Manheim, M. (1979). *Fundamentals of Transportation Systems Analysis*. Massachusetts: The MIT Press.
- Mauttone, A., Cancela, H., & Urquhart, M. (2007). *Diseño y optimización de rutas y frecuencias en el transporte colectivo urbano, modelos y algoritmos. Montevideo*(Ing. Investigación Operativa, Universidad de la República). Obtenido de <https://www.fing.edu.uy/inco/pedeciba/bibliote/reptec/TR0307.pdf>
- Mendoza, C., Triana, H., & Triana, W. (Octubre de 2005). *Manual de Planeación y Diseño para la Administración del Tránsito y el Transporte*. Bogotá, Colombia: Logofomas S.A.
- Meyer, M., & Miller, E. (2001). *Urban Transportation Planning: A Decision-Oriented Approach* (2ª ed.). New York: McGraw-Hill.
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2012). *Plan Estratégico*. Recuperado el 08 de febrero de 2017, de <http://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/07/PLAN ESTRATEGICO.pdf>
- Molinero, A., & Sánchez, L. (1996). *Transporte Público: Planeación, diseño, operación y administración* (2ª ed.). México, D.F: Consejo General.
- Molinero, Á., & Sánchez, L. (2005). *Transporte Público: Planeación, diseño, operación y administración*. Toluca, México: Consejo General.

- Municipio de Cuenca. (2014). *Tranvía de Cuenca*. Obtenido de <http://www.elmercurio.com.ec/609217-dudas-sobre-el-financiamiento-de-la-operacion-del-tranvia/>
- NTE INEN 2205. (2010). *Vehículos Automotores. Bus Urbano. Requisitos*. QUITO: INEC.
- NTE INEN 2205. (2015). *Vehículos Automotores. Bus Urbano. Requisitos. Enmienda I*. Quito: INEN.
- Ortúzar, J., & Willumsen, L. (2008). *Modelos de Transporte*. España: Ediciones de la Universidad de Cantabria, PEDRO CID. S.A.
- Pallavicini, F., & Pinto, S. (2006). *Princípios De Planejamento*. Brasília: Pós-Graduação Em Transportes.
- Pazmiño, L. (06 de Febrero de 2015). *Los planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial, Análisis de Coyuntura. Requisito de examen complejo de titulación especial en la carrera de ingeniería geográfica y planificación territorial*. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/8666/LOS%20PLANES%20DE%20ORDENAMIENTO%20TERRITORIAL%20ANALISIS%20COYUNTURAL%20POR%20PAZMI%C3%91O%20LUIS.pdf?sequence=1>
- RTE INEN 004. (2011). *Señalización Vial Parte 2. Señalización Horizontal*. Quito: INEN.
- Transporte Urbano. (25 de Agosto de 2011). *Segunda y Tercera Transporte Urbano*. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/63070056/SEGUNDA-Y-TERCERA-TRANSPORTE-URBANO>
- Velazquez, D. (13 de Julio de de 2011). *Sistema de Transporte*. Obtenido de <http://velasquezdavid9004.blogspot.com/2011/07/sistemas-de-transporte-y-comunicaciones.htm>