

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS

**MODELACIÓN DE LA RED DE TRANSPORTE PÚBLICO EN EL
SECTOR SUR ORIENTAL DE LA CIUDAD DE QUITO**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE MAGÍSTER EN GERENCIA
EMPRESARIAL, MBA., MENCIÓN GERENCIA FINANCIERA**

**ALEXIS OMAR BOADA RAMOS
alexisboada78@gmail.com**

**Director: EDISON ERNESTO ROMERO MARTÍNEZ
edisonromer@gmail.com**

2015

DECLARACIÓN

Yo, Alexis Omar Boada Ramos, declaro que el trabajo aquí detallado es de mí autoría obviamente con todas las referencias bibliográficas de libros, tesis y material de apoyo relacionado con la gestión y planificación de transporte, que se citan y forman parte de la investigación realizada.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Alexis Omar Boada Ramos

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Alexis Omar Boada Ramos, bajo mi supervisión.

Ing. Edison Ernesto Romero Martínez
DIRECTOR

AGRADECIMIENTO

Primero agradezco a Dios por todo lo que me ha dado en la vida, familia, salud, trabajo y bienestar, lo que permite disfrutar el día a día y poder proyectarse con el afán de adquirir nuevas habilidades y estar en constante aprendizaje, razón por la cual me es grato reconocer a las personas que están pendientes de mis sueños esperanzas y sobre todo de mis objetivos personales y profesionales, principalmente a mi familia, mi amada esposa Aide, mis hijos Ariel y Amelia, quienes son el aliento y apoyo incondicional para seguir adelante, además agradezco a mis queridos padres, hermanos, y a todos quienes han estado cercanos al desarrollo de este trabajo, un reconocimiento especial a la gestión y apoyo de mi tutor y por último a los compañeros de trabajo que con su experiencia han sido partícipes en la consecución de este trabajo de investigación.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi querida y amada esposa, a mis preciosos y amados hijos “Arielito y Amelita”, quienes son las personas más importantes de mi vida; este trabajo también va dedicado para mis padres quienes supieron inculcarme valores desde muy pequeño generando y motivando las ganas de estudiar y alcanzar las metas que uno se proponga en la vida.

Alexis Omar Boada Ramos

| | | |
|----------|--|----|
| 1 | CAPÍTULO 1: CONCEPTUALIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE PÚBLICO MASIVO BRT'S | 13 |
| 1.1. | DEFINICIONES GENERALES | 15 |
| 1.1.1. | TRANSPORTE | 15 |
| 1.1.2. | TRANSPORTE PÚBLICO | 15 |
| 1.1.3. | TRANSPORTE PRIVADO | 15 |
| 1.2. | ELEMENTOS DEL SERVICIO DE TRANSPORTE PÚBLICO | 16 |
| 1.2.1. | CLIENTE Y USUARIO | 16 |
| 1.2.2. | OPERADOR DEL SERVICIO | 16 |
| 1.2.3. | TARIFA | 16 |
| 1.2.4. | VIAJE | 17 |
| 1.3. | FACTORES del Transporte Público | 17 |
| 1.3.1. | COSTO, PRECIO | 17 |
| 1.3.2. | SUBSIDIO | 18 |
| 1.3.3. | OFERTA, DEMANDA | 18 |
| 1.4. | MOVILIDAD REGIONAL Y URBANA | 20 |
| 1.4.1. | DEFINICIÓN DE MOVILIDAD REGIONAL Y URBANA | 20 |
| 1.4.2. | LÍNEAS DE DESEO | 21 |
| 1.4.3. | TIPOS DE MOVILIDAD REGIONAL Y URBANA | 22 |
| 1.4.4. | CONCEPTOS PARA CONSTRUIR LÍNEAS DE DESEO | 23 |
| 1.4.4.1. | Viajes-Persona-Día.- | 23 |
| 1.4.4.2. | Tramo de viaje.- | 23 |
| 1.4.4.3. | Tiempo de viaje.- | 24 |
| 1.4.4.4. | A pie.- | 24 |
| | a) Cobertura Geográfica | 24 |
| | b) Puntos de Parada.- | 24 |
| 1.4.4.5. | Sitios de Paradas.- | 25 |
| 1.5. | TRANSPORTE PÚBLICO INTEGRADO (TPI) | 25 |
| 1.6. | SISTEMAS BRT | 27 |
| 1.6.1. | LOS ELEMENTOS BÁSICOS DE UN SISTEMA BRT | 30 |
| 1.6.2. | CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA BRT | 31 |
| 1.6.2.1. | Infraestructura física | 31 |
| 1.6.2.2. | Modelo Operacional | 32 |
| 1.6.3. | Estructura de negocios | 32 |
| 1.6.4. | Tecnología | 33 |
| 1.6.5. | Mercadeo y servicio al cliente | 33 |
| 1.7. | SISTEMA BRT COMPLETO Y ESTÁNDAR | 34 |
| 1.7.1.1. | Infraestructura.- | 36 |
| 1.7.1.2. | Integración modal.- | 36 |
| 1.7.2. | IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS BRT'S | 36 |
| 1.7.3. | SISTEMAS TECNOLÓGICOS PARA ORDENAR EL TRÁFICO | 37 |
| 1.7.4. | SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL | 38 |
| 2 | CAPÍTULO 2: MARCO TEORICO | 41 |
| 2. | PLANIFICACIÓN DEL TRANSPORTE | 41 |
| 2.1. | DISEÑO OPERACIONAL | 42 |

| | | |
|-----------|---|----|
| 2.2. | INFRAESTRUCTURA VIALIDAD..... | 42 |
| 2.3. | CONDICIONES PARA DEFINIR EL PLAN OPERACIONAL | 43 |
| 2.3.1. | FLOTA.- | 44 |
| 2.3.2. | FRECUENCIA.- | 44 |
| 2.3.3. | INTERVALO “HEADWAY”.- | 44 |
| 2.3.4. | SECCIONAMIENTO.-..... | 44 |
| 2.3.5. | TIEMPO DE VIAJE.- | 44 |
| 2.4. | ECONOMÍA DEL TRANSPORTE | 44 |
| 2.4.1. | Características del servicio de transporte público..... | 46 |
| 2.4.2. | tiempo de viaje en transporte público | 46 |
| 2.4.3. | Calidad del servicio..... | 47 |
| 2.4.4. | Transporte Público en la ciudad de Quito..... | 48 |
| 2.4.5. | INFORMACIÓN PRIMARIA RECOLECTADA | 48 |
| 2.4.5.1. | Demanda de Transporte | 49 |
| 2.4.5.2. | Criterios para explicar la Demanda de Transporte..... | 49 |
| 2.4.5.3. | Estudio de Matrices Origen Destino | 51 |
| 2.4.5.4. | Estudio de la Oferta..... | 52 |
| 2.4.5.5. | Modelación de Transporte..... | 53 |
| 2.4.5.6. | Método de cuatro etapas..... | 54 |
| 2.4.5.7. | Desarrollo matemático | 54 |
| 2.4.5.8. | Distribución de viajes..... | 55 |
| 2.4.5.9. | Desarrollo matemático | 56 |
| 2.4.6. | DESCRIPCIÓN DEL MODELO BÁSICO DE EVALUACIÓN | |
| 2.4.7. | Conceptos en la Evaluación Financiera | 63 |
| 2.4.7.1. | Evaluación Financiera | 63 |
| 2.4.7.2. | Evaluación económica..... | 63 |
| 2.4.7.3. | Flujo de caja | 64 |
| 2.4.8. | INDICADORES DE LA EVALUACIÓN FINANCIERA | 66 |
| 2.4.8.1. | Valor Actual Neto (VAN)..... | 66 |
| 2.4.8.2. | Tasa Interna de Retorno (TIR) | 67 |
| 2.4.8.3. | Otros criterios de decisión..... | 68 |
| 2.4.8.4. | Estructura del flujo de caja..... | 70 |
| 2.4.8.5. | Ingresos afectos a impuestos.-..... | 70 |
| 2.4.8.6. | Egresos afectos a impuestos.-..... | 70 |
| 2.4.8.7. | Gastos no desembolsables.-..... | 70 |
| 2.4.8.8. | Utilidad antes de impuestos.- | 71 |
| 2.4.8.9. | Impuestos.- | 71 |
| 2.4.8.10. | Ajustes por gastos no desembolsables.- | 71 |
| 2.4.8.11. | Egresos no afectos a impuestos.-..... | 71 |
| 2.4.8.12. | Valor de desecho.- | 72 |
| 2.4.9. | EVALUACIÓN DEL SERVICIO OFRECIDO | 72 |
| 2.4.9.1. | Incertidumbre de proyectos de transporte | 72 |
| 2.4.9.2. | Variables sujetas a la incertidumbre..... | 72 |
| 3 | CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA..... | 75 |
| 3. | DESARROLLO DEL MODELO DE TRANSPORTE..... | 75 |
| 3.1. | ESTRUCTURA DEL MODELO DE TRANSPORTE OPERACIONAL | 76 |
| 3.1.1. | DESCRIPCIÓN DEL Modelo de Transporte Operacional (MTO)..... | 77 |

| | |
|--|-----|
| 3.1.2. VARIABLES DEL MODELO DE TRANSPORTE OPERACIONAL | 77 |
| 3.1.3. MODELO ECONÓMICO –FINANCIERO | 79 |
| 3.1.3.1. Estimación de la demanda | 80 |
| 3.1.3.2. Procedimiento para la obtención de la Demanda | 81 |
| 3.1.4. VALIDACIÓN Y CORRIDAS DEL MODELO | 83 |
| 3.1.5. VENTAJAS DEL MODELO DE TRANSPORTE OPERACIONAL | 85 |
| 3.2. ESTRUCTURA DEL MODELO ECONÓMICO - FINANCIERO | 85 |
| 3.2.1. COSTOS FIJOS DEL SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO | 86 |
| 3.2.1.1. Honorarios de conductores.- | 86 |
| 3.2.1.2. Honorarios de recaudadores.- | 87 |
| 3.2.1.3. Revisión Técnica Vehicular.- | 87 |
| 3.2.1.4. Matriculación.- | 87 |
| 3.2.1.5. Permiso de Operación.- | 88 |
| 3.2.1.6. Soat.- | 88 |
| 3.2.1.7. Seguro.- | 88 |
| 3.2.2. COSTOS VARIABLES DEL TRANSPORTE PÚBLICO | 88 |
| 3.2.2.1. Costo de combustible.- | 88 |
| 3.2.2.2. Costo de Mantenimiento.- | 88 |
| 3.2.3. COSTOS DE CAPITAL DE TRANSPORTE PÚBLICO | 89 |
| 3.2.3.1. Rentabilidad del Capital.- | 89 |
| 3.2.3.2. Depreciación.- | 90 |
| 3.2.4. GASTOS ADMINISTRATIVOS DEL TRANSPORTE PÚBLICO | 90 |
| 3.2.4.1. Personal Administrativo.- | 90 |
| 3.2.4.2. Seguridad y limpieza.- | 90 |
| 3.2.4.3. Costo por kilómetro.- | 90 |
| 3.3. ESTRUCTURA DE LA RED | 91 |
| 3.3.1. DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA SEMAFÓRICA | 96 |
| 3.3.2. ESTRUCTURA DE COSTOS | 96 |
| 3.3.2.1. Costo Operacional | 96 |
| 3.3.2.2. Antecedentes del Transporte Público Integrado | 96 |
| 3.3.2.3. Troncal | 97 |
| 3.3.2.4. Alimentadores | 98 |
| 3.3.3. COSTOS FIJOS DEL TRANSPORTE PÚBLICO INTEGRADO | 98 |
| 3.3.4. COSTOS VARIABLES DEL SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO INTEGRADO | 99 |
| 3.3.5. GASTOS ADMINISTRATIVOS UTILIZADOS EN EL TRANSPORTE PÚBLICO INTEGRADO | 100 |
| 3.3.5.1. Gastos Administrativos No Desembolsables.- | 100 |
| 3.4. EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA DE LOS CORREDORES OPERATIVOS | 102 |
| 3.4.1. CORREDOR TROLEBÚS | 102 |
| 3.4.1.1. Servicio Troncal.- | 103 |
| 3.4.1.2. Servicio Alimentador.- | 104 |
| 3.4.2. DELIMITACIÓN DEL SECTOR DE ANÁLISIS | 105 |
| 3.5. APLICACIÓN DEL MODELO DE TRANSPORTE OPERACIONAL | 106 |
| 3.5.1. CORREDOR TROLEBÚS | 106 |
| 3.5.1.1. Cobertura del Servicio | 107 |

| | |
|---|-----|
| 3.5.1.2. Servicios Alimentadores | 110 |
| 3.5.2. CORREDOR ECOVÍA..... | 113 |
| 3.5.2.1. Cobertura del Servicio..... | 114 |
| 3.5.2.2. Servicio Troncal | 115 |
| 3.5.2.3. Servicio Alimentador | 117 |
| 3.6. EVALUACIÓN FINANCIERA DE CORREDORES | 119 |
| 3.6.1. APLICACIÓN DEL MODELO ECONÓMICO FINANCIERO | 119 |
| 3.6.2. CORREDOR TROLEBÚS | 120 |
| 3.6.2.1. Servicio Troncal.-..... | 121 |
| 3.6.2.2. Estimación de Costos asociados a la operación del Corredor Trolebús..... | 125 |
| 3.6.3. APLICACIÓN DEL FLUJO DE CAJA CORREDOR TROLEBÚS..... | 130 |
| 3.6.4. CORREDOR ECOVÍA..... | 131 |
| 3.6.4.1. Estimación de Costos Corredor Ecovía..... | 131 |
| 3.6.5. APLICACIÓN DEL FLUJO DE CAJA CORREDOR ECOVÍA | 136 |
| 3.6.6. DETERMINACIÓN DEL VAN Y TIR DE LOS CORREDORES TROLEBÚS Y ECOVÍA | 137 |
| 3.7. PROYECTO PARA EL CORREDOR SUR ORIENTAL (APLICACIÓN) | 138 |
| 3.7.1. ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA DEL SECTOR DE ANÁLISIS | 140 |
| 3.7.1.1. Resultados de Población en Quito..... | 142 |
| 3.7.2. Proyección de la demanda | 144 |
| 3.7.2.1. Análisis de la Oferta del Servicio de Transporte Público Actual..... | 145 |
| 3.8. PROPUESTA..... | 145 |
| 3.8.1. APLICACIÓN DEL MODELO DE TRANSPORTE OPERACIONAL | 147 |
| 3.8.2. RESULTADOS..... | 147 |
| 3.8.3. APLICACIÓN DEL MODELO ECONÓMICO FINANCIERO | 148 |
| 3.8.4. RESULTADOS..... | 155 |
| 4 CAPITULO 4: CONCLUSIONES | 161 |
| 4.1 CONCLUSIONES..... | 161 |
| 4.2 RECOMENDACIONES | 164 |
| 5 BIBLIOGRAFÍA | |

CONTENIDO DE FIGURAS

| | | |
|------------|--|-----|
| figura 1. | Esquema zonal de líneas de deseo continuas y aleatorias..... | 21 |
| figura 2. | Esquema zonal de líneas de deseo de tipo radial | 22 |
| figura 3. | Esquema zonal de líneas de deseo tangencial..... | 23 |
| figura 4. | Buses de transporte público de alta capacidad articulado y biarticulado..... | 27 |
| figura 5. | Sistema de Transporte Público Integrado | 29 |
| figura 6. | Fotografía sistema BRT SaoPaulo | 34 |
| figura 7. | Fotografía sistema BRT Bogotá Transmilenio | 34 |
| figura 8. | Fotografía sistema BRT Transantiago | 35 |
| figura 9. | Fotografía sistema BRT de Pereira Colombia (Megabús)..... | 35 |
| figura 10. | Fotografía sistema BRT de Quito Ecuador (Corredor Central Norte)..... | 35 |
| figura 11. | Esquema sistema BRT componentes | 37 |
| figura 12. | Foto de un dispositivo semafórico | 38 |
| figura 13. | Foto de la señalización horizontal carril exclusivo Corredor Ecovía | 38 |
| figura 14. | Esquema de señalización horizontal y vertical en una intersección | 39 |
| figura 15. | Foto Corredor Ecovía con sus elementos de tráfico | 40 |
| figura 16. | Ascenso y descenso de pasajeros a lo largo de la ruta..... | 50 |
| figura 17. | Gráfico del Polígono de Carga a lo largo de una ruta..... | 50 |
| figura 18. | Mapa de Quito con la red vial urbana del DMQ..... | 92 |
| figura 19. | División Político Administrativo del DMQ actualizado 2010..... | 92 |
| figura 20. | División Político Administrativo de Quito urbano, actualizado 2010..... | 93 |
| figura 21. | Diagrama pastel de la composición de viajes en Quito | 94 |
| figura 22. | Modelo de tendencia del parque automotor en Quito..... | 95 |
| figura 23. | Recorrido de la Troncal del Sistema Trolebús Terminal Quitumbe – Estación de Transferencia La Y..... | 103 |
| figura 24. | Esquema de Circuitos internos sobre la Troncal Trolebús | 104 |
| figura 25. | Líneas de alimentadores del Trolebús..... | 108 |
| figura 26. | Vista del Modelo de Transporte Operacional para el Corredor Trolebús..... | 108 |
| figura 27. | Vista del Modelo de Transporte Operacional para el circuito Morán Valverde – La Y subsistema troncal | 109 |
| figura 28. | Vista del Modelo de Transporte Operacional para el servicio alimentador: Comité del Pueblo – Terminal Río Coca | 112 |
| figura 29. | Fotos del Corredor Ecovía..... | 113 |
| figura 30. | Esquema de la troncal del Corredor Ecovía..... | 114 |
| figura 31. | Circuito Terminal Río Coca – Marín Valle servicio troncal de la Ecovía..... | 116 |
| figura 32. | Resultados del alimentador de la Ecovía ruta: Agua Clara- Río Coca | 118 |
| figura 33. | Esquema de la troncal del Trolebús Terminales, Estaciones de Transferencia y Paradas | 120 |
| figura 34. | Circuitos de la troncal del sistema Trolebús | 121 |
| figura 37. | Pastel poblacional del sector de influencia | 140 |
| figura 38. | Gráfico pastel del porcentaje de participación de la flota en el Corredor Sur Oriental | 154 |

CONTENIDO DE TABLAS

| | |
|--|-----|
| Tabla 1. Inversiones de Sistemas de Transporte Público | 30 |
| Tabla 2. Matriz de posibilidades de decisión sobre proyectos al cruzar el VAN Social y Financiero..... | 63 |
| Tabla 3. Histórico del parque vehicular de Quito y su tasa de crecimiento anual..... | 95 |
| Tabla 4. Horario de operación e intervalos de despacho por hora en los circuitos del Trolebús103 | |
| Tabla 5. Distancias y tiempos de viaje operativos por hora en los servicios alimentadores del Trolebús 104 | |
| Tabla 6. Horario de operación e intervalos operativos por hora en los circuitos del Trolebús107 | |
| Tabla 7. circuito C2. Morán Valverde – La Y | 110 |
| Tabla 8. Horario de operación de los servicios alimentadores del Trolebús | 111 |
| Tabla 9. Servicio AlimentadorComité del Pueblo-La Río Coca | 112 |
| Tabla 10. Horario de operación e intervalos de la Troncal Ecovía..... | 115 |
| Tabla 11. Troncal Ecovía Circuito: Río Coca- Marín Valle..... | 116 |
| Tabla 12. Horario de operación e intervalos de los servicios alimentadores Ecovía..... | 117 |
| Tabla 13. Troncal Ecovía Circuito: Río Coca- Marín Valle | 119 |
| Tabla 14. Distribución de Trolebuses por flotas del Corredor..... | 122 |
| Tabla 15. Resumen Costos Troncal Sistema Trolebús | 123 |
| Tabla 16. Resumen de la estructura de Costos del Trolebús-Troncal por periodo | 124 |
| Tabla 17. Detalle de Costos totales por flota I y flota II de la troncal Trolebús | 125 |
| Tabla 18. Detalle de Costos Complementarios del Trolebús-Troncal | 127 |
| Tabla 19. Detalle de Costos del Trolebús (Alimentadores)..... | 129 |
| Tabla 20. Detalle de Costos totales de la troncal de la Ecovía | 132 |
| Tabla 21. Detalle de Gastos Complementarios de la Ecovía | 133 |
| Tabla 22. Detalle de Costos de los servicios alimentadores de la Ecovía | 135 |
| Tabla 23. Matriz de entradas con información del Trolebús | 138 |
| Tabla 24. Matriz de entradas con información de la Ecovía..... | 138 |
| Tabla 25. Población por parroquia involucrada | 141 |
| Tabla 26. Población por segmento de Edad de Quito urbano | 142 |
| Tabla 27. Flota según Permiso Operacional de transporte público involucrado en el CSO . | 148 |
| Tabla 28. Flota operativa por ruta de transporte involucrada en el CSO | 150 |
| Tabla 29. Demanda Mínima por Unidad de rutas involucradas en el CSO | 152 |
| Tabla 30. Porcentaje de participación del destino de las rutas del CSO | 153 |

CONTENIDO DE ESQUEMAS

| | |
|--|----|
| Esquema No. 1. Flujograma del flujo de caja para proyectos..... | 65 |
| Esquema No. 2. Estructura del proceso para la estimación de la Demanda | 81 |
| Esquema No. 3. Esquema para el análisis del Equilibrio entre oferta y demanda..... | 82 |
| Esquema No. 4. Estructura del Modelo de Transporte Operacional..... | 84 |
| Esquema No. 5. Estructura del Modelo Económico Operacional..... | 84 |

1 CAPÍTULO 1: CONCEPTUALIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE PÚBLICO MASIVO BRT'S

Introducción al Transporte, conceptos y definiciones generales del Transporte, Planificación del Transporte Público, Corredores de Transporte Público Masivo de pasajeros basado en los sistemas BRT'S, Características de los sistema BRT'S.

INTRODUCCIÓN

En base al Plan Maestro de Movilidad, documento aprobado por el Concejo Metropolitano de Quito, en sesión del 8 de abril de 2009, menciona uno de los principales problemas en la ciudad de Quito, y establece a la cantidad de vehículos livianos incorporados al parque vehicular de la ciudad durante los últimos 8 años, el número de vehículos aumentó de 273.764 a 398.000 en el periodo 2002-2008, es decir el parque automotor creció un 45,38% respecto del 2002, según lo dice el Plan Maestro de Movilidad 2009-2025, por lo tanto la red vial de la ciudad se ha visto saturada en varios puntos lo que muestra un panorama de conflicto a la hora de movilizarse, ya que durante el periodo analizado no se ha realizado ampliaciones en vías, ni proyectos viales que permitan mayor capacidad vehicular sobre la red vial urbana.

Otro problema con respecto a la movilidad es la forma en que se distribuyen los viajes, es decir la demanda de transporte, por lo tanto la distribución de viajes es aleatoria y cambiante, un parámetro importante es el **cambio modal** se define como la composición de los viajes realizados bajo un modo de transporte, este modo de transporte es un vehículo usado para movilizarse ejemplo Bus, auto, taxis en la ciudad, que “para fines del 2008 es el 66% en el Distrito Metropolitano de Quito DMQ, incluyendo viajes en transporte escolar para la modalidad del transporte público y que el porcentaje restante del 34%” (EPMOP, 2009) lo hacen a través del transporte privado o particular, es decir en su propio vehículo.

Uno de los principales factores que ha determinado que las personas se movilicen en transporte particular, es la **deficiencia** del servicio de transporte público en la ciudad, principalmente en periodos de tiempo en donde la mayor parte de personas se movilizan en diferentes medios motorizados a fin de llegar a sus destinos de trabajo, estudio u otra actividad comercial.

En tal virtud y con el afán de potenciar un sistema de transporte público eficiente, esta propuesta de modelación será capaz de abastecer la demanda actual y con visión al futuro, esta investigación pretende estudiar el patrón de comportamiento de la movilidad, y los temas relacionados con el mejoramiento del mismo, en base a priorizar los viajes en transporte público de tal forma que la movilidad se realice de manera organizada, ordenada y sobre todo minimice los tiempos de viaje, niveles de congestión, saturación en horas pico de la red vial urbana existente dentro la zona de investigación.

1.1.DEFINICIONES GENERALES

1.1.1. TRANSPORTE

Uno de los temas importantes dentro de la planificación del territorio y específicamente de la movilidad comprendida por los habitantes de un sector o aglomerado es el transporte, es decir el estudio de cómo se producen los viajes dentro de una urbe, con la finalidad de simular este comportamiento y así entender los problemas inmersos en él.

En las ciudades con grandes poblaciones, la movilidad se complica si no existe una debida planificación a mediano y largo plazo, al respecto también es importante conocer la normativa vigente y que es usada por el Distrito Metropolitano de Quito DMQ para proyectos y planes de transporte de pasajeros a futuro, es así que dentro del modo de transporte de personas, se puede clasificar en transporte privado y transporte público.

1.1.2. TRANSPORTE PÚBLICO

Se define así al transporte que usan las personas para movilizarse desde un punto hacia otro, con el afán de satisfacer la necesidad de viaje y que por ese traslado pagan una tarifa específica, esta investigación está enfocada a mejorar el nivel de servicio de transporte público integrado en un determinado sector.

Según el Plan Maestro de Movilidad para el Distrito Metropolitano de Quito 2009-2025, (EPMOP, 2009, pág. 23) menciona que la oferta actual se compone en convencional urbano que involucra el inter e intraparroquial y el transporte público integrado, Metrobús-Q en donde se encuentran los Corredores implementados (Trolebús, Ecovía y Corredor Central Norte).

1.1.3. TRANSPORTE PRIVADO

Este modo de transporte es conocido cuando las personas utilizan vehículos propios para su movilización con el objetivo de satisfacer su necesidad de viaje, por lo tanto el costo asociado a este modo de transporte es el pago de combustible que realiza el

habitante para trasladarse de un lugar a otro, en este caso se podría estimar un costo referencial con la información disponible del DMQ.

Según el Plan Maestro de Movilidad para el Distrito Metropolitano de Quito 2009-2025, (EPMOP, 2009, pág. 30) menciona:

Debido a las bondades que dispone el vehículo particular tanto en lo relacionado con el confort, y en la versatilidad de efectuar cualquier desplazamiento que el usuario quisiera, el número de viajes por este modo ha crecido, a pesar que registra una ocupación aproximada de 1,7 personas por vehículo ya que corresponde a la tercera parte de su capacidad y por ende influye en el congestionamiento vehicular por lo tanto es totalmente ineficiente movilizarse en este modo de transporte.

1.2.ELEMENTOS DEL SERVICIO DE TRANSPORTE PÚBLICO

1.2.1. CLIENTE Y USUARIO

En el caso de un sistema de transporte público el usuario o cliente es el pasajero, el cual utiliza el servicio de transporte público para satisfacer la necesidad de viaje, por lo tanto los usuarios que opten por movilizarse en transporte público utilizarán por lo menos dos veces al día el mencionado sistema, según (Sedesol, 2006, pág. 2).

1.2.2. OPERADOR DEL SERVICIO

Se conoce así al administrador del servicio, en otras palabras, el operador es el responsable del nivel de servicio y de la calidad del mismo; ya que tiene la responsabilidad de organizar la operación del mismo. (Sedesol, 2006, pág. 2)

1.2.3. TARIFA

La tarifa se define como el precio que paga el usuario por usar el servicio de transporte público al realizar un viaje, por lo tanto la definición tarifaria es un tema muy delicado ya que depende de la decisión política de cada urbe; y su impacto económico, las decisiones que se tomen al respecto se lo hará a nivel de país y no exclusivamente de ciudad. (Sedesol, 2006, pág. 3)

1.2.4. VIAJE

El concepto de viaje en un sistema de transporte público se lo conoce al movilizar un usuario en el sistema, es decir de un lugar a otro y lo hace con el objetivo de satisfacer la necesidad de llegar a su lugar de destino, por lo general el viaje se lo realiza por algún motivo y este puede ser estudio, trabajo o trámite.

El transporte público es un tema multidisciplinario, el mismo que incluye: vehículos, vías, personas, contaminación, financiamiento, automóviles, obras, economía, política, planeación, entre otros, por lo que su administración requiere de expertos en ingeniería (mecánica, civil, transporte, ambiental, economía, estadística, administración y parte legal). (Sedesol, 2006, pág. 3).

La esencia del servicio es transportar al pasajero, con el objetivo de satisfacer la necesidad del viaje, para lo cual se requiere establecer elementos necesarios para conformar un servicio de transporte público de calidad, a continuación se define los factores del transporte público:

1.3. FACTORES DEL TRANSPORTE PÚBLICO

Las dos componentes básicas en el transporte público son: pasajeros y el transportista o administrador del servicio, todas las demás componentes son accesorios.

1.3.1. COSTO, PRECIO

Para el servicio de transporte público el costo o precio viene a ser la tarifa, este análisis permitirá definir el precio que deberán pagar los usuarios desde el punto de vista del operador del servicio de transporte público.

Este tema es muy importante y esta investigación podrá establecer cuáles son los criterios técnicos que influirán en la definición tarifaria para el servicio de transporte público.

1.3.2. SUBSIDIO

El subsidio en términos generales, se da cuando el sistema no cubre los costos operacionales del servicio de transporte público, por lo tanto el gobierno podrá intervenir en el financiamiento del mencionado sistema de transporte.

1.3.3. OFERTA, DEMANDA

Estas variables son parte del análisis del proyecto de transporte público a mediano y largo plazo, el estudio de proyectos tiene como componentes indispensables la oferta y demanda, es así que el estudio deberá determinar estas variables, sino existe información al respecto, realizará una estimación la cual contendrá una metodología que garantice información confiable.

Según (Víctor Islas Rivera, 2002) los principales problemas que aparecen con el servicio de transporte público son:

- Una política de tarifa única en toda la ciudad ocasiona que los operadores abandonen las líneas menos rentables y operen en demasía las líneas más rentables, lo que provoca una completa inequidad en las ganancias y sobre todo una desorganización en la operación del sistema de transporte público.
- Definición de itinerarios con poca demanda, produce una reducción en la calidad del servicio, y además también provoca una menor rentabilidad para el operador del servicio.
- La contratación de servicio pagado solo por kilómetros recorridos induce a las empresas al desinterés por los pasajeros, por tal razón el modelo administrativo que se buscará formular deberá tomar en cuenta también la demanda de los servicios previstos.
- Tarifas que no cubran los costos operacionales causarán deterioro en el servicio, por ende disminución en la calidad del mismo; y sobre todo los operadores no podrán cumplir con las expectativas económicas del servicio de transporte público.

El funcionario público o en general el Municipio es el encargado de supervisar la gestión del transporte público, es así que se debe considerar como representante de los pasajeros, por lo tanto tiene la facultad de negociar con las empresas de transporte, es así que un buen representante deberá saber cuáles son las necesidades del usuario y cuanto están dispuestos a pagar, de igual forma debe conocer cuánto cuestan los servicios que desea contratar, con el objetivo de establecer un contrato adecuado para ambas partes; y sobretodo priorizando los intereses de los usuarios

La misión del gobierno es dotar de un servicio eficiente a los ciudadanos de una urbe principalmente cuando existen problemas de movilidad, los pasajeros necesitan satisfacer sus necesidades de viajes a través del transporte y los transportistas quieren explotar dicho servicio, por lo que se sugiere que la Autoridad competente, en este caso el Municipio tenga que realizar el control del proceso para proteger a los usuarios de las arbitrariedades de los transportistas o administrar conflictos entre diferentes empresas, esto en la ciudad de Quito se lo hace a través de la Secretaría de la Movilidad que en realidad es velar por una movilidad eficiente y sustentable, además deberá coordinar con la EPMOP Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas, con planes y acciones en beneficio de mejorar la prestación del servicio de transporte público.

A continuación se describen algunos errores en los cuales incurren las autoridades gubernamentales o seccionales en la administración del transporte, según lo menciona (Sedesol, 2006, pág. 4):

- Tarifas excesivamente bajas, por motivos políticos se reducen las tarifas de manera excesiva y los transportistas para mantener su ganancia reducen la calidad del servicio.
- Facilitar exclusividad de operación a una sola empresa o grupo de empresas asociadas para la operación del servicio con las inconveniencias resultantes del monopolio u oligopolio.

- Establecer rutas deficitarias aunque se pueda compensar al transportista con otras rutas rentables, toda ruta necesita ser monitoreada y aún más cuando esta es deficitaria con el objetivo de reducir la pérdida y sobre todo mantener un adecuado nivel de servicio para el usuario.
- Definir los sitios de paradas y el recorrido de los buses, de una forma técnica y a cargo de la autoridad competente, además la contaminación visual, sonora y ambiental contribuyen al deterioro en la circulación vehicular de las ciudades con niveles altos de población.

1.4.MOVILIDAD REGIONAL Y URBANA

Este es el tema básico para comprender la problemática del transporte, no obstante es una temática con una variedad de problemas teóricos y metodológicos, que no han sido suficientemente tratados en la literatura técnica, es por ello que los términos asociados a la movilidad regional y urbana se tratan con imprecisión, confusión o desvirtuando los problemas, es así que la mayoría de conceptos incluidos a continuación pretenden esclarecer y ordenar las ideas con el propósito de comprender las causas principales del problema y mejorar la teoría con respecto a la movilidad regional y urbana.(Víctor Islas Rivera, 2002, pág. 90)

1.4.1. DEFINICIÓN DE MOVILIDAD REGIONAL Y URBANA

Para describir este fenómeno, éste se basa en el estudio de los deseos de viajes entre una zona y otra dentro de la región o ciudad, y es el resultado de la interacción de las diferentes zonas de la mencionada región o ciudad estudiada, la cual expresa la cantidad total de viajes persona día (VPD).(Víctor Islas Rivera, 2002, pág. 91)

Sus principales condicionantes, según (Víctor Islas Rivera, 2002, pág. 91), menciona lo siguiente:

- Características de la actividad económica, se entiende al análisis de la tasa de cambio, que en este caso es el crecimiento de dicha actividad económica.
- Tipo y características del uso del suelo.
- Tipo y características de la población residente.

1.4.2. LÍNEAS DE DESEO

Se define así al resultado de la convergencia de viajes en cierta parte de la región o sector de la Ciudad, es decir la coincidencia de una cantidad de viajes en horario, dirección y periodo del día, en tal magnitud es posible agruparlos en un bloque continuo, también es importante indicar que los viajes de las líneas de deseo pueden tener motivos, orígenes y destinos diferentes de un día para otro pero en conjunto, mantienen cierta estabilidad en el corto plazo por lo que esto es su principal característica y atractivo para empezar a estimar la demanda cotidiana con respecto al transporte público.(Víctor Islas Rivera, 2002, pág. 91)

Con el afán de mostrar la forma de construir las líneas de deseo tenemos el siguiente gráfico.

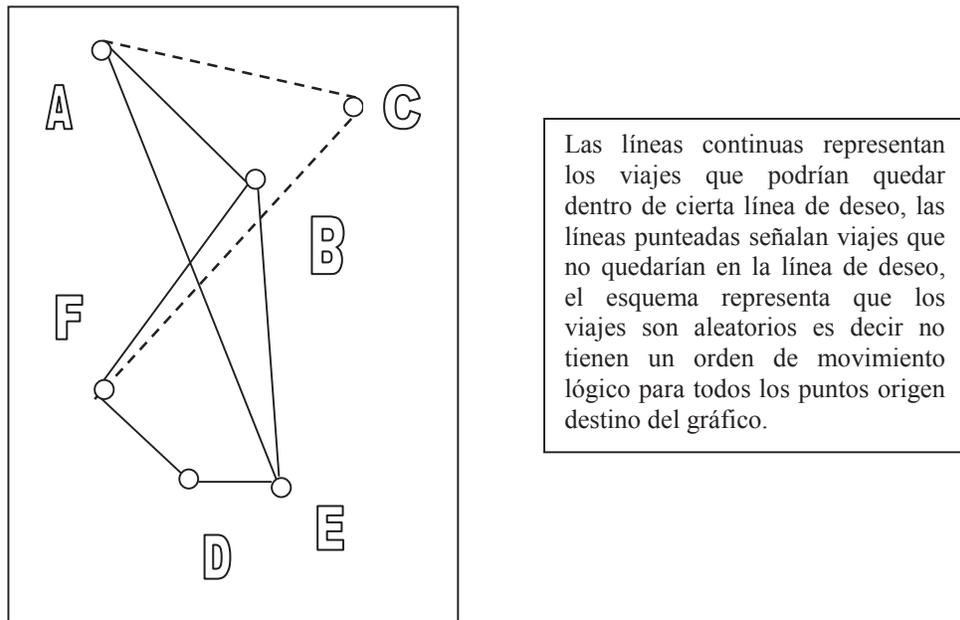


figura 1. Esquema zonal de líneas de deseo continuas y aleatorias
Fuente: (Víctor Islas Rivera, 2002, pág. 93)

1.4.3. TIPOS DE MOVILIDAD REGIONAL Y URBANA

Con el objetivo de caracterizar la movilidad urbana, se hace referencia a la forma de cómo están distribuidas las líneas de deseo dentro del área urbana, básicamente los tipos de movilidad urbana quedan definidos por la estructura urbana, es decir la forma en que se distribuyen las actividades de la ciudad en las diferentes zonas, y se clasifican en:

“Radial.- básica asociada a una estructura concéntrica, casi no existen viajes entre los mismos usos del suelo”.(Víctor Islas Rivera, 2002, pág. 94)

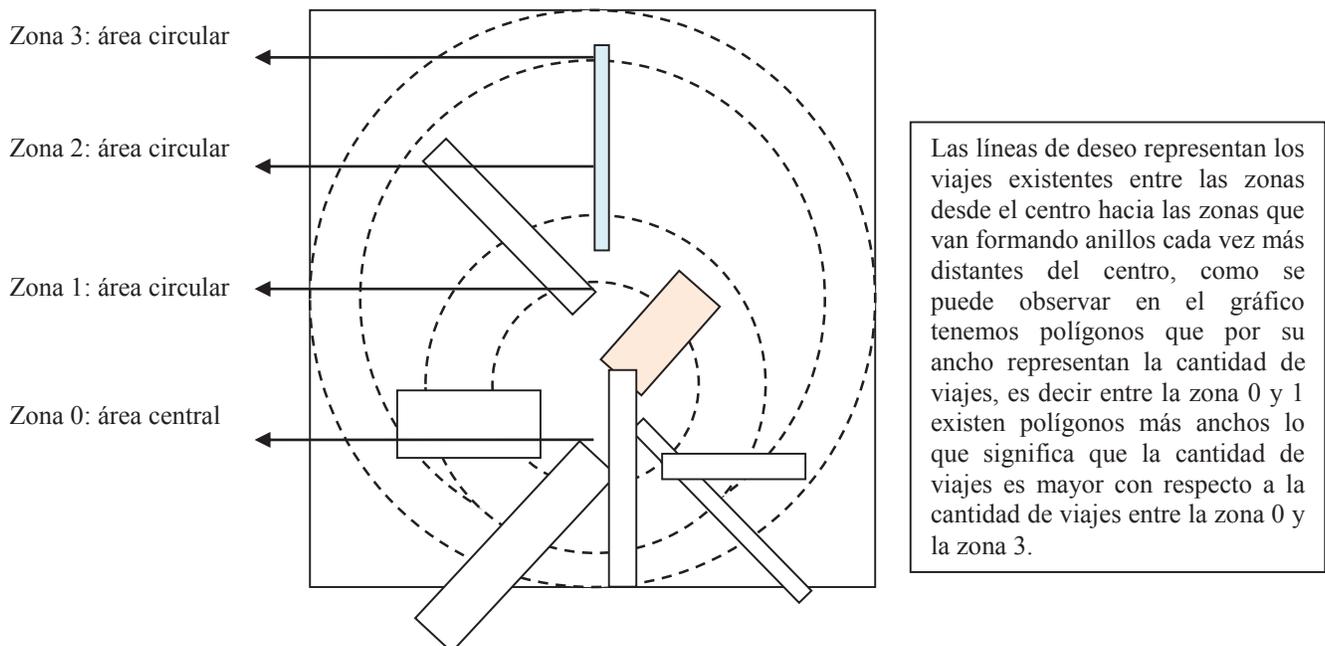


figura 2. Esquema zonal de líneas de deseo de tipo radial
Fuente: (Víctor Islas Rivera, 2002, pág. 94)

“Tangencial.- Básicamente asociada a una estructura sectorial, la tendencia supone que el patrón de viajes pasa por una cierta zona del borde del sector concéntrico”.(Víctor Islas Rivera, 2002)

los recorridos a bordo de un vehículo, sin embargo en diversos modelos de simulación para el comportamiento de la demanda los recorridos a pie no se consideran tramos, por razones de facilidad de calibración y uso de esos modelos.(Víctor Islas Rivera, 2002, pág. 90)

1.4.4.3. Tiempo de viaje.-

Es la variable que definirá la calidad de servicio de transporte, ya que el usuario escogerá la opción de transporte más rápida al efectuar su viaje, es decir este parámetro constituirá uno de los más importantes para la elección de un viaje, a continuación se examinarán las etapas del viaje y sus respectivos tiempos asociados: (Sedesol, 2006, pág. 6)

1.4.4.4. A pie.-

Todo viaje de transporte público tiene al menos dos etapas, la primera y la última que son caminando, al realizarse transferencias o transbordos, a cada una le corresponde también un viaje a pie, por lo tanto todo viaje se compone de dos etapas a pie y en bus.(Sedesol, 2006, pág. 7).

Según (Sedesol, 2006, pág. 7), los tiempos asociados a la actividad de la caminata son una fracción considerable del tiempo total de viaje y se deben a dos factores:

a) Cobertura Geográfica

La cobertura geográfica incide en las características de la movilidad.

Vehículos de baja capacidad permiten una mejor cobertura geográfica, pero a costos más elevados.

La distancia a pie es elevada por falta de condiciones de circulación de rutas de transporte, pendientes, caminos de tierra, etc.

b) Puntos de Parada.-

La ubicación de paradas fijas en zonas de media y alta demanda pueden reducir el tiempo de viaje de bus, así como mejorar la fluidez del tránsito en general, sin embargo para el usuario representa un tiempo adicional empleado al caminar.

Estimación del tiempo de viaje a pie.- El tiempo a pie es fácilmente estimable en base a la siguiente formulación:

$$(1) \quad \textit{Tiempo_a_pie} = \textit{distancia_a_pie} / \textit{velocidad}$$

La distancia puede estimarse por la longitud comprendida entre paraderos y densidades de usos de suelo o por encuestas. (Sedesol, 2006, pág. 8).

1.4.4.5. Sitios de Paradas.-

Para definir los sitios o lugares de paradas, se contará con información de densidad de residencias o densidad de empleos, se estima la demanda de cada tramo, en base a un recorrido de la ruta luego para cada tramo se estima la distancia a la ruta o parada más próxima y por último se determina la distancia media ponderada de toda el área de interés.

Una de las herramientas utilizadas para decidir entre dos o más alternativas, son las encuestas, normalmente empleadas en la ubicación de rutas, cuando los tiempos a pie tienen una importancia considerable, si el objetivo es un cambio de parada, la encuesta debe descubrir o encontrar el origen del usuario referencia, para establecer los recorridos actuales y futuros con las diversas alternativas planteadas, este procedimiento puede ser aplicado para el estudio de proponer rutas de transporte público de mayor cobertura.(Sedesol, 2006, pág. 11).

1.5. TRANSPORTE PÚBLICO INTEGRADO (TPI)

Se define así al servicio de transporte que será utilizado por aquellas personas que realizan viajes largos, es decir entre áreas periféricas ubicadas en polos opuestos de una ciudad o zona consolidada, éste sistema de transporte dispone de una infraestructura de carril exclusivo, conocido como troncal, cuya infraestructura de ciertos accesorios tales como paradas fijas centrales, diseñadas para satisfacer la necesidad de demanda de los sectores por donde se define la ruta troncalizada, también dispone de estaciones de transferencia y terminales, en donde se integrarán con servicios o

líneas alimentadoras, las cuales cubren áreas periféricas de la ciudad o región estudiada.

El servicio de transporte público integrado permite asociar un viaje que tenga una distancia relativamente grande y a su vez asocia una mayor capacidad del sistema ya que en su ruta troncal circulan buses articulados de alta capacidad y que llegado a un punto conectan a los usuarios a los buses normales a fin de que este servicio cubra las periferias del sector al contar con un carril exclusivo troncalizado, es evidente que la velocidad operacional implementada aumenta en el sistema.

Una de las componentes de estudio es el tráfico, cuyo análisis y tratamiento permitirá cuantificar el nivel de congestión, ya que a mayor tráfico, mayor congestión mayor tiempo de viaje y menor velocidad media operacional, en cambio a menor tráfico menor congestión menor tiempo de viaje y mayor velocidad media operacional, esta componente será analizada cuando se simule el tiempo de viaje del servicio de transporte público integrado, específicamente en los servicios alimentadores.

Los beneficios para los usuarios que utilicen el sistema de transporte público integrado, según(EPMOP, 2009, p. 25), son:

- Poder transportarse a mayor rapidez.
- Movilizar mayor número de pasajeros por la capacidad de vehículos utilizados en la troncal.
- Servicio de mayor cobertura con una sola tarifa llega a lugares periféricos en la ciudad de Quito.

Al considerar el servicio de transporte público integrado “Ecovía” todos los usuarios de ese sistema hacen viajes con un solo transbordo, en cambio en el servicio de transporte público integrado “Trolebús” éste permite una mayor cobertura; y los usuarios pueden realizar en un solo viaje hasta dos transbordos por lo tanto el sistema considera un beneficio económico de que con un solo pasaje el podrá trasladarse más kilómetros y

con el afán de conseguir un menor tiempo de viaje, lo que hace atractivo y beneficioso el uso de éste sistema en la Ciudad de Quito. (EPMOP, 2009)

1.6.SISTEMAS BRT

Estos sistemas en el mundo se han ido implementando como verdaderas soluciones para renovar la calidad del servicio de transporte público, a fin de contribuir con mejoras sobre la capacidad, tiempo de viaje, seguridad y accesibilidad que son ventajas con respecto a los servicios tradicionales de transporte público, a continuación se presentan otros beneficios de este sistema de transporte según (Fundación William y Flora Hewllet, 2007, pág. 4):

- Conlleva a una relación de costo beneficio favorable para zonas urbanas dentro de un determinado territorio
- Aumento de la velocidad operacional para el sistema de transporte público
- Favorece al ordenamiento de la movilidad a los usuarios de una urbe
- Disminuye los tiempos de viaje para los usuarios del sistema.

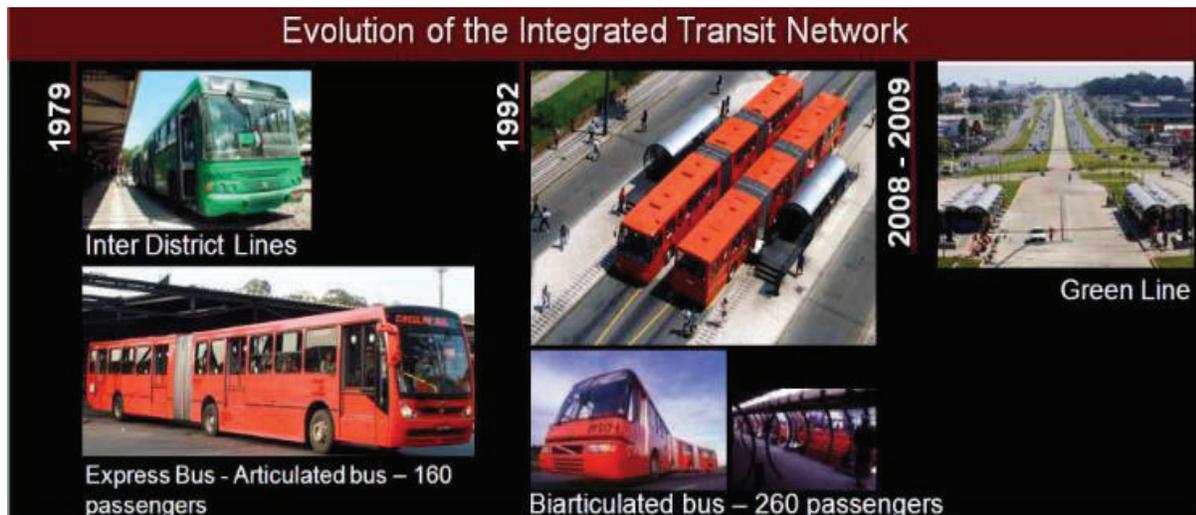


figura 4. Buses de transporte público de alta capacidad articulado y biarticulado

La popularidad creciente de los sistemas BRT'S como una solución viable a la movilidad urbana, y sobre todo para mejorar las condiciones actuales del nivel de servicio de

transporte público, se evidencian esfuerzos preliminares realizados en ciudades como: Curitiba, Bogotá y Brisbane al conseguir que las ciudades dispongan de una red funcional de Corredores de transporte público, el BRT hace posible incluso que ciudades que sean de bajos recursos económicos desarrollen un sistema de transporte masivo de calidad que supla las necesidades de la totalidad de viajes dentro de una región.(Fundación William y Flora Hewllet, 2007, p. 4)

El BRT no solo consiste en transportar personas, también representa un sistema de transporte que pueden transformar las ciudades en espacios más vivibles. Así mismo considera otro elemento que se conoce como la integración del BRT con el transporte no-motorizado, políticas progresivas de usos de suelo y medidas de restricción de uso de automóvil o de transporte privado que en general forman parte de un paquete sostenible que será considerado como un ambiente urbano sano y efectivo.

La habilidad del BRT es la de proporcionar un sistema de transporte masivo de alta capacidad, dentro del presupuesto de la mayoría de las municipalidades, la planificación e implementación de un buen sistema BRT dependerá de llevar a cabo todas las etapas previstas para el funcionamiento del mismo, es decir desde la pre-inversión, construcción y posterior operación del sistema, además después del inicio de operación, será importante realizar un seguimiento del nivel de servicio que permitirá ir mejorando o ajustando la evaluación operacional, económica y financiera del proyecto BRT. (Fundación William y Flora Hewllet, 2007, p. 6)

El BRT es un sistema de buses de alta capacidad, cuyo beneficio es proporcionar una movilidad urbana rápida, cómoda y a un costo-beneficio favorable, a través de la provisión de infraestructura segregada de uso exclusivo, operaciones eficientes traducidas en mantener un nivel de servicio de calidad.

Según (Fundación William y Flora Hewllet, 2007, p. 13)“un sistema BRT normalmente costaría de (4 a 20 veces menos) que un sistema de tranvía o tren ligero (LRT) y de 10 a 100 veces menos que un sistema de Metro”.

Los sistemas BRT'S que han sido desarrollados en el mundo son aproximadamente en 40 ciudades entre las cuales podemos destacar a: Bogotá (Colombia), Curitiba (Brasil), Otros sistemas líderes en Goiania (Brasil), Yakarta (Indonesia), Quito (Ecuador), en el mundo desarrollado se han implementado sistemas de alta calidad en: Brisbane (Australia), Ottawa (Canadá) y Rouen (Francia), en soluciones de transporte público es importante comparar sistemas existentes en otros países con el objetivo de buscar la mejor alternativa que puede aplicarse a las condiciones propias de la Ciudad de Quito, por lo tanto sí ya existen soluciones de transporte, lo ideal es copiar los sistemas que han funcionado y estudiarlos para que puedan ser acondicionados a las características propias de la Ciudad. (Fundación William y Flora Hewllet, 2007, p. 13)

Un proyecto BRT incluirá probablemente un proceso de varias fases de implementación, pues será imposible construir una red completa y funcional en un solo periodo, la duración de la fase inicial dependerá de varios factores, pero generalmente deberá capturar suficientes pasajeros para sustentar económica y financieramente el proyecto, a continuación se presenta un esquema de los servicios que podrán integrarse en la ruta troncal del Corredor.(Víctor Islas Rivera, 2002, p. 2).

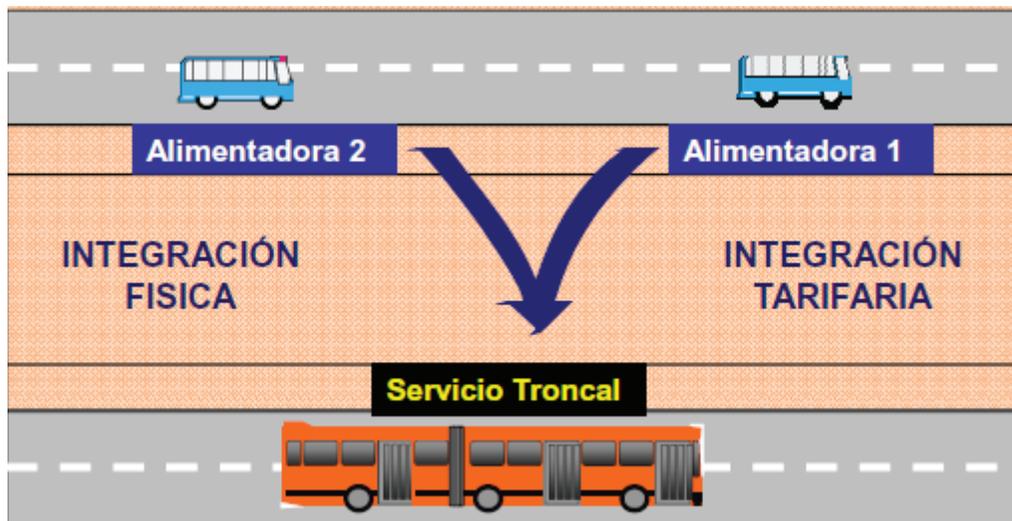


figura 5. Sistema de Transporte Público Integrado

Un sistema BRT es un sistema de transporte masivo de pasajeros, basado en buses con características de un sistema metro que provee un servicio (rápido, confiable y eficiente) desde el punto de vista de (Fundación William y Flora Hewllet, 2007), es una de las componentes claves para que se produzca eficiencia en costos, la inversión en infraestructura y los costos de mantenimiento a lo largo de la vida útil de los buses, es por ello que sí se realiza una comparación con un sistema rígido tipo “Metro”, a continuación se presenta una matriz, a fin de comparar un sistema BRT con otros sistemas de transporte obteniéndose así lo siguiente:

Tabla 1. Inversiones de Sistemas de Transporte Público

| INVERSIONES | METRO | TREN LIGERO | SISTEMA BRT |
|---|--------------|--------------------|--------------------|
| Liviano infraestructura mínima (carriles exclusivos y estaciones) | 80 millones | 15 millones | 7 – 14 millones |
| Pesado Obra Civil expreso y carriles prioritarios | 230 millones | 27 millones | 3 – 5 millones |

La importancia de los sistemas BRT’S recaen en que pueden ser implementados de forma paulatina, lo que significa que la ciudad empieza a adherirse y a familiarizarse poco a poco con el sistema mediante la incorporación gradual de etapas relativamente pequeñas, pero de gran impacto con el objetivo de satisfacer las necesidades de la demanda de transporte a la comunidad.

1.6.1. LOS ELEMENTOS BÁSICOS DE UN SISTEMA BRT

Los elementos básicos utilizados para la implementación de un sistema de transporte público basado en los sistemas BRT’S según (Fundación William y Flora Hewllet, 2007, p. 14)son:

- Carriles exclusivos
- Estaciones cerradas
- Rutas, definición de servicios
- Prioridad en la semaforización
- Señalización horizontal y vertical del sistema

- Seguridad peatonal
- Servicio frecuente
- Sistema de información oportuna al usuario
- Sistema de recaudación rápido y eficiente
- Vehículos de alta capacidad

Por lo tanto las ventajas que tiene el sistema BRT son:

- Combina las ventajas de un sistema Metro es decir con derecho de paso exclusivo para mejorar los tiempos de viaje entre un origen y destino.
- Contribuye a la puntualidad, mejora el nivel de servicio en la optimización de tiempos de espera de los viajeros.
- Los costos de inversión son menores.
- Persigue una planificación operacional adecuada se puede optimizar el número de buses necesarios para cubrir la demanda prevista.
- Disminuye los kilómetros recorridos dentro del sistema, reduciendo los kilómetros muertos, los cuales no aportan ingresos.

1.6.2. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA BRT

Una de las tareas claves es determinar las características principales que ayudarán a los diseñadores y desarrolladores del sistema a conformar todos los componentes necesarios para el inicio de operaciones, es así que a continuación se describen los elementos útiles para la implementación del Corredor:

1.6.2.1. Infraestructura física

Concebida para construir los carriles exclusivos (o carriles segregados de tráfico mixto para buses), se coordina estos diseños con el área de infraestructura en este caso es competencia de la Empresa Pública de Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas EPMMOP (Gerencia de Obras Públicas), cuya responsabilidad es ejecutar la obra pública del DMQ, según lo menciona (EPMOP, 2009, p. 45).

Puntos de paradas fijas con plataformas acopladas a la facilidad de embarque y desembarque de pasajeros.

La infraestructura física adecuada para el tipo de bus usado para operar, estaciones que den acceso a nivel, es decir la altura de las puertas de las unidades deben coincidir con la altura de los andenes para que puedan embarcar y desembarcar usuarios del servicio, diseños de planos Gerencia de Planificación de la Movilidad y ejecución física de la Obra Gerencia de Obras Públicas de la EPMOP, según lo establece (EPMOP, 2009, p. 48).

Estaciones especiales y terminales que facilitan la integración física para los usuarios que hacen transferencia desde las rutas alimentadoras a las rutas troncales y otros servicios del sistema de transporte público integrado Corredores existentes.

1.6.2.2. Modelo Operacional

Este modelo configura y diseña la operación del sistema con servicios frecuentes y rápidos entre orígenes y destinos con flota de mayor capacidad, eficiente mecanismo para realizar el recaudo y validación de tarifas antes de abordar el sistema de transporte, integración tarifaria entre los servicios propuestos.

Con el afán de mejorar las condiciones operativas y en definitiva el nivel de servicio de transporte público del sector, existen aspectos a considerar y que deben ser analizados y tratados para la conformación del proyecto de transporte público basado en los sistemas BRT'S, es por ello que se describen algunas consideraciones que forman parte de la administración y del proceso de implementación del Corredor.

(Fundación William y Flora Hewllet, 2007)

1.6.3. ESTRUCTURA DE NEGOCIOS

- Son procesos licitados competitivamente y totalmente transparentes para adjudicación de contratos y concesiones.
- Gestión eficiente que resulta de la eliminación o disminución de subsidios del sector público hacia la operación del sistema.
- Sistema de recaudo de la tarifa operado y gestionado de forma independiente.

- Seguimiento de control de calidad del servicio por parte de una entidad o agencia, que permita la evaluación y retroalimentación del nivel de servicio.

1.6.4. TECNOLOGÍA

- Tecnología de unidades con el afán de operar con bajas emisiones contaminantes
- Tecnología de vehículos de bajo ruido
- Tecnología de recaudo y verificación de tarifa automática
- Gestión del sistema a través de un centro de control centralizado
- Prioridad semafórica o separación de nivel en intersecciones

Según lo establece (Fundación William y Flora Hewllet, 2007, p. 13).

1.6.5. MERCADEO Y SERVICIO AL CLIENTE

- Excelencia del servicio y provisión de facilidades para el usuario
- Facilidades de acceso entre el sistema y otras opciones tales como (personas a pie, bicicletas, taxis, autos, buses), es decir en base a sus modos de transporte).
- Mapas de rutas, señalización y/o pantallas de información en tiempo real que son localizados de forma visible dentro de estaciones y/o vehículos.(Fundación William y Flora Hewllet, 2007, p. 25)

Las circunstancias y características de cada Ciudad dictarán el grado en que las propuestas mencionadas anteriormente sean o no realmente utilizadas por el sistema, las Ciudades pequeñas o medianas priorizarán las características que definan la calidad del servicio de transporte para una urbe, por ejemplo para el caso de este estudio nos enfocaremos en un sector de la ciudad altamente densificado o poblado como es el sur oriente de Quito, por lo tanto éste estudio pretende obtener las características de movilidad del mencionado sector.

1.7.SISTEMA BRT COMPLETO Y ESTÁNDAR

El sistema BRT forma un espectro de posibilidades, una diversidad de factores influyentes incidirán en los resultados positivos o negativos que tendrán los sistemas, los factores pueden incluir preferencias locales como por ejemplo cultura, densidad poblacional, distribución de viajes, motivos de viaje, clima, geografía, topografía, recursos financieros disponibles, capacidad y conocimiento técnico.

A continuación “se presentan algunas fotos con los sistemas BRT’S implementados en varias ciudades a nivel mundial”, información obtenida de (Fundación William y Flora Hewllet, 2007, p. 29)



Es un sistema de carriles exclusivos que se asemeja al de Curitiba, más una operación mejorada de buses cubriendo una red de 129,5 km, con la particularidad que es el único sistema en América Latina con tarifa integrada con el Metro llamado así sistema interligado, el cual ha generado mayor conectividad en sus servicios, el sistema de buses tiene una demanda de 140.000 viajes día.

figura 6. Fotografía sistema BRT SaoPaulo



Es el único real BRT completo (full), tiene 84 km en operación y transporta alrededor de 1.400.000 personas al día, su capacidad máxima alcanzada es de 40.000 pas/hora/sentido, lo que demuestra su mayor cobertura que los otros sistemas BRT’S en América Latina, una de las innovaciones más exitosas en la operación del Corredor ha sido el carril de sobrepaso y servicios expresos, lo que mejoró su capacidad por hora y por dirección y redujo los tiempos de viaje de traslado.

figura 7. Fotografía sistema BRT Bogotá Transmilenio



Este sistema tuvo grandes dificultades desde su inauguración en febrero de 2007, el proceso de implementación aplicado no fue el más adecuado ya que las personas de la noche a la mañana cambiaron de un sistema de transporte público de buses a un sistema de Corredor, además los estudios de demanda y cuestiones tecnológicas empeoró el sistema por lo que hasta ahora no se tiene datos concluyentes de demanda, por lo tanto el sistema está en su fase de reimplementación pues han tenido que redefinirse varios aspectos y esto supone costos adicionales.

figura 8. Fotografía sistema BRT Transantiago



Entró en operación en el 2006 en su primer año ha servido troncales de 15 km, con una demanda de 100.000 viajes diarios por lo que esta ciudad no es tan grande como Bogotá es una ciudad mediana y el costo por kilómetro del sistema fue de 1,7 millones de dólares americanos.

figura 9. Fotografía sistema BRT de Pereira Colombia (Megabús)



La característica más interesante del sistema de Corredores en Quito es su bajo costo y también que se logró construir estaciones y carriles exclusivos en condiciones de muy poco espacio vial disponible, actualmente operan tres servicios de Corredores sin integración tarifaria, esto es un factor negativo para la operación integrada, tiene una cobertura de 40 km en troncales y con una demanda diaria de 570.000 pasajeros.

figura 10. Fotografía sistema BRT de Quito Ecuador (Corredor Central Norte)

1.7.1.1. Infraestructura.-

Se establecen todas las condiciones para darle operatividad al servicio de transporte masivo basado en la rapidez, confiabilidad y seguridad del sistema, entre los cuales podemos citar:

Definición y construcción de carriles exclusivos, estaciones de transferencia, terminales, definición y construcción de paradas, patios de operación, centro de control, integración de servicios, urbanismo, accesibilidad para los usuarios del sistema, intermodalidad y multimodalidad. (Fundación William y Flora Hewllet, 2007, p. 18).

En la infraestructura y como parte de un sistema de transporte público eficiente es y fue “la implementación de los Corredores del sistema Metrobús-Q, los cuales han permitido racionalizar la operación y la disminución de la oferta innecesaria de buses logrando concomitantemente el ordenamiento y mejor desempeño de la circulación vehicular” (EPMOP, 2009).

1.7.1.2. Integración modal.-

“La integración modal está asociada a los principios de integración accesos a estaciones, seguridad en recorridos, iluminación, comodidad en estaciones según integración modal con sistemas BRT´S” mencionado por, (Pardo, 2008), por tal motivo las personas que lleguen a los terminales o estaciones por modos de transporte no motorizados (peatones) y a través de modos de transporte motorizados (autos, motos, taxis, buses), el Corredor deberá prestar todas las condiciones necesarias para satisfacer las necesidades de integración, por tal razón es necesario tomar en cuenta temas con respecto al tráfico e información territorial, tales como restricción vehicular, reformas geométricas, planeación de uso de suelo, población, densidad etc.

1.7.2. IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS BRT´S

Se refiere a poner en marcha la situación del proyecto el cuál involucrará el cronograma que establece la preparación del mismo, identificando las etapas de implementación del sistema de transporte masivo sujeto a los siguientes aspectos:

- Cronograma
- Financiación

- Contratación
- Construcción



figura 11. Esquema sistema BRT componentes

Las palabras claves dentro de un sistema BRT, son: corredor segregado, definición y construcción de la infraestructura de paradas fijas ubicadas a lo largo de la ruta troncal, definición de la ubicación de las paradas para el servicio de las rutas alimentadoras, definición del tipo de buses de alta capacidad para la ruta troncal y para el servicio de alimentación, diseño y propuesta de la semaforización, señalización horizontal y vertical del Corredor.

1.7.3. SISTEMAS TECNOLÓGICOS PARA ORDENAR EL TRÁFICO

Con la finalidad de ordenar el flujo de tránsito dentro de zonas urbanas se implementan los semáforos presincronizados, el cual es un dispositivo tecnológico que permite controlar el tránsito, que regula la circulación haciendo detener o proseguir el tránsito de acuerdo a una programación de tiempo determinado o a una serie de dichas programaciones, las características de programación de los semáforos pueden ser cambiadas de acuerdo a parámetros de: duración del ciclo, intervalo, secuencia, desfaseamiento, etc.

El sistema de semaforización del Distrito Metropolitano de Quito DMQ, está controlado y administrado por dos entidades: El Municipio del DMQ a través de la empresa Municipal de Movilidad y Obras Públicas EPMMOP y la Policía Nacional a través de la Dirección Nacional de Control de Tránsito y Seguridad Vial, la EPMMOP administra un poco más del 50% de las intersecciones semaforizadas en la zona urbana de Quito, básicamente en el Hipercentro, bajo un sistema centralizado de Semaforización, ordenado desde dos salas: norte (estación Trolebús La Y) y sur (Talleres del Trolebús en la estación El Recreo), (EPMOP, 2009, p. 40).



figura 12. Foto de un dispositivo semafórico
Fuente: Planificación de la Movilidad EPMMOP

1.7.4. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL



figura 13. Foto de la señalización horizontal carril exclusivo Corredor Ecovía
Fuente: Foto Unidad Metrobús-Q Gerencia de Gestión de la Movilidad EPMMOP

La señalización horizontal y vertical es parte de la ingeniería de tráfico y permite organizar los movimientos vehiculares y peatonales en las denominadas intersecciones

conflictivas, por lo tanto las señales de tránsito contribuyen a una movilidad segura y ordenada para la ciudadanía.

La señalización es una componente fundamental para tener una red vial completa y segura, es decir con la suficiente información para todas las personas que utilizan la infraestructura vial urbana puedan movilizarse con orden, a continuación se presenta un esquema referencial de señalización horizontal y vertical en una intersección.

Según menciona (EPMOP, 2009, p. 40), la señalización horizontal al 2008, alcanzó una cobertura del 90% en los Corredores principales de la red vial y un 30% en las vías secundarias o locales de la red urbana, sin embargo el material utilizado para el efecto (pintura acrílica de tráfico no tiene características técnicas de durabilidad en el tiempo pues el promedio de duración solo esta previsto para 10 meses, limitaciones de orden económico no han permitido disponer de una señalización horizontal de mejor calidad.

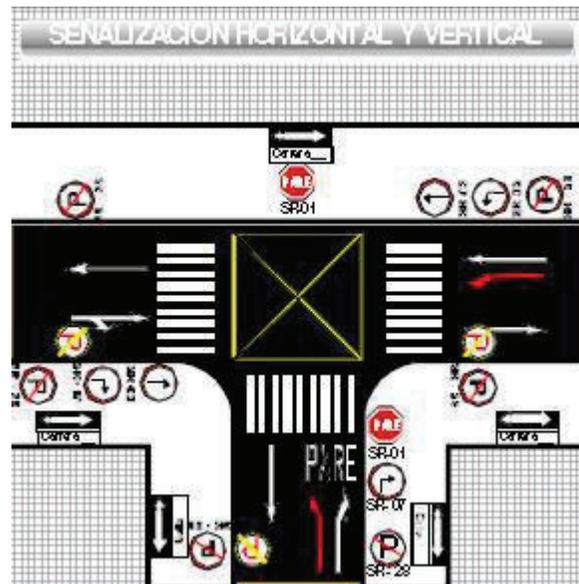


figura 14. Esquema de señalización horizontal y vertical en una intersección

A continuación se presentan una foto de la señalización horizontal del Corredor Nor Oriental de la Ecovía que opera en la ciudad de Quito en la ruta Terminal Río Coca – Marín Valle, esta foto se encuentra ubicada sobre la Av. 6 de diciembre en la plaza Argentina.



figura 15. Foto Corredor Ecovía con sus elementos de tráfico
Fuente: Metrobús-Q Gerencia de Gestión de la Movilidad

2 CAPÍTULO 2: MARCO TEORICO

Planificación del Transporte, Economía del Transporte, Estudio de la Demanda y Oferta, Modelación de transporte, Modelo clásico de transporte 4 etapas, Estadística aplicada, Conceptos y métodos de evaluaciones económicas y financieras para proyectos de transporte.

2. PLANIFICACIÓN DEL TRANSPORTE

La planificación del transporte consiste en perfeccionar las condiciones de movilidad en la comunidad, con el mejoramiento de la situación económica, el desarrollo de las demás oportunidades de trabajo y en definitiva el progreso de la situación actual de la movilidad dentro de la comunidad, los objetivos permiten lograr las metas de planificación, en base a los problemas identificados se caracterizan las condiciones necesarias para dotar de un servicio de transporte público organizado y eficiente a los ciudadanos.

La necesidad de establecer un nivel específico de servicio de transporte para satisfacer la demanda estimada, la capacidad adecuada, la rapidez, la frecuencia del servicio y la accesibilidad son las metas inherentes al proceso de planificación de transporte público, por lo tanto la planificación consiste en proporcionar un servicio seguro, fácil de obtener en cualquier momento y que ofrezca condiciones de confiabilidad para el usuario, además el servicio deberá de producir un efecto mínimo con respecto a la contaminación del medio ambiente.

Las funciones de transportación es vincular la población al uso del suelo, una meta adicional será asegurarse de que todos los usos propuestos del suelo y los núcleos familiares tengan la accesibilidad en cualquier momento, cuando no se desea desarrollar un área, la ausencia de transporte puede ayudar a este propósito. Según lo menciona (Territorio, 2006, pág. 14)

2.1.DISEÑO OPERACIONAL

El concepto del diseño operacional tendrá ramificaciones profundas en la calidad del servicio y la sostenibilidad financiera, la estructura del negocio del sistema será determinada en gran medida por la decisión entre un sistema cerrado o un sistema abierto, un sistema cerrado significa que el acceso al Corredor está limitado a un grupo de operadores y por ende a un número restringido de vehículos, en contraste con un sistema abierto generalmente, permite que cualquier operador existente utilice el carril de buses, esto tiene un resultado que la mayoría de sistemas tipo abierto han tenido una calidad inferior a los sistemas cerrados y así mismo problemas de congestión de carril particularmente en las estaciones e intersecciones, otra decisión de gran relevancia es la elección entre una configuración u otra por ejemplo tronco-alimentador o servicios directos, por lo que un sistema tronco-alimentado permite tráfico compartido en los servicios alimentadores, según la (EPMOP, 2009, pág. 69)

2.2.INFRAESTRUCTURA VIALIDAD

La vialidades la infraestructura de las avenidas y de toda la red que se toma en cuenta para el análisis de tráfico y transporte de forma general, es el soporte físico de la movilidad; permite la conectividad y provee condiciones de confort y de seguridad para la circulación de los diferentes modos de transporte, su rol es fundamental en el desarrollo socio-económico de una urbe.

Específicamente en la ciudad de Quito, el Plan Maestro de Transporte (EPMOP, 2009, p. 97), consideró la complementación de la red, con la construcción y operación de los corredores viales que incluyen facilidades de tránsito con prioridad para circulación del transporte público.

Una parte importante de esa infraestructura ha sido construida, así como también se ha mejorado los accesos a barrios periféricos y se ha maximizado la capacidad en varias intersecciones conflictivas.

Esta componente es clave para mantener un servicio de transporte público rápido, ya que depende del tipo de vía para que su circulación sea clasificada como rápida, o lenta, así mismo de la tipología en la Ciudad de Quito, existen vías longitudinales que atraviesan de sur a norte y las vías transversales que conectan el oriente con el occidente, a esto se suma que el mantenimiento vial es otro factor que será de utilidad en el momento de la operación del servicio.

La conformación urbana de Quito y en general de las centralidades suburbanas del DMQ, evidencia el problema de discontinuidad generada por la incorporación de suelo urbano informal; estos nuevos asentamientos de población han forzado la habilitación de vías de conexión que no siempre han respondido a las características técnicas y funcionales lo que ha ocasionado que en la red vial en muchos puntos presente condiciones de heterogeneidad, situación que no permite responder de manera eficiente a los requerimiento de la demanda, según lo mencionado en el Plan Maestro de Movilidad (EPMOP, 2009, p. 46).

2.3.CONDICIONES PARA DEFINIR EL PLAN OPERACIONAL

Las condiciones que definen el plan operacional de un determinado servicio de transporte público urbano dependerán de ofertar un servicio de transporte que pueda y cumpla con las expectativas y requerimientos del usuario el cuál se decida utilizar este servicio ya que entrega condiciones de ventaja al movilizarse dentro de una urbe y estas son: según (EPMOP, 2009, p. 52)

- Tiempo de viaje menor al utilizar otro tipo de transporte como por ejemplo vehículo particular.
- Accesibilidad al sistema de transporte público.
- Infraestructura adecuada y que preste condiciones de seguridad y agilidad en el momento de utilizar el servicio.
- Condición de confort durante el viaje realizado.
- A un precio cómodo (tarifa económica).

A continuación se describen los elementos que se toman en cuenta y son parte del plan operacional:

2.3.1. FLOTA.-

Es la cantidad de vehículos que tienen los operadores de transporte público de la región y/o ruta; esta se dimensionaría en función de la demanda establecida en la ruta.

2.3.2. FRECUENCIA.-

Corresponde al número de buses necesarios a utilizar para cubrir la demanda del recorrido de una ruta establecida en una unidad de tiempo o periodo fijado.

2.3.3. INTERVALO “HEADWAY”.-

Es el tiempo transcurrido entre el paso de dos vehículos sucesivos de una misma ruta, en un mismo sentido, por un punto de referencia y que representa el inverso de la frecuencia.

2.3.4. SECCIONAMIENTO.-

Es la delimitación de uno o más tramos de los itinerarios en donde se puede realizar ajustes operacionales (retornos) o ajustes tarifarios (cambio en el valor de la tarifa).

2.3.5. TIEMPO DE VIAJE.-

Es una variable operacional que establece el tiempo del sistema desde un paradero (origen) hacia otro (destino) por lo general este parámetro el atractivo del sistema de transporte público integrado debido a que en su troncal dispone de un carril exclusivo por sentido y por lo tanto garantiza mayor rapidez del sistema, en tránsito el tiempo de viaje se define como el tiempo que se demora un vehículo en transitar por un segmento de vía según (Territorio, 2006, pág. 17)

2.4.ECONOMÍA DEL TRANSPORTE

El estudio del transporte está directamente relacionado con la economía de un país o en particular de una ciudad y del comportamiento de los usuarios en base a las necesidades creadas por la forma en que se movilizan dependiendo de sus diferentes actividades de vida, por lo tanto es importante abordar la teoría de la economía aplicada al transporte, enunciando los puntos fundamentales en los que se aplica la planificación del transporte público, se debe considerar solo lo relacionado con el transporte público de pasajeros, (Víctor Islas Rivera, 2002, pág. 11)

- Tecnología del servicio de transporte público (Infraestructura y definición de servicios)
- Tiempo de los usuarios (tiempo de viaje en el sistema)
- Características de los servicios de transporte público
- Análisis de competencia y necesidad de regulación
- Costos del proveedor del servicio, costos del usuario, costos sociales (Quién debe asumirlos).

Para este estudio se asume que el conflicto entre pasajero y transportista es el mismo que en cualquier actividad comercial entre el cliente y el comerciante:

“El primero quiere aumentar la función: **beneficio-precio**, y el segundo quiere aumentar la función **servicio-costo**” según lo dice el Manual de Operación de Transporte Público (Sedesol, 2006, p. 6)

A continuación se presentan enunciados sobre el efecto económico que puede obtenerse en el ejercicio de la operación del servicio de transporte público, por ejemplo:

“Si la ganancia es alta, más empresas se interesarán por prestar los servicios, el precio baja y la calidad (beneficios) sube, en cambio si la ganancia es baja, algunas empresas desisten o se asocian, para subir precios y bajar costos, esta es una estrategia que aplican para no perder mercado”.

En base a esto el gobierno juega un rol determinante, ya que dependerá de su filosofía política, por ejemplo si la política económica es liberal, el gobierno no tiene papel alguno, si la política no es cambiante, el gobierno asumirá totalmente la operación del transporte público, teniendo sus propias empresas, buses, conductores y asume los riesgos inherentes al negocio, según el Manual de Operación de Transporte Público, componentes del Transporte Público, (Sedesol, 2006, p. 7).

2.4.1. CARACTERÍSTICAS DEL SERVICIO DE TRANSPORTE PÚBLICO

Las características definen la calidad de servicio, de forma general un conjunto de características describen la situación del servicio en transporte público, por ejemplo, si hablamos del sistema de Corredores en la Ciudad de Quito, tomemos de referencia el Trolebús, hoy convertida en una Empresa Pública Metropolitana de Transporte de Pasajeros de Quito EPMTQP, en las actuales condiciones ya no se puede viajar en este sistema, especialmente en horas pico existe demasiados usuarios, las unidades articuladas cada vez se hacen más viejas y su estado mecánico electrónico se va deteriorando, no ha existido proyectos que fortalezcan y amplíen la capacidad del sistema, por lo tanto este Corredor dejó de ser una solución para movilizarse con rapidez y sobretodo comodidad.

Según lo que menciona el Plan Maestro de Movilidad el servicio de transporte público convencional en el Distrito es prestado por 95 compañías y cooperativas, que con el 86% de la flota movilizan diariamente el 76% de usuarios, mientras que el sistema integrado Metrobús-Q actualmente conformado por los corredores Trolebús, Nor Oriental Ecovía y Central Norte con el 14% de la flota moviliza el restante 24%, esto debido a que opera en carriles exclusivos segregados y con buses de alta capacidad como son los articulados y trolebuses de 160 pasajeros; los buses del sistema convencional en promedio tienen una capacidad de 65 pasajeros y operan en carriles de tráfico mixto. (EPMOP, 2009, p. 25).

“El transporte público convencional cuenta con 131 rutas, atendidas por 41 operadoras y una flota de 2034 buses, en cambio los servicios convencionales interparroquiales operan en 70 rutas con 27 operadoras y 414 unidades”, lo menciona (EPMOP, 2009, p. 25)

2.4.2. TIEMPO DE VIAJE EN TRANSPORTE PÚBLICO

Esta es una de las características cuantitativas que se analizará y que será sujeto a medición, en este estudio con el objetivo de que un sistema de transporte público se

convierta en eficiente deberá de disminuir al máximo el tiempo de viaje al realizar sus desplazamientos, además con el afán de optimizar el servicio de transporte una de las variables claves de mayor impacto en la movilidad es justamente el tiempo de viaje en definitiva a menor tiempo de viaje mayor ahorro de tiempo en las demás actividades.

“Este tiempo también se lo define como el desgastado en el interior del vehículo directamente relacionada con la velocidad media y la distancia recorrida desde su embarque hasta el desembarque”, según (Territorio, 2006, pág. 18)

2.4.3. CALIDAD DEL SERVICIO

La calidad del servicio de transporte público se definirá en función de dos aspectos los cuales son: rapidez y confort, según (Sedesol, 2006, p. 8)

2.1.1.1 Rapidez

- Disminución del tiempo de viaje de recorrido.
- Mayor número de unidades en horas pico (incremento de flota)
- Análisis de la flota necesaria para que la tasa de ocupación de la unidad de transporte público sea más equilibrada en los diferentes periodos del día.

2.1.1.2 Confort

- Accesibilidad al sistema
- Mayor interconectividad.
- Disminuir la tasa de ocupación en horas pico, es decir evitar que los buses o articulados en esas horas viajen totalmente llenos.

Según como menciona (Sánchez Arellano, 1997, pág. 15), “la calidad de transporte público urbano debe ser contemplada con una visión general, esto es, debe considerarse el nivel de satisfacción de todos los actores directa o indirectamente inmersos en el sistema: usuarios, comunidad, gobierno, trabajadores del sector y empresarios del ramo del transporte”.

2.4.4. TRANSPORTE PÚBLICO EN LA CIUDAD DE QUITO

Las alternativas desarrolladas o creadas para cubrir las necesidades del servicio de transporte público requieren de grandes inversiones al inicio, posiblemente en el transcurso del tiempo estimado del proyecto, pero es importante programar posibles escenarios con el afán de garantizar sustentabilidad económica y financiera en el mediano y largo plazo al ser analizados continuamente.

Los servicios de transporte público, los aeropuertos y los sistemas de control de inundaciones son proyectos públicos de larga duración promueven el uso del método capitalizado, utilizados para n periodos, cuyo n deberá de ser a largo plazo es decir de 10 años en adelante con el afán de que la inversión a la que se hace referencia tenga razón de ser. (Sánchez Arellano, 1997)

Los proyectos del sector público no generan ganancias, además poseen costos asumidos por el organismo gubernamental que benefician a la ciudadanía, sin embargo estos proyectos a menudo generan consecuencias indeseables como lo manifiestan algunos sectores de la población, el análisis económico debería considerar tales consecuencias en términos monetarios a un grado que sea posible estimarlos.

2.4.5. INFORMACIÓN PRIMARIA RECOLECTADA

- Recopilación de estudios matrices origen-destino OD para las zonas involucradas.
- Análisis de las matrices OD con respecto a las rutas de transporte público convencional e integrado que forman parte de las zonas de estudio.
- Recopilación de encuestas sube y baja a través de las rutas de transporte público.
- Determinación de la demanda de transporte por viaje a través de los diferentes tramos del recorrido.
- Estimación del número de viajes diarios actuales en función de los resultados obtenidos en la matriz origen destino OD.

- Valoración de la demanda diaria en función del número de viajes establecidos en el punto anterior.
- Análisis e interpretación de algunos indicadores operacionales de la calidad del servicio de transporte público, en la zona de análisis.
(Caly mayor y asociados, 2008, p. 8)

2.4.5.1. Demanda de Transporte

En el estudio de mercado el análisis de la demanda es fundamental para elaborar el proyecto de transporte, por ejemplo la producción que se espera de un campo petrolero determina la capacidad de la tubería que transportará el producto, el nivel de servicio de una línea férrea que transporta minerales se basa en la estimación que una industria hace de su producción y de sus ventas determina la necesidad en cuanto a la utilización de los medios de transporte. (Víctor Islas Rivera, 2002).

El planeamiento o la definición de una ruta o servicio nuevo de transporte requiere procedimientos más complicados, es decir las nuevas carreteras exigen estudios de las condiciones económicas, sociales y ambientales de la región a la que se va a dar servicio, así como del impacto que se producirá en esos aspectos. (Sánchez Arellano, 1997).

2.4.5.2. Criterios para explicar la Demanda de Transporte

Con el afán de explicar el fenómeno de la demanda es conveniente conocer la definición de “**polígono de carga**”, y bajo un esquema gráfico, se presenta la demanda de viajes a lo largo de una ruta con el fin de observar el ascenso y descenso de pasajeros durante el recorrido de la misma.

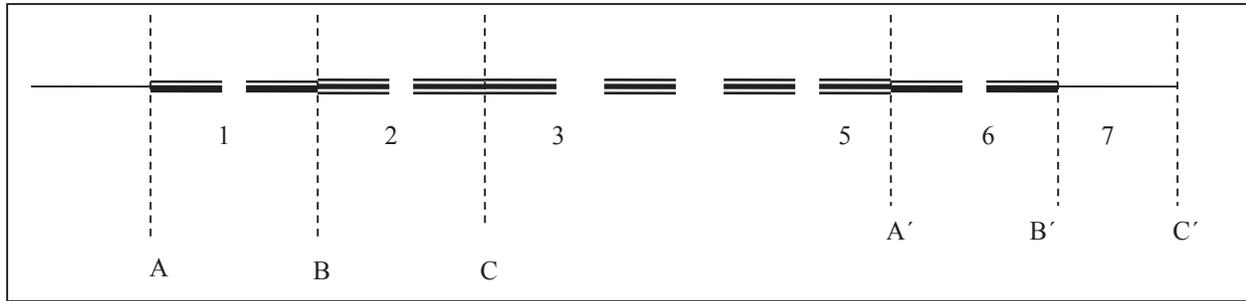


figura 16. Ascenso y descenso de pasajeros a lo largo de la ruta
Fuente (Víctor Islas Rivera, 2002, p. 95)

El esquema anterior se lee de la siguiente forma: existe un usuario del punto A al B a bordo del vehículo, de B a C van 2 y así sucesivamente conforme van ascendiendo los usuarios al vehículo; lo inverso ocurre desde el punto A` hasta el C` en donde descienden los usuarios, entonces trasladando este fenómeno a una gráfica se genera como resultado el polígono de carga correspondiente al comportamiento de ascenso y descenso de pasajeros de una ruta de transporte público (Víctor Islas Rivera, 2002, p. 25)

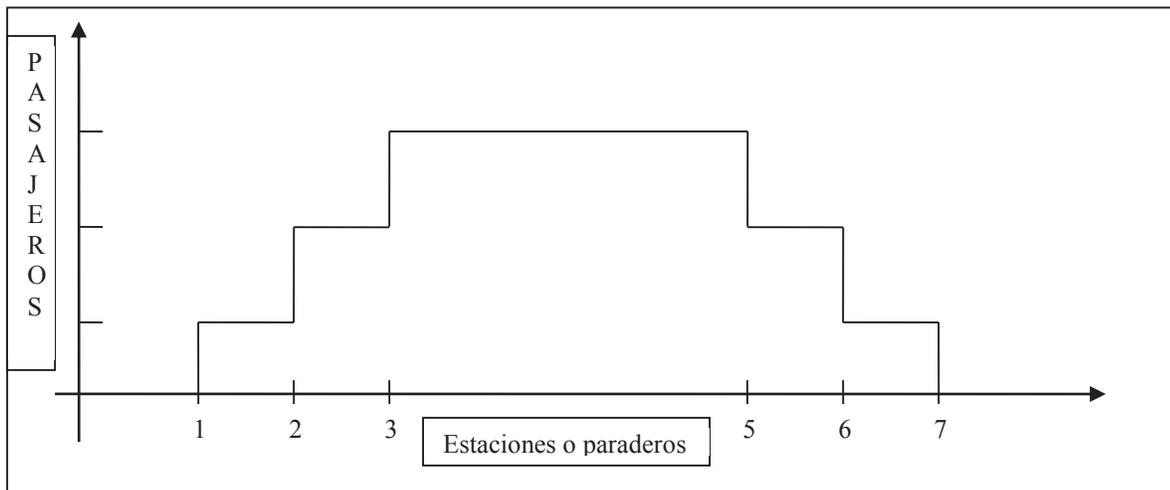


figura 17. Gráfico del Polígono de Carga a lo largo de una ruta
Fuente: (Víctor Islas Rivera, 2002)

Generalizando el esquema para los usuarios que arriban a la ruta para un periodo determinado y sin tomar en cuenta la capacidad del vehículo, habrá que considerar que tales arribos se distribuyen de forma heterogénea pero continua a lo largo de la ruta, es decir, se concentran en unas zonas y son dispersas en otras lo que hace que su

comportamiento sea aproximado a una variable aleatoria.(Víctor Islas Rivera, 2002, p. 96).

2.4.5.3. Estudio de Matrices Origen Destino

Este estudio permite conocer y determinar el comportamiento del movimiento de las personas, dentro de una zona en particular, por lo tanto para el planificador o la persona especialista en transporte, esta herramienta permitirá establecer los viajes dentro de un sector específico si esto se agrega podemos determinar la conducta de los viajes a nivel, sectorial, zonal, cantonal y de ciudad.

La magnitud de esta investigación dependerá de los objetivos que se pretenden alcanzar y podrán variar desde un simple muestreo de orígenes y destinos de vehículos que usan una intersección o que entran y salen de un centro comercial, hasta estudios de mayor amplitud y complejidad como la incorporación de sistemas integrados de transporte a una población insatisfecha por el servicio actual que dispone de transporte público.

Con el estudio origen destino se generan líneas de deseo, éstas son líneas rectas que conectan los centroides de zonas y que representan viajes que se realizan entre ellas, en su lectura gráfica la anchura de éstas líneas corresponden a la cantidad de viajes entre las zonas existentes.

La información que se obtiene de los estudios de origen destino es la siguiente:

- Demanda de viajes en la zonificación de transporte existente en un determinado poblado o zona de análisis.
- Establecimiento de la demanda de viajes a través de diferentes modos de transporte.
- Ubicación de sitios destinados a terminales o estaciones de transferencia.
- Localización y proyecto de nuevas vías arteriales, necesidad de infraestructura vial urbana.
- Modificación de rutas de transporte o implantación de carriles exclusivos (integración y consolidación del sistema BRT).

(Víctor Islas Rivera, 2002, p. 98)

2.4.5.4. Estudio de la Oferta

La oferta se determina con el análisis y obtención de la demanda ya que es el equilibrio del mercado existente, a mayor demanda mayor oferta, para el caso de planificación de transporte en el momento de realizar la asignación es decir ahí dimensiono la flota necesaria para cubrir la demanda de viajes en un determinado sector y para generar un Plan Operacional coherente y claro, La función de oferta representa la cantidad de bienes o servicios que un productor desea ofrecer a un precio determinado. Así, para el caso de una empresa que ofrece un servicio de transporte de pasajeros, la función de servicio estará dada por la cantidad de autobuses-kilómetro ofrecidos a determinada tarifa. Sin embargo, la cantidad de producto a ofrecer no sólo dependerá del precio del producto en el mercado, sino también de factores tales como el precio de los insumos y de la tecnología, según (Víctor Islas Rivera, 2002, pág. 4).

Para esta investigación el estudio de la oferta será el dimensionamiento de la flota dentro del sistema BRT para el Corredor Sur Oriental de forma integral es decir cuantificar que flota requiere el sistema en la troncal y en los servicios alimentadores.

Para la obtención de la oferta se aplica el análisis de equilibrio de la demanda es decir si obtenemos la información de la demanda actualizada y esta demanda mantiene una confiabilidad alta, se dimensionará una flota que satisfaga la mencionada demanda, según el Plan Maestro de Movilidad una de las características del problema de la movilidad en Quito es la sobreoferta que existe en transporte público convencional es así que con la implementación de Corredores basados en carriles exclusivos se pretende consolidar el transporte público integrado transformando o sustituyendo las actuales rutas de transporte convencional en servicios de transporte público integrado con la incorporación de otros servicios Corredores en este caso con el Corredor Sur Oriental. (EPMOP, 2009, p. 26)

2.4.5.5. Modelación de Transporte

La modelización de transporte o modelación de transporte, permite planificar situaciones futuras y actuales del transporte urbano. El concepto de “modelo” debe ser entendido como una representación, necesariamente simplificada, de cualquier fenómeno, proceso, y, en general, de cualquier “sistema”. Es una herramienta de gran importancia para el planificador, pues permite simular escenarios de actuación y temporales diversos que ayudan a evaluar alternativas y realizar el diagnóstico de futuro.

El esquema clásico de modelación es el de cuatro etapas, según (Perú, 2010, pp. 12-14).

- *Paso 1:* Modelos de generación de viajes para evaluar viajes producidos y atraídos por cada zona de transporte en distintos escenarios.
- *Paso 2:* Modelos de distribución, permiten estimar matrices origen-destino (O/D) futuras.
- *Paso 3:* Modelos de selección modal, para determinar la captación de cada modo entre las distintas relaciones O/D, para los motivos que se calibren.
- *Paso 4:* Modelos de selección de ruta o asignación que permite determinar los caminos o rutas escogidas para cada relación y la carga por tramos para líneas o redes viarias en los distintos períodos horarios analizados.

A veces, según los datos disponibles y el tipo de análisis que se desea se pueden prescindir del modelo de generación, quedando en tres etapas y obteniéndose únicamente el modelo de distribución. En corredores de carreteras sin transporte público realmente competitivo, es frecuente suponer que no hay trasvase modal y sólo se use el de distribución (o un modelo de crecimientos) y el de asignación únicamente.

También se pueden mencionar otros tipos de modelos como los de usos del suelo que permiten análisis interrelacionados y complejos entre actividad en el territorio y transportes.

2.4.5.6. Método de cuatro etapas

En este método de modelización de transporte se calcula separadamente la "generación de viajes", o número de personas o cantidad de carga que produce un área; la "distribución de viajes", que permite estimar el número de viajes o cantidad de carga entre cada zona de origen y destino; la "partición modal", es decir, el cálculo del número de viajes o cantidad de carga que usarán los diferentes modos de transporte y su conversión en número de vehículos; y, finalmente, la "asignación", o la definición de qué segmentos de la red o rutas utilizará cada uno de los vehículos.

2.4.5.7. Desarrollo matemático

El paso 1, quiere poder determinar los viajes producidos en cada una de las zonas P1 y los viajes atraídos A1. En la mayoría de los casos, los modelos de generación de viajes son de la forma:

$$P_i = f(z_1, z_2, z_3, \dots, z_n).$$
$$A_i = f(z'_1, z'_2, z'_3, \dots, z'_n).$$

Donde:

P_i: número de viajes producidos en la zona " i".

A_i: número de viajes atraídos en la zona " i".

z_n: variables que describen la producción de viajes

z'_n: variables que describen la atracción de viajes.

La forma más común de la generación de viajes es la función lineal de la forma:

$$P_i = a * z_1 + b * z_2 + c * z_3 + d.$$
$$A_i = a * z'_1 + b * z'_2 + c * z'_3 + d.$$

El paso 1 del algoritmo clásico de modelización de transporte se alimenta de:

Los atributos de cada zona por ejemplo la población y sus características (distribuciones de ingreso, motorización), el número de puestos de trabajo, el área de comercio, entre otros.

El resultado del paso 1 del algoritmo clásico de modelización de transporte son la cantidad de viajes producidos y atraídos por cada una de las zonas. Esta información a su vez alimentará el paso 2 del algoritmo: El modelo de distribución de viajes.(Perú, 2010, pág. 19)

2.4.5.8. Distribución de viajes

Distribución de viajes es el segundo de los cuatro pasos del clásico modelo de “4-pasos” (four-step-algorithm) en los modelos de planificación de transporte. Los otros pasos son generación de viajes, selección modal y asignación de viajes (o selección de ruta).

En este paso se unen en parejas cada uno de los viajes producidos en las diferentes zonas (del paso generación de viajes) con alguno de los diferentes lugares de atracción de viajes en otras zonas o en la misma zona. El resultado de este paso es una tabla de viajes entre las diferentes zonas del modelo, conocida como matriz origen-destino o matriz OD. La matriz muestra la cantidad de viajes desde cada uno de los orígenes "i" hasta cada uno de los destinos "j", según lo menciona (Perú, 2010, pág. 21).

Tabla: Matriz genérica de orígenes y destinos

| Orígenes \ Destinos | 1 | 2 | 3 | j | n | P |
|----------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|
| 1 | T_{11} | T_{12} | T_{13} | T_{1j} | T_{1n} | P_1 |
| 2 | T_{21} | T_{22} | T_{23} | T_{2j} | T_{2n} | P_2 |
| 3 | T_{31} | T_{32} | T_{33} | T_{3j} | T_{3n} | P_3 |
| i | T_{i1} | T_{i2} | T_{i3} | T_{ij} | T_{in} | P_i |
| m | T_{m1} | T_{m2} | T_{m3} | T_{mj} | T_{mn} | P_i |
| A | A_1 | A_2 | A_3 | A_j | A_n | total viajes |

En la matriz de tamaño m x n, donde:

T_{ij}: viajes desde el origen i con destino j.

P₁: total de viajes producidos en la zona 1.

A₁: total de viajes atraídos en la zona 1.

2.4.5.9. Desarrollo matemático

Del paso 1 generación de viajes se obtienen los viajes producidos en cada una de la zona P₁ y los viajes atraídos A₁. Con esa información de “input” se calculan los valores de cada casilla de la matriz, que contiene el número total de viajes entre la zona “i” y “j”: T_{ij}. Estos valores son el resultado de este paso del algoritmo.

$$T_{ij} = P_i * \frac{A_j * f(c_{ij})}{\sum_{i=1}^n (A_j * f(c_{ij}))}$$

Donde:

T_{ij}: número de viajes de la zona “i” a la zona “j”.

P_i: número de viajes generados en la zona “i”, del paso generación de viajes.

A_j: número de viajes atraídos a la zona “j”, del paso generación de viajes.

f(c_{ij}): función de impedancia.

La anterior formulación matemática distribuye los viajes producidos de la zona i P_i de manera proporcional a las atracciones de las zonas "j". A su vez, la función de impedancia es la que permite que los viajes menos convenientes (más distantes, más costosos etc.) sean castigados.

$$f(c_{ij}) = \frac{1}{c_{ij}^b}$$

Originalmente, "b" era asumido con el valor de 2,0, en analogía a la ley de la gravitación universal.

1 Al realizar el proceso de distribución, es posible que $\sum_{i=1}^n A$ no sea igual a $\sum_{j=1}^m P$. Esto implica que se deba iniciar un proceso iterativo.

La diagonal de la matriz O-D representan los viajes internos de cada zona, es decir los viajes que se originan y tienen destino en la misma zona. Los resultados de estos pasos deben presentarse aproximados a la unidad más próxima. Es posible que no existan viajes entre algunos pares origen-destino. En esos casos el resultado del desarrollo matemático pueden ser valores muy bajos, según (Víctor Islas Rivera, 2002, pág. 118)

El paso 2 del algoritmo clásico de modelización de transporte se alimenta de:

- La cantidad de viajes producidos y atraídos por zona
- Una matriz de costos interzonales.

El resultado del paso 2 del algoritmo clásico de modelización de transporte son la cantidad de viajes entre todas y cada uno de los orígenes y destinos (zonas), también conocida como matriz Origen-Destino. Esta información a su vez alimentará el paso 3 del algoritmo: El modelo de selección modal.

Los métodos matemáticos más comunes son:

- Para cada una de las cuatro etapas del proceso de modelización: la generación de viajes (modelos de atracción), distribución de viajes (modelos de gravedad), elección del modo (modelos logit y probit) y la asignación (fórmulas de equilibrio, las funciones de utilidad y fundamentos de estadística).
- Modelos más sofisticados como algunos proyectos de la UE: SCENES y ESTEEM.

(Lodos, 2006, pág. 14)

2.4.6. ESTADÍSTICA APLICADA

La estadística es uno de los temas que debe ser analizado con el afán de establecer el procesamiento o tratamiento que se va a realizar a la información recogida a fin de estimar ciertos estadísticos que son parte de la técnica de muestreo utilizada y con la estadística inferencial se puede estimar o llegar a concluir los valores de los parámetros de una población.

“La evaluación de los resultados de los estudios debe ser evaluada utilizando el método estadístico apropiado. Tanto los estudios de campo como los análisis estadísticos deben ser llevados a cabo con propiedad, de manera que las condiciones de tránsito prevalecientes sean conocidas”, según lo menciona (Territorio, 2010, p. 47).

Para el análisis y procesamiento de la información en el cual podemos describir de mejor manera cual es el promedio de viajes por periodo del sistema o de una ruta o de las rutas más largas, el promedio de pasajeros transportados en el transporte público convencional que influyen en la zona de análisis; así mismo del sistema de transporte público integrado, velocidades operacionales, cargas máximas, pasajeros hora dirección y otros temas que son parte de la operación del sistema y que son necesarios a fin de poder sintetizar y resumir la información operativa, administrativa y de gestión del transporte público.

Las fórmulas importantes de tendencia central y de variación o dispersión de datos se expresan a continuación:

Media Aritmética.- Esta ubicada cerca del centro de la distribución de los datos en cuestión, la tendencia central más comúnmente utilizada se la obtiene con la siguiente fórmula.

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^{i=N} X_i}{N}$$

Si las medias han sido colocadas en grupos como en el caso de las distribuciones con frecuencias la fórmula de la media aritmética es:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n f_i u_i}{\sum_{i=1}^n f_i}$$

La moda se define como el valor que más se repite dentro de un conjunto de datos, es decir el que ocurre con mayor frecuencia en la distribución de las medidas, a medida que el tamaño de muestreo es mayor, los valores de la mediana y la moda se hacen más confiables.

Para medir la dispersión de la información es decir la variabilidad el estadístico utilizado en la ingeniería de tránsito es el rango y la desviación estándar.

El **rango** se calcula cuando en un conjunto de datos se aplica: $R = X_{\max} - X_{\min}$.

Esta medida depende mucho del tamaño de la muestra y es demasiado sensible o medidas excepcionales o erráticas, el rango no puede ser usado para comparaciones.

La medida más importante de la variabilidad es la **desviación estándar**, que es la raíz cuadrada de la varianza y se obtiene con la siguiente fórmula:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{N - 1}}$$

Y cuando la información ha sido procesada en forma de grupos y frecuencia de ocurrencia de los mismos, la fórmula se expresa así:

$$s = \frac{\sum_{i=1}^n f_i u_i - \frac{\sum (f_i u_i)^2}{\sum f_i}}{\sum_{i=1}^n f_i}$$

Si la forma de datos se aproxima a una distribución normal, entonces se pueden obtener múltiplos de la desviación estándar a cada lado de la media, de manera que

representan los límites dentro de los cuales se encuentran se encuentran varios porcentajes de los valores totales en un muestreo en particular.

Distribución de Frecuencias

Desarrollar un cuadro de frecuencias es una manera conveniente de agrupar los datos para los efectos de la ingeniería de tránsito. Para desarrollar el cuadro es necesario seleccionar los grupos o clases. Si se seleccionan demasiados o muy pocos grupos, se pueden perder muchos detalles en la reducción de datos. En general, el número apropiado de clases o grupos varía entre 8 y 20., según (Territorio, 2010).

Distribución de Series de Tiempo

Los eventos que son observados y de los cuales se anota el instante exacto de su ocurrencia, son recolectados a lo largo de períodos de tiempo y su tabulación produce distribuciones de series de tiempo. El intervalo de tiempo adecuado para recolectar los datos se selecciona de acuerdo al propósito del estudio y puede variar de segundos a varios años de duración.

Distribuciones Espaciales

Muchas veces la información de tránsito se presenta con referencia a ubicaciones geográficas específicas. Tal es el caso de accidentes sobre segmentos de vía, inventarios de dispositivos para el control de tránsito sobre planos de la ciudad, etc., como lo dice (Territorio, 2010, p. 49)

2.4.6.1. INFERENCIA ESTADÍSTICA

Para la interpretación de los resultados de los estudios de ingeniería de tránsito, pueden usarse varias técnicas de inferencia estadística. La inferencia estadística permite la generalización de resultados de un muestreo para describir la población o universo de donde proviene el muestreo. Para el desarrollo de inferencias estadísticas se usan probabilidades. A continuación se presentan algunos métodos usados para inferencias estadísticas.

Más información de la materia se presenta en cualquier texto de estadística. Valores estadísticos son usados para describir una población entera. Sin embargo, la validez de esta descripción depende de la confiabilidad de los datos y de lo representativos de la población que tratan de describir. Los requerimientos para un muestreo representativo son, según (Territorio S. d., 2010, pág. 51):

1. La muestra debe ser seleccionada sin sesgo
2. Los componentes del muestreo deben ser completamente independientes los unos a los otros.
3. No deben haber diferencias entre las áreas de donde se recopilan los datos. Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito
4. Las condiciones deben ser las mismas para todos los elementos que constituyen el muestreo.

Confiabilidad del Muestreo

Asumiendo que el muestreo ha sido recopilado sin sesgo alguno, es posible calcular el error debido al azar por medio del cálculo de intervalos. El cálculo del intervalo de la media de una población en particular tiene mucha utilidad para ciertos estudios de ingeniería de tránsito.

2.4.7. DESCRIPCIÓN DEL MODELO BÁSICO DE EVALUACIÓN

El modelo básico de evaluación se puede resumir en dos alternativas:

Una para calcular el beneficio social neto del proyecto (VAN social) y otra para determinar el resultado financiero del mismo (VAN financiero). Ambos están vinculados por la política de precios que se aplique, por lo tanto la evaluación económica debe realizarse simultáneamente con su análisis financiero.(Mendoza, 2006, p. 24).

(2)



(3)

Donde:

VAN_s : Valor actual neto social.

VAN_f : Valor actual neto financiero.

$- I_0$: Inversión inicial

i : Tasa de descuento

T : Tiempo de duración del proyecto

BS_1, \dots, BS_T : Beneficio social para cada año, $t = 1, \dots, T$.

CS_1, \dots, CS_T : Coste social para cada año, $t = 1, \dots, T$.

$p_1 \times q_1, \dots, p_T \times q_T$: Ingreso privado para cada año.

CP_1, \dots, CP_T : Coste privado para cada año.

Como se puede observar los dos (VAN) tanto el social como el financiero están expresados anteriormente, es importante indicar que el primero es decir el VAN social engloba al segundo es decir al VAN financiero. (Mendoza, 2006, p. 26)

Si se tiene que tomar una decisión en ausencia de incertidumbre, se presenta un esquema en función de las características de los VAN social y financiero.

Tabla 2. Matriz de posibilidades de decisión sobre proyectos al cruzar el VAN Social y Financiero

| | | VAN financiero | |
|------------|----------|----------------|---|
| | | Positivo | Negativo |
| VAN Social | Positivo | Aceptar | a.- Sin restricciones presupuestarias realizar proyecto. b.- Con restricciones presupuestarias, recalcular VAN con variación de precios y/o capacidad. |
| | Negativo | Rechazar | Rechazar |

Fuente:(Mendoza, 2006, p. 46).

2.4.8. CONCEPTOS EN LA EVALUACIÓN FINANCIERA

La evaluación en general de un proyecto busca sistematizar la información relevante y útil para el **proceso de toma de decisiones**, describe la viabilidad del proyecto en base a criterios generales y particulares que forman parte de las componentes demanda, oferta estudio económico y elaboración del flujo de caja para lo cual se tomarán en cuenta ámbitos económicos, ambientales y sociales para conseguir una evaluación financiera de forma integral.

2.4.8.1. Evaluación Financiera

La Evaluación Financiera analiza el proyecto, desde su retorno financiero, se enfoca en el grado que el proyecto cumple sus objetivos de generar un retorno a los actores que participan en su ejecución y financiamiento.

2.4.8.2. Evaluación económica

La Evaluación Económica, desestima el problema financiero, es decir supone que todas las compras y ventas son al contado y que todo el capital es propio, permite al Gobierno tomar decisiones frente a proyectos propuestos en el país, como por ejemplo a intervenir para conceder licencias de funcionamiento o importación, fijación de tarifas, controles de precios, aranceles o subsidios.

La Evaluación Financiera ex-ante, analiza el proyecto a la luz de su retorno financiero, para esto se debe cumplir con tres funciones:

- Determina hasta donde todos los costos pueden ser cubiertos oportunamente y así contribuir a diseñar el plan de financiamiento,
- Mide la rentabilidad de la inversión y,

Asimismo, la Evaluación Financiera tiene entonces dos grandes pasos:

- La sistematización y presentación de los ingresos y egresos a través del Flujo de Caja Libre (FCL).
- El resumen de los costos y beneficios a través de indicadores (VAN y TIR) que permitan reflejar la rentabilidad del proyecto.

El análisis financiero, estudia la capacidad que tiene el proyecto para reponer suficiente y oportunamente el capital invertido. Mide la relación existente entre los ingresos y los costos en los distintos tiempos en que actúan.

La búsqueda de la eficiencia financiera está asociada al equilibrio de los costos y los ingresos del sistema en el tiempo, y con relación a los proyectos alternativos, por lo tanto será necesario contar con un instrumento que pueda brindar la flexibilidad de realizar análisis de tipo financiero.

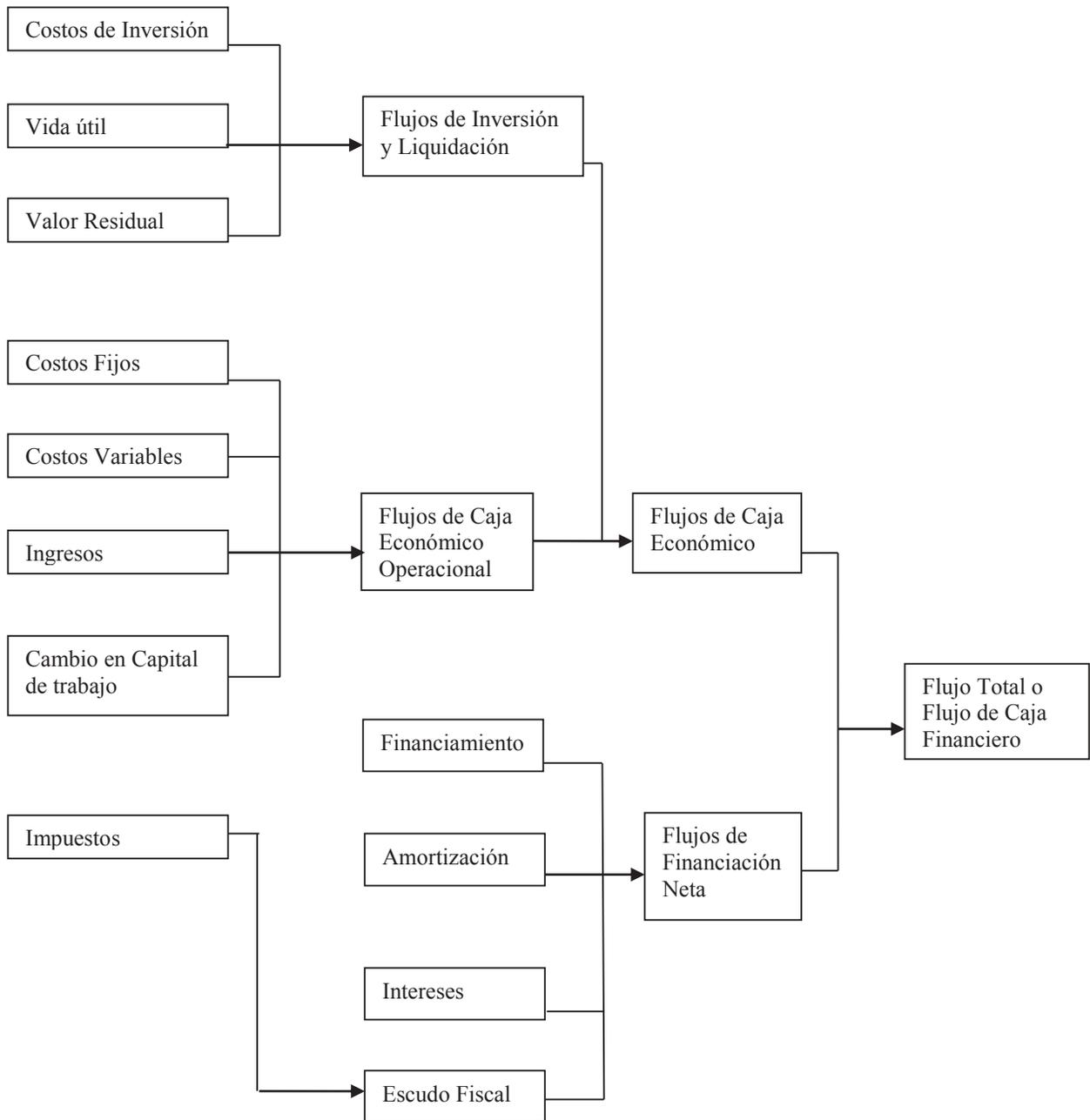
2.4.8.3. Flujo de caja

El flujo de caja es necesario para conocer la rentabilidad que se puede obtener del proyecto, la utilidad neta no debe estimarse a partir de la proyección de un estado de ganancias y pérdidas, puesto que lo importante es que el inversionista realmente puede retirarse del negocio sin afectar su marcha. Sin embargo, nada impide que se cuente con un estado de ganancias y pérdidas debidamente proyectadas. (Nassir Sapag Chain, 2000)

El Flujo se elabora para un número determinado de periodos (n), los cuales dependerán de la capacidad del proyecto de generar “renta económica”, es decir ganancias monetarias superiores a las obtenidas en otras actividades de igual riesgo, así mismo, se considerará la depreciación contable que se usará para fines de deducción tributaria (puesto que la depreciación es un gasto en el estado de ganancias y pérdidas pero este no implica salida de efectivo).(Nassir Sapag Chain, 2000).

A continuación se presenta un esquema con las componentes del Flujo de Caja Económico (o Flujo de Caja Libre). Ver esquema No.1.

Esquema No. 1. Flujograma del flujo de caja para proyectos



Fuente: Modelación y Evaluación Financiera de la operación de Recaudo Instituto Metropolitano PROTRANSPORTE de Lima

2.4.9. INDICADORES DE LA EVALUACIÓN FINANCIERA

A partir del flujo de caja libre, se pueden aplicar diferentes criterios de rentabilidad, los cuales se denominan indicadores de rentabilidad o indicadores de evaluación financiera y éstos son:

2.4.9.1. Valor Actual Neto (VAN)

Es el saldo del beneficio monetario real del proyecto a lo largo de su vida útil, después de descontada la tasa de rendimiento medio esperado del capital empleado, en otras palabras el valor actual neto se obtiene al traer a valor presente todos los valores del flujo de caja calculado y esto obedece a la siguiente expresión (Nassir Sapag Chain, 2000, p. 300).

$$(4) \quad VAN = \sum_{t=1}^n \frac{Y_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+i)^t} - I_0$$

$$(5) \quad VAN = \sum_{t=1}^n \frac{Y_t - E_t}{(1+i)^t} - I_0$$

Donde:

Y_t : Es el flujo de ingresos del proyecto

E_t : Es el flujo de egresos del proyecto

I_0 : Inversión inicial en el momento cero de la evaluación

i : Es la tasa de descuento tomada para el proyecto

Al aplicar este criterio y si el VAN es igual a cero, indica que el proyecto renta justo lo que el inversionista exige con su capital, sí el resultado fuese mayor que cero, indicaría que el proyecto proporciona un remanente por sobre lo exigido, si el resultado fuese negativo, debe interpretarse como la cantidad que falta para que el proyecto rente lo exigido por la inversión realizada.

El rendimiento esperado está determinado por el costo de oportunidad, o sea el beneficio medio que el capital generaría en un uso alternativo en el mercado, este efecto es caracterizado por la tasa de descuento.(Nassir Sapag Chain, 2000, p. 301).

Si el valor del VAN es mayor a cero, se interpreta que el proyecto genera utilidades por encima de las expectativas del mercado, si es igual a cero, estaría cumpliendo las expectativas del mercado, y si es negativo, indica que no genera los beneficios medios esperados, y no necesariamente pérdidas para el proyecto.

En otras palabras el VAN representa los dividendos adicionales (o utilidad excedente a tiempo presente) que los inversionistas reciben por la inversión inicial, realizada después de pagado los dividendos mínimos correspondientes, a su costo de oportunidad del capital.(Nassir Sapag Chain, 2000, p. 301).

2.4.9.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

Dado que el cálculo del VAN se basa en una tasa de descuento referencial, pudiera presentar distorsiones de la realidad, el indicador financiero TIR permite establecer el valor de la tasa de descuento a la que el valor del VAN se anula, esto permite concluir que existe un colchón de utilidades que ayudará a soportar alzas en los costos o bajas en los ingresos.

Este criterio evalúa el proyecto con una única tasa de rendimiento por periodo en donde la totalidad de los beneficios actualizados, tomando de referencia lo que dicen Bierman y Smidt, la TIR representa la tasa de interés más alta que un inversionista podría pagar sin perder dinero.

La tasa interna de retorno TIR, puede determinarse aplicando la fórmula del VAN cuando éste se anula o se iguala a cero:

$$(6) \quad VAN = 0 = \sum_{t=1}^n \frac{Y_t - E_t}{(1+r)^t} - I_0$$

Donde:

r : Es la tasa interna de retorno.

Las demás variables ya fueron expresadas al hablar del valor actual neto VAN.

La tasa así calculada se compara con la tasa de descuento del proyecto, si la TIR es igual o mayor que ésta, el proyecto debe aceptarse y si es menor la decisión será de rechazo.(Nassir Sapag Chain, 2000)

2.4.9.3. Otros criterios de decisión

Uno de los criterios tradicionales de la evaluación bastante difundido es el del periodo de recuperación de la inversión, mediante el cual se determina el número de periodos necesarios que deben ser considerados para recuperar la inversión inicial, resultado que se compara con el número de periodos aceptados del tiempo de duración del proyecto.

Si los flujos fuesen idénticos y constantes en cada periodo, el cálculo se simplificaría a lo siguiente:

$$(7) \quad PR = \frac{I_0}{BN}$$

Otro criterio utilizado tradicionalmente para la evaluación de proyectos es la razón **Costo – Beneficio**, cuando se aplica teniendo en cuenta los flujos no descontados conlleva a los mismos problemas ya indicados, respecto al valor del dinero en el tiempo, para ello simplemente se aplica la siguiente fórmula matemática:

$$RBC = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{Y_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+i)^t}} \quad (8)$$

Una forma diferente de presentar este indicador es:

$$RBC = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{Y_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{E_t}{(1+i)^t}} \quad (9)$$

Donde:

Y_t : Son los ingresos del proyecto.

E_t : Son los egresos del proyecto incluido la inversión inicial I_0 .

Las diferencias de éste método respecto del VAN se refiere a que entrega un índice de relación, en lugar de un valor concreto, requiere mayores cálculos al hacer necesarias dos actualizaciones en vez de una y se debe efectuar una razón en vez de una simple resta. (Nassir Sapag Chain, 2000, p. 309).

El análisis coste-beneficio es economía aplicada, conocimientos teóricos sólidos, pero respondiendo a problemas prácticos en donde los datos no son completos o tienen cierta validez basados u obtenidos por estudios que datan de hace algún tiempo y por ende no es información actualizada.

Tiene como objetivo evaluar si los recursos reales que la sociedad sacrifica o tiene a su disposición para un proyecto específico estarían siendo compensados por los beneficios suficientes de acuerdo con las preferencias sociales entre presente y futuro, por lo que es recomendable estudiar las diferentes variaciones de preferencias en el periodo futuro. (Nassir Sapag Chain, 2000, p. 310)

2.4.9.4. Estructura del flujo de caja

La construcción del flujo de caja se fundamentará en una estructura general que se aplica para medir la rentabilidad de la inversión, ésta es la siguiente:

- + INGRESOS AFECTOS A IMPUESTOS
- EGRESOS AFECTOS A IMPUESTOS
- GASTOS NO DESEMBOLSABLES
- = UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS
- IMPUESTOS
- = UTILIDAD DESPUES DE IMPUESTOS
- + AJUSTES POR GASTOS NO DESEMBOLSABLES
- EGRESOS NO AFECTOS A IMPUESTOS
- = FLUJO DE CAJA

Para conocer mejor los rubros descritos en la estructura del flujo de caja del proyecto se analiza cada uno de ellos:

2.4.9.5. Ingresos afectos a impuestos.-

Se refieren a los ingresos esperados por la venta de los productos, para este caso, los ingresos constituyen la recaudación realizada por el número de pasajeros que se movilizan en el sistema BRT, este rubro también deberá considerar la venta de la unidad de transporte público, al renovar la flota durante el tiempo de duración del proyecto, característica a tomarse en cuenta al ser el proyecto evaluado a largo plazo. (Nassir Sapag Chain, 2000)

2.4.9.6. Egresos afectos a impuestos.-

Corresponden a los costos variables resultantes de la operación del sistema y los costos fijos anuales que forman parte de la operación, como por ejemplo la remuneración de los conductores y ayudantes, a estos se suman los gastos de administración necesarios para operar el servicio de transporte público.

2.4.9.7. Gastos no desembolsables.-

Estos gastos están constituidos por la depreciación, amortización de intangibles y el valor libro del activo que se venderá para ser reemplazado, la depreciación se obtendrá

al aplicar la tasa de depreciación anual y por lo tanto esta será fija durante todo el periodo de duración del proyecto (Nassir Sapag Chain, 2000)

Hay que tomar en cuenta que, si durante cualquier momento en que se dé un reemplazo de bus, cerca del tiempo de culminación del proyecto, éste efecto deberá de ser incluido en el flujo, ya que si se reemplaza al octavo año y sí son 10 años de duración del proyecto; y además considerando la depreciación a 10 años, su valor libro corresponde a 2 millones si su costo fuese de 10 millones.

2.4.9.8. Utilidad antes de impuestos.-

Es el resultado de aplicar el flujo con los rubros anteriormente mencionados.

2.4.9.9. Impuestos.-

Se determina el 15% de las utilidades por participación de trabajadores, luego se deberá reconocer un 24% del impuesto a la renta de la utilidad después de la participación de trabajadores, bajo el criterio de que el inversionista del proyecto, sea capital privado, es decir corresponde a los operadores privados del servicio, sí el proyecto se lo realiza con capital Municipal, éste no deberá pagar impuestos (Nassir Sapag Chain, 2000).

2.4.9.10. Ajustes por gastos no desembolsables.-

Con el objetivo de anular el efecto de haber incluido los gastos que no constituyen egresos de caja, se suma al flujo la depreciación, la amortización de intangibles y el valor libro, la razón de incluirlos primero y eliminarlos después obedece a la importancia de incorporar el efecto tributario que estas cuentas ocasionan a favor del proyecto.

2.4.9.11. Egresos no afectos a impuestos.-

Estos gastos deben ser incluidos por ser movimientos de caja y corresponden a las amortizaciones por el pago de la deuda, aquí también se encuentran las inversiones que enfrentará el proyecto debido a la ampliación de su capacidad de operación, éstos aumentarán en el momento y cuando sea necesario considerando que es un valor que sobrepasa el 50% del tiempo de duración del proyecto es decir se puede dar en el año 6 u 8.

2.4.9.12. Valor de desecho.-

“Se determina por el método económico, es decir se divide el flujo de caja del año 10, sin el valor de desecho, menos la depreciación anual por la tasa de retorno exigida” tomado textualmente de (Nassir Sapag Chain, 2000, pp. 267-270).

2.4.10. EVALUACIÓN DEL SERVICIO OFRECIDO

El rol del gobierno en la gestión del transporte público es representar los intereses del pasajero por medio del contrato de prestación de servicio de transporte, por tal razón es primordial que se conozcan o establezcan los intereses de los representados (necesidades del pasajero).

Lo mínimo que se espera del responsable por la administración del servicio, es que conozca la calidad actual del mencionado servicio, por lo que la modelación para cuantificar evaluar y mejorar el servicio es el reto de este trabajo y será un instrumento de apoyo para la Municipalidad que tiene dentro de sus competencias planificar y regular el servicio de transporte público.

2.4.10.1. Incertidumbre de proyectos de transporte

El modelo de evaluación hasta ahora presentado es un modelo probabilístico, lo que implica que el proyecto toma o considera valores aproximados donde la confiabilidad y certeza está fijada en base a las condiciones y los parámetros de la obra y del volumen de la demanda que se va a atender, esto obedece a un proceso estocástico.

Sin embargo y con un carácter más crítico, existe un conjunto de factores que hacen que el VAN ex-ante y ex-post de un proyecto puedan diferir. Por ejemplo en la construcción de infraestructuras de transporte, algunos de estos factores son especialmente relevantes para explicar la discrepancia entre la predicción y la realidad.

2.4.10.2. Variables sujetas a la incertidumbre

Existen al menos tres formas distintas que utiliza la incertidumbre dentro de la evaluación económica de los proyectos de inversión, lo que se refleja directamente en el VAN, las cuales no son excluyentes entre sí, tomado de (Mendoza, 2006, p. 60).

- Existe incertidumbre sobre los costes de inversión o explotación, esto puede originarse por la aparición de retrasos durante la construcción de la infraestructura y/o desviaciones que ocurren por precios reales con respecto a los presupuestados.
- La incertidumbre en el cálculo del VAN procede del cómputo de los beneficios, aquí aparece la incertidumbre de la demanda, pues junto a la dificultad de predecir el comportamiento futuro de los tráficos, existen otras variables como la elasticidad renta o elasticidad precio (para predecir el comportamiento de tráfico esperado), cuyo conocimiento preciso resulta complicado.
- La incertidumbre también es de tipo metodológico, referida a la dificultad de predecir con certeza los equilibrios con o sin proyecto y al propio cómputo de los factores, como valor del tiempo o el coste de los accidentes. (Mendoza, 2006, p. 61).

Por lo tanto para determinar el VAN del proyecto, y conocer con certeza todas y cada una de las variables aleatorias implicadas en él, resulta necesario seguir un proceso riguroso de modelación de la incertidumbre y análisis de riesgo que permita centrar los esfuerzos de análisis en aquellos elementos cuyo efecto relativo es mayor.

Fuentes de incertidumbre en la determinación del VAN:

$$(10) \quad VAN_s = -I_0 + \sum_{t=1}^T \frac{BS_t - CS_t}{(1+i)^t}$$

$-I_0$: Incertidumbre sobre la inversión inicial puede ocasionarse por demoras en las obras de infraestructura, costos reales versus previstos.

BS_t : Incertidumbre sobre la demanda; elasticidad precio, tráfico generado, elasticidad renta, crecimiento de la renta.

CS_i : Incertidumbre sobre el precio de los inputs; el consumo de inputs; se refiere a las unidades físicas de trabajo, materiales, energía, suelo, entre otros, salarios, variaciones exógenas de costes.

También existen otras fuentes de incertidumbre que se relacionan con temas de predicción de equilibrios, determinación de los ahorros de tiempo, estimación de valores monetarios, valor del tiempo.

El riesgo debe incorporarse estructuralmente al análisis desde el comienzo, por tal motivo existe un **proceso formal de modelación de la incertidumbre**

El cual consiste en los siguientes puntos:

- Planteamiento formal del proyecto
- Selección de las variables de riesgo
- Aplicación de la distribución de probabilidades
- Simulación de posibles resultados

(Nassir Sapag Chain, 2000, p. 62).

Para la realización de la evaluación económica de cualquier proyecto se requiere: Planteamiento del problema del sistema actual del servicio de transporte público, estructura de los costos, ingresos e inversiones como componentes del flujo de caja utilizados para construir un modelo con la característica de plasmar la realidad del comportamiento.

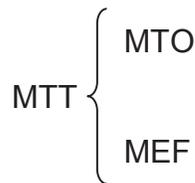
En consecuencia el identificar las variables fundamentales del proyecto, generando resultados para indicadores operacionales y financieros del sistema de transporte público integrado, mediante la utilización de los valores que razonablemente se espera que tomen las variables relevantes (rango), así como sus respectivas probabilidades de ocurrencia.

3 CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA

3. DESARROLLO DEL MODELO DE TRANSPORTE

Este capítulo describe la metodología empleada para la realización de los modelos propuestos a ser utilizados como un instrumento de modelación de transporte, en realidad el Modelo Técnico de Transporte formulado presenta dos sub modelos, el primero constituye un Modelo de Transporte Operacional y el segundo el Modelo Económico Financiero.

El primero determina la oferta del servicio con respecto al análisis de las variables operacionales de transporte, es decir, el Modelo de Transporte suministrará información con respecto a flota, frecuencias por unidad de tiempo (hora pico, hora valle, día, mes) y dimensionará los kilómetros recorridos del sistema, además se utilizará información de demanda con el afán de ajustar los índices operacionales actuales.



El Modelo de Transporte Operacional servirá de insumo con respecto a la evaluación económica-financiera del proyecto, el cual medirá el impacto económico y financiero del proyecto de Transporte; y así favorecerá la elaboración de herramientas diseñadas para evaluar alternativas de transporte a mediano y largo plazo, además se podrá realizar afirmaciones con respecto a las hipótesis planteadas en esta investigación, a fin de recomendar cuales serían las variables a utilizarse y cuáles deben ser los productos que generará el Modelo de Transporte Operacional como parte de este trabajo.

De esta forma, la funcionalidad del Modelo de Transporte Operacional se establece en la búsqueda de la información necesaria con respecto a la operación de sistemas BRT'S y a la conformación de una estructura lógica que permita analizar su impacto económico y financiero a través del tiempo, por lo tanto el estudio comprenderá componentes de inversión, costos operacionales, costos fijos, gastos administrativos,

estimación de demanda, estructura del flujo de caja y periodos de análisis a mediano y largo plazo, que serán parte de los aspectos a considerar para la realización del proyecto.

Según el Plan Maestro de Movilidad manifiesta que: “Los costos estimados de inversión en el sector público (MDMQ-Gobierno Nacional”, para los programas y proyectos del transporte público ascienden a 2’108.810.500”, según (EPMOP, 2009, p. 79).

3.1. ESTRUCTURA DEL MODELO DE TRANSPORTE OPERACIONAL

Consistirá en evaluar técnicamente la propuesta de un Plan Operación que simulará las condiciones de transporte público considerando índices operacionales del sistema de transporte, para lo cual se utilizará las variables de mayor sensibilidad en la formulación de la propuesta, por ejemplo para el Modelo de Transporte Operacional las variables a utilizar serán: volúmenes vehiculares (buses/hora), intervalos de despacho, tiempos de viaje, los tiempos de viaje a su vez dependerán de aspectos directamente influyentes como: capacidad vial, infraestructura semafórica, elementos reguladores de velocidad (reductores de velocidad, vías con restricciones de velocidades), pendientes y giros izquierdos en las vías de alta velocidad, incluso estado de vías, entre otras, las cuales tienen la característica de aumentar el mencionado tiempo de viaje en transporte.

El criterio es utilizar los viajes determinados en transporte público a fin de modelar su comportamiento en la zona de estudio y así estimar la partición que existirá entre servicios de transporte público convencional y transformarlos en servicios de transporte público integrado con el afán de consolidar el sistema de transporte basado en Corredores y así contribuir a una mejor movilidad a los usuarios que demanden de este servicio; a continuación se describen algunos indicadores operacionales que se tomarán en cuenta en el momento de aplicar el modelo de transporte operacional diseñado, tomado de la Metodología de actualización del modelo de transporte del área Metropolitana de Lima y Callao, según lo menciona (Perú, 2010, pág. 121)

Vehículos – km antes y después del proyecto.

Pasajeros – hora

Tiempos promedio de viaje
Longitud promedio de recorrido
Velocidad promedio comercial
Cambio modal en los años horizontes.
Polígono de carga de las rutas de transporte público relevantes.

3.1.1. DESCRIPCIÓN DEL MODELO DE TRANSPORTE OPERACIONAL (MTO)

Este modelo permitirá medir la calidad del servicio de transporte público del sector y dependerá de variables de entrada, éstas explicarán la situación actual de la problemática del transporte, el comportamiento de las propiedades técnicas a nivel de transporte público convencional y transporte público integrado detallaran la situación de los sistemas de transporte, actualmente en la ciudad de Quito existen cuatro Corredores operativos de los cuales en el sector de estudio operan el Corredor Central Trolebús con cinco rutas alimentadoras y el Corredor Sur Oriental en su fase inicial, así mismo se aplicará criterios estadísticos y matemáticos relacionados con la modelación a fin de que contribuyan al análisis de la operación del sistema de transporte público, lo que permitirá tomar decisiones operativas oportunas y que beneficien a la administración y planificación del transporte público a mediano y largo plazo.

3.1.2. VARIABLES DEL MODELO DE TRANSPORTE OPERACIONAL

Las variables a ser utilizadas en este modelo, dependerán de los productos que se van a obtener, por lo tanto la definición del producto es el Plan Operacional, el cuál describe la forma operativa del sistema de transporte, es decir los resultados serán:

- Análisis del polígono de carga, cuantas rutas de transporte realizan su servicio en el área de influencia.
- Determinar cuántas corresponden al servicio de transporte público convencional y cuántas al servicio de transporte público integrado.
- Análisis del polígono de carga, en cuanto a pasajeros en el área de influencia.

- Modelamiento del tiempo de viaje dentro del área de influencia y de los recorridos más influyentes en la zona de estudio.
- Análisis y revisión de matrices origen destino.
- Dimensionamiento de flota para cada uno de las rutas propuestas.
- Dimensionamiento de flota para la hora pico y la hora valle.
- Generación de indicadores operacionales.

Las variables a ser consideradas para el dimensionamiento de la flota en una ruta de transporte público son:

- Tiempo de viaje en redondo de la ruta analizada (Rutas de transporte público convencional e integrado)
- Horario de servicio de la ruta (Rutas convencionales e integradas)
- Intervalo de despacho de la ruta (En rutas convencionales e integradas/ Hora Pico /Hora Valle)
- Tiempo en espera en andén o paradas (en rutas convencionales e integradas)

Al analizar un conjunto de rutas de transporte público el dimensionamiento de la flota se lo hará en función del tramo crítico, es decir en las condiciones donde confluyen la mayor cantidad de rutas y frecuencias tomando de referencia un periodo determinado de tiempo.

El modelo dimensionará el conjunto de rutas de transporte público del sistema BRT, en función de las variables consideradas o de entrada y calculará la flota operativa y de reserva; que sustituirán el conjunto de rutas de transporte público actuales convencionales por la implementación paulatina de los servicios propuestos del sistema BRT que en definitiva tendrán igual o mayor cobertura de recorrido; y así satisfacer las necesidades actuales de demanda de transporte público estudiada en el sector sur oriental de la Ciudad de Quito.

La aplicación del Modelo de Transporte consistirá en aplicar lo anteriormente mencionado a fin de generar los diferentes indicadores operacionales en base al Plan

de Operación establecido en el sistema de transporte BRT para el Corredor Sur Oriental:

- Operación del Plan Operacional de Transporte Público Integrado
- Definición de servicios en troncal y alimentadores
- Parámetros operacionales (intervalos en horas pico, tiempos de viaje y nivel de capacidad del sistema).
- Asignación a la red de transporte integrado la participación de la demanda del sistema.

Una vez revisada y actualizada la información de las matrices origen destino aplicar el método de selección modal para identificar de los viajes determinados en la matriz OD, cuantificar el número que decidirá elegir el transporte público integrado.

Y la asignación a la red se lo hará al aplicar las condiciones de carril exclusivo basado en BRT'S con el respectivo análisis de la distribución de viajes entre el sistema troncal y alimentador considerando que lo harán de forma similar al del Trolebús que es un sistema de transporte público masivo ya consolidado.

3.1.3. MODELO ECONÓMICO –FINANCIERO

De igual forma este modelo necesita de los resultados del Modelo de Transporte Operacional, los productos que se busca obtener son:

- Costo asociado al Plan Operacional
 - Costo Operacional
 - Kms recorridos del sistema = kms Troncal + kms Alimentadores
 - Consumo Combustible del sistema = Consumos combustible Troncal + Consumo Combustible Alimentación.
- Y la evaluación financiera a largo plazo dependerá del escenario propuesto de transporte, aplicando el análisis de la incertidumbre.

Por lo tanto las variables manejadas para obtener el Costo asociado al Plan Operacional son:

- Identificación de los costos directos e indirectos a la operación del sistema.
- El precio directamente relacionado con el insumo de un determinado costo, precio referencial se determina en el año base 2012.
- La cantidad de producto o insumo necesario, por ejemplo el rendimiento de la flota, es decir cuántos kilómetros genera el Plan Operacional, por lo tanto se cuantifica el consumo total.

Las variables manejadas para la evaluación financiera a largo plazo serán:

- Estimación de inversiones iniciales para el proyecto
 - Inversión de flota actual
 - Tiempo de vida útil
 - Valor actual de la flota
- El tiempo afecta directamente al valor del dinero
- Tiempo de duración de la evaluación financiera
 - Definición de escenarios a mediano y largo plazo
 - Definición del horizonte del proyecto, establecimiento del plazo n.
- Estructura de la inversión, es decir proporción de capital más financiamiento
- Estimación de los ingresos del sistema de transporte, al año referencial 2012.
 - Cuantificación de la demanda del sistema a través del Modelo de Transporte Operacional (variable de incertidumbre)
- Depreciación de la flota
- Definición de tasas de crecimiento para variables del sistema tales como ingresos, costos y gastos del modelo previstos para realizar la evaluación económica financiera.

3.1.3.1. Estimación de la demanda

Para el estudio de la demanda, existirán dos métodos para la determinación de esta variable:

- Si no se tiene información de demanda, aplicar una metodología que permita estimarla para el sector analizado. (Aplicar la generación de viajes y su distribución, es decir establecer matrices origen destino actualizadas).
- Si se tiene información de demanda, revisar y estudiar el tipo de información recogido, a fin de utilizar esa información para estimar una demanda actual si es de años anteriores, y servirá también para calibrar las matrices OD obtenidas.

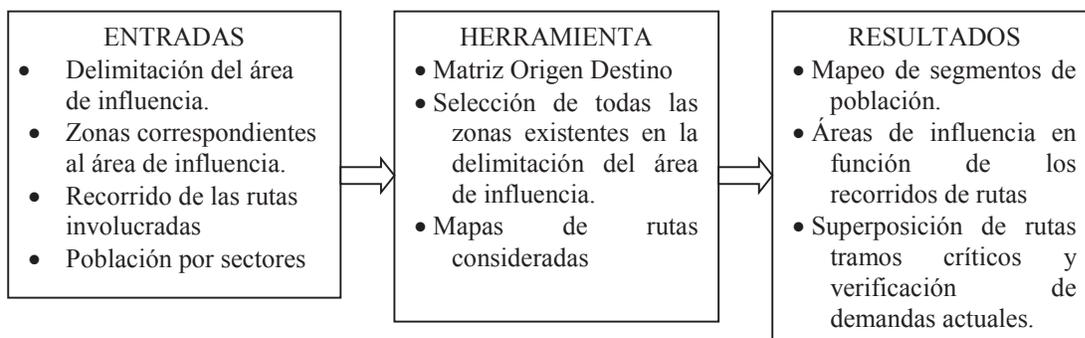
La demanda de transporte en el sector analizado permitirá determinar el número aproximado de viajes que se realizan para un día, semana, mes, etc., por lo tanto la periodicidad o tiempo de análisis es importante para clarificar el comportamiento de la demanda para diferentes días, es decir un día entre semana laborable no es el mismo con respecto a un día no laborable, es decir existe diferencias significativas al comparar un día de lunes-viernes con respecto a un sábado, un domingo o feriado.

Además con el objetivo de que esta variable sea parte de la estructura del modelo operacional la demanda de transporte definirá la estructura de la red de transporte propuesta, es decir el ejercicio será de distribuir la demanda de transporte hacia las rutas de transporte planteadas con el sistema BRT.

El análisis de la información permitirá elaborar un Plan Operacional eficiente, con el objetivo de explicar bajo qué condiciones operacionales se dará el equilibrio entre la oferta y demanda existente en el área de estudio.

3.1.3.2. Procedimiento para la obtención de la Demanda

Esquema No. 2. Estructura del proceso para la estimación de la Demanda

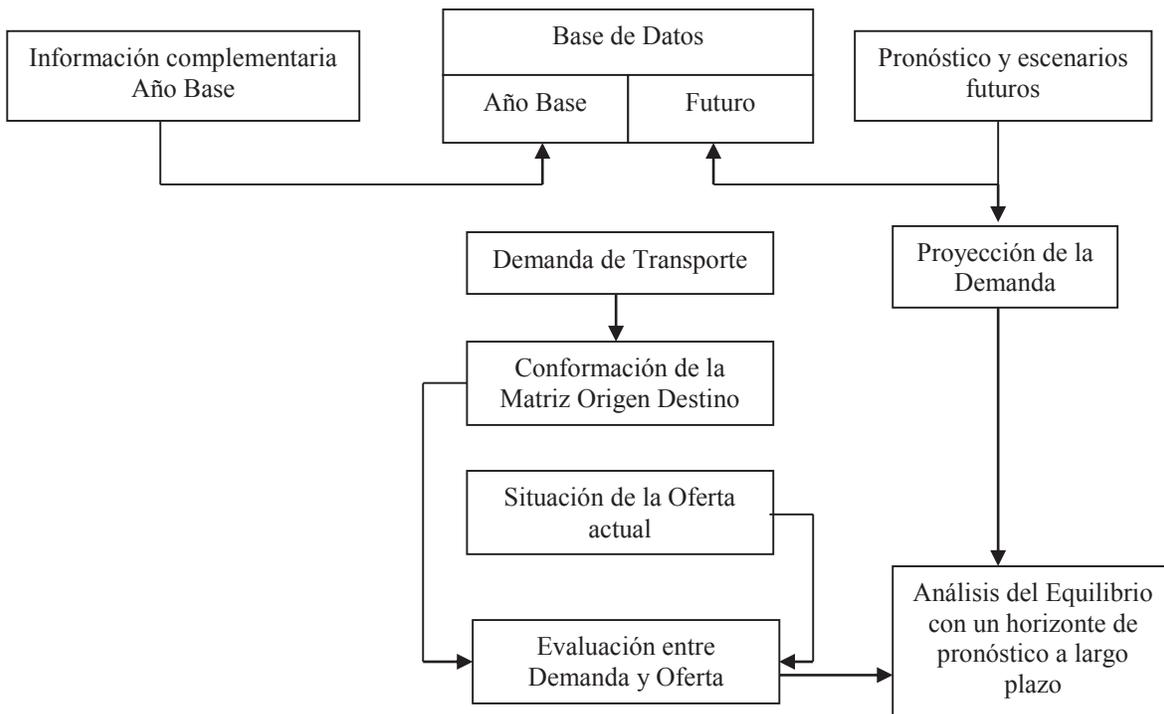


Elementos adicionales que pueden considerarse para analizar el tiempo de viaje de los servicios de transporte público en base a la infraestructura vial disponible y dispositivos reguladores de tráfico existentes en las vías de la troncal, estas vías son: Terminal Quitumbe – Av. Condorñan – Av. Maldonado – Rafael Arteta – Mariano Carrión – Rafael Arteta – Av. Alamor - Av. Napo – Av. Velasco Ibarra – Av. Cumandá – Av. Pichincha – Estación de transferencia Marín Central, e inventario de los reguladores de tráfico son:

- Número de intersecciones semaforizadas.
- Número de paradas fijas para buses articulados en el recorrido de la troncal.
- Número y localización de centros comerciales, mercados, instituciones educativas, bancarias, financieras, etc., existentes en el área determinada, ya que son centros que atraen viajes.

En base a los objetivos planteados en esta investigación los criterios a considerarse en la estructura del Modelo de Transporte Operacional son:

Esquema No. 3. Esquema para el análisis del Equilibrio entre oferta y demanda



En función de los criterios anteriores las variables probables que serán utilizadas para la estructura y desarrollo del Modelo de Transporte Operacional se enuncian a continuación:

- Estructura actual de la demanda de transporte público
- Oferta actual del servicio de transporte público

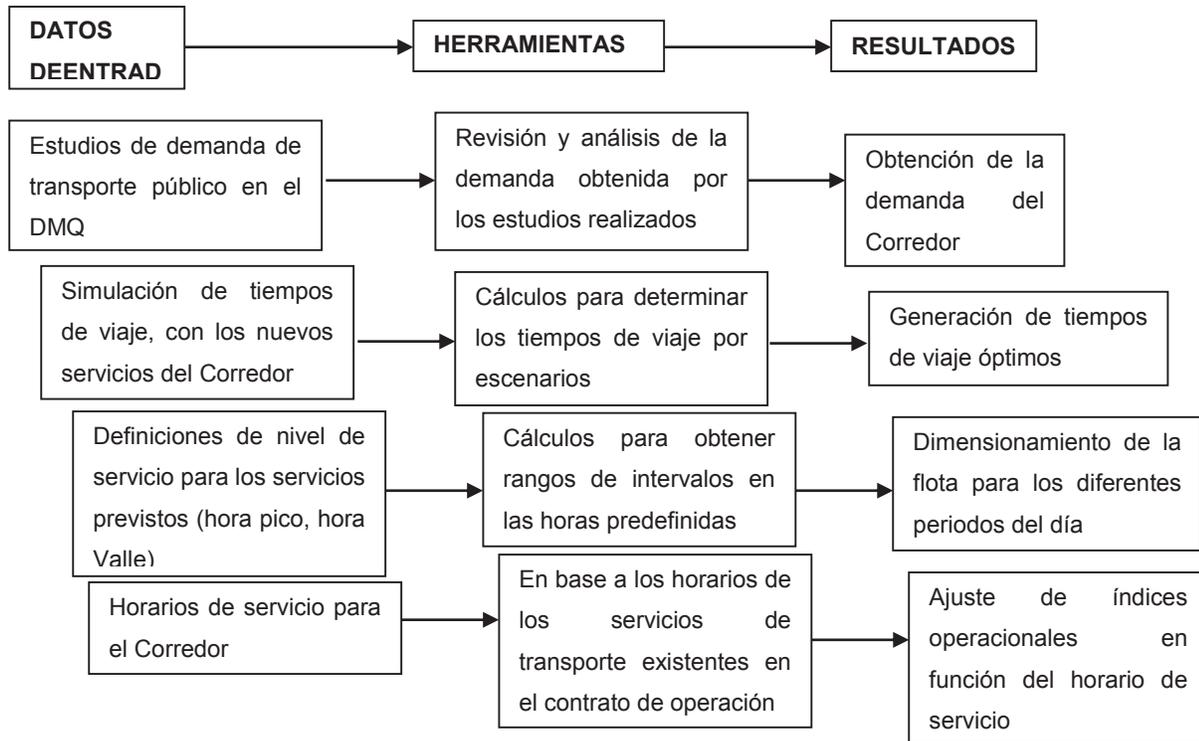
3.1.4. VALIDACIÓN Y CORRIDAS DEL MODELO

Con la simulación de los tiempos de viaje establecidos para la red de transporte caracterizada en esta investigación, puede generar resultados para la obtención de índices operacionales referenciales al Plan Operacional, y así determinar cuál es el escenario más idóneo para simular el tiempo de viaje del sistema obteniendo así los siguientes índices operacionales.

- La flota requerida para un nivel de servicio determinado.
 - Nivel de servicio
 - Tiempo de viaje
 - Costos de viaje
 - Comodidad del usuario
- Número de frecuencias diarias, número de frecuencias en periodos pico y valle del día.
- Cantidad de kilómetros recorridos diarios, cantidad de kilómetros recorridos por periodos pico y valle del día.
- Generación de velocidades promedio para un período pico y valle en función del esquema del Corredor.

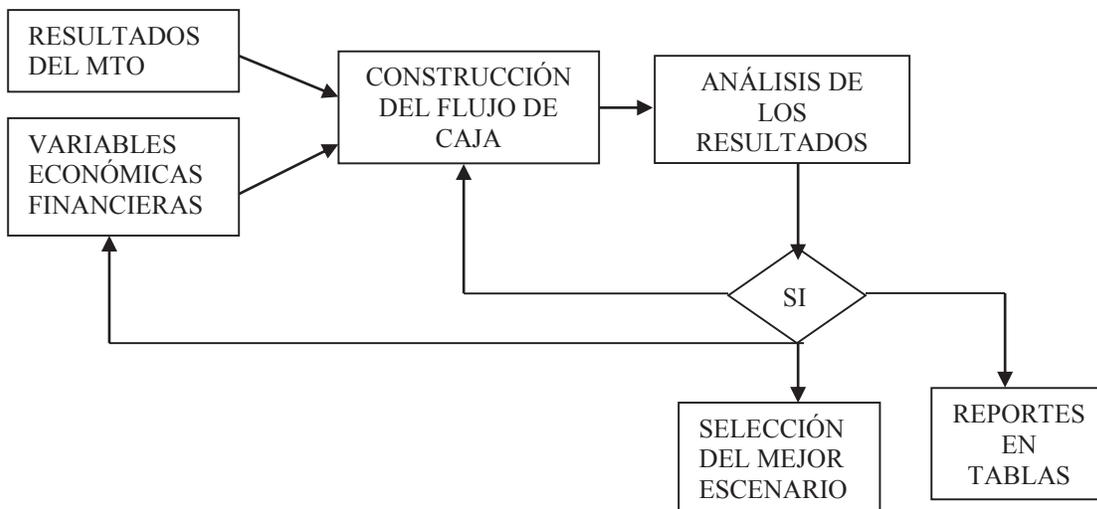
El Modelo de Transporte Operacional será desarrollado en Excel donde se encontrarán la información de entrada las operaciones matemáticas y cálculos establecidos así como los resultados de los índices operacionales generados para determinar la oferta.

Esquema No. 4. Estructura del Modelo de Transporte Operacional



El esquema referencial del aplicativo económico financiero que permitirá evaluar en términos monetarios el proyecto de transporte público del sector en estudio es el siguiente:

Esquema No. 5. Estructura del Modelo Económico Operacional



La modelación con respecto a las rutas de transporte a ser generadas de forma técnica se basan en condiciones operacionales propias de la situación del transporte público,

los insumos necesarios permitirán plantear alternativas de transporte que sean debidamente analizadas para la toma de decisiones con respecto a planes operacionales control de índices operacionales que puedan ser dinámicos y flexibles a la desviación de variables que maneja el Modelo con sus debidas restricciones.

3.1.5. VENTAJAS DEL MODELO DE TRANSPORTE OPERACIONAL

- Puede ser aplicado para obtener información operacional por ejemplo flota para alguna ruta en función de su recorrido y sus variables operacionales, infraestructura de la red vial, también se podrá conocer la demanda existente a lo largo del recorrido y si no la hay una estimación de la misma.
- Simulará el tiempo de viaje en función del recorrido y a través de los diferentes elementos de tráfico existentes en la red. (Definir escenarios de tiempo de viaje entre un rango mínimo y máximo).
- La velocidad promedio del recorrido de ruta, también puede simular la velocidad promedio entre diferentes tramos del recorrido. (Con escenarios anteriores propuestos se podrá obtener las velocidades operacionales correspondientes).
- Determinará la flota para la hora pico, hora valle.
- Se obtendrá frecuencias para la hora pico, hora valle y para todo el día.
- Generará información sobre los intervalos de despacho en hora pico y en hora valle.
- Generará la tabla del Plan Operacional para un día en particular/día feriado, sábado, domingo, cuyos comportamientos no son los mismos.

3.2. ESTRUCTURA DEL MODELO ECONÓMICO - FINANCIERO

La diversidad de información que se utiliza en la planificación de los sistemas de transporte público no permite que existan reglas rígidas en la solución recomendada, sino las diferencias en cuanto a cada ciudad, distribución de la demanda, red vial disponible son componentes que limitan el campo de acción, por lo tanto el análisis de la red de transporte y de sus propias características estarán asociados a los costos que

conlleva el proceso de gestión de transporte con un aditamento que sea satisfactorio, es decir la comparación de costos generalizados de diversas alternativas permitirá seleccionar la mejor.

A continuación se presentan los principales componentes del costo de operación que se tomará en cuenta para el proceso de obtención del costo total asociado al Plan Operacional.

Con el afán de establecer una estructura enfocada con el costo generalizado del sistema de transporte, a continuación se describen los costos operacionales clasificados por costos fijos, costos variables y costos de capital considerando a la unidad de transporte público como la muestra para generar el costo total del servicio. En base a reuniones generadas con los técnicos y funcionarios del sistema Metrobús-Q de la Gerencia de Gestión de Movilidad y que tienen la competencia de controlar al sistema integrado de transporte público en el DMQ.

3.2.1. COSTOS FIJOS DEL SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO

3.2.1.1. Honorarios de conductores.-

Este costo no depende de los kilómetros recorridos, sino del horario de trabajo. En las condiciones actuales esta componente es analizada de forma diferente para el tipo de servicio de transporte público, por ejemplo para el transporte público convencional los operadores contratan a un solo conductor para que trabaje en el horario de 05h30 – 20h00 y en ciertos casos contratan un ayudante para que se encargue del cobro de pasajes o en otras ocasiones el mismo conductor realiza el trabajo del ayudante, esto no ocurre con el servicio de transporte público integrado (Corredores), ya que en la ruta troncal no se necesitan ayudantes en los vehículos sino están los recaudadores en las paradas fijas, así mismo en los servicios alimentadores existe un número de 2 conductores y 2 ayudantes para cada unidad, utilizados para un día de operación del sistema, por lo tanto los costos de mano de obra directa en el Corredor son mayores al compararlo con el costo del servicio de transporte público convencional, información

obtenida de reuniones de trabajo con operadores privados que brindan el servicio de transporte público convencional en la zona de estudio.

3.2.1.2. Honorarios de recaudadores.-

Para el servicio de transporte público convencional se contempla un recaudador, esto puede aumentar a 2 por unidad dependiendo del horario de operación del servicio de transporte, para el servicio de transporte público integrado es diferente ya que se necesitan recaudadores para el subsistema troncal, es decir dependerán del número de paradas existentes a lo largo de la troncal, y por el horario del servicio se necesitarían de 2 a 3 recaudadores por parada, además el servicio alimentador requiere dos recaudadores por unidad para el horario de 05:00 – 22:00 que contempla un total de 17 horas trabajadas para lo cual se necesitan mínimo dos recaudadores que cumplan con un horario de 08:00 cada uno.

3.2.1.3. Revisión Técnica Vehicular.-

Este costo será asumido por la empresa ya que legalmente todo vehículo usado para el servicio de transporte público debe acudir a la revisión técnica dos veces al año, con el objetivo de controlar las condiciones mínimas técnico mecánicas y medio ambientales que garanticen mínimos niveles de averías y de contaminación dentro del área urbana de la Ciudad, el análisis es el mismo para las unidades de transporte público convencional como para el integrado (Corredores).

3.2.1.4. Matriculación.-

Es el proceso que todo vehículo de transporte público realiza cada año para acceder al documento que avala que la unidad es de propiedad del socio de la operadora y que está asociada al tipo de licencia que le permite al conductor circular con la unidad de transporte público, ya que los documentos solicitados por la policía metropolitana cuando realizan operativos son: licencia de conducir, matrícula del vehículo y SOAT, el no portar con alguno de estos documentos la autoridad aplica la infracción y sanción correspondiente establecida en la LOTTTSV, información tomada de la Gerencia de Gestión de Movilidad Metrobús-Q.

3.2.1.5. Permiso de Operación.-

Es el identificador en forma de sellos que se colocan en las unidades de transporte público proporcionado por la EPMMOP para que puedan circular por las calles y avenidas de forma legal, cuyo permiso lo faculta poder circular sobre las avenidas y vías establecidas en el contrato de operación y realizar el servicio de transporte público de pasajeros.

3.2.1.6. Soat.-

Es el seguro obligatorio que deben adquirir las unidades de transporte público y sirve para cubrir los gastos en los que pueden ocurrir en el momento de accidentes de tránsito principalmente cuando existen víctimas.

3.2.1.7. Seguro.-

El vehículo deberá estar asegurado para que en caso de accidentes los daños de índole mecánico y de carrocería sean debidamente saneados, sin que este represente un costo para el operador de transporte o transportista.

3.2.2. COSTOS VARIABLES DEL TRANSPORTE PÚBLICO

3.2.2.1. Costo de combustible.-

El consumo de combustible está asociado a los kilómetros recorridos y al número de horas de operación de la unidad de servicio de transporte público, esto depende incluso del tipo de vehículo adquirido es decir, el rendimiento del motor basado en la marca del vehículo y las características técnicas harán mejorar el rendimiento del motor y su consumo.

3.2.2.2. Costo de Mantenimiento.-

Desde el punto de vista operacional del sistema de transporte existen dos tipos de mantenimiento el preventivo y el correctivo, además asociados al tipo de mantenimiento están dos variables desde el punto de vista técnico indispensable para que la unidad pueda operar sin problemas mecánicos ni eléctricos según sea el caso, estos son kilómetros recorridos y mano de obra utilizada con respecto al mantenimiento preventivo y correctivo de las unidades operativas se deberá tomar en cuenta los

valores de repuestos utilizados y realizar un análisis del inventario de repuestos es decir que más es lo que se cambia con el tiempo cuales son estos accesorios y cuál es el cambio de precio de mercado en función de este listado de accesorios, en reuniones mantenidas con el personal técnico del Corredor Central Trolebús se obtuvo la información antes mencionada.

A medida que pasan los años de operación, los costos de mantenimiento del vehículo se van haciendo cada vez más altos lo que implica que, el número de fallas tipo mecánico – eléctrico se incrementan y esto afecta directamente al costo de operación del sistema y en definitiva al nivel del servicio de transporte público, por lo tanto la ganancia obtenida por un vehículo cada vez más antiguo se torna progresivamente menor, lo que influye directamente en el costo operacional del sistema.

3.2.3. COSTOS DE CAPITAL DE TRANSPORTE PÚBLICO

3.2.3.1. Rentabilidad del Capital.-

Es la ganancia del capital aplicado esta debe ser igual o mayor a la de otras aplicaciones en el mercado el cual tendrá que ser atractivo para que el inversionista se decida.

$$(11) \quad R = C * i$$

El mayor capital de la empresa son las unidades de transporte público y éstas dependen del año de fabricación, normalmente la diferencia entre años consecutivos se denomina depreciación, además de las unidades están los talleres, patios de operación, dependencias administrativas, terrenos o espacios para parqueo, etc. que son elementos que integran el capital de la empresa, para este caso es importante definir que la empresa será pública, mixta con inversión privada, por lo que la inversión debe ser bien analizada a fin de que el flujo de caja contemple todas las condiciones del sistema propuesto.

3.2.3.2. Depreciación.-

Es el valor de mercado que se va descontando año tras año con respecto al valor de adquisición del vehículo, mientras el vehículo se va haciendo más viejo, la depreciación va creciendo y el valor comercial de dicho vehículo va disminuyendo en el mercado. (Nassir Sapag Chain, 2000).

3.2.4. GASTOS ADMINISTRATIVOS DEL TRANSPORTE PÚBLICO

3.2.4.1. Personal Administrativo.-

Estos gastos se refieren a todo el personal necesario para administrar la empresa de transporte, es decir se establecerá una lista de personal que es el siguiente:

Un gerente general, la unidad financiera encargada de manejar los recursos económicos y de financiamiento, la unidad técnica dedicada al mantenimiento mecánico eléctrico y electrónico de las unidades y de la operación del sistema, un abogado encargado de velar por la seguridad legal y un departamento de recaudación encargado del proceso de funcionamiento y manejo del recaudo del sistema. Con el objetivo de establecer la estructura mínima necesaria para que el proyecto del Corredor Sur Oriental opere se tomará en cuenta la actual estructura orgánica del Corredor Trolebús que actualmente opera el servicio Trolebús, Ecovía y la fase inicial del Corredor Sur oriental.

3.2.4.2. Seguridad y limpieza.-

Estos costos también se tomarán en cuenta para que la infraestructura del Corredor y las unidades de transporte que operen en él, se encuentren en condiciones adecuadas para generar un servicio de calidad, esto es importante para los usuarios ya que sí perciben la existencia de estos elementos, se sentirán más cómodos y tranquilos en el momento de usar este servicio.

3.2.4.3. Costo por kilómetro.-

Este costo es el resultado del análisis de los costos del sistema de transporte público integrado al establecer este costo se puede evaluar propuestas de ampliaciones de rutas ya que al analizar el costo adicional y por tanto el costo total con el nuevo

incremento de recorrido, así mismo este costo servirá de referencia para saber cuánto necesita el sistema en términos monetarios, esto sujeto a los escenarios planteados; y determinar las variables de insumo relevantes para la construcción del flujo de caja.

Con el antecedente de la determinación de costos operacionales se realizará un análisis comparativo de los costos operacionales para el servicio de transporte público integrado considerando los Corredores Trolebús y Ecovía; y así observar cuál de los dos sistemas es más costoso y por qué, se manifiesta ese comportamiento.

Con el fin de mejorar la calidad del servicio se realizará a parte del análisis del costo operacional del proyecto de transporte sustentable en el sector sur oriental de la Ciudad, se podrá utilizar el flujo de caja expuesto para proyectar la factibilidad financiera del mismo con sus respectivos escenarios, y así probar los modelos desarrollados para el análisis de sensibilidad financiera el cual utilizará los resultados del Modelo de Transporte Operacional que generará resultados relativos al nivel de servicio del sistema de transporte público integrado.

3.3. ESTRUCTURA DE LA RED

Para observar la estructura de la red vial y de la red de transporte utilizada para esta investigación a continuación se presenta un mapa con el área urbana de la ciudad de Quito.

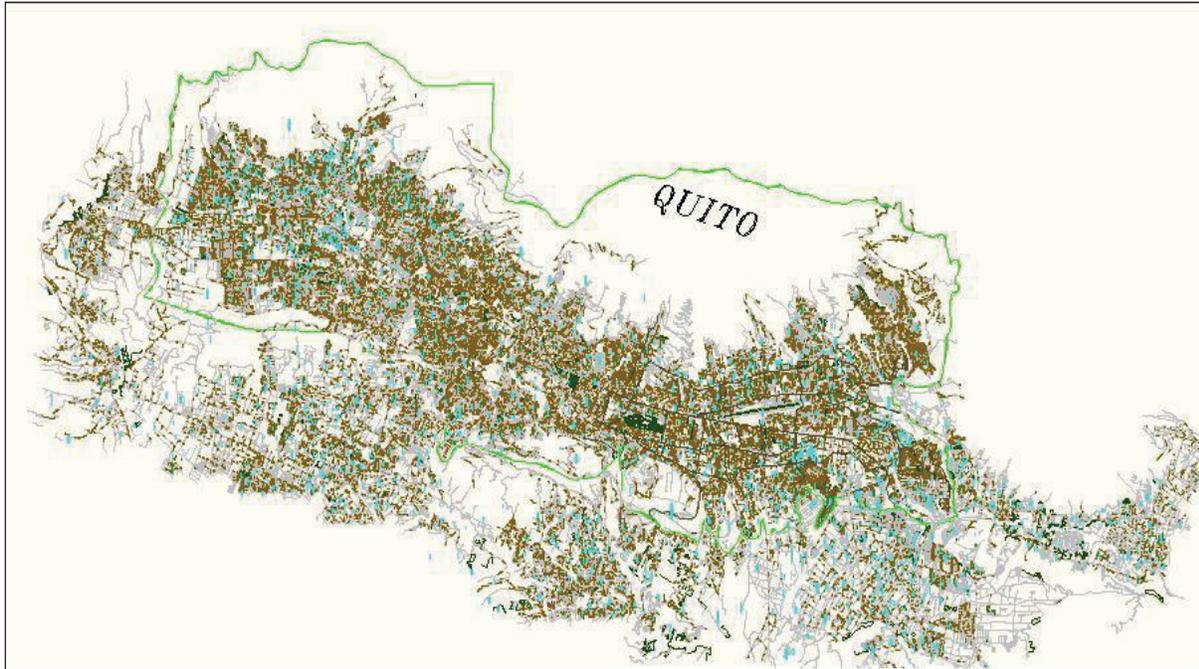


figura 18. Mapa de Quito con la red vial urbana del DMQ
Fuente: EPMMOP Área de información Geográfica AIG Planificación de la Movilidad

A continuación se presenta el Distrito Metropolitano de Quito DMQ zonificado para identificar las zonas con las que cuenta actualmente el área urbana, suburbana y rural del Distrito y que son de referencia para esta investigación.

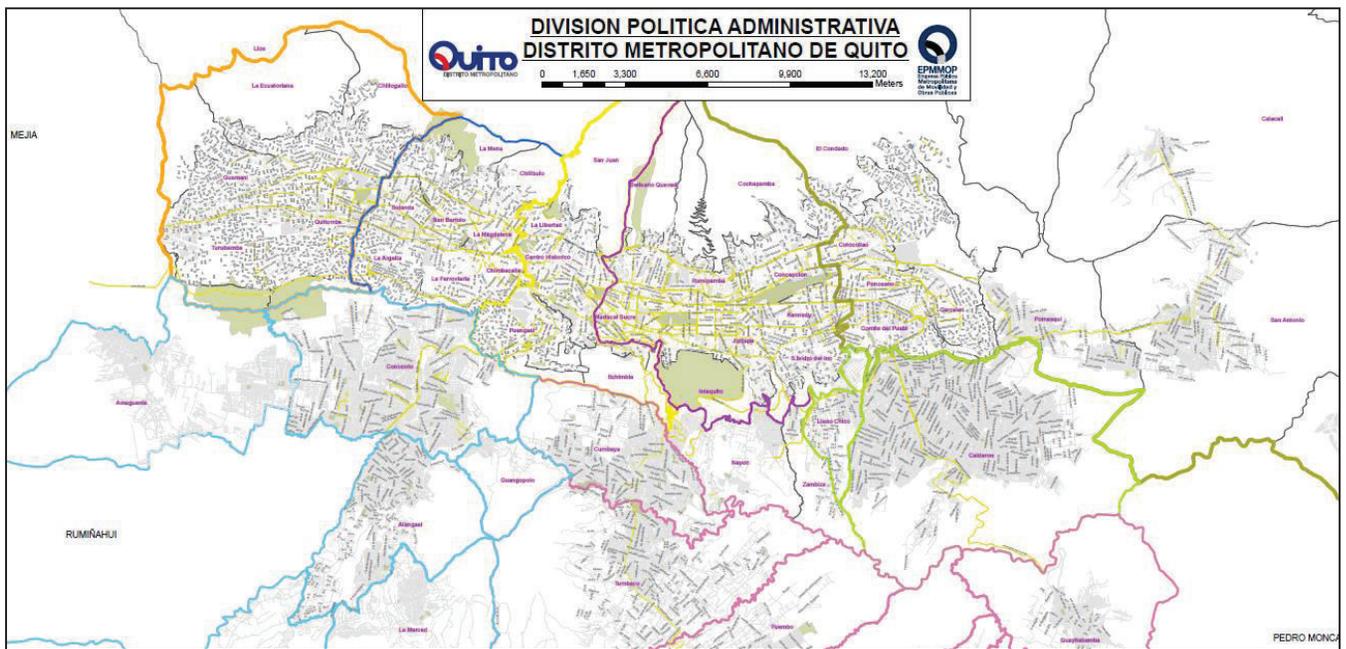


figura 19. División Político Administrativo del DMQ actualizado 2010

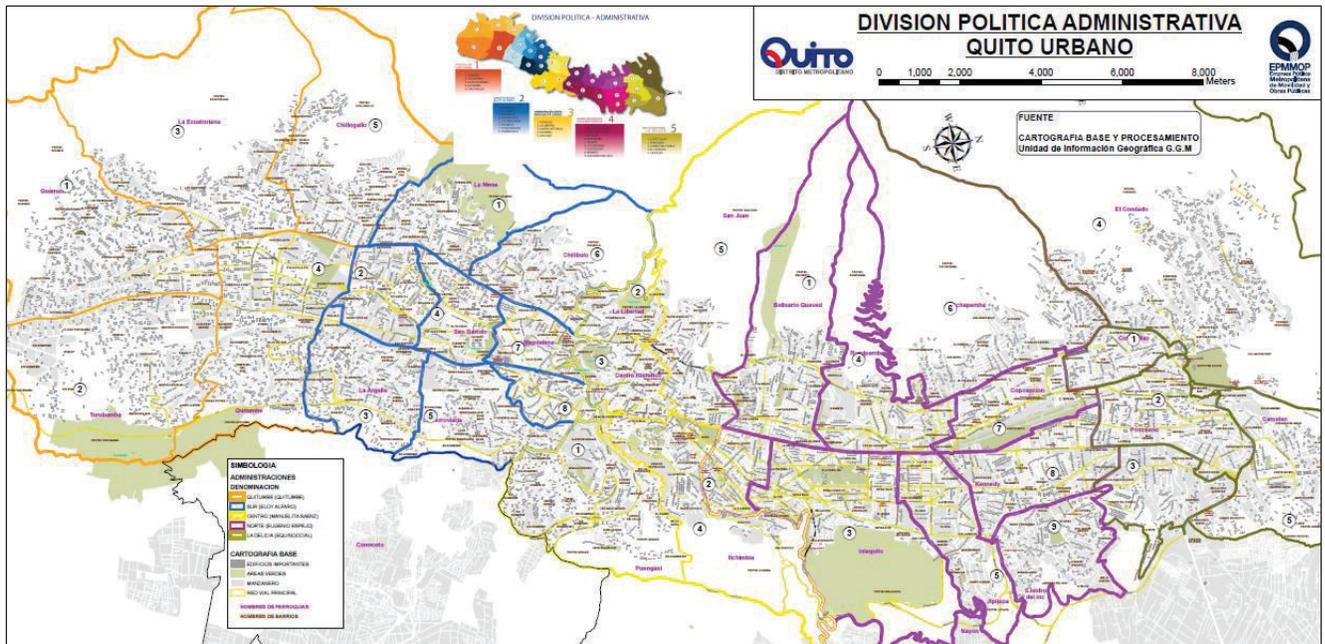


figura 20. División Político Administrativo de Quito urbano, actualizado 2010

En la actualidad la movilidad de la ciudad de Quito, según el estudio de demanda realizado por la consultora (Caly mayor y asociados, 2008), en el área urbana del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ), arroja los siguientes resultados:

Los viajes realizados a través de transporte público son de 2.525.506 al día y en transporte particular los viajes realizados son de 2.033.960 diarios lo que implica una distribución de 55,4% en transporte público y 44,6% en transporte particular con respecto al total de viajes diarios, ver figura 21.

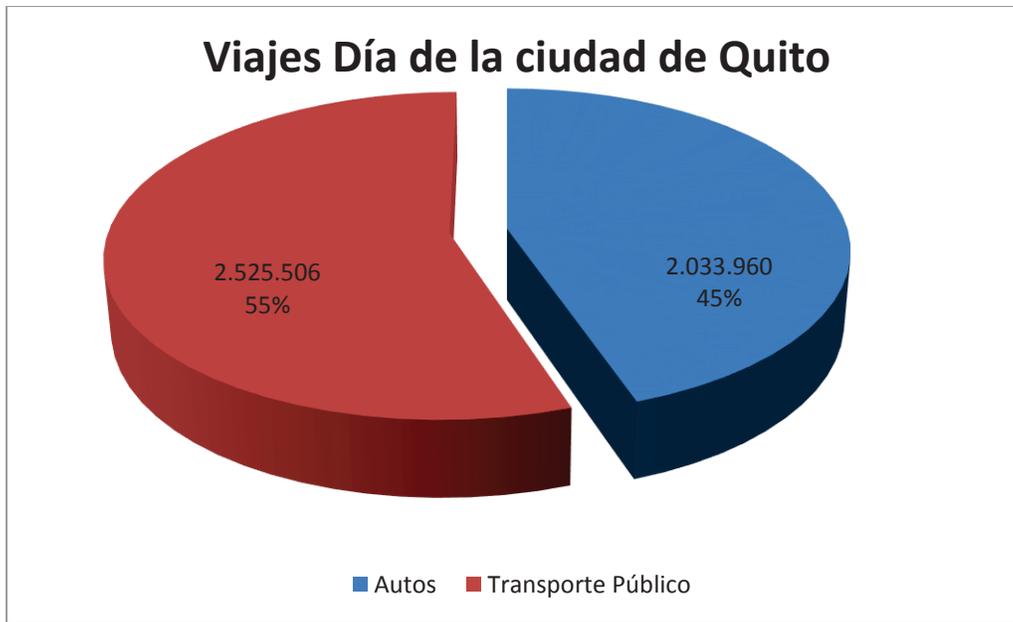


figura 21. Diagrama pastel de la composición de viajes en Quito
Fuente: (Caly mayor y asociados, 2008)

Es importante mencionar que dentro del transporte público de pasajeros están algunas modalidades de transporte que el estudio tomó en consideración estos son:

- Transporte Público Convencional
- Transporte Público Integrado (Corredores)
- Transporte Intercantonal, Interparroquial e Intraparroquial.

En cambio en el transporte particular también se consideran las siguientes modalidades

- Taxis
- Autos

Es así que sí se observa la cantidad de viajes en los últimos 6 años, aproximadamente los viajes estimados en modo de transporte público han disminuido y si a esto se considera la evolución del parque vehicular liviano en la ciudad con una tasa de crecimiento promedio de un 6% anual ver gráfico No. 2, en el mismo periodo, se adjunta tabla No. 5, el efecto del crecimiento vehicular se debe al fácil proceso de adquirir un vehículo nuevo por medio de financiamientos comerciales atractivos, lo que ha incrementado el fenómeno de los viajes en el modo de transporte privado (autos), si suponemos su tendencia similar en los próximos 5 años, es decir para el año 2015, los viajes en transporte privado alcanzarían el 15% en 6 años, por lo tanto el crecimiento

anual será de 1,87%, es así que para el 2015 si se mantiene mencionada tendencia, los viajes en transporte privado corresponderán a 53,98% del total de viajes, lo que implica que la mayor cantidad de viajes se lo hará en transporte privado y por consecuencia sino se aplica planes de restricción vehicular liviano, a parte de fortalecer el transporte público de pasajeros en Quito, se convertirá en un problema, mayor congestión, mayor tiempo de viaje y malestar en la ciudadanía debido a los altos tráfico vehiculares.

Tabla 3. Histórico del parque vehicular de Quito y su tasa de crecimiento anual

| Años | Cantidad de autos matriculados en Quito | % Crecimiento por Año |
|------|---|-----------------------|
| 2002 | 273,764 | |
| 2003 | 288,327 | 5.3% |
| 2004 | 303,774 | 5.4% |
| 2005 | 322,415 | 6.1% |
| 2006 | 341,809 | 6.0% |
| 2007 | 368,644 | 7.9% |
| 2008 | 381,804 | |

Fuente: Corpaire (2007)

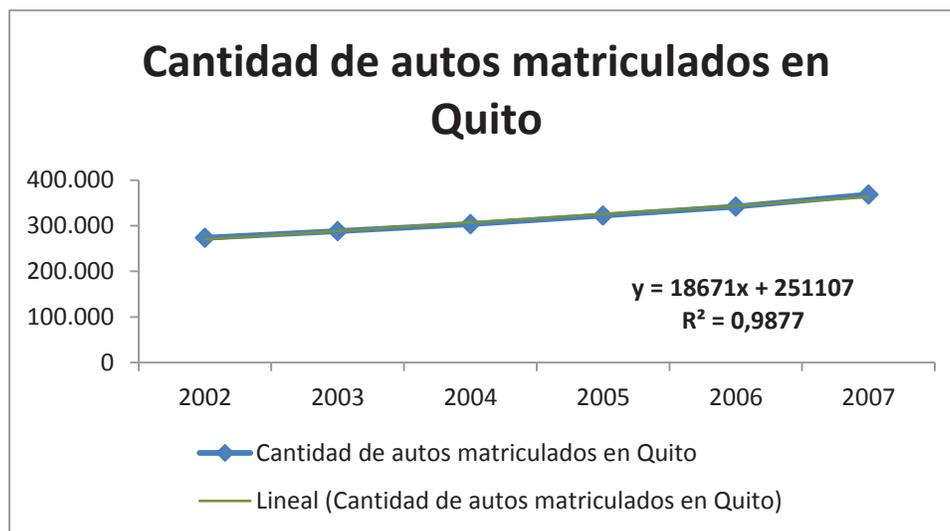


figura 22. Modelo de tendencia del parque automotor en Quito

3.3.1. DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA SEMAFÓRICA

La ciudad de Quito cuenta actualmente con 768 intersecciones con tres sistemas de semáforos diferentes, entre los cuales están: el municipal, el policial y el parroquial, el sistema municipal abarca a 412 intersecciones de la ciudad, de ellas 280 están centralizadas en los corredores urbanos. Los semáforos manejados por la Policía Nacional se encuentran ubicados en 314 intersecciones; este sistema es colocado con el objetivo de disminuir los niveles de accidentes de tránsito y así precautelar al peatón además son dispositivos que ayudan a organizar el tráfico en puntos conflictivos, es decir intersecciones con altos niveles de flujo vehicular no es compatible con el centralizado. Finalmente, las parroquias cuentan con 54 intersecciones semaforizadas, está previsto que hasta diciembre se realice una inspección y análisis de la situación de los semáforos ubicados en las 280 intersecciones ubicadas en los corredores urbanos, muchos de los cuales no han sido intervenidos en los últimos 10 años, esto es competencia de la Empresa Pública Municipal y Obras Públicas EPMOP.

3.3.2. ESTRUCTURA DE COSTOS

Una de las componentes claves para el desarrollo del modelo económico - financiero es el análisis del costo operacional, el cual se detalla a continuación con mayor detenimiento.

3.3.2.1. Costo Operacional

Para obtener el costo operacional del sistema de transporte público integrado se considerará la siguiente estructura de costos:

Costos fijos de operación

Costos variables de operación

Gastos Administrativos

3.3.2.2. Antecedentes del Transporte Público Integrado

El servicio de transporte público integrado se inició en Quito con la implementación del Corredor Trolebús desde 1996 y opera hasta la actualidad. (Año base 2012).

Con el objetivo de brindar un servicio de transporte seguro, rápido, no contaminante y novedoso la Municipalidad en la administración de Jamil Mahuad, decidió implementar el sistema Trolebús, el cual funciona con energía eléctrica en la ruta troncal y de combustible a diesel en las rutas alimentadoras que son inyecciones en los extremos de la troncal.

Al inicio el sistema Trolebús, operaba con 54 trolebuses y con una distancia en troncal de 12,2 km, es decir desde la estación El Recreo al sur hasta la estación La Y al norte de la ciudad.

En el año 2002 llegó la segunda flota de trolebuses con 59 unidades y la troncal se extendió hacia la estación Morán Valverde al sur de la ciudad desde la estación El Recreo con una extensión aproximada de 4,2 km, es decir la distancia total de 16,4 km y una flota de 113 trolebuses.

Desde ese año la tarifa del sistema fue de \$ 0,25 centavos de dólar, esto no ha cambiado hasta la actualidad.

Con respecto a la tarifa el servicio de transporte público convencional también es de \$ 0,25 centavos de dólar, por lo tanto la tarifa de los sistemas de transporte público integrado y convencional es la misma. Información obtenida del Metrobús-Q de la Gerencia de Gestión de Movilidad.

Con el objetivo de obtener el costo de operación del sistema, para el caso del transporte público integrado (BRT'S) el diseño del costo total se obtendrá al desgregar al sistema en dos subsistemas que son: troncal y alimentación.

3.3.2.3. Troncal

Este subsistema es la componente principal del Corredor y el costo de operación asociado se lo determinará de la siguiente forma:

- (12) Costo Total de un Trolebús_t = Costo Fijo_t + Costo Variable_t + Gasto Administrativo_t
- (13) Costo del subsistema Troncal_t = Costo Total de un Trolebús_t *
Número de Unidades Operativas_t

Todo éste análisis se lo hará en un periodo establecido de tiempo, es decir diario, a fin de poder estimarlo mensual y anualmente lo que servirá para evaluar el costo referencial del año base.

3.3.2.4. Alimentadores

De igual manera se definirá el costo total de este subsistema y se lo hará de la misma forma que el subsistema troncal, la diferencia de estos análisis radica en el tipo de unidad de transporte en la troncal es el TROLEBUS un vehículo de mayor capacidad y sobretodo no contaminante, en cambio en alimentadores es un BUS TIPO que se caracteriza por ser de menor capacidad que las unidades de la troncal, y en este tipo de unidades existe una diversidad de marcas y características técnicas que lo hacen una flota heterogénea pero esta sí contribuye a la contaminación ya que necesitan combustible (DIESEL), para poder movilizarse.

COSTO TOTAL DEL SISTEMA TROLEBÚS = COSTO TOTAL DEL SUBSISTEMA TRONCAL + COSTO TOTAL DEL SUBSISTEMA ALIMENTADOR.

COSTO TOTAL DEL SUBSISTEMA TRONCAL.- Para obtener este costo es importante aplicar lo que se menciona anteriormente con respecto a la estructura del costo operacional.

3.3.3. COSTOS FIJOS DEL TRANSPORTE PÚBLICO INTEGRADO

Estos costos se refieren a: mano de obra directa (conductores y recaudadores) del sistema (troncal + alimentación) y otros costos tales como: matriculación, revisión vehicular, soat, permiso operacional, seguro, y otros que no dependen de los kilómetros programados y recorridos, en base a la información recolectada sobre el tema el

modelo diseñado podrá añadir más rubros o costos que sean identificables y cuantificables a fin de incorporarlos al modelo y correrlo para analizar los costos generales del sistema.

3.3.4. COSTOS VARIABLES DEL SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO INTEGRADO

Estos costos representan el consumo de la flota operativa es decir con respecto al diesel y los insumos necesarios para garantizar el número de unidades disponibles para la operación a fin de garantizar eficiencia en el sistema, en definitiva estos costos están directamente relacionados con los kilómetros recorridos, las componentes consideradas para el modelo son:

Combustible, se refiere al número de galones que requiere una unidad de transporte público o un medio motorizado para recorrer una cantidad determinada de kilómetros, el indicador que mide esta relación es el rendimiento, es decir mide cuantos kilómetros recorre un vehículo por galón, esto depende directamente de la calidad y características técnicas del motor por lo tanto la marca de la unidad, el tiempo de vida útil, y calidad del mantenimiento aplicado a nivel preventivo y correctivo.

Mantenimiento preventivo, de igual manera cada cuantos kilómetros la unidad necesita cambio de aceite, filtro, cambio de zapatas, pastillas, alineación, balanceo, revisión de frenos, y todo lo que el fabricante especifique con el afán de cuidar y prevenir cualquier tipo de falla mecánica en el momento de que la flota se encuentre operando, esto afecta directamente a la confiabilidad del sistema y obviamente el servicio prestado, por lo tanto se elabora una lista de tareas que se realizan en el mantenimiento preventivo con la finalidad de estimar el costo operacional por kilómetro recorrido.

Lubricantes y otros.- Representa el gasto diario en lubricantes, filtros, refrigerantes y otros. Este tipo de mantenimiento se realiza en forma periódica por lo que es necesario conocer no solamente el costo real asociado a esta actividad sino también la frecuencia media con que se realiza, con el fin de poder calcular el costo diario correspondiente, según lo dice (Enrique, 2010, p. 28).

Una de las variables que hará que el valor del costo se modifique es el precio de los insumos, por ejemplo zapatas, filtros de aceite, alineación, balanceo, y otras que deberán actualizarse conforme a una metodología que proporcione esa variabilidad del precio en el mercado o cotización en el mercado.

3.3.5. GASTOS ADMINISTRATIVOS UTILIZADOS EN EL TRANSPORTE PÚBLICO INTEGRADO

Se refieren a los gastos que asume el sistema BRT con respecto a remuneración del personal administrativo, aquí también se consideran los gastos relacionados con servicios básicos luz, agua, teléfono, internet, en caso de alquiler o arriendo de oficinas para el personal administrativo y de mantenimiento del sistema, otros gastos como materiales, suministros de oficina, equipos y gastos imprevistos.

3.3.5.1. Gastos Administrativos No Desembolsables.-

Este grupo de gastos son considerados para el cálculo de los impuestos; entre estos gastos tenemos: depreciación de bienes, la amortización de intangibles y el valor libro del activo que se vende para su reemplazo, esto ocurre cuando el tangible ha superado su vida útil.

Luego de realizar el análisis de los costos y gastos asociados al servicio de transporte público integrado, el producto alcanzado de este ejercicio permitirá obtener el **costo por kilómetro** recorrido del sistema y está constituido por costos fijos, costos variables de la operación y gastos administrativos.

En función de los tres egresos de referencia se genera una tabla con el detalle de rubros e información recogida para el análisis de los costos operacionales del sistema, esto a su vez del subsistema troncal y subsistema alimentador.

Proceso de validación y ajuste de la información actualizada para la generación del costo operacional del subsistema troncal y alimentador en un Corredor (BRT).

- Están considerados todos los costos asociados a la operación del subsistema troncal y alimentador.

- El sistema troncal tendrá sus propias características, es decir en el Corredor Trolebús, éste opera por medio de energía eléctrica dotada por las subestaciones colocadas en 11 sitios a lo largo de la ruta troncal, por lo tanto el mantenimiento preventivo de la parte eléctrica, el mantenimiento de las subestaciones de energía y el personal que trabaja en este tema deberá ser considerado para evaluarlo económicamente.
- Se estimará el costo referencial del consumo energético y a diesel del subsistema troncal y evaluado al mes, analizado y validado con la información de la tabla operacional utilizada a fin de garantizar una cantidad determinada de kilómetros recorridos de la mencionada flota en el subsistema troncal y alimentador.
- El ajuste de los kilómetros recorridos por bus debe ser revisado y validado, ya que toda la flota no es operativa se lo realizará al utilizar el Modelo de Transporte Operacional, para la verificación de kilómetros efectivamente recorridos.
- El costo referido al mantenimiento preventivo con respecto a las componentes eléctricas deberá ser cuantificada para el sistema Trolebús.

Desarrollar el ajuste del costo por trolebús y por alimentador de la flota operativa del sistema, así mismo encontrar el costo operacional de la Ecovía para obtener una matriz de costos totales con respecto a los dos sistemas de transporte público integrado con la finalidad de conocer en donde se gasta más si comparamos los dos sistemas intregados Trolebús y Ecovía.

A continuación se realizará la evaluación económica y financiera del proyecto que se encuentra en marcha con respecto a los Corredores Trolebús y Ecovía, es decir se efectuará dos evaluaciones financieras de los proyectos en marcha, se valorará el proyecto del Corredor Sur Oriental, a largo plazo para la evaluación económica financiera del proyecto se considerarán escenarios futuros que incidan en las condiciones internas a nivel operacional y administrativo del BRT del proyecto del Corredor Sur Oriental de la Ciudad de Quito.

Con respecto al proyecto del Corredor Sur Oriental se realizará un análisis de riesgo financiero con respecto a posibles escenarios en donde las inversiones realizadas bajo la perspectiva de la Municipalidad, permitan mejorar las condiciones de calidad del servicio de transporte público del sector.

3.4.EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA DE LOS CORREDORES OPERATIVOS

Con el objetivo de realizar la evaluación financiera para el proyecto del Corredor Sur Oriental en la ciudad de Quito, se aplicará el modelo financiero desarrollado en esta investigación para utilizarlo en los Corredores existentes y de los cuales se ha podido obtener información confiable con respecto a los servicios de (Trolebús y Ecovía) de tal forma de analizar las variables que deberían considerarse para una evaluación financiera que se ajuste a las condiciones dinámicas de la situación actual.

3.4.1. CORREDOR TROLEBÚS

Para evaluar económica y financieramente este Corredor se utilizará la estructura del flujo de caja establecido anteriormente, el cual permitirá evaluar la situación actual del sistema a través de la estimación de costos e ingresos generados por la operación de este Corredor.

Actualmente el sistema Trolebús, es conocida como Empresa Pública Metropolitana de Transporte de Pasajeros de Quito EPMPQ y brinda servicios en la ruta troncal a través de trolebuses que son de capacidad (160 pasajeros/bus), estas unidades tienen un sistema electromecánico que pueden operar con combustible energético o a diesel, durante este último año este sistema cumplirá 15 años de servicio en la ciudad de Quito y en el año 2011, la EPMMOP ejecutó el mantenimiento de capa asfáltica de concreto en su carril exclusivo en el tramo comprendido desde la estación La Y al norte de la ciudad hasta la calle Santa Prisca por el carril central de la Av. 10 de Agosto, esto se considera como una intervención vial que mejoró las condiciones de infraestructura para el servicio de transporte público integrado por lo que el costo de la obra puede tomarse como una inversión pública.

3.4.1.1. Servicio Troncal.-

El servicio troncal establecido por la EPMPQ actualmente opera con 6 circuitos sobre el carril exclusivo, estos son:

Tabla 4. Horario de operación e intervalos de despacho por hora en los circuitos del Trolebús

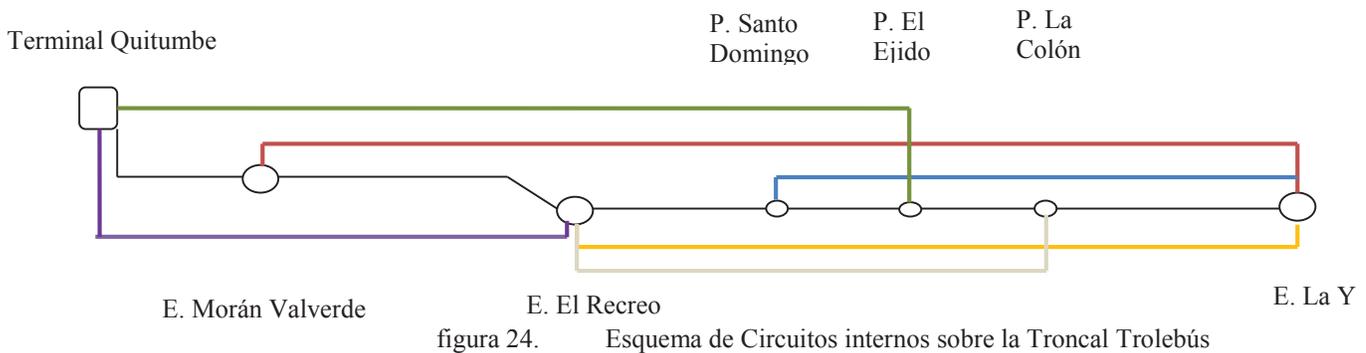
| | Horario de operación | | Intervalos Operativos | |
|---------------------------|------------------------------|----------------------------------|-----------------------|------------------|
| | Lunes - Viernes | Sábado, Domingo y Feriados | Hora Pico hp | Hora Valle hv |
| C1: La Y - El Recreo | 06:00 - 22:00 | 06:00 - 22:00 | 00:01 - 00:02 | 0:03 |
| C2: Morán Valverde - La Y | 05:10 - 09:56; 16:00 - 20:13 | | 0:06 | 0:06 |
| C3: Santo Domingo - La Y | 06:00 - 07:45; 10:38 - 14:23 | | 0:10 | 0:12 |
| C4: Quitumbe - El Ejido | 05:16 - 18:51 | | 0:04 - 0:05 | 0:06 |
| C5: El Recreo - Colón | 06:00 - 08:42; 12:10 - 20:51 | 06:05 - 19:26 | 0:12 | 0:12 |
| CQR: Quitumbe - El Recreo | 10:30 - 23:40 | | 0:04 - 0:05 | 0:06 |

Tabla 5. Mapa de los servicios de la ruta troncal en el Trolebús



figura 23. Recorrido de la Troncal del Sistema Trolebús Terminal Quitumbe – Estación de Transferencia La Y

Se realiza un esquema con los circuitos definidos en la tabla No. 4.



3.4.1.2. Servicio Alimentador.-

Este servicio cuenta con 15 rutas alimentadoras 5 se integran en la estación La Y al norte de la ciudad, 5 en el sur en la estación del Recreo, 3 en la estación de Morán Valverde y 2 en la Terminal de Quitumbe al sur de la ciudad, a continuación se presenta una tabla con el código, nombre, distancia y tiempos de viaje para el periodo pico y valle durante el día:

Tabla 6. Distancias y tiempos de viaje operativos por hora en los servicios alimentadores del Trolebús

| CÓDIGO | RUTA | DISTANCIA Km. | TIEMPO DE CICLO (H:M:S) | | | | | |
|--------|---------------------|------------------|-------------------------|-------|-----------|-------|-------|-------|
| | | | MAÑANA | | MEDIO DÍA | | NOCHE | |
| | | | PICO | VALLE | PICO | VALLE | PICO | VALLE |
| AN10 | COTOCOLLAO | 15,5 | 01:01 | 00:56 | 01:01 | 00:56 | 01:03 | 00:53 |
| AN30 | RUMIÑAHUÍ | 13,5 | 00:58 | 00:55 | 00:58 | 00:55 | 01:03 | 00:52 |
| AN40 | KENNEDY | 7,5 | 00:35 | 00:31 | 00:34 | 00:31 | 00:35 | 00:31 |
| AN50 | COMITÉ DEL PUEBLO | 13,3 | 00:56 | 00:51 | 00:53 | 00:51 | 00:55 | 00:51 |
| AN60 | LAURELES | 6,7 | 00:36 | 00:33 | 00:36 | 00:33 | 00:37 | 00:33 |
| AS11 | SOLANDA | 11,0 | 00:42 | 00:40 | 00:42 | 00:40 | 00:42 | 00:40 |
| AS21 | CHILLOGALLO | 18,0 | 01:05 | 01:04 | 01:05 | 01:04 | 01:05 | 01:04 |
| AS30 | ORIENTE QUITENÑO | 15,4 | 00:58 | 00:56 | 00:58 | 00:56 | 01:00 | 00:56 |
| AS40 | LUCHA DE LOS POBRES | 13,7 | 01:01 | 00:52 | 01:01 | 00:52 | 01:01 | 00:58 |
| AS50 | FERROVIARIA | 7,0 | 00:36 | 00:34 | 00:36 | 00:34 | 00:36 | 00:34 |
| MV03 | CAMAL | 18,5 | 01:07 | 01:07 | 01:07 | 01:07 | 01:07 | 01:07 |

| | METROPOLITANO | | | | | | | |
|------|---------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| MV07 | GUAMANI | 13,4 | 01:07 | 00:40 | 00:40 | 00:40 | 01:07 | 00:40 |
| MV08 | EJERCITO | 16,0 | 00:51 | 00:47 | 00:51 | 00:47 | 00:51 | 00:47 |
| MV09 | SAN MARTIN | 12,7 | 00:43 | 00:43 | 00:43 | 00:43 | 00:43 | 00:43 |

La tabla anterior presenta las rutas alimentadoras que opera el servicio de Transporte Público Integrado del Trolebús, con lo cual se puede obtener tiempos de viaje, incrementos en horario de servicios en periodos de mañana, medio día y tarde de los circuitos actualmente operativos, en la troncal se utilizará la metodología descrita para el Modelo de Transporte Operacional y así determinar la oferta del sistema Trolebús a fin de comparar con la flota actualmente utilizada con el propósito de validar la confiabilidad del mencionado Modelo.

3.4.2. DELIMITACIÓN DEL SECTOR DE ANÁLISIS

Para delimitar el sector se tomó en cuenta el recorrido realizado por el sistema de transporte, para este caso el Trolebús actualmente cubre los sectores desde el sur en Quitumbe y barrios periféricos con servicios alimentadores que van a la Ciudadela El Ejército y al Camal Metropolitano, hasta el norte de la ciudad en la estación de transferencia La Y sector El Aeropuerto, cubriendo sectores urbanos del norte tales como Cotocollao, Rumiñahui, Kennedy, Laureles y Comité del Pueblo, a continuación se presenta un gráfico de las zonas en las que el sistema trolebús es influyente.

La Aplicación del Modelo de Transporte Operacional permite determinar:

Flota operativa para un nivel de servicio y para su subsistema:

- Dimensionamiento de flota para el periodo pico y valle
- Estimación de frecuencias para el periodo pico y valle
- Genera kilómetros recorridos por subsistema (Troncal y alimentadores)
- Kilómetros recorridos del servicio troncal/Día
- Kilómetros recorridos del servicio alimentador/Día
- Velocidad operacional por ruta
- Velocidad operacional del servicio troncal y alimentador

- Determina el tiempo de viaje mínimo que se necesitaría para aumentar la flota operativa a nivel troncal y alimentador.

La Aplicación del Modelo Económico en base a los resultados obtenidos por el Modelo de Transporte Operacional, provee lo siguiente:

- Estructura de inversiones para el proyecto
- Inversiones previas a la puesta en marcha del proyecto
- Inversiones durante el tiempo de operación del proyecto
- Estructura de costos asociados al sistema trolebús
 - Costos totales del servicio troncal
 - Costos totales del servicio alimentador
- Estructura de ingresos asociados al sistema trolebús
 - Ingresos totales del servicio troncal
 - Ingresos totales del servicio alimentador
- Estructura del flujo de caja

3.5.APLICACIÓN DEL MODELO DE TRANSPORTE OPERACIONAL

Con el afán de identificar las variables relevantes con respecto a la evaluación del servicio de transporte público integrado, basadas exclusivamente en la operación del sistema, el cual utiliza las condiciones necesariamente técnicas que definirán cuantitativamente el plan operacional actual y determinar las variables y datos de entrada preliminares considerados para evaluar económica y financieramente el proyecto de transporte público basado en sistemas BRT'S.

3.5.1. CORREDOR TROLEBÚS

Este sistema de transporte público surgió como una alternativa al caos de transporte público convencional que circulaba por el centro histórico y ante la alta contaminación ambiental existente en ese sector urbano, entró a operar en el año 1996 es por ello que actualmente lleva más de 15 años de operación como Corredor Urbano de la ciudad de Quito.

3.5.1.1. Cobertura del Servicio

En la actualidad existe una ruta troncal que va desde el Terminal Quitumbe – Estación de Transferencia La Y, con una longitud aproximada de 17,8 km, toda su troncal es de carril exclusivo para el sistema y actualmente operan 6 circuitos que son definidos por la propia empresa EPMTQP, a continuación se presenta un esquema con los circuitos existentes en la ruta troncal de este Corredor y una tabla en donde se describen cada uno de los circuitos antes mencionados.

Tabla 7. Horario de operación e intervalos operativos por hora en los circuitos del Trolebús

| | Horario de operación | | Intervalos Operativos | |
|---------------------------|------------------------------|----------------------------------|-----------------------|------------------|
| | Lunes – Viernes | Sábado, Domingo y Feriados | Hora Pico hp | Hora Valle hv |
| C1: La Y - El Recreo | 06:00 - 22:00 | 06:00 - 22:00 | 00:01 - 00:02 | 0:03 |
| C2: Morán Valverde - La Y | 05:10 - 09:56; 16:00 - 20:13 | | 0:06 | 0:06 |
| C3: Santo Domingo - La Y | 06:00 - 07:45; 10:38 - 14:23 | | 0:10 | 0:12 |
| C4: Quitumbe - El Ejido | 05:16 - 18:51 | | 0:04 - 0:05 | 0:06 |
| C5: El Recreo – Colón | 06:00 - 08:42; 12:10 - 20:51 | 06:05 - 19:26 | 0:12 | 0:12 |
| CQR: Quitumbe - El Recreo | 10:30 - 23:40 | | 0:04 - 0:05 | 0:06 |

Figura 3.6- Corredores Troncales Operativos en Quito actualizado 2011

Con la finalidad de analizar la cobertura del servicio troncal del Corredor Trolebús se definirá un área de influencia de 400 m, de su recorrido y así generar el área cubierta por la troncal del sistema.

RUTAS ALIMENTADORAS DEL TROLEBUS

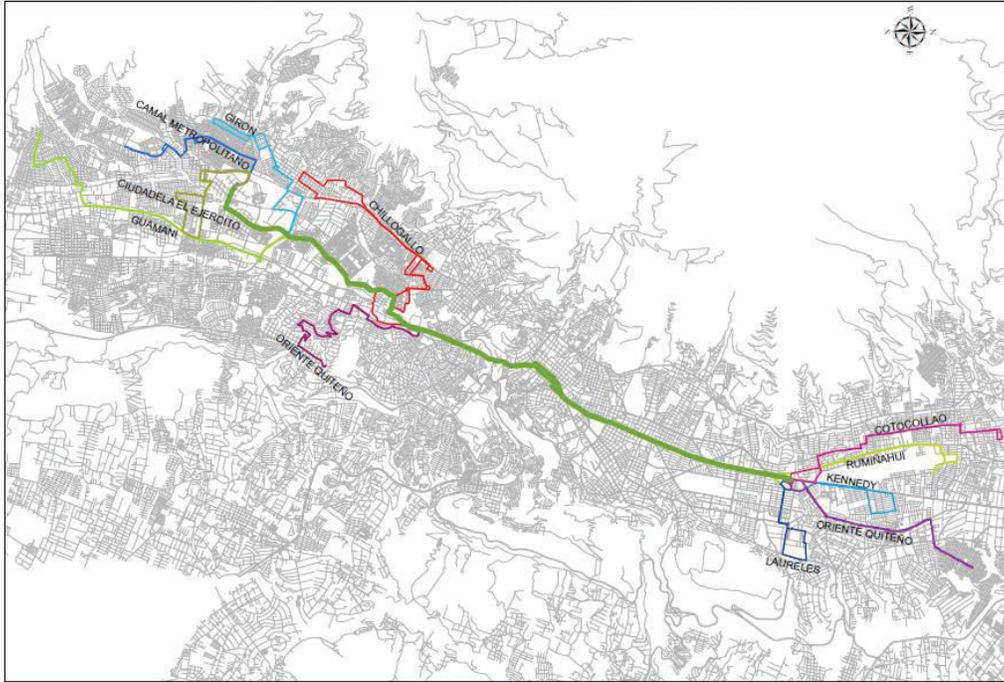


figura 25. Líneas de alimentadores del Trolébus

| Archivo Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista | | | | | | | | | | |
|--|---------|--------------------------|------------------------------|-----------------------|-------|----------|---|----------------------------|----------|---|
| Calibri 11 Fuente Alineación General Formato condicional Dar formato como tabla Estilos de celda Insertar Eliminar | | | | | | | | | | |
| T1 | | | | | | | | | | |
| A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K |
| TABLA OPERACIONAL ASIGNACIÓN DE FLOTA | | | | | | | | | | |
| Nombre de Circuito o Ruta | | C3: Santo Domingo - La Y | | | | | | | | |
| Hora de inicio | | 6:00 | Intervalo Hora pico | | 5 | 00:05:00 | | | | |
| Hora de finalización | | 7:45 | Intervalo Hora valle | | 7 | 00:07:00 | | | | |
| Tiempo de Viaje Ciclo completo | | 66 | Longitud Ciclo completo (km) | | 15.34 | | | | | |
| Hora salida | | Hora Llegada | | Kilómetros recorridos | | | | | | |
| 1 | 6:00:00 | 7:06:00 | 15.34 | | | | | | | |
| 2 | 6:05:00 | 7:11:00 | 15.34 | | | | | | | |
| 3 | 6:10:00 | 7:16:00 | 15.34 | | | | | | | |
| 4 | 6:15:00 | 7:21:00 | 15.34 | | | | | | | |
| 5 | 6:20:00 | 7:26:00 | 15.34 | | | | | | | |
| 6 | 6:25:00 | 7:31:00 | 15.34 | | | | | | | |
| 7 | 6:30:00 | 7:36:00 | 15.34 | | | | | | | |
| 8 | 6:35:00 | 7:41:00 | 15.34 | | | | | | | |
| 9 | 6:40:00 | 7:46:00 | 15.34 | | | | | | | |
| 10 | 6:45:00 | 7:51:00 | 15.34 | | | | | | | |
| 11 | 6:50:00 | 7:56:00 | 15.34 | | | | | | | |
| 12 | 6:55:00 | 8:01:00 | 15.34 | | | | | | | |
| | | | | | | | | ESTADÍSTICAS OPERACIONALES | | |
| | | | | | | | | HORAS DE SERVICIO | 01:45:00 | |
| | | | | | | | | FLOTA OBTENIDA/HP | 13 | |
| | | | | | | | | FLOTA OBTENIDA/HV | 9 | |
| | | | | | | | | FRECUENCIAS/HP | 12 | |
| | | | | | | | | FRECUENCIAS/HV | 9 | |
| | | | | | | | | FRECUENCIAS/DÍA | 42 | |
| | | | | | | | | KMS OBTENIDOS | 650.85 | |
| | | | | | | | | VELOCIDAD PROMEDIO | 13.95 | |
| | | | | | | | | DIBUJO DE LA RUTA | | |

figura 26. Vista del Modelo de Transporte Operacional para el Corredor Trolébus

Como se puede apreciar la herramienta utilizada es Excel en el cual se diseñó la estructura del Modelo de Transporte Operacional para generar la tabla de despacho en base a los circuitos que el usuario o modelador seleccione al hacer clic en el botón del nombre selecciona el circuito o ruta, en base a lo que opera actualmente la troncal del Corredor Trolebús, es decir se define su Plan Operacional.

El Modelo genera algunas variables operacionales tales como: kilómetros recorridos de la flota operativa asignada, esta herramienta diseñada en Excel es dinámica y se actualizará conforme se active otra ruta o circuito y lo que se puede recalculan es la flota y los kilómetros recorridos planificados en base a los parámetros seleccionados de transporte tales como el intervalo en hora pico, hora valle, este archivo redimensiona las frecuencias, la flota operativa asignada y los kilómetros directamente recorridos.

Por ejemplo se elige la ruta de mayor recorrido de los servicios de la troncal, en este caso es el circuito C2 con la ruta Morán Valverde – La Y, con una longitud de 16,80 km, del circuito mencionado se obtiene sus resultados que son indicadores operacionales que se lo presenta en la siguiente figura.

| Nombre de Circuito o Ruta | C2: Morán Valverde - La Y | | | |
|--------------------------------|---------------------------|------------------------------|-------|----------|
| Hora de inicio | 5:10 | Intervalo Hora pico | 5 | 00:05:00 |
| Hora de finalización | 9:56 | Intervalo Hora valle | 7 | 00:07:00 |
| Tiempo de Viaje Ciclo completo | 1:46 | Longitud Ciclo completo (km) | 33,60 | |

| Hora salida | Hora Llegada | Kilómetros recorridos |
|-------------|--------------|-----------------------|
| 1 5:10:00 | 17:27:33 | 33,60 |
| 2 5:15:00 | 17:32:33 | 33,60 |
| 3 5:20:00 | 17:37:33 | 33,60 |
| 4 5:25:00 | 17:42:33 | 33,60 |
| 5 5:30:00 | 17:47:33 | 33,60 |
| 6 5:35:00 | 17:52:33 | 33,60 |
| 7 5:40:00 | 17:57:33 | 33,60 |
| 8 5:45:00 | 18:02:33 | 33,60 |
| 9 5:50:00 | 18:07:33 | 33,60 |
| 10 5:55:00 | 18:12:33 | 33,60 |
| 11 6:00:00 | 18:17:33 | 33,60 |
| 12 6:05:00 | 18:22:33 | 33,60 |
| 13 6:10:00 | 18:27:33 | 33,60 |
| 14 6:15:00 | 18:32:33 | 33,60 |

| ESTADÍSTICAS OPERACIONALES | |
|----------------------------|----------|
| HORAS DE SERVICIO | 08:59:00 |
| FLOTA OBTENIDA/HP | 28 |
| FLOTA OBTENIDA/HV | 21 |
| FRECUENCIAS/HP | 17 |
| FRECUENCIAS/HV | 9 |
| FRECUENCIAS/DÍA | 104 |
| KMS OBTENIDOS | 3509,01 |
| VELOCIDAD PROMEDIO | 13,81 |

figura 27. Vista del Modelo de Transporte Operacional para el circuito Morán Valverde – La Y subsistema troncal

Con esta tabla se define el plan operacional donde se generan los circuitos y se dimensiona la flota operativa, la frecuencia y los kilómetros recorridos del sistema, lo cual se resume en el cuadro presentado al costado derecho de la tabla, a continuación se exponen los resultados relacionados a los índices operacionales:

Tabla 8. circuito C2. Morán Valverde – La Y
INDICADORES OPERACIONALES

| | |
|--------------------|----------|
| HORAS DE SERVICIO | 08:59:00 |
| FLOTA OBTENIDA/HP | 29 |
| FLOTA OBTENIDA/HV | 21 |
| FRECUENCIAS/HP | 12 |
| FRECUENCIAS/HV | 9 |
| FRECUENCIAS/DÍA | 104 |
| KMS OBTENIDOS | 3509,01 |
| VELOCIDAD PROMEDIO | 13,81 |

Fuente: Resultados Operacionales del Modelo

Los resultados obtenidos corresponden a la oferta utilizada, frecuencias realizadas, kms generados y velocidad operacional media del circuito C2 denominado Morán Valverde – La Y, que produce al operar con un intervalo de 5 minutos en hora pico y de 7 minutos en valle y con un periodo en la mañana de 8h59 de operación, un total de 104 frecuencias/día que comprenden 3.509,01 km y con una velocidad promedio de 13,81 km/h.

3.5.1.2. Servicios Alimentadores

Para los servicios alimentadores que dispone el sistema Trolebús se realiza un análisis similar a las condiciones actuales operativas, a fin de obtener información con respecto a la oferta de este subsistema.

Tabla 9. Horario de operación de los servicios alimentadores del Trolebús

| Nombre de Ruta Alimentadora | Horario de Operación | | Terminal o Estación de Transferencia |
|-----------------------------|----------------------|----------------------------|--------------------------------------|
| | Lunes - Viernes | Sábado, Domingo y Feriados | |
| Q2: Camal Metropolitano | 05:15 - 24:30 | 06:15 - 22:33 | Terminal Quitumbe |
| Q16: Ciudadela El Ejército | 06:15 - 24:34 | 06:05 - 22:31 | |
| Q7: Guamaní | 05:15 - 24:34 | 06:05 - 22:30 | Morán Valverde |
| Q9: San Martín | 05:15 - 24:30 | 06:15 - 22:31 | |
| Q17: El Girón | 05:15 - 24:35 | 06:15 - 22:32 | |
| Q11: Solanda | 05:15 - 24:31 | 06:15 - 22:31 | El Recreo |
| Q12: Chillogallo | 05:15 - 24:31 | 06:05 - 22:30 | |
| Q13: Oriente Quiteño | 05:15 - 24:35 | 06:15 - 22:30 | |
| Q14: Lucha de los Pobres | 05:10 - 24:34 | 06:05 - 22:31 | |
| Q15: Ferroviaria | 05:45 - 22:36 | 06:25 - 21:30 | |
| Q10: Cotocollao | 05:15 - 24:33 | 06:15 - 22:28 | La Y |
| Q30: Rumiñahui | 05:15 - 24:29 | 06:15 - 22:28 | |
| Q40: Kennedy | 05:15 - 24:36 | 06:15 - 22:28 | |
| Q50: Comité del Pueblo | 05:15 - 24:31 | 06:15 - 22:28 | |
| Q60: Los Laureles | 05:15 - 24:31 | 06:15 - 22:28 | |

Fuente: Información obtenida del Metrobús-Q Gerencia de Gestión Movilidad EPMOP

Con los servicios antes descritos procedemos a verificar y generar la oferta de este subsistema con respecto a frecuencias, flota operativa y kilómetros recorridos que son importantes en la determinación de los costos operacionales que servirán de insumo para la conformación del flujo de caja y posterior análisis financiero del Corredor.

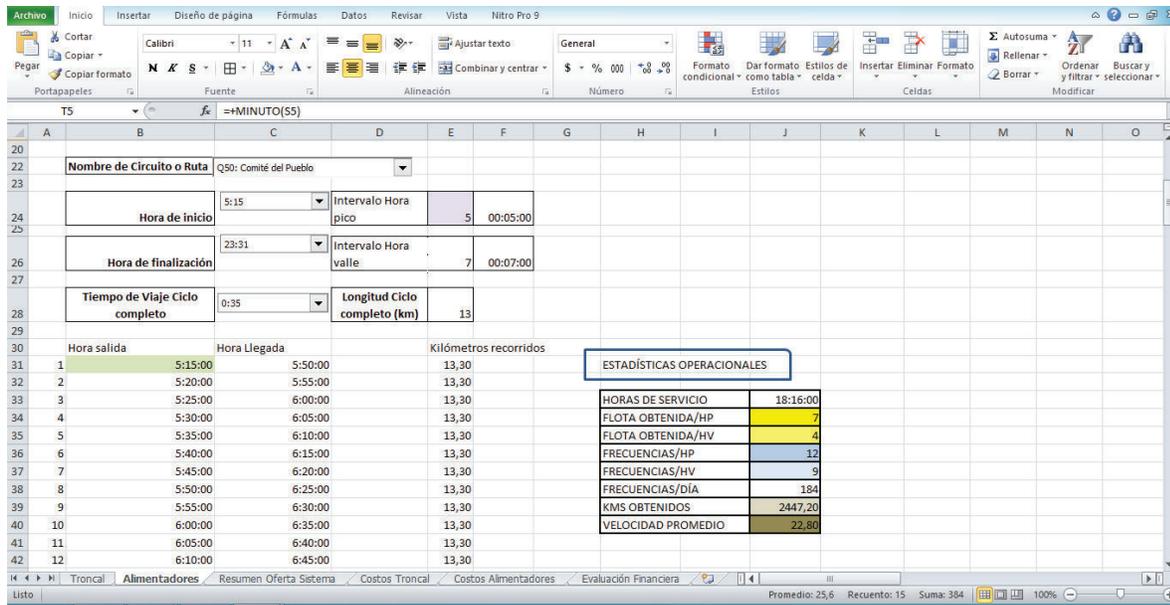


figura 28. Vista del Modelo de Transporte Operacional para el servicio alimentador: Comité del Pueblo – Terminal Río Coca

Por lo tanto de las rutas alimentadoras del sector norte que se integra en la estación de transferencia La Y, sí se escoge la ruta Q50 denominada Comité del Pueblo en la cual se asigna una flota de 7 unidades, por lo tanto en base a los datos de horario de operación y de tiempo de viaje el intervalo que se ajusta para obtener el resultado de flota a la que se hace referencia es de 5 minutos para la hora pico.

Por lo tanto, para esta ruta alimentadora se tiene previsto una flota operativa de 7 unidades con un total de 184 frecuencias y un kilometraje recorrido de 2.447,20 km, esto con un horario de operación de 05:15 – 23:31, tiempo de viaje en ciclo completo de 35 minutos con un intervalo en hora pico de 5 minutos y 7 para la hora valle.

Así mismo se muestra el resumen de los indicadores operacionales antes descritos que aparecen en la ruta de Comité del Pueblo.

Tabla 10. Servicio Alimentador Comité del Pueblo-La Río Coca

| INDICADORES OPERACIONALES | |
|---------------------------|----------|
| HORAS DE SERVICIO | 18:16:00 |
| FLOTA OBTENIDA/HP | 7 |
| FLOTA OBTENIDA/HV | 4 |

| | |
|--------------------|---------|
| FRECUENCIAS/HP | 12 |
| FRECUENCIAS/HV | 9 |
| FRECUENCIAS/DÍA | 184 |
| KMS OBTENIDOS | 2447,20 |
| VELOCIDAD PROMEDIO | 22,80 |

Fuente: Resultados Operacionales del Modelo

3.5.2. CORREDOR ECOVÍA

Utilizando el mismo diseño del modelo, procedemos a calcular la oferta del servicio, con respecto al Corredor Nor Oriental Ecovía.

Para evaluar técnicamente la operación del sistema de transporte público integrado implementado al inicio de la operación que fue administrado por “Tranasoc” y después por la actual Empresa Pública Metropolitana de Transporte de Pasajeros de Quito EPMTQP que en ese tiempo era el Trolebús desde el 2006, y para estimar los indicadores operacionales de este Corredor se aplica la metodología desarrollada por esta investigación usada para evaluar la operación actual del sistema Trolebús y también se estimará económica y financieramente el Corredor de la Ecovía, con el afán de expresar cuál es su situación actual con respecto al servicio de transporte y definir su estructura para futuros proyectos.



figura 29. Fotos del Corredor Ecovía.
Fuente: Gerencia de Planificación de la EPMMOP

3.5.2.1. Cobertura del Servicio

Este Corredor funciona desde el 2001 y opera el sector nor oriental de la ciudad desde el Terminal Río Coca ubicado en el sector de la Jipijapa entre la Av. Río Coca y Av. Eloy Alfaro, una de sus principales características es que su ruta troncal circula por la Av. 6 de diciembre desde la Av. Río Coca hasta la calle Tarqui cerca de la casa de la cultura luego avanza por la Gran Colombia hasta la Av. Pichincha y por último llega a la estación de transferencia Marín Valle de los Chillos cubriendo así un total de 9,1 km de recorrido.

Actualmente este servicio dispone de una flota de 42 unidades ampliando el proyecto de los Corredores Urbanos de transporte masivo de la ciudad, su cobertura en la ruta troncal abarca lugares importantes dentro de su área de influencia entre los cuales podemos citar: zona comercial de la Av. NNUU, centro comercial Quicentro Shopping, sector de la Carolina, colegios 24 de mayo, Benalcázar y Manuela Cañizares, Hospital de niños Baca Ortíz, Eugenio Espejo, Maternidad Isidro Ayora y los parques El Ejido, La Alameda, toda su ruta troncal es de carril exclusivo con paradas centrales ubicadas en el parterre de la Av. 6 de diciembre, cada una de estas paradas son de uso para los usuarios que se movilizan en los dos sentidos, es decir sus paradas son útiles en las dos direcciones, actualmente este Corredor comprende el siguiente recorrido.

Terminal Río Coca, Av. Río Coca, Av. 6 de Diciembre, Calle Tarquí, Av. Gran Colombia, Av. Pichincha, Parada Marín Central, Parada Marín Valle.

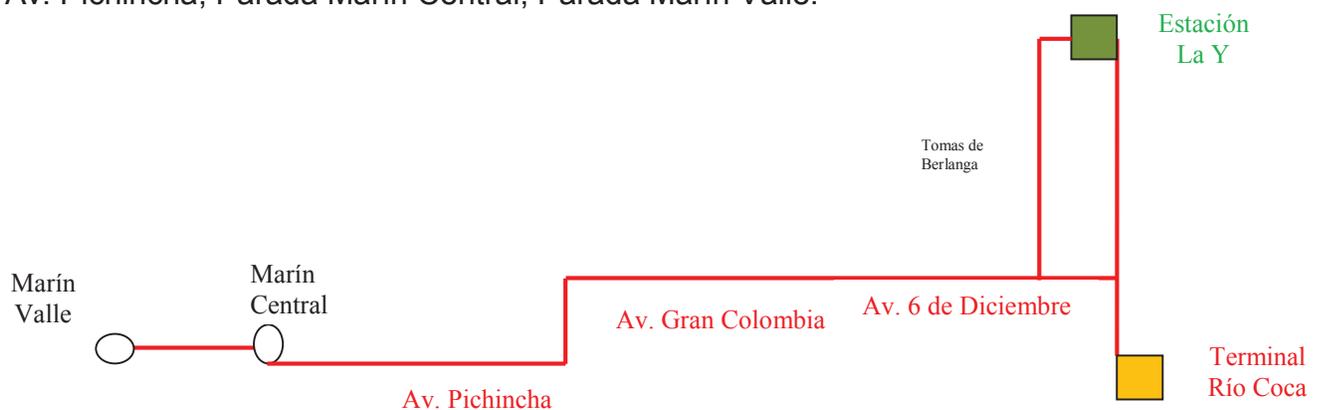


figura 30. Esquema de la troncal del Corredor Ecovía
Fuente: Elaboración Propia

3.5.2.2. Servicio Troncal

Los servicios que circulan actualmente en la troncal del Corredor Ecovía aparecen en la siguiente tabla:

Tabla 11. Horario de operación e intervalos de la Troncal Ecovía

| Nombre de la Ruta o Circuito | Horario de operación | | Intervalos Operativos | |
|--|----------------------|----------------------------|-----------------------|---------------|
| | Lunes - Viernes | Sábado, Domingo y Feriados | Hora Pico hp | Hora Valle hv |
| C1: Terminal Río Coca - Marín Valle | 05:30 - 22:00 | 05:55 - 21:00 | 0:02 | 0:04 |
| CI: Terminal Río Coca - La Y estación Trolebús | 06:00 - 21:20 | 06:10 - 21:00 | 0:12 | 0:12 |
| CV: Terminal Río Coca - Terminal Quitumbe | 23:00 - 05:00 | 21:00 - 05:50 | 1:00 | 1:00 |

Fuente: Información obtenida del Metrobús-Q Gerencia de Gestión Movilidad EPMOP

La información fue obtenida a través de la página web del servicio integrado con respecto al Corredor Ecovía, con esta información se obtiene la tabla de despacho para cualquier servicio del circuito troncal y alimentador, generando así la flota operativa, el número de frecuencias diarias, el total de kilometraje y la velocidad media operacional, en base al Modelo de Transporte Operacional utilizado.

A continuación se presenta el cuadro desarrollado en archivo en Excel del circuito C1 Terminal Río Coca – Marín Valle del cual se desprende lo siguiente:
Parte de la tabla operacional se presenta en el siguiente cuadro.

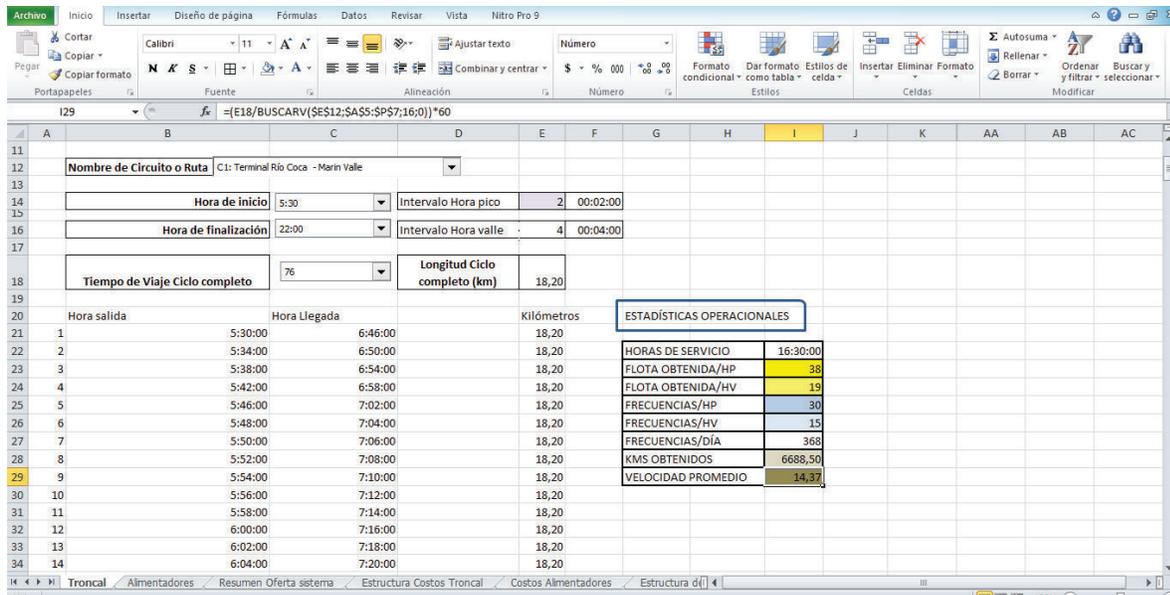


figura 31. Circuito Terminal Río Coca – Marín Valle servicio troncal de la Ecovía
Fuente: Elaboración propia resultados del Modelo de Transporte Operacional

Para un intervalo de 2 minutos en hora pico y 4 minutos en hora valle y con el horario de operación descrito en la tabla anterior se requerirán 38 buses para la hora pico y 19 buses para la hora valle, dotando así un total de 368 frecuencias/día, con un total de 6.688,50 km recorridos para un día, con una velocidad media en troncal de 14,37 km/h, a continuación se presenta los indicadores operacionales de la mencionada ruta troncal que opera la Ecovía.

Tabla 12. Troncal Ecovía Circuito: Río Coca- Marín Valle
INDICADORES OPERACIONALES

| | |
|--------------------|----------|
| HORAS DE SERVICIO | 16:30:00 |
| FLOTA OBTENIDA/HP | 38 |
| FLOTA OBTENIDA/HV | 19 |
| FRECUENCIAS/HP | 30 |
| FRECUENCIAS/HV | 15 |
| FRECUENCIAS/DÍA | 368 |
| KMS OBTENIDOS | 6688,50 |
| VELOCIDAD PROMEDIO | 14,37 |

Fuente: Resultados Operacionales del Modelo de Transporte

3.5.2.3. Servicio Alimentador

Este Corredor ha definido varios servicios que llegan a la Terminal Río Coca y atienden a la demanda del sector nor-oriental de la ciudad entre los cuales podemos mencionar a los siguientes sectores: El Inca, Comité del Pueblo, San Isidro del Inca, Solca, Monteolivo, Zambiza, Nayón, etc.

Actualmente se describen los servicios alimentadores que forman parte del Corredor Ecovía:

Tabla 13. Horario de operación e intervalos de los servicios alimentadores Ecovía

| Nombre de Ruta Alimentadora | Horario de operación | | Intervalos Operativos | | Terminal o Estación de Transferencia |
|-----------------------------|----------------------------------|----------------------------|-----------------------|---------------|--------------------------------------|
| | Lunes - Viernes | Sábado, Domingo y Feriados | Hora Pico hp | Hora Valle hv | |
| Q17: MONTESERRÍN | 05:45 - 22:30 | 06:10 - 22:00 | 0:13 | 0:15 | Terminal Río Coca |
| Q18: LA LUZ | 05:40 - 22:30 | 06:05 - 22:00 | 0:12 | 0:15 | |
| Q19: AGUA CLARA | 05:30 - 22:30 | 06:00 - 22:00 | 0:07 | 0:09 | |
| Q20: COMITÉ DEL PUEBLO | 05:30 - 22:30 | 06:00 - 22:00 | 0:12 | 0:13 | |
| Q22: CUMBAYÁ | 05:10 - 20:35 | 06:00 - 18:10 | 0:20 | 0:25 | |
| Q23: ZAMBIZA | 05:35 - 22:30 | 06:05 - 22:00 | 0:10 | 0:15 | |
| Q24: NAYÓN | 05:30 - 22:30 | 05:00 - 22:00 | 0:09 | 0:10 | |
| Q25: 6 DE JULIO | 05:30 - 22:30 | 06:00 - 22:00 | 0:10 | 0:13 | |
| EXPRESO: MONTEOLIVO | 07:00 - 09:30 y 16:00 - 19:30 | | 0:20 | 0:20 | |

Fuente: Información obtenida del Metrobús-Q Gerencia de Gestión Movilidad EPMOP

Como se puede observar todos los servicios alimentadores llegan al Terminal de la Río Coca, estos servicios se integran al Corredor con una sola tarifa por lo tanto la cobertura del mismo sirve para aquellas personas que su origen o destino son las periferias del sector nor oriente de la Ciudad y con un solo transbordo llegarían hasta el centro de la Ciudad.

Como ya se indicó al aplicar el Modelo de Transporte Operacional se puede obtener la oferta del servicio en base a las condiciones operativas de cada uno de las rutas de servicio de transporte público existente en este Corredor tanto a nivel troncal como en el servicio alimentador, a continuación se presenta un ejemplo del servicio alimentador para lo cual se selecciona la ruta de mayor recorrido Agua Clara – Terminal Río Coca con 16,20 km en ciclo completo y considerando todos los parámetros de entrada se obtiene lo siguiente:

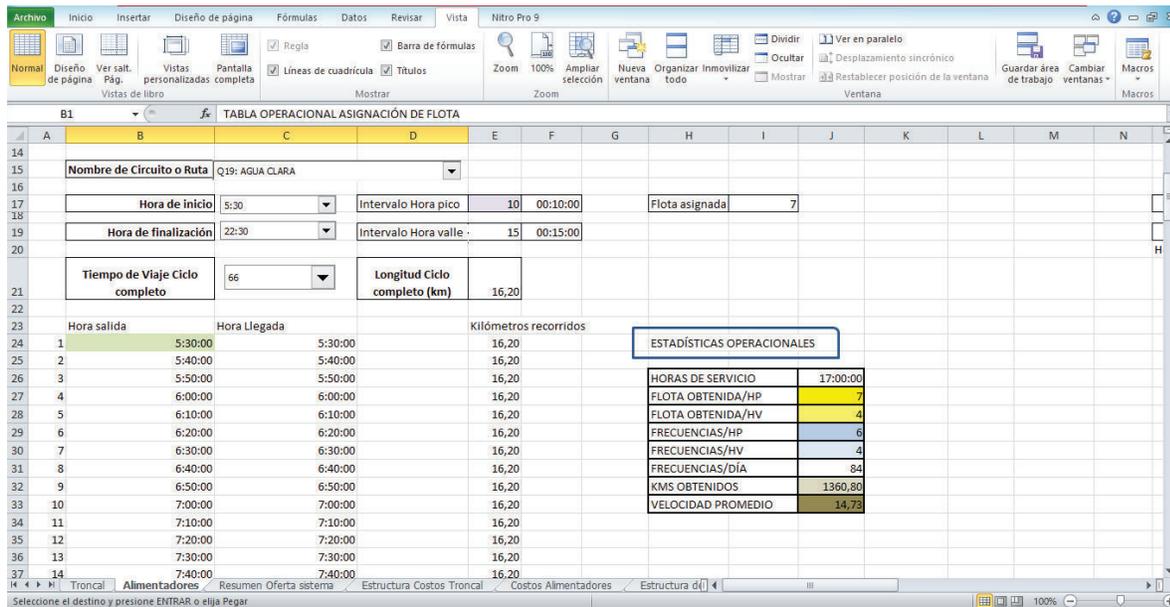


figura 32. Resultados del alimentador de la Ecovia ruta: Agua Clara- Río Coca
Fuente: Elaboración propia resultados del Modelo de Transporte Operacional

Una flota de 7 unidades en la hora pico el intervalo a ser utilizado sería de 10 minutos, además para la hora valle el intervalo propuesto sería de 15 minutos lo que resulta que la flota necesaria será de 4 unidades, con estas variables el modelo genera un total de 84 frecuencias día, y el total de kilómetros recorridos para esta ruta resulta de 1.360,80 km y con una velocidad media de 14,73 km/h.

A continuación se muestra el cuadro con los indicadores operacionales pertinentes:

Tabla 14. Troncal Ecovía Circuito: Río Coca- Marín Valle

| | |
|--------------------|----------|
| HORAS DE SERVICIO | 17:00:00 |
| FLOTA OBTENIDA/HP | 7 |
| FLOTA OBTENIDA/HV | 4 |
| FRECUENCIAS/HP | 6 |
| FRECUENCIAS/HV | 4 |
| FRECUENCIAS/DÍA | 84 |
| KMS OBTENIDOS | 1360,80 |
| VELOCIDAD PROMEDIO | 14,73 |

Fuente: Resultados Operacionales del Modelo de Transporte

3.6.EVALUACIÓN FINANCIERA DE CORREDORES

Para evaluar financieramente los proyectos relacionados con la implementación de los Corredores de transporte urbano masivo para la ciudad de Quito, se deberá obtener el detalle de las inversiones a realizarse, con el afán de aplicar la metodología para la elaboración del flujo de caja la que será utilizada para el análisis de las inversiones posibles a ser asumidas por los operadores privados o por el Municipio de forma mixta o solo privada, en cada uno de los casos el riesgo asociado al proyecto deberá ser asumido por los participantes (Operadores privados y Municipio), con el objetivo de mejorar las condiciones actuales del servicio de transporte público integrado (Corredores BRT'S).

3.6.1. APLICACIÓN DEL MODELO ECONÓMICO FINANCIERO

En base a la estructura desarrollada con respecto a los costos operacionales del sistema de Corredores, tomando como aspectos los basados en la experiencia y en la práctica operacional, factores económicos, sociales y ambientales considerados como parte del servicio de transporte público eficiente se procedió a diseñar un modelo que permita utilizar la información del kilometraje recorrido, flota operativa obtenida por el Modelo de Transporte Operacional cuyo insumo servirá para generar el flujo de caja que dispondrá de las siguientes características:

- El análisis se realizará por subsistema es decir por troncal y por alimentadores

- A su vez dentro de cada subsistema para cada ruta se obtendrá el costo operacional.
- Se determinará el costo de operación del sistema con sus indicadores de rendimiento de operación y de financiamiento.

3.6.2. CORREDOR TROLEBÚS

figura 33. Esquema de la troncal del Trolebús Terminales, Estaciones de Transferencia y Paradas



Fuente: [www//trolebus.gob.ec](http://www/trolebus.gob.ec)

En base al subsistema troncal en el Trolebús existen 5 puntos de transferencia, dos de los cuales son los Terminales Quitumbe y Carcelén ubicados al sur y norte respectivamente y 3 estaciones de transferencia ubicados a lo largo de la ruta troncal de sur – norte tenemos: La estación Morán Valverde, El Recreo y La Y.

La ruta troncal se compone de 50 paradas, 11 ubicadas en el tramo Terminal Quitumbe – Estación El Recreo, éstas son paradas centrales, es decir una sola parada sirve para atender usuarios que se dirigen al sur o norte del recorrido, en cambio desde la Villaflores – estación La Y se ubican 2 paradas, una por cada sentido, por lo tanto suman en total 39 paradas.

Los circuitos que operan en la ruta troncal según la página web de este Corredor (Trolebús, 2012) <http://www.trolebus.gob.ec/> son:

figura 34. Circuitos de la troncal del sistema Trolebús

| | |
|--|--|
| C1 | ESTACIÓN NORTE - ESTACIÓN SUR Y VICEVERSA |
| 06H00 - 22H00 | |
| C2 | MAÑANA: ESTACIÓN MORÁN VALVERDE - ESTACIÓN NORTE Y VICEVERSA; TARDE: TERMINAL QUITUMBE - TERMINAL CARCELÉN |
| Mañana: 05H10 a 09H56 Tarde: 16H00 a 20H13 | |
| C3 | SANTO DOMINGO - ESTACIÓN NORTE Y VICEVERSA |
| 06H00 a 07H45 y de 10H38 a 14H23 | |
| C4 | QUITUMBE - EL EJIDO - QUITUMBE |
| 05H16 a 18H51 | |
| C5 | EL RECREO - COLÓN - EL RECREO |
| 06H00 a 08H42 y de 12H10 a 20H51 | |
| Sábados, Domingos y Feriados: C1: 06H00 a 22H00 C4: 06H05 a 19H26 | |

Fuente: [www//trolebús.gob.ec](http://www.trolebús.gob.ec)

3.6.2.1. Servicio Troncal.-

Se realiza el análisis del costo operacional para un trolebús que es la unidad de transporte público integrado que opera en la troncal, con el objetivo de armar el Modelo se procederá a realizar una estimación del costo operacional actual de la troncal considerando dos tipos de troles el uno que pertenece a la flota de troles más antigua de las 54 unidades que operan desde 1996 y una unidad de trolebús perteneciente a la flota II de las 59 unidades que operan desde el 2002 y tienen condiciones técnico mecánicas más sofisticadas que la flota 1.

Tabla 15. Distribución de Trolebuses por flotas del Corredor

| TROLEBÚS (TRONCAL) | |
|---|-----------------------------|
| DESCRIPCIÓN | VALORES MESUALES |
| # de buses (Flota de Trolebuses) | 113 |
| # de buses Flota I | 54 |
| # de buses Flota II | 59 |
| Valor Compra de un Trolebús de la flota I (1996) | \$ 650.000 |
| Valor Compra de un Trolebús de la flota II (2002) | \$ 750.000 |

Fuente: Metrobús-Q Gerencia de Gestión de la Movilidad EPMMOP



figura 35. Fotos de la troncal del Trolebús

A continuación se presenta un cuadro con el resumen de los costos totales que se estiman con respecto a la flota operacional de la ruta troncal del Corredor Trolebús actualizado al 2010.

Tabla 16. Resumen Costos Troncal Sistema Trolebús

| COSTOS OPERACIONALES | VALOR |
|---|------------------------|
| Valor del combustible y energía eléctrica(diesel)(\$/gl) | 1.000,78 |
| Costos operacionales-mes | |
| # km. Programados | 491.789,11 |
| VARIABLES | |
| Combustible (\$/km) | 0,23 |
| Llantas(\$/km) | 0,07 |
| Mantenimiento (\$/km) | 0,50 |
| Total | 0,80 |
| Costo variable flota mes | \$ 395.396,80 |
| MANO DE OBRA | |
| Conductores | |
| Sueldo básico | \$ 473,59 |
| Cargas sociales | 1,126 |
| Costo mensual | \$ 533,06 |
| Número de conductores | 271,00 |
| Total mes Conductores | \$ 144.458,92 |
| Personal apoyo operaciones | \$ 118.008,30 |
| TOTAL MANO DE OBRA | \$ 262.467,22 |
| Seguros | \$ 20.959,53 |
| Personal administrativo | \$ 172.186,14 |
| Otros | \$ 116.099,98 |
| Servicios básicos | \$ 11.000,00 |
| Total costos fijos | \$ 320.245,65 |
| Gastos variables | \$ 657.864,03 |
| | |
| Costos de financiamiento y depreciación | \$ 306.041,67 |
| Total costos de operación de buses troncales | \$ 978.109,68 |
| | |
| Costos complementarios | |
| Seguridad | \$ 69.856,58 |
| Limpieza | \$ 52.589,19 |
| Recaudo | \$ 308.852,84 |
| Total gastos complementarios | \$ 431.298,61 |
| Total Gastos operativos+ compl. | \$ 1.409.408,29 |
| Costo vehículo-km troncal | 1,99 |
| Costo vehículo-km con Costos complementarios | 2,87 |

Fuente: Metrobús Q y del Modelo de Costos Año Base

Al tomar de referencia el costo de operación de la flota de trolebuses, se puede obtener los siguientes resultados:

Este costo obtenido se generó de la información proveniente de la Unidad Metrobús-Q Gerencia de Gestión de la Movilidad EPMMOP, actualizado con respecto a las componentes de los costos operacionales que son parte del sistema Trolebús, al considerar el subsistema troncal.

Tabla 17. Resumen de la estructura de Costos del Trolebús-Troncal por periodo

| COSTOS DEL SISTEMA TROLEBÚS POR PERIODO | | | |
|--|--------------------|--------------------|-------------------------|
| Resumen de Costos | Día | Mes | Año |
| Costo Variable | \$ 13.179,89 | \$ 395.396,80 | \$ 4.744.761,66 |
| Mano de Obra Directa | \$ 8.748,91 | \$ 262.467,22 | \$ 3.149.606,68 |
| Costo Fijo | \$ 10.674,85 | \$ 320.245,65 | \$ 3.842.947,79 |
| Total | \$ 8.655,84 | \$ 9.496,21 | \$ 11.737.316,13 |

Fuente: Resumen del Modelo Económico Financiero-Costo Troncal

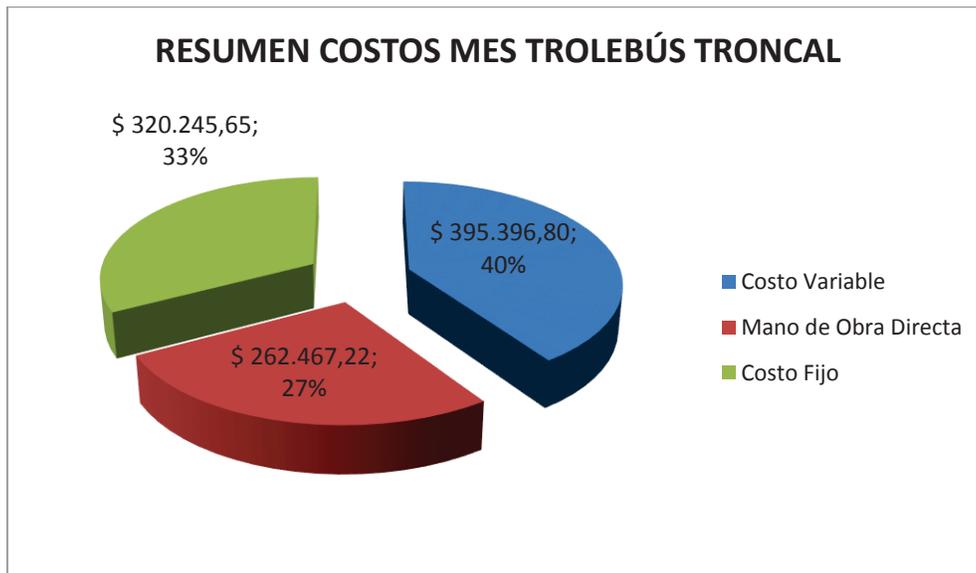


figura 36. Gráfico pastel del resumen de costos de la Troncal Trolebús

La distribución de los costos totales del subsistema troncal se presenta en el gráfico pastel anterior, el costo más significativo es el costo variable con el 40% de participación, el costo de mano de obra directa es el más bajo, pero corresponde al 27% del costo total con 271 conductores según información de RRHH del trolebús más el personal operativo con (36 controladores operacionales), en el costo fijo operacional se cuenta con personal de apoyo a la operación, seguros, servicios básicos y otros.

3.6.2.2. Estimación de Costos asociados a la operación del Corredor Trolebús

Troncal.- El costo total obtenido para este subsistema, considera un trolebús de la primera flota, de igual forma a otra unidad observada de la segunda flota, el valor actual de la unidad al comparar buses de ambas flotas, difiere debido al tiempo de vida útil y a sus kilómetros recorridos, obteniendo el valor actual de ambas flotas, las más antiguas representan aproximadamente un 40% más de vida útil, por lo tanto los gastos en mantenimiento principalmente correctivos son mayores, en resumen los egresos se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 18. Detalle de Costos totales por flota I y flota II de la troncal Trolebús

| COSTOS OPERACIONALES Y ADMINISTRATIVOS DEL SISTEMA TRONCAL TROLEBÚS POR FLOTA | | |
|--|-------------------------|--------------------------|
| | Trolebús Flota I | Trolebús Flota II |
| Flota a operar | 47 | 56 |
| Flota operativa | 39 | 47 |
| Flota en mantenimiento | 8 | 9 |
| Flota averiada | 7 | 3 |
| Valor del combustible (energía Eléctrica+Diesel)/Trolebús promedio/Mes | \$ 39.030,42 | \$ 47.036,66 |
| % Participación Combustible eléctrico 75% | \$ 29.272,82 | \$ 35.277,50 |
| % Participación Combustible a Diesel 25% | \$ 9.757,61 | \$ 11.759,16 |
| # km. Totales Programados Flota operativa/Mes | 223.020,64 | 268.768,47 |
| # km. Totales Programados /Unidad/Mes | 7.238,58 | 7.059,85 |
| # km. Totales Programados por Trolebús/Día Promedio | 241,29 | 235,33 |
| COSTOS VARIABLES | | |
| Combustible (\$/km) | 0,23 | 0,24 |
| Llantas(\$/km) | 0,07 | 0,07 |
| Mantenimiento (\$/km) | 0,53 | 0,45 |
| Costo Variable Total (\$/km) | 0,83 | 0,76 |
| Costo Variable Total Flota operativa | \$ 185.107,13 | \$ 204.264,04 |
| MANO DE OBRA DIRECTA | | |
| Conductores | | |
| Sueldo básico | \$ 473,59 | \$ 473,59 |
| Cargas sociales | 1,126 | 1,126 |
| Costo mensual | \$ 533,06 | \$ 533,06 |
| Número de conductores | 124 | 147 |

| | | |
|--|----------------------|----------------------|
| Costo Mensual de total de conductores | \$ 66.098,92 | \$ 78.359,21 |
| Personal Apoyo de Operaciones (36 C.O.) | \$ 33.678,69 | \$ 40.129,53 |
| TOTAL MANO DE OBRA DIRECTA | \$ 99.777,61 | \$ 118.488,74 |
| Seguros | \$ 9.563,83 | \$ 11.395,70 |
| Personal administrativo | \$ 78.568,54 | \$ 93.617,60 |
| Otros | \$ 52.976,42 | \$ 63.123,56 |
| Servicios básicos | \$ 5.019,30 | \$ 5.980,70 |
| Total costos fijos | \$ 146.128,09 | \$ 174.117,56 |
| Total Costo Operacional (Variable Total + Mano de Obra directa) | \$ 284.884,74 | \$ 322.752,77 |
| Costos de financiamiento y depreciación | \$ 139.646,81 | \$ 199.673,83 |
| Total costos de operación de buses troncales | \$ 570.659,64 | \$ 696.544,17 |
| Total costos /Unidad/Mes | \$ 14.632,30 | \$ 14.820,09 |
| Indicador costo operacional \$/km para el servicio troncal | 2,02 | 2,76 |
| Total Costos Complementarios | | |
| Seguridad | \$ 31.679,15 | \$ 38.177,43 |
| Limpieza | \$ 23.848,59 | \$ 28.740,60 |
| Recaudo | \$ 140.061,17 | \$ 168.791,67 |
| Total costos complementarios fijos | \$ 195.588,91 | \$ 235.709,71 |
| Total costos complementarios fijos/Unidad/mes | \$ 5.015,10 | \$ 5.015,10 |
| Indicador costo complementarios \$/km para el servicio troncal | 0,69 | 0,71 |
| Total costos/Unidad/Mes incluyendo costos complementarios | \$ 17.156,79 | \$ 17.453,39 |
| Indicador costo total (operacionales +complementarios) Trolebús | 2,71 | 3,47 |

Fuente: Metrobús Q y del Modelo de Costos Año Base

Del cuadro anterior se puede concluir que el indicador del costo por kilómetro es de \$ 2,02 para un trolebús de la Flota I, con un kilometraje promedio por mes de 7.238,58 km el costo operacional será de \$ 14.632,30, en cambio para una unidad de la flota II el indicador del costo por kilómetro será de \$ 2,76 lo que implica que si en promedio recorre un total de 7.059,85 km al mes, su costo operacional será de \$ 14.820,09, éste costo operacional absorbe los costos complementarios que consume la troncal en base al recaudo, limpieza y seguridad de las paradas, por lo tanto el costo de este sistema al dividir en costos directos y complementarios, se convierte en una estrategia para que el Municipio (Secretaría de Movilidad) pueda negociar con los transportistas a fin de que no suban las tarifas y así mitigar el impacto del costo de operación asociado al transporte público integrado.

En el Corredor Trolebús existe un ahorro en el combustible de diesel ya que su galón corresponde a un valor de 0,84 \$, en cambio con respecto a los articulados o cualquier otro bus tipo el valor por galón es de 1,04 \$, lo que implica un ahorro de aproximadamente 23,80% por galón con respecto al valor de galón en el Corredor Trolebús, en otras palabras el costo por consumo de diesel es de 0,20\$ menos por galón en el Corredor.

A continuación se describen los costos complementarios del servicio de transporte público integrado, el cual se compone por la seguridad, limpieza y recaudo de las paradas fijas centrales que funcionan como infraestructura de la ruta troncal, estas aparecen con sus montos totales al mes.

Tabla 19. Detalle de Costos Complementarios del Trolebús-Troncal

| Costos Complementarios Mensuales | |
|---|------------------------|
| Seguridad | \$ 69.856,58 |
| Limpieza | \$ 52.589,19 |
| Recaudo | \$ 308.852,84 |
| Total Gastos complementarios | \$ 431.298,61 |
| Total Gastos operativos+ complementarios | \$ 1.409.408,29 |
| Costo vehículo-km troncal con costos complementarios | 2,87 |
| Costo vehículo-km sin costos complementarios | 1,99 |

Fuente: Metrobús-Q Gerencia de Gestión de la Movilidad EPMOP

Como resultado del cuadro anterior se obtiene el costo por kilómetro recorrido en la ruta troncal es de 2,87 \$/km incluyendo los costos complementarios, al no incluirlo, el costo por kilómetro recorrido disminuye a 1,99 \$/km.

Por lo tanto del análisis realizado podemos concluir que en promedio las unidades a operativas son 86 trolebuses de los cuales el kilometraje recorrido por trole al mes es de 7.140,90 km, es el promedio ponderado de la flota, al considerar el indicador de costo por kilómetro de 1,99 \$/km, se tiene que un trolebús cuesta operarlo alrededor de \$ 14.202,40 por mes para el sistema Trolebús.

Con el afán de realizar un análisis con respecto al equilibrio del ingreso y egreso podemos obtener el ingreso que genera la operación actual de la troncal y observar si está por cerca del valor obtenido por concepto de costo total por unidad operativa.

Aproximadamente la demanda del sistema Trolebús es de 230.000 pasajeros día esto significa un ingreso de \$ 50.600 al día de toda la flota operativa lo que implica que dentro del sistema trolebús en base a información proporcionada por el Metrobús-Q y confirmada por el EPMT PQ- Trolebús el 73,30% participa en el recaudo del sistema por lo tanto de los ingresos diarios en la troncal se producen aproximadamente un total de \$ 38.000,04 y esto implica un total diario generado por unidad trolebús de \$441,86; lo que produce al mes un total de \$11.771,18 lo que significa que actualmente el ingreso obtenido del sistema trolebús en lo que respecta troncal no cubre el costo operacional del mismo este ingreso cubre el 83% de la operación.

Alimentador.- De igual manera se establecerá el costo operacional de los servicios alimentadores en función de la información recogida de la EPMT PQ y de la Unidad Metrobús-Q de la Gerencia de Operaciones de la Movilidad de la EPMMOP, encargada de controlar y monitorear los indicadores operacionales de los Corredores urbanos de la ciudad de Quito.

A continuación se describen los rubros de los costos operacionales con respecto a los costos fijos, variables y de capital de dos buses tipo que operan en los servicios alimentadores del Corredor, con el afán de caracterizar y estandarizar el costo de estas unidades que permitan medir el cambio o incremento en su costo al variar elementos o componentes relacionados con precios establecidos y que con el tiempo éstos tienden a crecer en base al mercado, es así que a continuación se presenta una tabla con los elementos que forman la estructura del modelo de costos variables, fijos y de capital de las unidades utilizadas en el servicio de transporte público integrado.

Tabla 20. Detalle de Costos del Trolebús (Alimentadores)

| COSTOS TOTALES SUBSISTEMA ALIMENTADOR DEL CORREDOR TROLEBÚS | | |
|--|----------------------|----------------------|
| | Bus Tipo I | Bus Tipo II |
| Flota a operar | 49 | 44 |
| Flota operativa | 49 | 44 |
| Valor del combustible (Diesel)/Unidad promedio/Mes | \$ 646,76 | \$ 812,00 |
| # km. Totales Programados Flota operativa/Mes | 271.212,03 | 261.800,61 |
| # km. Totales Programados por Unidad/Día Promedio | 184,50 | 198,33 |
| COSTOS VARIABLES | | |
| Combustible (\$/km) | \$ 0,12 | \$ 0,13 |
| Llantas(\$/km) | \$ 0,09 | \$ 0,08 |
| Mantenimiento (\$/km) | \$ 0,17 | \$ 0,16 |
| Costo Variable Total (\$/km) | \$ 0,38 | \$ 0,37 |
| Costo Variable Total Flota operativa | \$ 101.809,95 | \$ 96.387,12 |
| MANO DE OBRA DIRECTA | | |
| Conductores | | |
| Sueldo básico | \$ 473,59 | \$ 473,59 |
| Cargas sociales | 1,47 | 1,47 |
| Costo mensual | \$ 696,16 | \$ 696,16 |
| Número de conductores | 98 | 88 |
| Costo Mensual de total de conductores | \$ 68.223,68 | \$ 61.262,08 |
| Controlador | \$ 315,00 | \$ 315,00 |
| Costo Mensual de total de controladores | \$ 42.291,90 | \$ 37.976,40 |
| TOTAL MANO DE OBRA DIRECTA | \$ 110.515,58 | \$ 99.238,48 |
| Seguros | \$ 4.083,33 | \$ 3.483,33 |
| Garage | \$ 1.490,42 | \$ 1.338,33 |
| Revisión Vehicular | \$ 236,83 | \$ 212,67 |
| Permiso de Operación | \$ 204,17 | \$ 183,33 |
| Tickets de Operación | \$ 16.333,33 | \$ 14.666,67 |
| Costo Notaría Leg. Contrato | \$ 816,67 | \$ 733,33 |
| Total costos fijos | \$ 23.164,75 | \$ 20.617,67 |
| Total Costo Operacional (Variable Total + Mano de Obra directa) | \$ 212.325,53 | \$ 195.625,60 |
| Costos de financiamiento y depreciación | \$ 65.998,44 | \$ 60.520,68 |
| Total costos de operación de buses troncales | \$ 301.488,72 | \$ 276.763,95 |

Fuente: Metrobús-Q y elaboración propia modelo de costos año base

Del cuadro anterior resulta que los costos asociados al subsistema alimentador alcanzan los \$ 578.252,66 mensuales al sumar los 15 servicios alimentadores con una

flota igual a 93 unidades repartidos en 49 buses tipo I y 44 buses tipo II, por lo tanto se concluye que el indicador del costo por kilómetro es:

Para el bus tipo I es de 1,10 \$/km incluyendo depreciación y una rentabilidad del 12% sobre el costo operacional, en cambio para el bus tipo II es de 1,04 \$/km con las mismas características.

Es así que si un bus tipo I en promedio recorre un total de 5.534,94 km su costo al mes será de \$ 6.062,83; y para un bus tipo II que en promedio recorre un total de 5.950,01 km su costo al mes será de \$ 6.200,96.

El valor considerado para la depreciación para ambos buses tipo I y II es de \$ 750,00 al mes lo que implica que el valor de su costo sin incluir depreciación será de \$ 5.312,83; cuyo indicador de costo por kilómetro es 0,96 \$/km, de igual manera el costo para el bus tipo II será de \$ 5.458,21 y corresponde a 0,92 \$/km.

3.6.3. APLICACIÓN DEL FLUJO DE CAJA CORREDOR TROLEBÚS

Para la elaboración del flujo de caja se tomará los siguientes supuestos:

- Año base 2012.
- Estructura del flujo
 - Costos
 - Costos Fijos
 - Mano de Obra Directa
 - Costos Variables
 - Depreciación
 - Gastos Administrativo
 - Inversiones
 - Infraestructura (+)
 - Adquisición de nuevos Buses (Troncal y Alimentadores) (-)
 - Ingresos

- Operacionales
 - No Operacionales
- Utilidad
- Subsidio si la utilidad es negativa
- Financiamiento
 - Intereses (-)
- Utilidad después de intereses
 - Ajuste por depreciación (+)
- Utilidad con ajuste
 - Amortización (-)
 - Valor de desecho (+)
- Flujo de Caja

3.6.4. CORREDOR ECOVÍA

3.6.4.1. Estimación de Costos Corredor Ecovía

Troncal.- El costo total obtenido por este subsistema, se conseguirá con un bus articulado de las características de volvo que opera en la Ecovía, además estas unidades operan desde el año 2002, por lo tanto los gastos y costos en mantenimiento son actualizados al 2012, en resumen se presentan los egresos de la troncal del Corredor Ecovía:

En realidad los rubros de los costos y gastos que aparecen en la tabla No. 20 corresponden al resumen del detalle de los costos más representativos dentro de la clasificación de los costos operacionales del sistema el cuál se divide en costos fijos y variables y además se presenta la clasificación de los gastos administrativos estos se dividen en gastos por depreciación, gastos por servicios básicos y gastos del personal que realiza actividades administrativas en la gestión del servicio de transporte público.

Tabla 21. Detalle de Costos totales de la troncal de la Ecovía

| COSTOS OPERACIONALES TRONCAL ECOVÍA | VALOR |
|--|----------------|
| # de buses | 42,00 |
| Flota Operativa | 37,00 |
| Valor Actual del bus | |
| Depreciación de flota | \$ 37.800,00 |
| Financiado | \$ 41.427,02 |
| Valor del combustible (diesel)(\$/gl) | \$ 1,04 |
| Costos operacionales-mes | |
| # km. Programados | 140.309,33 |
| VARIABLES | |
| Combustible (\$/km) | \$ 0,28 |
| Llantas(\$/km) | \$ 0,19 |
| Mantenimiento (\$/km) | \$ 0,28 |
| Total | \$ 0,75 |
| Costo variable flota mes | \$ 104.706,801 |
| MANO DE OBRA DIRECTA | |
| Conductores | |
| Sueldo básico | \$ 473,59 |
| Cargas sociales | 1,47 |
| Costo mensual | \$ 696,16 |
| # de conductores | 86,00 |
| Total mes Conductores | \$ 59.869,65 |
| Personal apoyo operaciones | \$ 9.292,97 |
| Total personal operativo | \$ 69.162,61 |
| Seguros | \$ 3.500,000 |
| Revisión vehicular | \$ 203,000 |
| Permiso de operación | \$ 175,000 |
| Tickets de Operación | \$ 14.000,000 |
| Costos Notaría Leg. Contrato | \$ 700,000 |
| Mantenimiento Correctivo (5%) | \$ 12.600,000 |
| Total costos fijos | \$ 31.178,000 |

| MANO DE OBRA INDIRECTA | |
|---|----------------------|
| # Personal administrativo | |
| Sueldo básico | \$ 210,00 |
| Carga social | |
| Gasto Mensual | |
| Otros | \$ 962,50 |
| Servicios básicos | \$ 3.225,00 |
| Total Gastos administrativos | \$ 4.397,50 |
| Gastos variables | \$ 173.869,42 |
| Costos de financiamiento y depreciación | \$ 79.227,02 |
| Total costos de operación de buses troncales | \$ 288.671,93 |
| Total costo /Unidad/mes | \$ 7.801,94 |
| Costo Total por kilómetro /troncal | \$ 2,06 |

Fuente: Metrobús-Q y elaboración propia modelo Ecovía de costos año base

Del cuadro anterior se puede concluir que el indicador del costo por kilómetro es de \$ 2,06 para un articulado sí recorre un kilometraje por mes de 3.792,14 km promedio el costo total de operación será de \$ 7.801,04, éste costo operacional no absorbe los costos complementarios que consume la troncal en base al recaudo, limpieza y seguridad en paradas, por lo tanto el costo de este sistema aún es mayor.

A continuación se describen los costos complementarios del servicio de transporte público integrado, lo referente a seguridad, limpieza y recaudo de las paradas fijas centrales que funcionan como elementos de la ruta troncal, estas aparecen con sus montos totales al mes.

Tabla 22. Detalle de Gastos Complementarios de la Ecovía

| Gastos complementarios Mes Corredor Ecovía | |
|---|----------------------|
| Seguridad | \$ 37.500,00 |
| Limpieza | \$ 23.806,00 |
| Recaudo | \$ 52.179,80 |
| Total gastos complementarios | \$ 113.485,80 |

| | |
|--|----------------------|
| Total Gastos operativos+complementarios | \$ 402.157,73 |
| Costo vehículo-km troncal | \$ 2,87 |

Fuente: Metrobús-Q y elaboración propia modelo Ecovía de costos año base

Entonces el costo por kilómetro recorrido se incrementa en un 39,31%, con respecto al costo total, en otras palabras el costo por unidad al mes es de \$ 10.869,13.

Con el mismo procedimiento de analizar el equilibrio del sistema en la parte troncal se puede comparar este costo con el ingreso que produce en promedio un articulado al mes y compararlo con respecto al valor del costo obtenido por articulado.

Aproximadamente en la troncal al día se movilizan un total de 75.000 pasajeros lo que produce un ingreso de \$ 16.500 con una tarifa equivalente de \$ 0,22, si al día la flota operativa del Corredor es de 37 unidades esto quiere decir que cada unidad produce un promedio de \$ 445,95 si esto lo calculamos al mes tenemos que cada unidad produce al mes un total de \$ 11.487,67 considerando que lo que produce el sábado es un 57% del día normal y el domingo un 37% del día normal, esta información se obtiene de la propia EPMTQP.

En conclusión la operación en troncal está equilibrada en función de los datos analizados.

Servicio Alimentador.- De igual manera se establece el costo operacional de los servicios alimentadores en función de la información recogida de la EPMTQP y de la Unidad Metrobús-Q de la Gerencia de Gestión de la Movilidad de la EPMMOP, encargada de controlar y regular todo lo referente a los indicadores operacionales de los Corredores urbanos de la Ciudad de Quito.

A continuación se describen los rubros de los costos operacionales con respecto a los costos fijos, variables y de capital de dos buses tipo que operan en los servicios alimentadores del Corredor, con el afán de caracterizar y estandarizar el costo de estas unidades que permitan medir el cambio o incremento en su costo al variar elementos

relacionados con precios establecidos y que conforme transcurre el tiempo éstos tienden a crecer en base al mercado, es así que a continuación se presenta una tabla con los elementos que forman los costos correspondientes a los servicios alimentadores de éste Corredor.

Tabla 23. Detalle de Costos de los servicios alimentadores de la Ecovía

| COSTOS TOTALES SUBSISTEMA ALIMENTADOR DEL CORREDOR ECOVÍA | | |
|--|---------------------|---------------------|
| | Bus Tipo I | Bus Tipo II |
| Flota operativa | 22 | 13 |
| Valor del combustible (Diesel)/Unidad promedio/Mes | \$ 752,55 | \$ 969,27 |
| # km. Totales Programados Flota operativa/Mes | 135.633,34 | 90.869,15 |
| # km. Totales Programados por Unidad/Día Promedio | 228,34 | 258,89 |
| COSTOS VARIABLES | | |
| Combustible (\$/km) | \$ 0,12 | \$ 0,14 |
| Llantas(\$/km) | \$ 0,09 | \$ 0,05 |
| Mantenimiento (\$/km) | \$ 0,17 | \$ 0,18 |
| Costo Variable Total (\$/km) | \$ 0,38 | \$ 0,37 |
| Costo Variable Total Flota operativa | \$ 50.915,23 | \$ 33.834,55 |
| MANO DE OBRA DIRECTA | | |
| Conductores | | |
| Sueldo básico | \$ 473,59 | \$ 473,59 |
| Cargas sociales | 1,47 | 1,47 |
| Costo mensual | \$ 696,16 | \$ 696,16 |
| Número de conductores | 44 | 26 |
| Costo Mensual de total de conductores | \$ 30.631,04 | \$ 18.100,16 |
| Controlador | | |
| Sueldo básico | \$ 315,00 | \$ 315,00 |
| Cargas sociales | 1,37 | 1,37 |
| Costo mensual | \$ 431,55 | \$ 431,55 |
| Número de controladores | 44 | 26 |
| Costo Mensual de total de controladores | \$ 18.988,20 | \$ 11.220,30 |
| TOTAL MANO DE OBRA DIRECTA | | |
| Seguros | \$ 1.741,67 | \$ 1.029,17 |
| Garage | \$ 669,17 | \$ 395,42 |
| Revisión Vehicular | \$ 121,00 | \$ 62,83 |
| Permiso de Operación | \$ 91,67 | \$ 54,17 |

| | | |
|---|----------------------|---------------------|
| Tickets de Operación | \$ 3.520,00 | \$ 2.080,00 |
| Costo Notaría Leg. Contrato | \$ 366,67 | \$ 216,67 |
| Total costos fijos | \$ 6.510,17 | \$ 3.838,25 |
| Total Costo Operacional (Variable Total + Mano de Obra directa) | \$ 100.534,47 | \$ 63.155,01 |
| Costos de financiamiento y depreciación | \$ 25.930,95 | \$ 12.296,29 |
| Total costos de operación de buses troncales | \$ 132.975,59 | \$ 79.289,55 |
| Costo Total /Unidad/Mes | \$ 6.044,34 | \$ 6.099,20 |
| Costo por Km incluido depreciación y una rentabilidad del 15% sobre el costo operacional | \$ 0,98 | \$ 0,87 |

Fuente: Metrobús-Q y elaboración propia modelo Ecovia de costos año base

Es así que si un bus tipo I en promedio recorre un total de 6.165,15 km su costo al mes será de \$ 6.044,34; y para un bus tipo II que en promedio recorre un total de 6.989,93 km su costo al mes será de \$ 6.099,20.

El valor considerado para la depreciación para el bus tipo I es de \$ 500,00 al mes lo que implica que el valor de su costo sin incluir depreciación será de \$ 5.544,34; cuyo indicador de costo por kilómetro disminuye a 0,90 \$/km, de igual manera el costo para el bus tipo II será de \$ 5.599,20 y corresponde a 0,80 \$/km.

3.6.5. APLICACIÓN DEL FLUJO DE CAJA CORREDOR ECOVÍA

Para la elaboración del flujo de caja se tomará los siguientes supuestos:

- Año base 2012.
- Estructura del flujo
 - Egresos
 - Costos Fijos
 - Mano de Obra Directa
 - Costos Variables
 - Depreciación
 - Gastos Administrativo
 - Inversiones
 - Infraestructura (+)
 - Adquisición de nuevos Buses (Troncal y Alimentadores) (-)

- Ingresos
 - Operacionales
 - No Operacionales
- Utilidad
- Subsidio si la utilidad es negativa
- Financiamiento
 - Intereses (-)
- Utilidad después de intereses
 - Ajuste por depreciación (+)
- Utilidad con ajuste
 - Amortización (-)
 - Valor de desecho (+)
- Flujo de Caja

3.6.6. DETERMINACIÓN DEL VAN Y TIR DE LOS CORREDORES TROLEBÚS Y ECOVÍA

Para esto se evaluará el proyecto para un período no menor a 10 años y para proyectar los valores de egresos se considerará el efecto de la inflación, así mismo para los ingresos se utilizará una regresión en base a los datos históricos obtenidos por la EPMTQP.

Los flujos de caja de los Corredores Trolebús y Ecovía se presentarán como anexos:

Corredor Trolebús

A continuación se presenta un resumen de la matriz diseñada para comparar los datos y resultados del Modelo de Transporte Operacional MTO y del análisis de los costos operacionales, gastos administrativos de los dos sistemas a fin de medir la variabilidad y sensibilidad de los datos y de las variables consideradas en el análisis correspondiente:

Tabla 24. Matriz de entradas con información del Trolebús

| TRONCAL | DATOS ENTRADA | | | | RESULTADOS MTO | | | | | | | |
|---------------------------|--------------------------------------|---|-----------------------|---------------|----------------|----------------|---------------------|----------------------|-------------------|------------------|-------------------|--------------------------|
| | Horario de Operación Lunes - Viernes | Tiempo de viaje ciclo completo tiempo en despacho | Intervalos Operativos | | Frecuencias hp | Frecuencias hv | Flota Obtenida Pico | Flota Obtenida Valle | Horas de servicio | Total horas pico | Total horas valle | Flota Promedio Ponderada |
| | | | Hora Pico hp | Hora Valle hv | | | | | | | | |
| C1: La Y - El Recreo | 06:00 - 22:00 | 86 | 00:01 - 00:02 | 0:03 | 60-30 | 20 | 43 | 29 | 16:00 | 8:00 | 8:00 | 36 |
| C2: Morán Valverde - La Y | 05:10 - 09:56; 16:00 - 20:13 | 146 | 0:06 | 0:06 | 10 | 10 | 24 | 24 | 8:59 | 5:43 | 3:16 | 24 |
| C3: Santo Domingo - La Y | 06:00 - 07:45; 10:38 - 14:23 | 66 | 0:10 | 0:12 | 6 | 5 | 7 | 6 | 5:30 | 3:15 | 2:15 | 6 |
| C4: Quitumbe - El Ejido | 05:16 - 18:51 | 96 | 0:04 - 0:05 | 0:06 | 15 | 10 | 19 | 16 | 13:35 | 7:21 | 6:14 | 18 |
| C5: El Recreo - Colón | 06:00 - 08:42; 12:10 - 20:51 | 66 | 0:12 | 0:12 | 5 | 5 | 6 | 6 | 11:23 | 7:02 | 4:21 | 6 |
| CQR: Quitumbe - El Recreo | 10:30 - 23:40 | 54 | 0:04 - 0:05 | 0:06 | 10 | 10 | 11 | 9 | 13:10 | 5:00 | 8:10 | 9 |
| | | | | | | | 109 | 89 | | | | 99 |

Tabla 25. Matriz de entradas con información de la Ecovía

| TRONCAL | DATOS ENTRADA | | | | RESULTADOS MTO | | | | | | | | |
|--|------------------------------|-----------------|---|-----------------------|----------------|----------------|----------------|---------------------|----------------------|-------------------|------------------|-------------------|--------------------------|
| | Nombre de la Ruta o Circuito | Lunes - Viernes | Tiempo de viaje ciclo completo tiempo en despacho | Intervalos Operativos | | Frecuencias hp | Frecuencias hv | Flota Obtenida Pico | Flota Obtenida Valle | Horas de servicio | Total horas pico | Total horas valle | Flota Promedio Ponderada |
| | | | | Hora Pico hp | Hora Valle hv | | | | | | | | |
| C1: Terminal Río Coca - Marin Valle | 05:30 - 22:00 | 76 | 0:02 | 0:04 | 30 | 15 | 38 | 19 | 16:30 | 8:00 | 8:30 | 28 | |
| Cl: Terminal Río Coca - La Y estación Trolebús | 06:00 - 21:20 | 22 | 0:12 | 0:12 | 5 | 5 | 2 | 2 | 15:20 | 8:00 | 7:20 | 2 | |
| CV: Terminal Río Coca - Terminal Quitumbe | 23:00 - 05:00 | 106 | 1:00 | 1:00 | 1 | 1 | 2 | 2 | 5:00 | 0:00 | 5:00 | 2 | |
| | | | | | | | 40 | 21 | | | | 30 | |

3.7.PROYECTO PARA EL CORREDOR SUR ORIENTAL (APLICACIÓN)

Con el objetivo de mejorar la situación actual del transporte público en el sector sur oriental de la Ciudad se presenta la siguiente propuesta sustentada en el conocimiento y características actuales del sistema de transporte público en el sector analizado, a continuación se describen los antecedentes del mismo:

- La delimitación del sector sur oriental consta de las siguientes zonas administrativas.
- Para la zonificación utilizada se toma un buffer de 600 metros del eje principal del sector Sur Oriental cuyo eje principal de referencia sobre la red vial es la Av. Pedro Vicente Maldonado para delimitar la zona de análisis, es decir 600m hacia el oriente y 600 m hacia el occidente del eje vial principal, debido a que las rutas de transporte público convencional que se originan en el sector sur oriental de la ciudad circulan por la Av. Pedro Vicente Maldonado llegando en su mayoría a la

Marín y algunas rutas con destino más al norte de la ciudad, en tal virtud se presentan algunos mapas con zonificaciones como:

- Anexo 1.- Delimitación del Área de influencia (600m) sobre la Av. Maldonado y segmentado por barrios involucrados en el sector.
- Anexo 2.- Delimitación del área de influencia (600m) considerando la red vial urbana y como eje principal la Av. Maldonado.
- Anexo 3.- Delimitación del área de influencia (600m) considerando las parroquias involucradas en el sector de estudio.
- Anexo 4.- Delimitación del área de influencia (600m) considerando las rutas de transporte público convencional influyentes.
- Anexo 5 - Anexo 8.- Mapeo de las rutas de transporte público convencional involucradas (35 rutas).
- Anexo 9.- Segmentación de la población sobre el área de influencia con 5 clasificaciones de población
- Anexo 10.- Tabla y gráfico de las tendencias de las demandas para el servicio de transporte público integrado Trolebús y Ecovía.
- Anexo 11.- Matriz OD Trolebús por parada de Sur-Norte y Norte-Sur en la hora pico de 07h00 – 08h00.
- Anexo 12.- Distribución de viajes en el DMQ, por parroquia y por modo de transporte, fuente: Encuesta Domiciliaria de Movilidad Estudio Metro 2011.
- Anexo 13.- Matriz OD viajes en transporte público de las parroquias involucradas en el sector de estudio.
- Anexo 14.- Evaluación Económica Financiera del Proyecto Corredor Sur Oriental de Quito con un horizonte a 10 años.

3.7.1. ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA DEL SECTOR DE ANÁLISIS

Con el objetivo de cuantificar el valor de la demanda de transporte público dentro del sector analizado es necesario basarse en la siguiente información:

- Estudio origen – destino de las parroquias involucradas en el sector de investigación.

Las parroquias involucradas a 600m del eje principal Av. Pedro Vicente Maldonado son: Guamaní, Turubamba, Quitumbe, La Argelia, Solanda, La Ferroviaria, San Bartolo, Chimbacalle, La Magdalena.

- La población correspondiente a las parroquias involucradas presentan los siguientes valores:

| PARROQUIA | 2001 |
|----------------|----------------|
| Chimbacalle | 43.723 |
| Guamaní | 42.211 |
| La Argelia | 45.018 |
| La Ferroviaria | 68.184 |
| La Magdalena | 32.826 |
| Quitumbe | 36.950 |
| San Bartolo | 60.415 |
| Solanda | 76.170 |
| Turubamba | 33.447 |
| TOTAL | 440.945 |

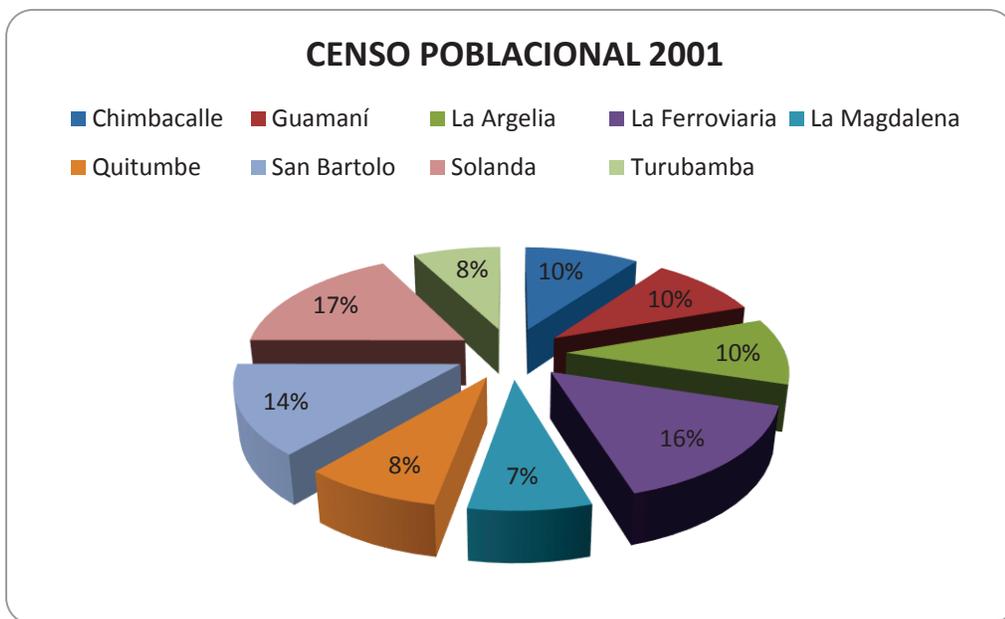


figura 37. Pastel poblacional del sector de influencia
Fuente: Censo población 2001 INEC

De la información del censo 2001 y con la proyección del MDMQ se presenta la población para cada parroquia involucrada al 2010.

Tabla 26. Población por parroquia involucrada

| PARROQUIA | 2001 | 2010 |
|----------------|---------|---------|
| Chimbacalle | 43.723 | 44.226 |
| Guamaní | 42.211 | 55.257 |
| La Argelia | 45.018 | 51.440 |
| La Ferroviaria | 68.184 | 68.977 |
| La Magdalena | 32.826 | 37.503 |
| Quitumbe | 36.950 | 48.373 |
| San Bartolo | 60.415 | 70.018 |
| Solanda | 76.170 | 80.448 |
| Turubamba | 33.447 | 38.198 |
| TOTAL | 440.995 | 494.440 |

INEC, Censo 2001 y proyección al 2011 según el MDMQ

Sí se toma el total de población para el 2001 con respecto a todas las parroquias involucradas se tiene un total de 440.995, si se proyecta al 2010 la población alcanza un total de 494.440 habitantes.

Con el objetivo de establecer la cantidad de población realmente beneficiada por el uso del servicio de transporte público, la población potencialmente beneficiada para el proyecto comprenderá los siguientes criterios:

- No todos los habitantes acceden al servicio de transporte público, es decir población menor a 5 años, permanece en casa o en lugares de guarderías, o en sitios destinados al cuidado de infantes y menores de 5 años, por lo tanto este segmento de población no se moviliza en transporte público.
- La mayoría de estudiantes correspondientes a educación básica usan transporte escolar, principalmente los de menor edad, es decir estudiantes comprendidos entre (5-12 años).

- Personas que tienen más de 65 años, permanecen en sus casas por ser jubilados, o porque ya no pueden trasladarse con facilidad de un lugar a otro, por lo tanto los viajes realizados de este segmento de población son relativamente pocos.
- Las personas comprendidas en el rango de 18 – 65 años, son los que mayor movilidad van a generar no solo en el sector de estudio, sino a nivel general por lo tanto es importante estimar un número aproximado de este segmento por medio de la densidad poblacional.
- Si se dispone de la población económicamente activa con respecto a los habitantes del sector de estudio, que ayude a determinar la población que realmente necesita trasladarse de un lugar a otro utilizando el modo de transporte público.

3.7.1.1. Resultados de Población en Quito

Tabla 27. Población por segmento de Edad de Quito urbano

| Segmentos por Edades | Población Total | % Población |
|----------------------|-----------------|-------------|
| 0 - 4 AÑOS | 134.310 | 10% |
| 5 - 9 AÑOS | 136.169 | 10% |
| 10 - 14 AÑOS | 134.703 | 10% |
| 15 - 19 AÑOS | 142.484 | 10% |
| 20 - 24 AÑOS | 151.522 | 11% |
| 25 - 29 AÑOS | 126.699 | 9% |
| 30 - 34 AÑOS | 112.376 | 8% |
| 35 - 39 AÑOS | 100.877 | 7% |
| 40 - 49 AÑOS | 157.121 | 11% |
| 50 - 59 AÑOS | 98.287 | 7% |
| 60 - 69 AÑOS | 58.985 | 4% |
| 70 AÑOS Y MAS | 59.550 | 4% |
| TOTAL | 1.413.083 | 100% |

Fuente: INEC, Censo 2001

De la información proporcionada por el INEC del censo 2001 se establece que la población en Quito es de 1.413.083 habitantes de los cuales, la población potencialmente beneficiada que usará algún medio de transporte para satisfacer sus necesidades de viajes son la población comprendida de 5 – 65 años por lo tanto del total de la población tenemos que restarle el porcentaje que no estará en el rango establecido de edad, correspondiente al 16% y es de 226.093, entonces la población potencialmente beneficiada es igual a 1.186.990.

De la población potencialmente beneficiada en realidad no toda se movilizará en transporte público, el modo por el que optarán será a través del transporte privado, para generar el porcentaje de transporte público, se generará una estimación del transporte particular para concluir sobre el público.

De la información actualizada por el censo 2010 en Quito se tiene un total de 1.619.146 habitantes, esto quiere decir que su crecimiento si se relaciona con el dato obtenido en el censo 2001 es del 14,58% durante 9 años, al tomar de referencia el porcentaje de disminución (16%), la población potencialmente beneficiada será de 1.360.083.

Sí el número de integrantes por hogar en promedio del censo 2010 es de 3,8 integrantes por hogar, entonces el total de hogares en Quito será de 357.916 aproximadamente.

Por lo tanto utilizando el dato proyectado al 2010 correspondiente al sector analizado con respecto a los habitantes existentes 494.440, si a esto le restamos el 16% correspondiente a la población no beneficiada tenemos que la población potencialmente beneficiada será aproximadamente de 415.330 habitantes, corresponde al 31% de la población de Quito de rango comprendido entre 5 – 65 años de edad.

Sí se toma el indicador del número de integrantes por hogar 3,8, en el sector estudiado existen aproximadamente 109.297 hogares.

- Información de estudio o informe sobre la demanda de transporte público realizado sobre las parroquias involucradas.
 - De la información más actualizada se tiene la matriz origen destino que realizó la Unidad Metro para obtener la demanda actual de transporte público.
 - De los datos actualizados se construye la siguiente matriz origen destino tomando en cuenta solo las parroquias que corresponden al sector sur oriental de la Ciudad.
 - Para decidir que la información obtenida del estudio del metro sea confiable se deberá validar con el estudio de Cal& Mayor en donde existe un estudio de sube y baja de pasajeros de rutas que forman parte del área de influencia del Corredor Sur Oriental.

3.7.2. PROYECCIÓN DE LA DEMANDA

- En base a los valores de recaudo de los Corredores Trolebús y Ecovía se obtendrá una tasa de crecimiento referencial a ser utilizada en la proyección de la demanda que se estima servir con el proyecto del Corredor Sur Oriental, se necesitará un histórico del comportamiento de la demanda del Trolebús desde 1996 – 2011 y de la Ecovía desde el 2003 -2011.
- El ajuste de la demanda también deberá ser considerada en relación a verificar la capacidad operativa del sistema de transporte público, ya que en algún momento en el futuro si el crecimiento es constante el equilibrio entre la oferta y demanda va a producir una ruptura, y lo más probable es que se requiera mayor número de unidades.
- El resultado de la proyección de la demanda y su evolución histórica será el insumo para obtener los valores de demanda futura del Corredor Sur Oriental, a implementarse y sobre todo la programación de cómo el usuario pasará del actual servicio de transporte público convencional, al servicio de transporte público integrado a fin de que el impacto no genere problemas tanto con la

población beneficiada como con los operadores privados de transporte público convencional.

3.7.2.1. Análisis de la Oferta del Servicio de Transporte Público Actual

Este análisis se divide en dos partes, la primera es identificar cuáles y cuantas son las operadoras que prestan servicio de transporte público en el sector sur oriental de la Ciudad, esto se lo realizará en función de los permisos operacionales que dispone la Gerencia de Gestión de la Movilidad de la EPMMOP.

La segunda parte consiste en determinar de forma técnica cuantas unidades de servicio de transporte público convencional e integrado brindan servicio de transporte público, por lo general y en base a la operación del sistema de transporte no todas las unidades que se detallan en los permisos de operación, circulan sobre la red vial urbana para satisfacer la demanda de transporte público, es así que el número de unidades operativas deberá garantizar satisfacer la demanda asignada al sistema transporte público integrado lo cual está íntimamente relacionado costos operacionales.

Por lo tanto el dimensionamiento de la flota se obtendrá de acuerdo al valor de la demanda obtenida en esta investigación que para fines pertinentes se utilizará la información del Metro y la del estudio de (Caly mayor y asociados, 2008), a fin de realizar el ajuste del Plan Operacional del proyecto Corredor Sur Oriental.

3.8. PROPUESTA

Tomando en cuenta todo el análisis realizado la propuesta consistirá en establecer estrategias para administrar y mejorar las condiciones técnicas de la operación y en general del servicio de tal manera que la demanda del sector sea cubierta por el Plan Operacional aplicado al Corredor Sur Oriental en base a los siguientes criterios:

- La administración del sistema deberá ser asumida en base a un Consorcio que no será más que la unión de las operadoras de transporte privadas involucradas en el sector de estudio, lo que servirá a la autoridad en este caso Secretaría de Movilidad a fin de coordinar y establecer acuerdos con mayor facilidad ya que no tienen que estar socializando planes y acciones de transporte con varios transportistas sino con uno solo y sería el representante del Consorcio, facilidades en la parte de negociaciones.
- Del análisis de la oferta y demanda se deduce que la flota necesaria es menor a la oferta actual, se deberá de reubicar dicha flota en los diferentes sectores de la Ciudad que no tengan cobertura de transporte público o que tengan problemas de necesidad de flota, por ejemplo la Municipalidad está empleando un plan para el mejoramiento del servicio de transporte en la Av. Simón Bolívar parte de esta flota puede ser reubicada en ese sector.
- El proceso de implementación de los servicios que operarán en el Corredor Sur Oriental, conlleva a organizar la situación actual del transporte público convencional, es así que la estructura de la red de este Corredor cubrirá los servicios existentes de transporte público convencional con el objetivo de mejorar las condiciones actuales de viajes, los mismos que se realizarán en menor tiempo, dotando de seguridad vial para el usuario.
- Ordenamiento de frecuencias bajo un plan operacional apegado a satisfacer la demanda de los usuarios y generando indicadores operacionales que servirán de monitoreo para medir la gestión operativa del Corredor BRT Sur Oriental y en definitiva de los Corredores.
- Análisis de las principales variables de la operación del sistema de transporte público integrado con el afán de identificar la vulnerabilidad de su operación.

- La propuesta deberá ser cuantificada en términos económicos para presentar los beneficios de éste Corredor contemplando algunos escenarios que pueden ser utilizados para evaluar a largo plazo el proyecto del Corredor Sur Oriental a nivel operacional y financiero.

3.8.1. APLICACIÓN DEL MODELO DE TRANSPORTE OPERACIONAL

En base a la información obtenida por dos estudios de demanda de transporte público en el sector indicado se realizó la modelación de las nuevas rutas de transporte público integrado en función del nivel de servicio de transporte actual y también considerando circuitos y horarios de los Corredores ya existentes (Trolebús y Ecovía) se dimensiona la flota necesaria para mejorar el nivel de servicio actual, con el objetivo de brindar un servicio de transporte público integrado eficiente para los años venideros; es así que el análisis de costos operacionales, ingresos producidos por las rutas propuestas y administración del Corredor Sur Oriental harán de este un proyecto sustentable en el tiempo.

A continuación se detalla los datos de entrada que alimentan el modelo a fin de estimar la oferta en base al estudio de demanda del sector.

3.8.2. RESULTADOS

Los resultados sobre el dimensionamiento de la flota y estimación de los kilómetros recorridos se obtendrán al aplicar el Modelo de Transporte Operacional MTO, en función de la información del recorrido de servicios de transporte público generados en el proyecto del Corredor Sur Oriental y se ajustarán conforme las variables utilizadas para la obtención de la flota, es decir tiempo de viaje, horas de servicio e intervalos específicos en hora pico y hora valle.

Por lo tanto los resultados del primer modelo aplicado será la oferta de los servicios propuestos en el proyecto del Corredor Sur Oriental, que en definitiva sustituyen el

actual servicio de transporte público convencional existente en el sector de investigación.

Es importante mencionar que para el ajuste al Plan Operacional pertinente, el proyecto en una segunda instancia del proceso de ajuste modificará los valores de flota y kilómetros recorridos en función de la demanda obtenida en el sector de análisis.

3.8.3. APLICACIÓN DEL MODELO ECONÓMICO FINANCIERO

Para realizar la corrida financiera es importante conocer cuáles son las variables técnicas operacionales y cuáles son las variables financieras que disponen los modelos diseñados, con el afán de evaluar económica y financieramente la implementación de los servicios propuestos en el Corredor Sur Oriental.

Como se mencionó anteriormente en base a los permisos operacionales existentes en la Gerencia de Operaciones de la Movilidad de la EPMMOP y tomando como eje principal de recorrido la Av. Pedro Vicente Maldonado, a continuación se presenta la lista de las operadoras y rutas involucradas para esta investigación.

Tabla 28. Flota según Permiso Operacional de transporte público involucrado en el CSO

| OPERADORA | NOMBRE | FLOTA según PO |
|----------------|---|----------------|
| 6 DE DICIEMBRE | La Gasca - Barrionuevo | 26 |
| 7 DE MAYO | Marín – Rocío de Guamaní | 16 |
| | Marín – Héroes de Paquisha | 17 |
| ECUATORIANA | San Roque - Camal Metropolitano - 18 de Octubre | 10 |
| | San Roque - Camal Metropolitano - Turubamba | 10 |
| | Villaflores – La Joya | 7 |
| JUAN PABLO II | San Roque - Guamaní - Ciudadela Lozada | 10 |
| | Universidad Central – Solanda | 20 |
| LATINOS | Ejido - San Cristóbal | 21 |
| | San Pablo - Vicentina - Argelia Alta | 21 |
| | Seminario Mayor- Unión Popular | 31 |
| | Universidad Central - Guajala - Pueblo Unido | 13 |
| LUJOTURISA | Universidad Central - Cutuglahua | 12 |
| | Universidad Central – La Victoria | 12 |
| METROTRANS | Estadio Olímpico – San Fernando - La Esperanza | 24 |

| | | |
|-------------------------------------|--|---------------------|
| PLANETA | Marín – Beaterio – El Conde | 7 |
| | Marín - Caupicho | 14 |
| | Marín – Guamaní – San Juan de Turubamba | 9 |
| | Marín – Beaterio – La Cocha | 7 |
| | Marín – Beaterio – San Blas | 4 |
| | Marín – Guamaní – Santo Tomás 1 | 8 |
| | Marín – Guamaní – Santo Tomás 2 - Garrochal | 15 |
| | Marín – Guamaní – Venecia | 8 |
| | San Roque – Cutuglahua – Santo Domingo | 12 |
| | San Roque – Cutuglahua – San José | 12 |
| | Universidad Central – Guajaló – Plywood | 9 |
| | Universidad Central – Guajaló - Quitus Colonial | 18 |
| | TRANZETA | Marín - Ferroviaria |
| Universidad Central – Camal | | 12 |
| Universidad Central – Forestal Alta | | 13 |
| VEPIEX | Lucha de los Pobres - Marín | 6 |
| | Marín – Martha Bucaram - San Marcelo | 12 |
| | Universidad Central – Caupicho | 19 |
| | Universidad Central – Rocío de Guamaní | 20 |
| VICTORIA | La Gasca - Oriente Quiteño | 31 |
| 11 Operadoras | 35 Rutas de Transporte Público Convencional | 494 buses |

Por lo tanto la oferta actual de transporte público en el sector analizado corresponde a 11 operadoras con 35 rutas de transporte público convencional y que según los permisos operacionales cuentan con 494 buses, que en realidad los 6 buses de la ruta Lucha de los Pobres – Marín no realizan este servicio por lo tanto la flota realmente comprometida es 488.

Según información proporcionada por la EMSAT en el 2007 en el sur de la Ciudad existe una oferta de transporte público convencional de 31 operadoras con 101 rutas de transporte y con una flota disponible de 1.510 buses, lo que implica que si se toma de referencia el sector sur oriental de la Ciudad esto corresponde al 35,48% de operadoras, 34,65% de rutas de transporte y al 32,71% de la flota esto quiere decir que la propuesta abarca una reorganización y mejoramiento del transporte público del sector sur en un 35% aproximadamente.

Para el análisis de la oferta de transporte público en el sector sur oriental de la Ciudad es primordial obtener el dato de la flota realmente operativa, ya que no toda la flota disponible opera durante el día, esto sucede en base a los siguientes factores:

- La planificación del despacho de flota no es el mismo durante el día, lo que se debe a que existen periodos considerados picos y valles lo que sustenta un tratamiento de nivel de servicio variable para los periodos mencionados.
- De igual manera las unidades de servicio de transporte público debido a que son equipos motorizados de trabajo están sujetos a mantenimientos mecánicos preventivos, y averías que hacen que se programe su operación considerando que tendrán que ingresar obligatoriamente al mencionado mantenimiento, esto se hará con mayor frecuencia cuando el tiempo de operación de las unidades utilizadas cada vez se vaya haciendo más grande.

Por lo tanto la información de las unidades realmente operativas deberá ser obtenida de fuentes confiables, es decir de los propios operadores privados de transporte público convencional, a continuación se detalla la siguiente tabla.

Tabla 29. Flota operativa por ruta de transporte involucrada en el CSO

| OPERADORA | NOMBRE | FLOTA según PO | Flota Operativa |
|----------------|---|----------------|-----------------|
| 6 DE DICIEMBRE | La Gasca - Barrionuevo | 26 | 22 |
| 7 DE MAYO | Marín – Rocío de Guamaní | 16 | 15 |
| | Marín – Héroes de Paquisha | 17 | 16 |
| ECUATORIANA | San Roque - Camal Metropolitano - 18 de Octubre | 10 | 12 |
| | San Roque - Camal Metropolitano - Turubamba | 10 | 12 |
| | Villaflores – La Joya | 7 | 3 |
| JUAN PABLO II | San Roque - Guamaní - Ciudadela Lozada | 10 | 13 |
| | Universidad Central – Solanda | 20 | 13 |
| LATINOS | Ejido - San Cristóbal | 21 | 9 |
| | San Pablo - Vicentina - Argelia Alta | 21 | 20 |
| | Seminario Mayor- Unión Popular | 31 | 30 |

| | | | |
|-------------------------------------|---|---------------------|------------|
| | Universidad Central - Guajaló - Pueblo Unido | 13 | 8 |
| LUJOTURISA | Universidad Central - Cutuglahua | 12 | 11 |
| | Universidad Central – La Victoria | 12 | 11 |
| METROTRANS | Estadio Olímpico – San Fernando - La Esperanza | 24 | 20 |
| PLANETA | Marín – Beaterio – El Conde | 7 | 5 |
| | Marín - Caupicho | 14 | 14 |
| | Marín – Guamaní – San Juan de Turubamba | 9 | 10 |
| | Marín – Beaterio – La Cocha | 7 | 5 |
| | Marín – Beaterio – San Blas | 4 | 5 |
| | Marín – Guamaní – Santo Tomás 1 | 8 | 5 |
| | Marín – Guamaní – Santo Tomás 2 - Garrochal | 15 | 12 |
| | Marín – Guamaní – Venecia | 8 | 7 |
| | San Roque – Cutuglahua – Santo Domingo | 12 | 10 |
| | San Roque – Cutuglahua – San José | 12 | 9 |
| | Universidad Central – Guajaló – Plywood | 9 | 9 |
| | Universidad Central – Guajaló - Quitus Colonial | 18 | 18 |
| | TRANZETA | Marín - Ferroviaria | 8 |
| Universidad Central – Camal | | 12 | 16 |
| Universidad Central – Forestal Alta | | 13 | 9 |
| VEPIEX | Lucha de los Pobres - Marín | 6 | 0 |
| | Marín – Martha Bucaram - San Marcelo | 12 | 7 |
| | Universidad Central – Caupicho | 19 | 18 |
| | Universidad Central – Rocío de Guamaní | 20 | 20 |
| VICTORIA | La Gasca - Oriente Quiteño | 31 | 23 |
| 11 Operadoras | 35 Rutas de Transporte | 494 | 423 |

Entonces un valor determinante al considerar la flota realmente operativa en el sector sur oriental con respecto a la flota disponible un valor que varía y corresponde al 85,62%, esto considera que si se tiene una ruta de transporte como la Caupicho – Marín, ésta dispone de 14 unidades en su Permiso de Operación (PO), de las cuales operan en promedio un total de 12 unidades y 2 están en mantenimiento preventivo o correctivo.

Así mismo se recolectó información de la demanda producida por ruta al día y de lo que se puede decir al respecto es que el Municipio no tiene recurso para actualizar periódicamente esta variable, a su vez de los estudios realizados de demanda de transporte público que han sido revisados y analizados por el equipo de transporte en la

Unidad de Planificación de Transporte Público de la EPMMOP y actualmente en la Secretaría de Movilidad, se puede mencionar que:

La demanda recolectada a marzo del 2009 presentada en la siguiente tabla con valores de demanda por ruta involucrada en el Corredor Sur Oriental.

Tabla 30. Demanda Mínima por Unidad de rutas involucradas en el CSO

| OPERADORA | NOMBRE | FLOTA según PO | Flota Operativa | Demanda Mínima Total/ bus MARZO-09 |
|----------------|---|----------------|-----------------|------------------------------------|
| 6 DE DICIEMBRE | La Gasca - Barrionuevo | 26 | 22 | 758 |
| 7 DE MAYO | Marín – Rocío de Guamaní | 16 | 15 | 995 |
| | Marín – Héroe de Paquisha | 17 | 16 | 995 |
| ECUATORIANA | San Roque - Camal Metropolitano - 18 de Octubre | 10 | 12 | 981 |
| | San Roque - Camal Metropolitano - Turubamba | 10 | 12 | 981 |
| | Villaflora – La Joya | 7 | 3 | 824 |
| JUAN PABLO II | San Roque - Guamaní - Ciudadela Lozada | 10 | 13 | 802 |
| | Universidad Central – Solanda | 20 | 13 | 756 |
| LATINOS | Ejido - San Cristóbal | 21 | 9 | 658 |
| | San Pablo - Vicentina - Argelia Alta | 21 | 20 | 848 |
| | Seminario Mayor- Unión Popular | 31 | 30 | 1122 |
| | Universidad Central - Guajalo - Pueblo Unido | 13 | 8 | 624 |
| LUJOTURISA | Universidad Central - Cutuglahua | 12 | 11 | 1000 |
| | Universidad Central – La Victoria | 12 | 11 | 1000 |
| METROTRANS | Estadio Olímpico – San Fernando - La Esperanza | 24 | 20 | 939 |
| PLANETA | Marín – Beaterio – El Conde | 7 | 5 | 478 |
| | Marín - Caupicho | 14 | 14 | 479 |
| | Marín – Guamaní – San Juan de Turubamba | 9 | 10 | 848 |
| | Marín – Beaterio – La Cocha | 7 | 5 | 481 |
| | Marín – Beaterio – San Blas | 4 | 5 | 481 |
| | Marín – Guamaní – Santo Tomás 1 | 8 | 5 | 469 |
| | Marín – Guamaní – Santo Tomás 2 - Garrochal | 15 | 12 | 980 |
| | Marín – Guamaní – Venecia | 8 | 7 | 985 |
| | San Roque – Cutuglahua – Santo Domingo | 12 | 10 | 1009 |
| | San Roque – Cutuglahua – San José | 12 | 9 | 1009 |
| | Universidad Central – Guajaló – Plywood | 9 | 9 | 1060 |
| | Universidad Central – Guajaló - Quitus Colonial | 18 | 18 | 1032 |
| TRANZETA | Marín - Ferroviaria | 8 | 6 | 792 |
| | Universidad Central – Camal | 12 | 16 | 900 |
| | Universidad Central – Forestal Alta | 13 | 9 | 687 |

| | | | | |
|----------------------|--|------------|------------|---------------|
| VEPIEX | Lucha de los Pobres - Marín | 6 | 0 | 0 |
| | Marín – Martha Bucaram - San Marcelo | 12 | 7 | 837 |
| | Universidad Central – Caupicho | 19 | 18 | 882 |
| | Universidad Central – Rocío de Guamani | 20 | 20 | 897 |
| VICTORIA | La Gasca - Oriente Quiteño | 31 | 23 | 953 |
| 11 Operadoras | 35 Rutas de Transporte | 494 | 423 | 28,542 |

De la tabla anterior podemos decir que en promedio para el sector sur oriental, tomando de referencia el eje principal (Av. Pedro Vicente Maldonado) se transportan al día un total de 840 pasajeros/unidad y si operan 423 unidades, entonces se obtuvo una demanda de transporte público a marzo de 2009 de 355.320 pasajeros/día.

De las rutas consideradas en este Corredor se pueden clasificar en rutas que tienen diferentes lugares de destino, es decir rutas que llegan a la Marín (centro de la Ciudad), rutas que llegan a la Universidad Central (nor occidente de la Ciudad), rutas que llegan al Seminario Mayor (a pocos metros de la Universidad Central); y otras rutas que llegan a San Roque (Centro occidente de la Ciudad), por lo tanto relacionemos el porcentaje de participación de sus destinos.

Tabla 31. Porcentaje de participación del destino de las rutas del CSO

| Destino de las rutas involucradas en el CSO | % Participación en Flota | % Participación en Rutas |
|---|--------------------------|--------------------------|
| Marín (centro de la Ciudad) | 27% | 37% |
| San Roque (centro occidental) | 11% | 14.3% |
| Universidad Central (Nor occidental) | 30% | 29% |
| Seminario Mayor (A pocos metros de la UCE) | 18% | 9% |
| Tomadas en el Corredor | 85% | 89% |
| Remanentes (2 rutas) | 9% | 6% |
| Total Corredor | 94% | 94% |

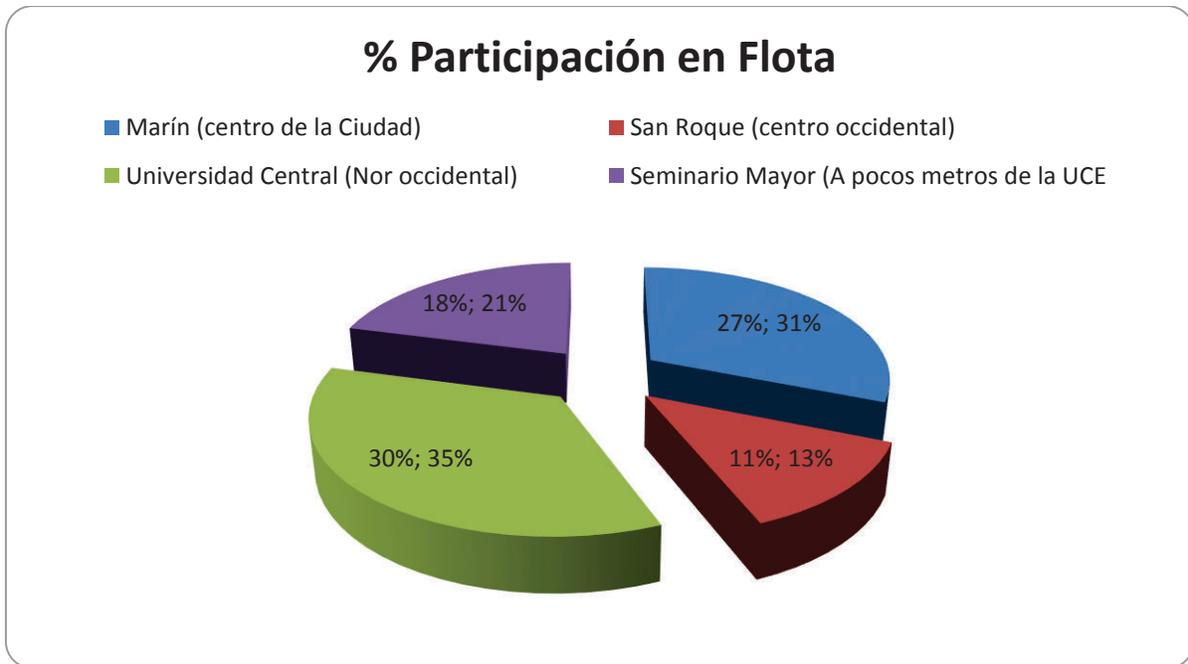


figura 38. Gráfico pastel del porcentaje de participación de la flota en el Corredor Sur Oriental

Con estos resultados se deduce que la participación real de las rutas de transporte público convencional involucradas en el Corredor Sur Oriental son las de destino Marín con aproximadamente 95.936 usuarios, con destino Universidad Central y Seminario Mayor 170.554 usuarios dando lugar a 266.490 pasajeros para el Corredor Sur Oriental.

Las rutas remanentes quedan operando igual que antes pero bajo un modelo de gestión conocido como Caja Común con el afán de incorporarse en el recaudo total del Corredor Sur Oriental, por lo tanto la demanda que se traslada por fuera del Corredor aproximadamente es de 32.000 pasajeros, que para efectos de la Evaluación económica financiera deben ser considerados.

Y la demanda restante de 56.830 será cubierta cuando se implemente el Corredor Sur Occidental y la Subtronal Rodrigo de Chávez.

3.8.4. RESULTADOS

Utilizando el Modelo de Transporte Operacional (MTO), se genera la siguiente oferta para el Corredor Sur oriental.

Tablas y cuadros elaborados en base al sistema basado en BRT'S como Corredor de transporte público integrado, es decir los servicios de transporte de este Corredor cubrirán las necesidades de viajes de los usuarios de transporte público convencional, con la siguiente oferta de transporte público integrado.

La oferta actual del servicio de transporte público convencional es: 11 operadoras de transporte involucradas con 35 rutas de transporte público y que disponen de una flota de 488 buses registrados en los PO para cubrir la demanda del sector sur oriental de la ciudad.

En tal virtud el Proyecto Corredor Sur Oriental propone la siguiente oferta de servicio de transporte público integrado.

- Un sistema tronco alimentador bajo el esquema de Corredor similar al Trolebús, Ecovía y Corredor Central Norte.
- Nacería en la Joya y barrios aledaños que corresponden al área sur oriental de la ciudad, sin embargo este sistema nace desde el Terminal Quitumbe en donde confluye el servicio Trolebús y rutas de transporte interprovincial que provienen desde provincial ubicadas al sur de Pichincha con el afán de ofrecer intermodalidad a los usuarios.
- Llega hasta la Marín Valle de los Chillos, sector el Playón, en donde puede interconectarse con el servicio del Corredor de la Ecovía y también llega hasta la parada de las universidades justo a la altura de la Av. 12 de octubre y Av. General Veintimilla en donde retorna y baja a la Av. 6 de diciembre y se conecta al Corredor de la Ecovía.

- Como en la parada Marín Valle de los Chillos los usuarios se benefician no solo de conectarse a la Ecovía, sino también al Corredor Central Norte cuyo destino final es el Terminal de la Ofelia este Corredor su vía principal es la Av. América y Prensa, por lo tanto da esa posibilidad al usuario que puedan dirigirse a varios destinos al norte de la ciudad.
- Los parámetros principales para determinar la oferta necesaria del sistema y del Modelo de Transporte Operacional son: distancias del nuevo sistema de rutas establecidas, que reemplazan a las actuales rutas de transporte público convencional, horario de servicio del sistema (Corredor), tiempo de viaje en ciclo completo y nivel de servicio en base al intervalo de despacho en hora pico y hora valle.
- Lo importante del Modelo de Transporte Operacional es el dimensionamiento de la flota en base a la nueva estructura de la red de transporte público integrado, es decir generar los suficientes servicios troncalizados y alimentadores que permitan cubrir la demanda estimada del sector y sobre todo identificar cuáles serían los sitios o barrios con mayor necesidad de servicio.
- Estudiar y flexibilizar los intervalos en función de los tipos de servicios creados, es decir para los circuitos troncales establecer un intervalo de 1 – 3 minutos para el periodo pico, en cambio para el periodo valle de 5 – 7 minutos, esto con el afán de mejorar el nivel de servicio y sobre todo el tiempo de espera de los usuarios en cualquier parada del sistema.
- Ampliación del horario de servicio es así que en las actuales condiciones existen varios servicios de transporte público convencional que brindan servicio de transporte hasta las 20h00 y 21h00, el objetivo del Corredor es uniformizar el horario es decir de 05h00 – 22h00 para días ordinarios (lunes – viernes) y para fines de semana y feriados de 06h00 – 21h00.

- El proyecto consiste también en descongestionar la Av. Maldonado, Av. Napo, Av. Velasco Ibarra, Av. Pichincha, hasta la Marín Central con el afán de disminuir la circulación de los buses que brindan servicio de transporte público convencional y obviamente en horas pico generan problemas de tráfico y congestión vehicular en la vialidad urbana de la Ciudad.
- Si se descongestiona el tráfico, esto influye directamente en menor contaminación ambiental y sonora, ya que uno de los principales factores que influyen en la emisión de gases contaminantes son los vehículos de transporte público y como el proyecto tiene previsto determinar una flota que obedezca a las condiciones de demanda y en base al análisis realizado existe un número de vehículos que deben salir de servicio.
- Se podrá analizar circuitos troncalizados que se originen en otros puntos que no han sido identificados y que en base a las condiciones de demanda que van cambiando poder correrlos en el modelo de transporte a fin de evaluar su incidencia sobre el sistema.
- Así mismo se podrá analizar rutas alimentadoras que vayan a sustituir servicios de transporte público convencional actualmente operativos y que ya tienen una determinada demanda que movilizan, se supone que si ya son implementados en el sistema esto va a generar una mejora operacional y por lo tanto de rentabilidad para el servicio integrado.
- El modelador o experto de transporte que trabaje para el Municipio podrá utilizar este modelo a fin de evaluar rutas alimentadoras pero ya incorporadas al sistema Corredor BRT y que le ayude a tomar decisiones importantes sobre la operación del mismo y su conveniencia en el Corredor.
- Así mismo podrá ir realizando un seguimiento sobre las condiciones operativas del sistema basado en los indicadores operacionales para identificar si alguna

ruta alimentadora o circuito en troncal no está dando los resultados esperados en la operación del Corredor e incorporando nuevas variables o parámetros que tengan una relación directa en la eficiencia del sistema.

Así mismo aplicando el modelo económico – financiero para los servicios del Corredor Sur Oriental se presenta sus resultados en función de los parámetros obtenidos en la evaluación económica y financiera de los Corredores existentes Trolebús y Ecovía.

- Esta investigación trata de evaluar un proyecto de transporte público integrado a largo plazo con el propósito de medir su rentabilidad y su viabilidad financiera.
- La demanda mínima que deberá mantener el proyecto para que no existan pérdidas es 266.496 viajes.
- Los parámetros principales para la evaluación financiera y económica del proyecto dependerán de la estructura del flujo de caja y sus fases de implementación.
- Tasa de crecimiento de la demanda y evolución sobre el horizonte de pronóstico, ajuste a los costos totales del proyecto en función de efectos de inflación, es decir análisis de variación de precios, detalle de las inversiones realizadas antes de poner en marcha el proyecto y durante su operación.
- Revisión periódica de la estructura del flujo de caja con el afán de incluir otros rubros con respecto al ajuste del análisis económico o financiero
- La revisión de los costos fijos, mano de obra directa, costos variables se deberán actualizar al menos una vez al año, con el objetivo de que el modelo se ajuste conforme a la variación del dinero en el tiempo.

- La información de la demanda se debe monitorear y validar continuamente si es el caso diariamente con el propósito de dar seguimiento a su variación en el tiempo y así poder ajustar su tendencia con el afán de obtener mejores resultados en el flujo de caja.
- En relación a los costos obtenidos en los Corredores operativos existentes el rubro que más varía en el tiempo son los variables y por lo tanto deben ser revisados continua y periódicamente.
- El rubro de costo que tiene una participación importante es el de mano de obra directa, y ante condiciones externas como subida de salarios o procesos de homologaciones, éste tiene que ser revisado con el afán de que su ajuste no crezca de forma desmedida y provoque un desequilibrio financiero, este debería ser ajustado cada 2 años.
- El proyecto del Corredor Sur Oriental es rentable para 10 años con un valor de Van igual a cero y de TIR de 13,32%, esto con un valor de demanda de 284.126 viajes/día y con una tasa de crecimiento de 1,93% que se tomó del análisis de la demanda de Corredores existentes Trolebús y Ecovía.
- Sí la tarifa cambia en algún momento los indicadores financieros deberá de ser recalculados y sobre todo el impacto será beneficioso para los operadores más no para el usuario.
- El proyecto del Corredor Sur Oriental también deberá ser analizado cuando el Municipio apueste a implementar el proyecto por falta de acuerdo con los operadores, entonces la rentabilidad del proyecto tendrá una connotación social ya que se basa en un servicio a la comunidad.
- En el análisis de la rentabilidad económica y financiera el modelo desarrollado no incluye variables de externalidades que pueden causar grandes cambios en los

resultados de viabilidad financiera, como por ejemplo sí el estado eliminaría el subsidio del combustible.

- La incertidumbre y el riesgo asociado a los proyectos a largo plazo son para el análisis de la rentabilidad, y su forma de evaluar sería parte de otro estudio.
- Uno de los aspectos importantes y que pueden ser controlados y gestionados de mejor manera son los costos de mantenimiento preventivo y correctivo en este aspecto se podrían mitigar los costos, sin embargo se debería realizar un estudio más exhaustivo y detallado de los accesorios, repuestos, combustible, lubricantes, neumáticos en base a los kilómetros a fin de mejorar los niveles de servicio y garantizar una flota en óptimas condiciones técnicas para su operación y obviamente llegar a disminuir los costos que provienen de este rubro.

4 CAPITULO 4: CONCLUSIONES

4.1 CONCLUSIONES

Las conclusiones relevantes que se destacan de esta investigación se basan en dos condiciones, la primera es la operación del sistema y para ello se enuncian las conclusiones de la utilidad del modelo que se desarrolló para analizar la oferta del servicio en base a datos de entrada que servirán para el dimensionamiento de la oferta del servicio de transporte público integrado, la segunda es la administración del sistema parte fundamental en el crecimiento y consolidación de propuestas para mejorar el servicio actual de transporte público, éste se lo analiza considerando la evaluación económica y financiera del proyecto con un horizonte de largo plazo, para el caso de la investigación se ha considerado un plazo para el proyecto del Corredor Sur Oriental de 10 años.

A nivel de Operación del sistema de transporte público

- Los servicios alimentadores deberán tener indicadores operacionales que demuestren la calidad del nivel de servicio de transporte en función de parámetros tales como mejorar los intervalos de despacho y sobre todo del tiempo de viaje que es la variable que los usuarios tomarán en cuenta para incentivar el uso para el servicio de transporte público integrado.
- Es necesario mantener un control sobre los puntos conflictivos con respecto a las transferencias desde los servicios alimentadores hacia el servicio troncal, ya que los usuarios en las horas pico tratan de movilizarse en el menor tiempo posible y si se encuentran más al sur del Terminal Quitumbe, estos necesariamente deben tomar un servicio alimentador para llegar al terminal y ahí hacer transferencia a un bus de mayor capacidad como son las unidades articuladas que operan en la ruta troncal, esto lo deben realizar en el menor tiempo posible y tratando de

minimizar las incomodidades con los demás usuarios que también llegan al terminal con la finalidad de tomar un bus articulado del Corredor Sur Oriental.

- Con el afán de mejorar el Plan Operacional establecido, el análisis realizado de las variables utilizadas en el Modelo de Transporte Operacional generan las siguientes conclusiones y esto puede ser comparado con respecto a los dos Corredores operativos (Trolebús y Ecovía).
- El uso del Modelo de Transporte Operacional ayudará a confirmar parámetros de flota operativa, frecuencias generadas para un día específico, y kilómetros recorridos en función de datos de entrada que deben ser revisados y validados al momento de obtener resultados sobre la oferta del servicio de transporte público integrado para el Corredor Sur Oriental.
- En base a la información recopilada y a fin de obtener la demanda del sistema generado a través de la herramienta de modelación de transporte el análisis, esta investigación permite utilizar adecuadamente esta información, para actualizarla, validarla y calibrarla con el afán de encontrar las condiciones óptimas del transporte público integrado y que puedan ser aplicados al Corredor Sur Oriental de Quito.
- Gestionar temas que influyen directamente en la operación del sistema como infraestructura ampliación de paradas en troncales por la gran afluencia de demanda, seguimiento en las condiciones de estado de vía de carril exclusivo a fin de que sea atendido lo antes posible ya que se deben mantener condiciones físicas del Corredor en óptimas condiciones.
- El sistema de Corredor más rentable en las actuales condiciones es el servicio de la Ecovía, sin embargo no tiene la misma cobertura que el servicio de Trolebús y que este en particular es el sistema más limpio de transporte público integrado existente en nuestra ciudad, pero por ese mismo detalle se hace más costoso mantenerlo.

- Este servicio de Corredor basado en los BRT'S entrega al usuario mayor conectividad a la hora de movilizarse o satisfacer su viaje ya que puede interconectarse con el servicio de La Ecovía, Trolebús y con el Corredor Central Norte, por lo tanto con un solo pasaje de \$ 0,25 centavos de dólar el pasajero tiene mayor cobertura en servicio de transporte público integrado.
- La planificación del sistema de transporte público integrado debe monitorear de forma permanente la operación del sistema para lo cual se utilizará el modelo de transporte desarrollado a fin de validar el dimensionamiento de la flota operativa tanto para los servicios de la troncal como para los servicios de alimentadores y analizarlo de forma integral.

A nivel de administración con respecto a la toma de decisiones económicas y financieras se presenta lo siguiente:

- La administración del Corredor podrá utilizar el modelo económico financiero para tomar decisiones con respecto a cambio o renovación en la inversión de flota, en base al estudio de la evaluación económica financiera del Corredor Sur Oriental, el costo operacional referencial se obtiene con este modelo, el cual deberá ser actualizado por lo menos una vez al año con la finalidad de que sus rubros mantengan un ajuste en el tiempo, ya que el principio de dinero en el tiempo debe ser medido de alguna manera y sobre todo si esta por medio tasas de interés de la deuda adquirida.
- El Modelo de Transporte Operacional es un insumo para el modelo económico financiero, el cual también puede ser usado para determinar si algún costo del sistema asociado al proyecto es el más representativo en la estructura y su incidencia en el análisis económico financiero.

- Analizar las inversiones del sistema de forma integral, cuáles y a cuánto pueden ser asumidas por el Municipio y cuáles y a cuánto alcanzan las asumidas por el transportista privado, por lo tanto la mejor opción del modelo de gestión del sistema sería una empresa mixta es decir el capital y riesgo del mismo es compartido entre Municipio y transportistas privados.
- En base a la evaluación económica financiera realizada y a los indicadores financieros VAN y TIR el proyecto es rentable bajo las siguientes condiciones:
 - Con una inversión inicial de 6.210.000 correspondiente a la compra de buses articulados en total 60 unidades y los buses alimentadores no se adquieren nuevos se operará con las unidades que disponen actualmente los transportistas las más nuevas.
 - Los valores de VAN y TIR del proyecto considerando una evaluación a 10 años (a largo plazo) generan un TIR de 13,32% cuando el VAN es cero, por lo que el transportista va a ganar ese porcentaje del total de su inversión.

4.2 RECOMENDACIONES

El uso de los modelos dependerá de lo que necesite el técnico o planificador de proyectos de transporte, ya que los insumos del Modelo de Transporte Operacional se obtienen a través de la fuente directa, por lo tanto se recomienda que la información sea entregada periódicamente de forma mensual y revisada antes de ingresarla al modelo con el afán de monitorear su confiabilidad.

En cambio para la aplicación del modelo financiero, este debería utilizarse para propuestas de proyectos de transporte a largo plazo, ya que lo que presenta es el flujo de caja y este se emplea al evaluar proyectos de esta naturaleza.

Uno de las condiciones para que el proyecto tenga futuro es que la evaluación financiera sea tomada con un mínimo de 10 años para su análisis y si son más mejor, además se debe plantear montos de inversiones de infraestructura y de recambio de activos, los cuales van desgastándose con el transcurso del tiempo, es decir el cambio de unidades de nuevos buses, siempre deberá tomarse en cuenta para este tipo de proyectos y para el análisis financiero respectivo.

Lo ideal sería definir la oferta en función de la demanda existente en el sector analizado, sin embargo éste dato es importante para un determinado periodo de tiempo pero no así para ir utilizándolo en el futuro, para lo cual se deberá establecer algún método de proyección de demanda, basado en tendencias y regresiones y por ello el modelo de transporte desarrollado.

La demanda también es la variable imprescindible para obtener los ingresos del modelo económico financiero, por lo tanto su estimación deberá ser lo más cercana a la realidad y bajo un enfoque metodológico establecido para este tipo de proyectos, entonces para definir la oferta del servicio de transporte público su dimensionamiento se lo hará bajo condiciones operacionales suficientes que definirán la eficiencia y calidad del servicio.

El modelo económico financiero puede ser utilizado para determinar la tarifa técnica para los Corredores de transporte público masivo al emplear la fórmula del equilibrio económico en la que dice los ingresos obtenidos deben ser igual a los costos determinados en un periodo de tiempo establecido.

Una de las estrategia claves para que el Corredor Sur Oriental fluya es que las organizaciones u operadoras que están involucradas deberán de cambiar su criterio, ya que en la actualidad los operadores que circulan por las mismas vías o avenidas en ciertos tramos, compiten entre ellos para llevar pasajeros, ahora con la propuesta del Corredor, éstos no competirán todos deberán trabajar por un objetivo común que es prestar servicio de transporte público integrado eficiente, en tal virtud el efecto es

beneficioso para todos, formando un solo Corredor la carga de trabajo se equiparará y las condiciones del sistema harán que su gestión operativa mejore y así también sus ingresos y rentabilidad.

5 BIBLIOGRAFÍA

Caly mayor y asociados. (2008). *Estudio de demanda de transporte del DMQ*. Quito: innovar.uio.

Enrique, P. A. (2010). *Optimización del rendimiento y costos operacionales para las rutas colectoras del sistema integrado de transportación urbana en la Ciudad de Loja*. Loja.

EPMOP. (2009). *Plan Maestro de Movilidad para el Distrito Metropolitano de Quito 2009-2025*. Quito: Municipio del Distrito Metropolitano de Quito.

Fundación William y Flora Hewllet. (2007). *Guía de planificación de sistemas BRT*. New York, NY.

Lodos, E. G. (2006). *Modelización de Transporte Público de Pasajeros*.

Mendoza, G. d. (2006). *Manual de Evaluación Económica de Proyectos de Transporte*. Washington, D.C.

Nassir Sapag Chain, R. S. (2000). *Preparación y Evaluación de Proyectos*. Santiago, Chile: Patricia Ortega Wiedmaier.

Perú, M. d. (2010). *Metodología de Actualización del modelo de Transporte del Area Metropolitana de Lima y Callao*. Lima.

Sánchez Arellano, L. (1997). *Transporte Público planeación diseño operación y administración*. México.

Sedesol. (2006). *Manual de Operación de Transporte Público*.

Territorio, S. d. (2006). *Programa de asistencia Técnica en Transporte Urbano para ciudades medias Mexicanas*. Mexico.

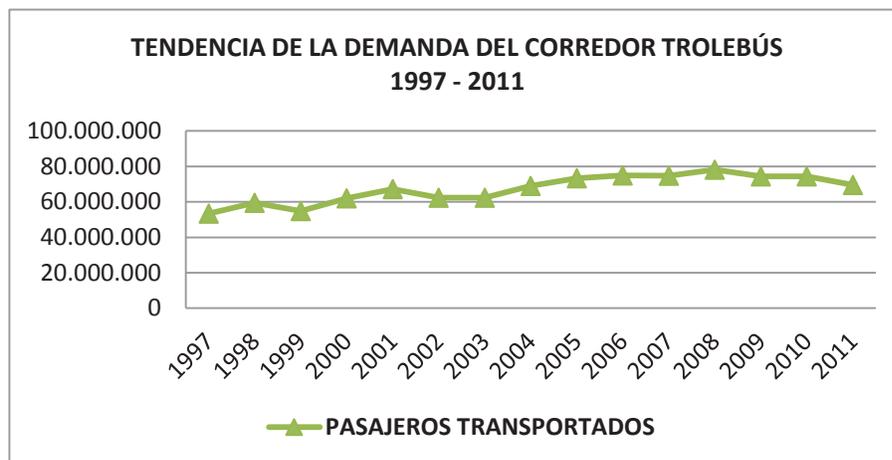
Trolebús, E. P. (04 de 2012). *Bienvenidos a la EPMTQP*. Recuperado el 04 de 2012, de Bienvenidos a la EPMTQP: <http://www.trolebus.gob.ec/>

Víctor Islas Rivera, C. R. (2002). *Estudio de Demanda de Transporte, Publicación Técnica No. 213*. Instituto Nacional Mexicano de Transporte.

ANEXOS

Anexo No. 10 Tendencia de la Demanda de los Corredores de Transporte Masivo en la Ciudad de Quito

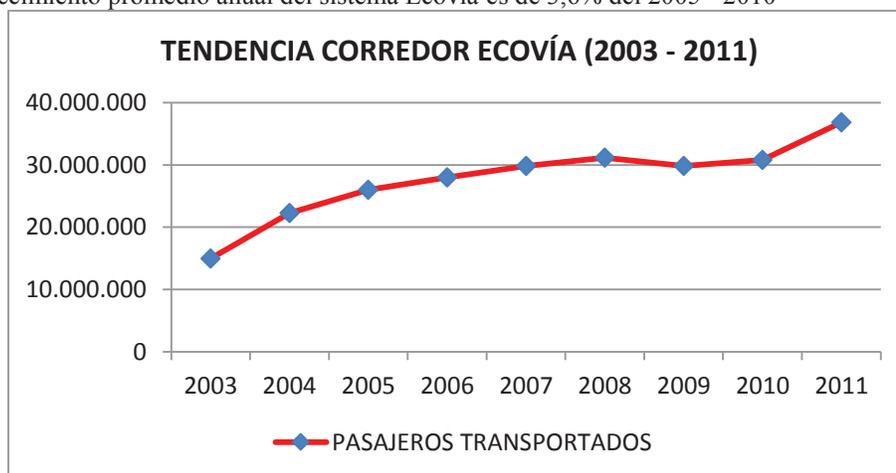
| CORREDOR TROLEBÚS | |
|-------------------|-------------------------|
| Año | PASAJEROS TRANSPORTADOS |
| 1997 | 53,422,595 |
| 1998 | 59,442,610 |
| 1999 | 54,803,549 |
| 2000 | 62,061,825 |
| 2001 | 67,141,786 |
| 2002 | 62,407,428 |
| 2003 | 62,388,058 |
| 2004 | 69,053,513 |
| 2005 | 73,286,277 |
| 2006 | 74,941,754 |
| 2007 | 74,683,540 |
| 2008 | 78,080,386 |
| 2009 | 74,421,944 |
| 2010 | 74,373,709 |
| 2011 | 69,486,213 |



La tasa de crecimiento promedio anual durante el periodo 2003 - 2011 es del 1,32% en el sistema Trolebús.

| CORREDOR ECOVÍA EVOLUCIÓN DE LA DEMANDA POR AÑO | | | |
|---|-------------------------|---------------|------------|
| Año | PASAJEROS TRANSPORTADOS | | |
| | TRONCAL | ALIMENTADORES | TOTAL |
| 2003 | 13,740,449 | 1,232,402 | 14,972,851 |
| 2004 | 19,313,687 | 2,982,303 | 22,295,990 |
| 2005 | 20,349,566 | 5,652,654 | 26,002,220 |
| 2006 | 20,785,832 | 7,238,004 | 28,023,836 |
| 2007 | 21,958,468 | 7,873,571 | 29,832,039 |
| 2008 | 23,422,691 | 7,727,698 | 31,150,389 |
| 2009 | 22,535,495 | 7,293,945 | 29,829,440 |
| 2010 | 23,403,544 | 7,425,707 | 30,829,251 |
| 2011 | 28,817,441 | 8,034,173 | 36,851,614 |

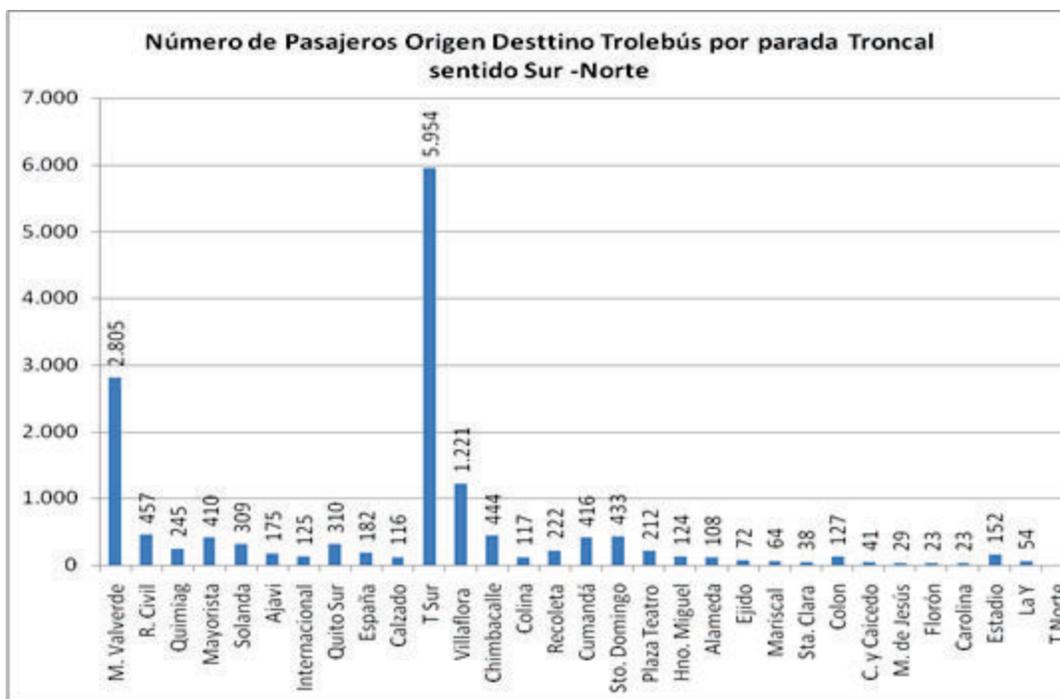
La tasa de crecimiento promedio anual del sistema Ecovía es de 3,6% del 2005 - 2010



Anexo No. 11 Matrices Origen Destino de los Corredores Operativos Hora Pico

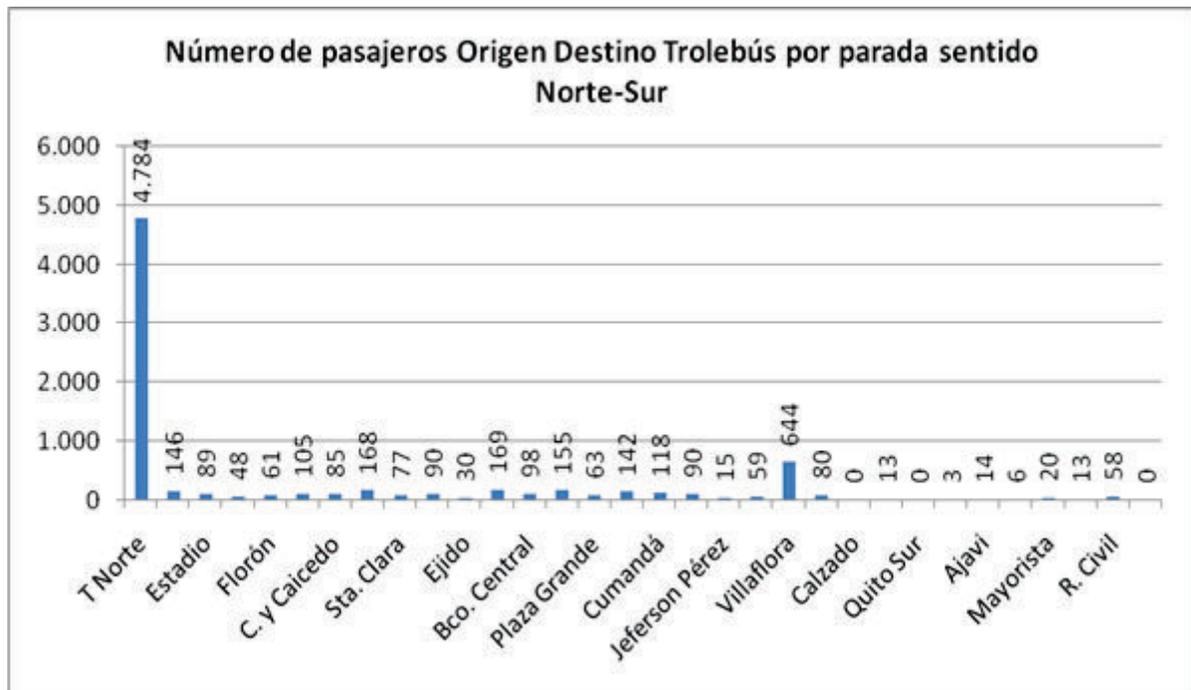
| SUR NORTE | | | |
|-----------|----------------------------|----------------------------|----------------------|
| ORIGEN | Hora pico 07h00 - 08h00 | PASAJEROS TRANSPORTADOS | OFERTA/ CAPACIDAD |
| 125 | M. Valverde | 2.805 | 18 |
| 355 | R. Civil | 457 | 3 |
| 126 | Quimiag | 245 | 2 |
| 228 | Mayorista | 410 | 3 |
| 228 | Solanda | 309 | 2 |
| 228 | Ajavi | 175 | 1 |
| 348 | Internacional | 125 | 1 |
| 348 | Quito Sur | 310 | 2 |
| 176 | España | 182 | 1 |
| 176 | Calzado | 116 | 1 |
| 96 | T Sur | 5.954 | 37 |
| 368 | Villaflora | 1.221 | 8 |
| 208 | Chimbacalle | 444 | 3 |
| 230 | Colina | 117 | 1 |
| 110 | Recoleta | 222 | 1 |
| 179 | Cumandá | 416 | 3 |
| 128 | Sto. Domingo | 433 | 3 |
| 183 | Plaza Teatro | 212 | 1 |
| 309 | Hno. Miguel | 124 | 1 |
| 157 | Alameda | 108 | 1 |
| 102 | Ejido | 72 | 0 |
| 223 | Mariscal | 64 | 0 |
| 223 | Sta. Clara | 38 | 0 |
| 164 | Colon | 127 | 1 |
| 81 | C. y Caicedo | 41 | 0 |
| 362 | M. de Jesús | 29 | 0 |
| 362 | Florón | 23 | 0 |
| 289 | Carolina | 23 | 0 |
| 143 | Estadio | 152 | 1 |
| 143 | La Y | 54 | 0 |
| 150 | T Norte | | |
| | | 15.007 | 94 |

Tabla: Total de demanda sentido Sur Norte y oferta dimensionada en función de su capacidad



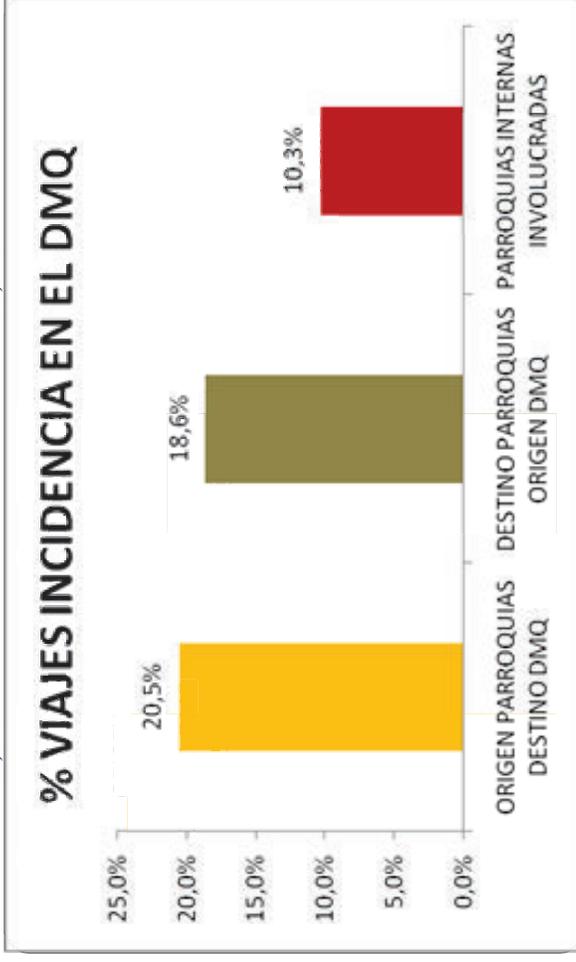
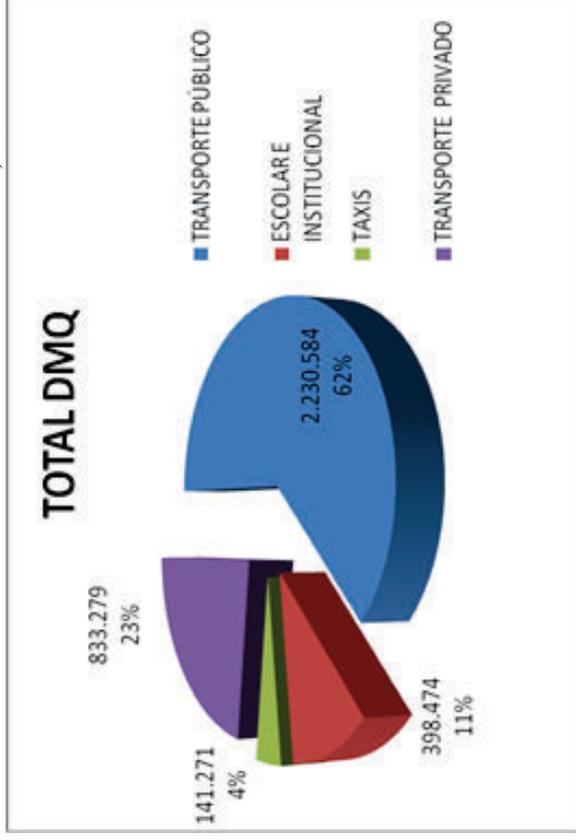
| NORTE SUR | | | |
|-----------|-----------------------|-------------------------|-------------------|
| ORIGEN | PERIODO 07h00 - 08h00 | PASAJEROS TRANSPORTADOS | OFERTA/ CAPACIDAD |
| 150 | T Norte | 4.784 | 30 |
| 143 | La Y | 146 | 1 |
| 289 | Estadio | 89 | 1 |
| 289 | Carolina | 48 | 0 |
| 362 | Florón | 61 | 0 |
| 221 | M. de Jesús | 105 | 1 |
| 34 | C. y Caicedo | 85 | 1 |
| 164 | Colon | 168 | 1 |
| 223 | Sta. Clara | 77 | 0 |
| 223 | Mariscal | 90 | 1 |
| 102 | Ejido | 30 | 0 |
| 309 | Alameda | 169 | 1 |
| 309 | Bco. Central | 98 | 1 |
| 183 | Plaza Teatro | 155 | 1 |
| 183 | Plaza Grande | 63 | 0 |
| 128 | Sto. Domingo | 142 | 1 |
| 315 | Cumandá | 118 | 1 |
| 110 | Recoleta | 90 | 1 |
| 110 | Jeferson Pérez | 15 | 0 |
| 320 | Chimbacalle | 59 | 0 |
| 368 | Villaflores | 644 | 4 |

| | | | |
|-----|---------------|--------------|-----------|
| 96 | T Sur | 80 | 0 |
| 23 | Calzado | 0 | 0 |
| 95 | España | 13 | 0 |
| 95 | Quito Sur | 0 | 0 |
| 282 | Internacional | 3 | 0 |
| 228 | Ajavi | 14 | 0 |
| 228 | Solanda | 6 | 0 |
| 334 | Mayorista | 20 | 0 |
| 99 | Quimiag | 13 | 0 |
| 355 | R. Civil | 58 | 0 |
| 125 | M. Valverde | 0 | 0 |
| | | 7.442 | 47 |



COMPORTAMIENTO DE VIAJES

| | TOTAL DMQ | % VIAJES EN EL DMQ/MODO DE TRANSPORTE | ORIGEN PARROQUIAS DESTINO DMQ | % VIAJES ORIGIN SECTOR INVOLUCRADO Y DESTINO DMQ/MODO DE TRANSPORTE | DESTINO PARROQUIAS ORIGIN DMQ | % VIAJES ORIGIN DMQ Y SECTOR INVOLUCRADO/MODO DE TRANSPORTE | PARROQUIAS INTERNAS INVOLUCRADAS | % VIAJES EN PARROQUIAS INVOLUCRADAS/MODO DE TRANSPORTE |
|-------------------------|-----------|---------------------------------------|-------------------------------|---|-------------------------------|---|----------------------------------|--|
| TRANSPORTE PÚBLICO | 2.230.584 | 62% | 514.721 | 70% | 466.868 | 70% | 252.181 | 68% |
| ESCOLAR E INSTITUCIONAL | 398.474 | 11% | 77.839 | 11% | 70.779 | 11% | 41.020 | 11% |
| TAXIS | 141.271 | 4% | 28.551 | 4% | 24.796 | 4% | 19.354 | 5% |
| TRANSPORTE PRIVADO | 833.279 | 23% | 117.215 | 16% | 108.221 | 16% | 60.085 | 16% |
| | 3.603.609 | 100% | 738.327 | 100% | 670.665 | 100% | 372.640 | 100% |
| | | | 20,5% | | 18,6% | | 10,3% | |



Anexo No. 12 Distribución de Viajes en el DMQ, por parroquia y por modo de transporte, Fuente: Encuesta Domiciliaria de Movilidad Estudio del Metro 2011

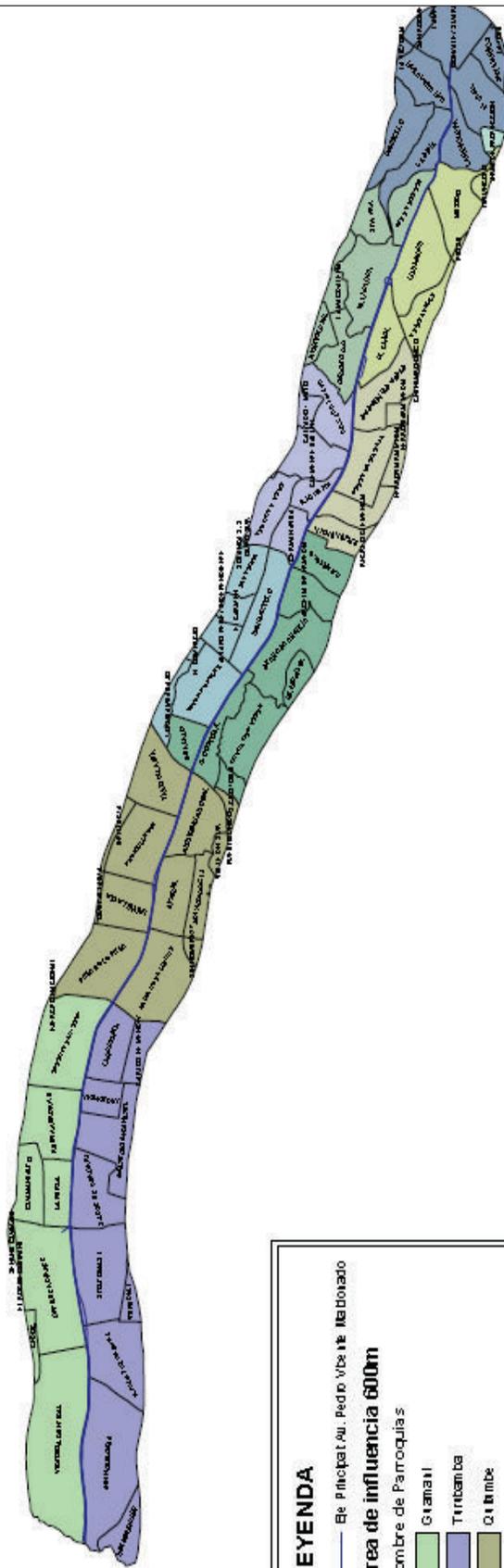
VIAJES EN TRANSPORTE PÚBLICO

| MATRIZ OD | DESTINO | | | | | | | | | | | Total general |
|----------------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|----------------|----------------------|----------------------|
| | ORIGEN | Guamani | Turubamba | Quitumbe | Solanda | La Argelia | San Bartolo | La Ferroviaria | La Magdalena | Chimbacalle | Total general | |
| Guamani | 4.527 | 3.366 | 3.502 | 2.312 | 494 | 1.382 | 558 | 1.719 | 1.412 | 19.272 | | |
| Turubamba | 3.588 | 6.098 | 2.799 | 2.223 | 937 | 1.474 | 748 | 1.573 | 1.540 | 20.979 | | |
| Quitumbe | 2.967 | 2.852 | 11.652 | 7.930 | 1.863 | 2.947 | 1.233 | 4.292 | 2.324 | 38.061 | | |
| Chillogallo | 915 | 552 | 3.025 | 3.293 | 580 | 1.714 | 805 | 2.770 | 849 | 14.502 | | |
| Solanda | 2.487 | 2.243 | 7.895 | 11.788 | 2.618 | 4.966 | 2.186 | 4.892 | 2.002 | 41.078 | | |
| La Argelia | 557 | 962 | 1.974 | 2.719 | 4.051 | 1.757 | 1.419 | 2.643 | 1.811 | 17.891 | | |
| San Bartolo | 1.474 | 1.443 | 2.665 | 5.237 | 1.851 | 4.533 | 1.326 | 3.666 | 2.439 | 24.635 | | |
| La Ferroviaria | 680 | 831 | 1.292 | 1.980 | 1.459 | 1.431 | 4.276 | 3.003 | 4.961 | 19.913 | | |
| La Magdalena | 2.007 | 1.633 | 4.343 | 5.602 | 2.733 | 4.041 | 2.883 | 4.546 | 2.938 | 30.726 | | |
| Chimbacalle | 1.385 | 1.389 | 2.282 | 2.345 | 2.015 | 2.543 | 5.538 | 2.818 | 4.809 | 25.124 | | |
| Total general | 20.585 | 21.368 | 41.429 | 45.429 | 18.601 | 26.789 | 20.971 | 31.923 | 25.086 | 252.181 | | |

Anexo No. 13: Matriz Origen Destino de las parroquias involucradas en el modo de Transporte Público, Fuente: Encuesta Domiciliaria de Movilidad Estudio del Metro 2011



SECTOR SUR ORIENTAL DELIMITADO POR PARROQUIAS



LEYENDA

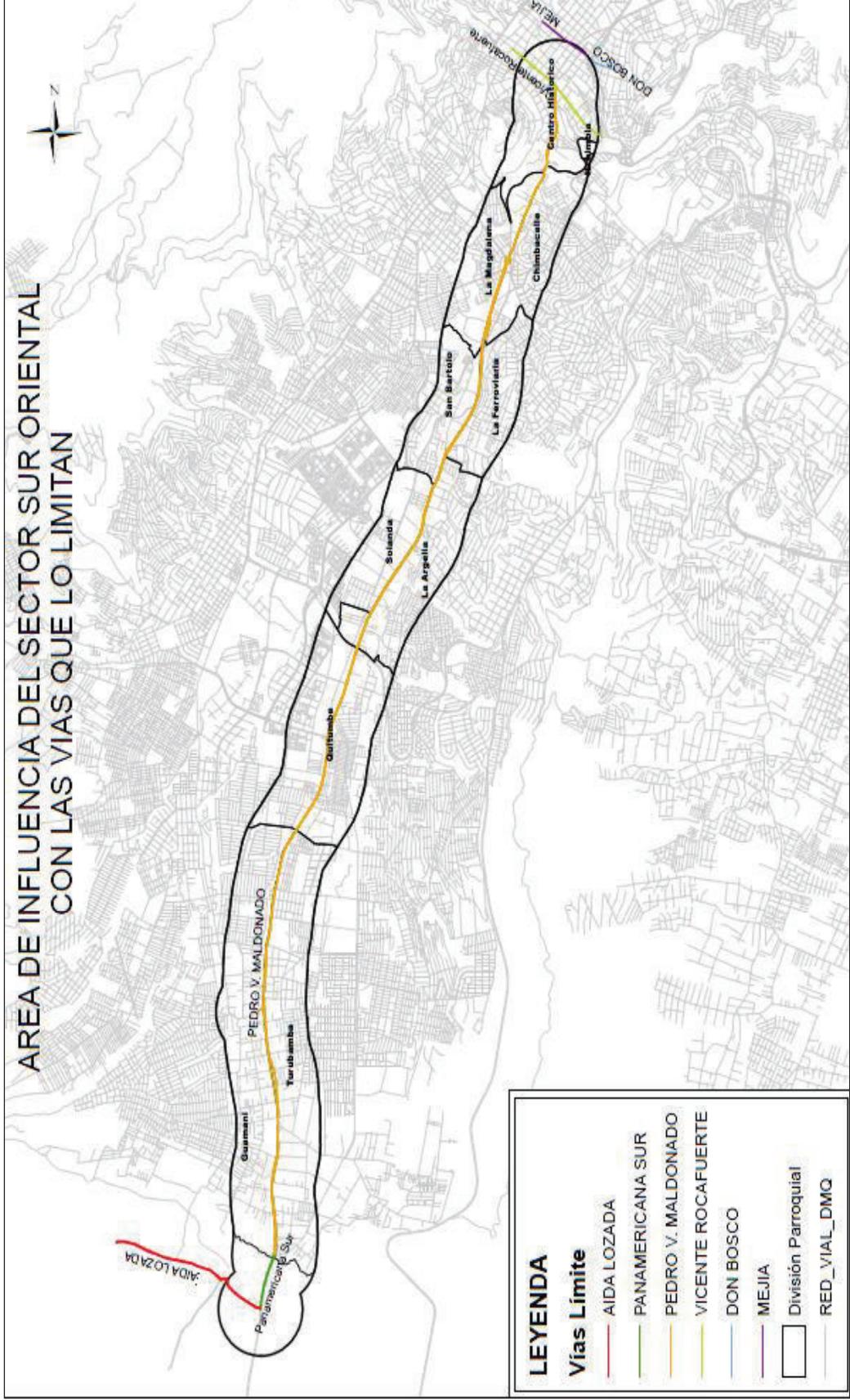
— Be Principal Au Pedro Vda de Maldonado

Area de influencia 600m

Nombre de Parroquias

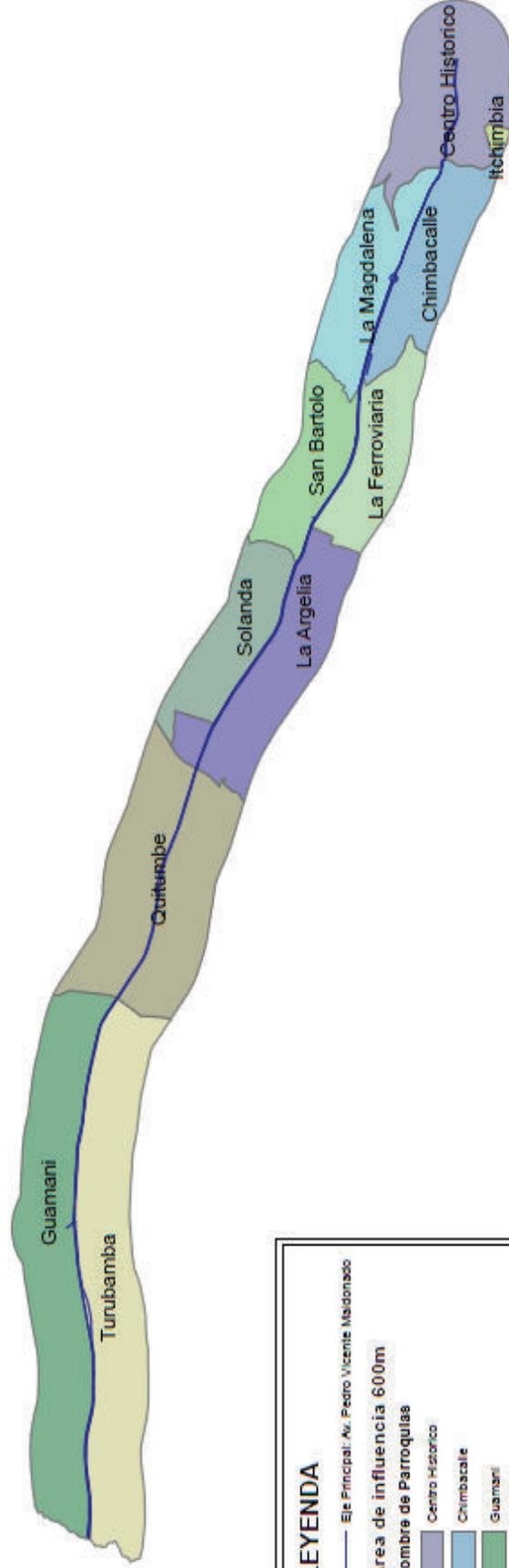
| | |
|--------------------|------------------|
| [Green Box] | Giamari |
| [Purple Box] | Terrabona |
| [Brown Box] | Olimbe |
| [Light Blue Box] | Solida |
| [Teal Box] | La Agella |
| [Light Purple Box] | Sa Barbob |
| [Light Green Box] | La Ferribate |
| [Light Yellow Box] | La Magdalen |
| [Light Orange Box] | Cimbacalle |
| [Light Blue Box] | Centro Historico |
| [Light Green Box] | Itca Inbia |

Anexo No. 1: Delimitación del área de influencia (600 m), sobre la Av. Maldonado y segmentada por barrios involucradas en el sector



Anexo No. 2: Delimitación del área de influencia (600 m), sobre la Av. Maldonado considerando la red vial del DMQ urbano

SECTOR SUR ORIENTAL DELIMITADO POR PARROQUIAS



LEYENDA

— Eje Principal: Av. Pedro Vicente Maldonado

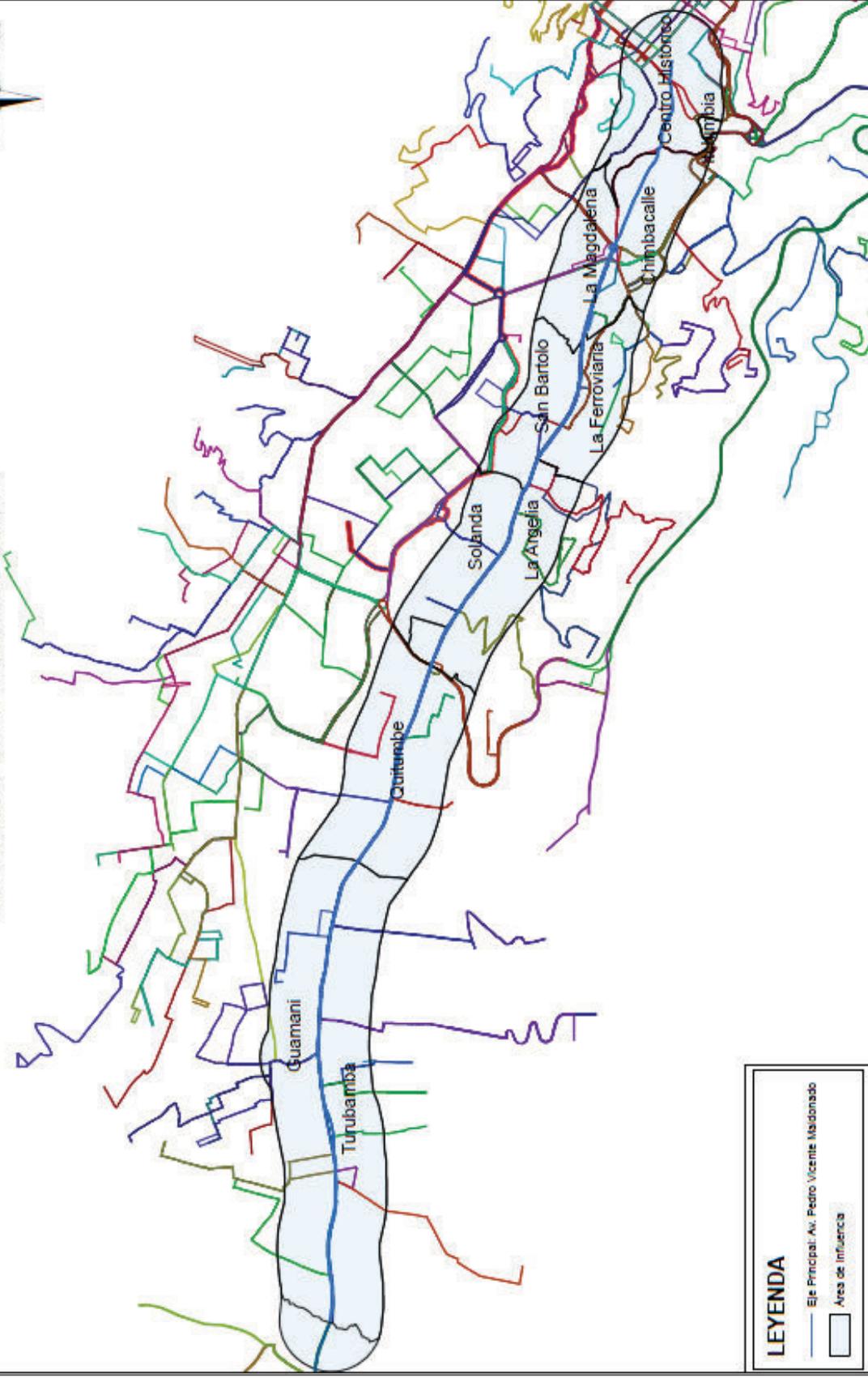
Area de influencia 600m

Nombre de Parroquias

| |
|------------------|
| Centro Histórico |
| Chimbacalle |
| Guamani |
| Itchimbía |
| La Argelia |
| La Ferroviaria |
| La Magdalena |
| Quitunbe |
| San Bartolo |
| Solanda |
| Turubamba |

Anexo No. 3: Delimitación del área de influencia (600 m), sobre la Av. Maldonado considerando las parroquias involucradas

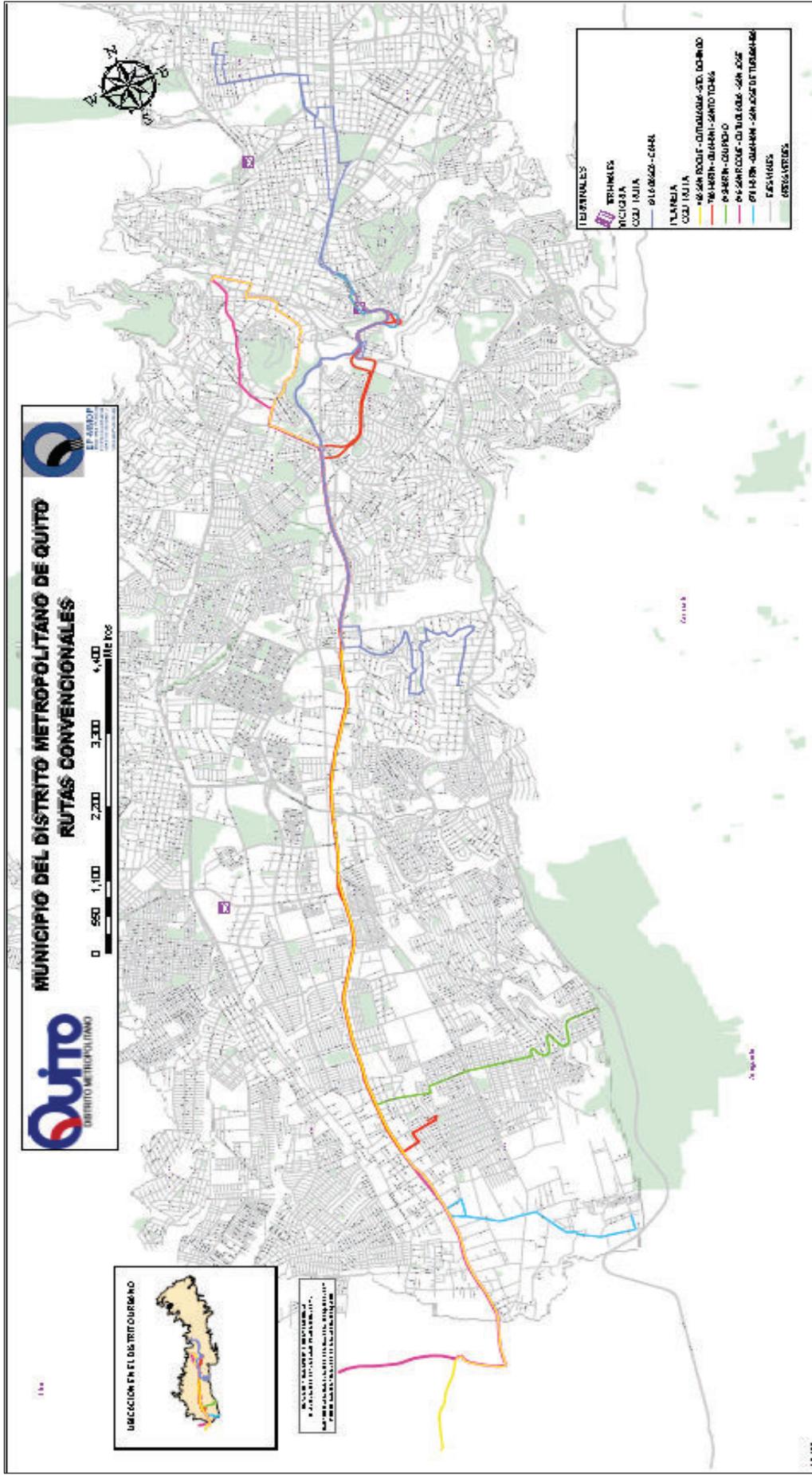
**SECTOR SUR ORIENTAL DELIMITADO POR PARROQUIAS
CON RUTAS DE TRANSPORTE**



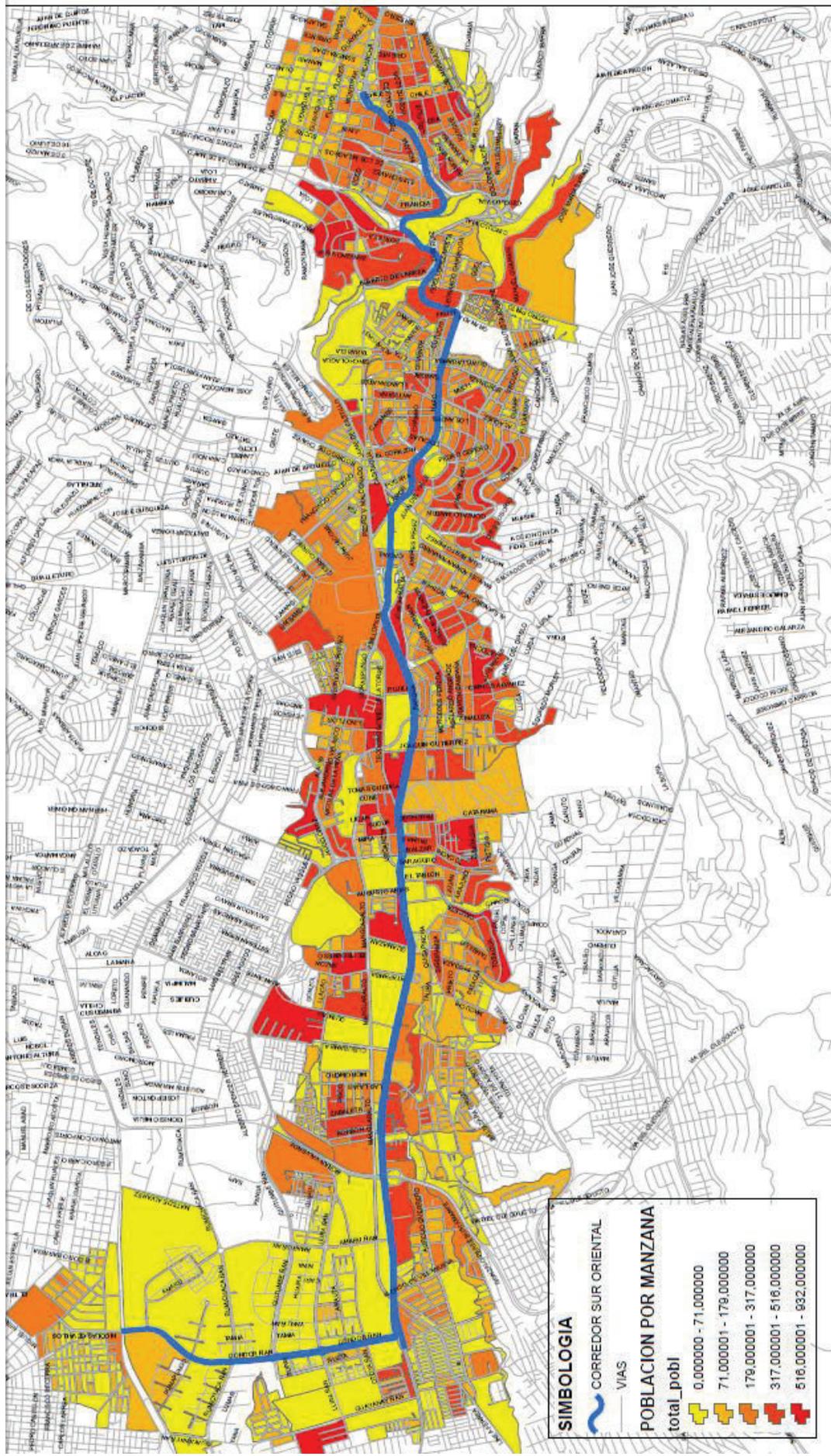
Anexo No. 4: Delimitación del área de influencia (600 m), sobre la red de transporte público convencional



Anexo No. 6: Rutas de transporte público convencional influyen directamente en el Corredor Sur Oriental



Anexo No. 7: Rutas de transporte público convencional influyen directamente en el Corredor Sur Oriental



Anexo No. 9: Segmentación poblacional del recorrido del Corredor Sur Oriental del eje vial a 600 m a cada lado Terminal Quitumbe – Marin Central

DATOS DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA

| DATOS DE ENTRADA | |
|--------------------|----------|
| Troncal | 60 |
| Alimentadores | 140 |
| Tasa de descuento | 13,3200% |
| Número de periodos | 10 |

| n | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|----|----------|-------------|-------------|------------|------------|-------------|------------|-----------|------------|------------|------------|
| FC | -6210000 | 2023830,944 | 1366655,765 | 1374076,33 | 885842,686 | 833862,1093 | 822340,855 | 803639,36 | 164552,943 | 130042,482 | 2116667,93 |

| n | FNC | $1/(1+i)^n$ | VAN |
|----|------------------|-------------|------------------|
| 0 | -\$ 6.210.000,00 | 1 | -\$ 6.210.000,00 |
| 1 | \$ 2.023.830,94 | 0,882456804 | \$ 1.785.943,39 |
| 2 | \$ 1.366.655,77 | 0,77873001 | \$ 1.064.255,86 |
| 3 | \$ 1.374.076,33 | 0,687195596 | \$ 944.259,20 |
| 4 | \$ 885.842,69 | 0,606420429 | \$ 537.193,10 |
| 5 | \$ 833.862,11 | 0,535139833 | \$ 446.232,83 |
| 6 | \$ 822.340,85 | 0,472237786 | \$ 388.340,42 |
| 7 | \$ 803.639,36 | 0,416729448 | \$ 334.900,19 |
| 8 | \$ 164.552,94 | 0,367745736 | \$ 60.513,64 |
| 9 | \$ 130.042,48 | 0,324519727 | \$ 42.201,35 |
| 10 | \$ 2.116.667,93 | 0,286374641 | \$ 606.160,02 |
| | VAN | | \$ 0,00 |

| | |
|------------|-----------------|
| VAN | \$ 0,00 |
| TIR | 13,3200% |

RESULTADO DE LA EVALUACIÓN

El proyecto es viable y su TIR es del 13,32% en donde el VAN es igual a cero es decir, este proyecto representa ganancias hasta el 13,32% es decir el transportista ganará con una tasa de oportunidad de negocio igual a la TIR

Anexo 14.- Evaluación Económica Financiera del Proyecto Corredor Sur Oriental de Quito con un horizonte a 10 años.

