

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

SECCIÓN DE POST GRADO



“TECNOLOGÍAS DE TRANSPORTE PÚBLICO URBANO

MASIVO PARA CIUDADES MEGALOPOLIS

CASO ÁREA METROPOLITANA DE LIMA Y CALLAO”

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS
CON MENCIÓN EN INGENIERÍA DE TRANSPORTES**

AUTOR: ING. RONNY FRANCISCO SOTO MAYOR MORALES

ASESOR: DR. SC. JOSE CARLOS MATIAS LEON

LIMA, PERU

Digitalizado por:

2010

**Consortio Digital del
Conocimiento MebLatam,
Hemisferio y Dalse**

DEDICATORIA

Dedico la presente tesis a los seres que más amo en este mundo:

A mi esposa Carla, por estar siempre a mi lado, darme aliento constante y apoyo incondicional.

A mis padres Alcides y Rosaura, quienes durante mi vida me brindaron cariño y me inculcaron un gran deseo de superación.

INDICE DE CONTENIDOS

	Pag.
01 Introducción.....	001
02 Historia y Evolución del Transporte Público en Lima Metropolitana.....	005
03 Estado Tecnológico de los Sistemas de Transporte Masivo.....	011
04 Condiciones Actuales del Área Metropolitana de Lima y Callao.....	025
05 Características Generales del Transporte Urbano.....	045
06 Elección de Corredores Estructurantes de Transporte Público.....	073
07 Definición de las Tecnologías de Transporte a Implementar.....	093
08 Recomendaciones de Diseño.....	133
09 Ingeniería Preliminar para el Dimensionamiento de Sistemas de Transporte Masivo.....	159
10 Evaluación Económica - Financiera.....	177
11 Evaluación Ambiental.....	199
12 Evaluación Social.....	219
13 Plan de Implementación.....	231
14 Conclusiones y Recomendaciones.....	239
Bibliografía.....	253

INDICE DE FOTOS

	Pag.
Foto 2.1 – Tranvía tirado por caballos	005
Foto 2.2 – Tranvía línea 2, cercanías Palacio de Gobierno, año 1965	006
Foto 2.3 – Cruce Av. Javier Prado con Av. Petit Thouars, año 2009	008
Foto 3.1 – Buses a Diesel en Lima Metropolitana	012
Foto 3.2 – Trolebús de Quito, año 2007	013
Foto 3.3 – Minibús a Gasolina en Lima Metropolitana	013
Foto 3.4 – Bus a GLP en España	014
Foto 3.5 – Electrobus Thunder Sky Li Akkus, China	014
Foto 3.6 – Bus con Sistema de Propulsión Híbrido	015
Foto 3.7 – Buses Metropolitano a GNV	016
Foto 3.8 – Autobús articulado	017
Foto 3.9 – Autobús de doble piso	018
Foto 3.10 – Tranvía de Sevilla	020
Foto 3.11 – Tranvía del Este, Puerto Madero	020
Foto 3.12 – Tren Ligero, México	021
Foto 3.13 – Metro de la ciudad de Caracas	022
Foto 3.14 – Metro de la ciudad de Santiago	023
Foto 8.1 – Diferentes paradas de autobuses	135
Foto 8.2 – Pasillo en una estación	140
Foto 8.3 – Escalera Mecánica	141
Foto 8.4 – Vestíbulo de una Estación	142
Foto 8.5 – Área de recolección y venta de boletos	143
Foto 8.6 – Andenes laterales	144
Foto 8.7 – Transito Mixto	146
Foto 8.8 – Carril preferencial para autobuses	146
Foto 8.9 – Vialidad exclusiva para autobuses	147
Foto 8.10 – Calle exclusiva transporte público	154
Foto 8.11 – Estacionamiento y talleres para buses	157
Foto 8.12 – Taller de Mantenimiento para buses	158

INDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 4.1 – Mapa localizador del Área Metropolitana de Lima y Callao	025
Figura 4.2 – Plano de las Provincias de Lima y Callao	027
Figura 4.3 – Plano de Áreas Geográficas de Lima Metropolitana y Callao	030
Figura 4.4 – Distribución por Horas (excluyendo caminatas)	035
Figura 4.5 – Origen y Destino por Modalidad de Viaje	037
Figura 4.6 – Motivo de Elección Modal	039
Figura 4.7 – Motivos por No Utilizar el Transporte Público	039
Figura 4.8 – Participación Modal por Distancia de Viaje	040
Figura 4.9 – Comparación del Tiempo de Viaje por Distancia	040
Figura 4.10 – Tiempo Promedio de Viaje al Centro de la Ciudad	041
Figura 4.11 – Tarifa por Modo de Transporte	042
Figura 4.12 – Costo por Propósito de Viaje	043
Figura 5.1 – Ubicación de los 120 puntos de aforos vehiculares – Año 2009	048
Figura 5.2 – Volumen de Tránsito Cruzando las Líneas Cortina	049
Figura 5.3 – Volumen de Tránsito en el Período de 6:00 a 7:00	051
Figura 5.4 – Volumen de Tránsito en el Período de 7:00 a 8:00	051
Figura 5.5 – Volumen de Tránsito en el Período de 8:00 a 9:00	052
Figura 5.6 – Volumen de Tránsito en el Período de 9:00 a 10:00	052
Figura 5.7 – Vías principales con Velocidades de Viaje Menores a los 20km/h	058
Figura 5.8 – Ubicaciones de los Cuellos de Botella en las Intersecciones	059
Figura 5.9 – Número de Pasajeros en Todos los Buses y en Ómnibus en 2004	060
Figura 5.10 – Principales Corredores de Pasajeros de Buses en 2004	061
Figura 5.11 – Números de Volúmenes en Todos los Buses en 2004	062
Figura 5.12 – Número de Rutas de Buses Inscritas en la DMTU	066
Figura 5.13 – Distribución de la Distancia del Servicio de Rutas (km)	067
Figura 5.14 – Distribución del Tiempo de Viaje desde el Hogar hasta el Destino	067
Figura 5.15 – Veloc. de la Operación de Buses durante la Hora Pico de la Mañana	068
Figura 5.16 – Número de Transferencias de Buses	069
Figura 5.17 – Antigüedad del Transporte Urbano	070
Figura 5.18 – Ratio de la Composición de los Motivos de Viaje	071
Figura 5.19 – Composición del Ratio de la Frecuencia de Uso del Transp. Público	071
Figura 5.20 – Ratio de Composición de Tipo de Buses utiliz. con Mayor Frecuencia	072
Figura 5.21 – Ratio de Composición de Otros Usos de Transporte Público	072
Figura 6.1 – Línea de Deseo de Viaje por Todos los Propósitos en 2025	078
Figura 6.2 – Demanda de Tránsito en las Redes Viales y de Transporte en 2004	079

Figura 6.3 – Proyección de Demanda de Tránsito en las Redes Viales y de Transporte en 2025 (Sin Proyecto)	080
Figura 6.4 – Red Vial Existente por Número de Carriles	087
Figura 6.5 – Volumen de Tránsito en la Futura Red Vial (2025)	090
Figura 7.1 – Niveles de capacidad para diferentes tecnologías	094
Figura 7.2 – Naturaleza bidimen. de los niveles de servicio de transporte público	095
Figura 7.3 – Frecuencia vs capacidad vehicular	097
Figura 7.4 – Velocidad vs capacidad de línea	098
Figura 7.5 – Costo de inversión vs capacidad productiva	098
Figura 7.6 – Compr. de la Pobl. en el Área Urbana y Extensión de la Vía Férrea	105
Figura 7.7 – Unidad de Descarga de Dióxido de Carbono	106
Figura 7.8 – Red de Desarrollo Ferroviario Pesado (Metro)	113
Figura 7.9 – Red de Vías Troncales de Buses Propuesta	123
Figura 7.10 – Red de Líneas de Tranvías Propuesta	131
Figura 7.11 – Red de Transporte Público Propuesta para Lima Metropolitana	132
Figura 8.1 – Bahías para autobuses	136
Figura 8.2 – Variantes en los andenes de una estación de paso	143
Figura 8.3 – Opciones de trato preferencial y exclusivo para transporte público	149
Figura 8.4 – Tratamiento preferencial en los ejes viales	151
Figura 9.1 – Distribución de la demanda de pasajeros y capacidad	160
Figura 9.2 – Parámetros relacionados al recorrido de los vehículos y a su programac.	161
Figura 9.3 – Influencia del tiempo de preparación y encierro de una unidad en la eficiencia de la asignación de personal	166
Figura 10.1 – Estructura del presupuesto	193
Figura 10.2 – Distribución de gastos MML	195
Figura 11.1 – Régimen mensual de precipitación	200
Figura 11.2 – Variación mensual de temp. máxima y mínima (1974-2002)	201
Figura 11.3 – Comportamiento de la temperatura máxima y mínima en lima	201
Figura 11.4 – Flujos de vientos dominantes	203
Figura 11.5 – Concentración de contaminantes, sólidos suspendidos y sólidos sedimentables	204
Figura 11.6 – Concentración de partículas menores (PM menores a 2.5 ug/m3)	205
Figura 11.7 – Mapa de isosistas para el terremoto octubre de 1974 (mb=6)	207
Figura 11.8 – Cuencas Hidrográficas sobre Lima Metropolitana	208
Figura 11.9 – Población del área de influencia según sexo	211
Figura 11.10 – Edad de los trabajadores	212

INDICE DE TABLAS

	Pag.
Tabla 4.1 – Tendencia de la Pobl. Área Metropolit. de Lima y Callao, 1940-2007	026
Tabla 4.2 – Tasa de Crecimiento Anual de la Población en el Perú y en el Área Metropolitana de Lima y Callao, 1940-2007	026
Tabla 4.3 – Población y Hogares	031
Tabla 4.4 – Población por Sexo	032
Tabla 4.5 – Actividad Económica por Sexo	032
Tabla 4.6 – Condición de vivienda por área	033
Tabla 4.7 – Demanda de Viaje General	033
Tabla 4.8 – Número de Viajes por Propósito de Viaje	034
Tabla 4.9 – Número de Viajes por Modo de Viaje	034
Tabla 4.10 – Tiempo de Viaje Promedio por propósito de Viaje	036
Tabla 4.11 – Tiempo de Viaje Promedio por modalidad de Viaje	036
Tabla 4.12 – Número de Viajes entre Áreas	037
Tabla 4.13 – Número de Vehículos Propios	038
Tabla 4.14 – Combinación del Modo	042
Tabla 4.15 – Costo de Transporte en Hogares por Nivel de Ingresos	043
Tabla 5.1 – Esquema de la Encuesta y Conteo de Tránsito	048
Tabla 5.2 – Resumen del Tránsito en las Estaciones de la Línea Cortina	050
Tabla 5.3 – Principales vías donde se tomaron los flujos vehiculares	053
Tabla 5.4 – Principales Puntos de mayor Flujo Vehicular 2004 vs. 2009	053
Tabla 5.5 – Variación de Flujos Vehiculares en las Horas punta de las Principales Vías (2009 vs. 2004)	054
Tabla 5.6 – Comparación de Pasajeros de Buses y Flotas de Buses en 2004	063
Tabla 5.7 – Vías con el Mayor Ratio de Camionetas Rurales	063
Tabla 5.8 – Servicio de taxis en la ciudad de Lima al año 2009	064
Tabla 5.9 – Vías con el Mayor Ratio de Colectivos	064
Tabla 6.1 – Tasa de Producción de Viajes	074
Tabla 6.2 – Ocupación y UCP Promedio	075
Tabla 6.3 – Nro. de la Población (6 años o mayor) por Estrato en 2004 y 2025	077
Tabla 6.4 – Demanda de Viajes por Estrato (Unidad: viajes/día)	077
Tabla 6.5 – Participación Modal de Viajes de Personas (personas/día)	078
Tabla 6.6 – Futura Demanda de Viaje en la Hora Pico	081
Tabla 6.7 – Número de Carriles Requerido en las Principales Vías	092
Tabla 7.1 – Impactos producidos por los medios de transporte público	096
Tabla 7.2 – Requerimientos de un sistema de transporte	099
Tabla 7.3 – Líneas del Tren por Etapas	109
Tabla 7.4 – Demanda de Pasajeros en los Proyectos de la Línea-1 a la Línea -4	110

Tabla 7.5 – Capac. del Transp. Ferroviario en función a Diferentes Condiciones	111
Tabla 7.6 – Resumen de la Frecuencia de Operación Ferroviaria en Hora Pico	111
Tabla 7.7 – Jerarquía de la Vía Troncal de Buses	120
Tabla 7.8 – Líneas Troncales de Buses por Tramos	121
Tabla 7.9 – Pautas de Capacidad de Pasajero Programada de Línea	124
Tabla 7.10 – Frecuencia de Servicio y Capacidad de Transp. de la Línea de Buses	125
Tabla 7.11 – Líneas de Tren Ligero por Etapas	129
Tabla 8.1 – Tiempos de ascenso y descenso de usuarios	133
Tabla 8.2 – Aspectos que influyen en el tiempo de parada	134
Tabla 8.3 – Requerimientos de posiciones en paradas y bahías	137
Tabla 8.4 – Clasificación de los diferentes niveles de trato preferencial	148
Tabla 9.1 – Factores inherentes al personal	167
Tabla 10.1 – Efectos comunes en las medidas de transporte público	179
Tabla 10.2 – Valor de tiempo (US \$/hora). Año base 2004	183
Tabla 10.3 – Ponderadores de los tiempos que componen un viaje	184
Tabla 10.4 – Costo por Kilómetro de Líneas de Metro en Latinoamérica	187
Tabla 10.5 – Estimado de Costos de Construcción e Implementación por cada Línea de Metro	187
Tabla 10.6 – Estimado de Costos de Construcción Proyecto Buses Troncales	189
Tabla 10.7 – Costo por Kilómetro de Sistemas de Bus Rápido	190
Tabla 10.8 – Estimado de Costos de Construcción e Implementación por cada Línea de Tranvía	191
Tabla 10.9 – Costo por Kilómetro de Líneas de Tranvía en algunos países	191
Tabla 10.10– Fuentes de Financiamiento	194
Tabla 11.1 – Régimen mensual de precipitación	200
Tabla 11.2 – Promedio mensual de humedad relativa	202
Tabla 11.3 – Niveles máximos de ruido para las diversas zonas	205
Tabla 11.4 – Clasificación de sismos según Norma Técnica Edificación E.030	206
Tabla 11.5 – Flora existente en el área del proyecto	209
Tabla 11.6 – Fauna existente en el área del proyecto	210
Tabla 11.7 – Población total y tasa de crecimiento	211
Tabla 11.8 – Establecimientos del Sector Salud y Número de Camas	213
Tabla 11.9 – Impactos identificados en la etapa de construcción	214
Tabla 11.10– Impactos identificados en la etapa de operación	214
Tabla 12.1 – Organizaciones de Transporte Público	223
Tabla 12.2 – Oficinas Gubernamentales Interesadas	224
Tabla 12.3 – Resultado de los Exámenes Psicológicos	226
Tabla 12.4 – Resultado de los Exámenes Sicométricos	227
Tabla 12.5 – Resultado del Examen de Edad - Coeficiente de Inteligencia Mental	227

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se presenta el estado del arte de las tecnologías existentes en el mundo para el transporte público masivo, además de identificar en la ciudad de Lima, las rutas troncales sobre las cuales se podría implementar la utilización de algunas tecnologías existentes, tomando como base el sistema integrado de transporte propuesto en el "Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao en la República del Perú" para el periodo 2005- 2025.

Se identificó rutas troncales, sobre las cuales se propone un sistema integrado de transporte, y en las que transitarán trenes, tranvías y buses de alta capacidad, de acuerdo a la futura demanda de viajes, con lo que se logrará un buen rendimiento del transporte, como la reducción del tiempo de viaje, una tarifa razonable y un viaje cómodo.

Se plantean 04 líneas de metro, 05 líneas troncales de buses y 05 líneas de tranvías. El costo total de inversión se estima en US\$ 8,486 millones de dólares, detallado de la siguiente manera: 04 Líneas de Metro: US\$ 5,718.42 millones (incluye costo de los trenes: US\$ 1,716.00 millones), 05 Líneas troncales de Buses: US\$ 1,408.46 millones (incluye costo de la flota de buses: US\$ 533.05 millones), y 05 Líneas de Tranvía: US\$ 1,359.20 millones (incluye costo de los tranvías: US\$ 425.60 millones).

Excluyendo los costos de los proyectos ejecutados y los que se encuentran en marcha al presente año, y excluyendo los costos de material rodante y buses, los cuales serán financiados por las empresas que asuman la operación del sistema; tenemos que el costo total del sistema propuesto asciende a la suma de US\$ 4,772 millones, el cual deberá ser asumido por el gobierno central, los gobiernos regionales y los gobiernos locales, en un periodo de 15 años hasta el 2025, requiriendo un financiamiento anual de aproximadamente US\$ 318 millones por año.

Con la implementación del sistema de transporte rápido masivo se logrará una reducción paulatina, en la obsoleta flota que hoy presta el servicio, una mejora cualitativa en la operación del transporte público, la disminución de los tiempos de viaje, de la contaminación atmosférica y del nivel de ruido, una mejor circulación de peatones y ciclistas, la mejora de la seguridad vial y el descongestionamiento del tránsito en su zona de influencia.

ABSTRACT

In this research work, presents the state of the art of technologies in the world to mass transit, and identify in the city of Lima, the trunk routes which could be implemented using some existing technologies, based on the integrated transport system proposed in the "Urban Transport Master Plan for the Metropolitan Area of Lima and Callao in the Republic of Peru" for the period 2005 to 2025.

Identified trunk routes on which it proposes an integrated system of transport, where transit trains, trams and high-capacity buses, according to future trip demand, which will achieve a good performance of the transport as reduced trip time, a reasonable tariff and a comfortable trip.

Approach 04 metro lines, 05 trunk bus lines and 05 trams lines. The total investment cost is estimated at U.S. \$ 8.486 million, detailed as follows: 04 metro lines: U.S. \$ 5,718.42 million (including cost of trains: U.S. \$ 1,716.00 million), 05 trunk bus lines: U.S. \$ 1,408.46 million (including cost of buses: U.S. \$ 533.05 million), and 05 tram lines: U.S. \$ 1,359.20 million (including trams cost: U.S. \$ 425.60 million).

Excluding costs of the projects implemented and those that are underway this year, and excluding the costs of rolling stock and buses, which will be financed by the companies to assume the operation of the system, we have the total cost of the proposed system amounts to U.S. \$ 4.772 million, which must be assumed by the central, regional and local governments, in a period of 15 years until 2025, requiring an annual funding of approximately U.S. \$ 318 million per year.

With the implementation of mass rapid transit system will bring a gradual reduction in the aging fleet that now provides the service, a qualitative improvement in the operation of public transportation, reduced travel times, reduced air pollution and the level noise, better movement of pedestrians and cyclists, improving road safety and decongest traffic in its area of influence.

CAPITULO 01

INTRODUCCION

En la década del 60, Lima era una ciudad que contaba con una población de 1.8 millones de habitantes, con un servicio adecuado del transporte público masivo como los tranvías y una disposición de rutas estructuradas. Sin embargo en esos años comienzan los problemas de transporte público, originados por la migración desde las áreas rurales del país a Lima. Esta migración origina la creación de los asentamientos humanos, y Lima comienza a crecer rápidamente en las áreas suburbanas, con nuevos requerimientos de transporte público.

Asimismo, existía en el mundo occidental, la corriente del cambio del medio de transporte público de rieles a buses, y Lima no fue la excepción; era considerado el ingreso a la modernidad. Adicionalmente, la falta de reacción de las autoridades, sumada a la falta de recursos económicos del gobierno local y central, no permitieron proveer de infraestructura vial a estos asentamientos y mucho menos aumentar el servicio de transporte público, lo que generó la aparición de los servicios informales.

El crecimiento urbano que en los últimos años ha venido experimentando la ciudad de Lima, está demostrando que la ciudad no puede seguir soportando un desarrollo urbano sin un planeamiento efectivo del sistema de transporte integral, caracterizado actualmente como un sistema desarticulado, desintegrado, atomizado y sin tecnologías de transporte público masivo de pasajeros bien definidas.

A comienzos de la década de los 90s el estado puso en marcha una serie de reformas, que incluyeron la desregulación del transporte público, lo que trajo consigo el incremento de las unidades de transporte; ingresaron al mercado peruano vehículos nuevos y usados de diversas capacidades, marcas, colores, etc; generando un fuerte incremento de la congestión vial, y por consiguiente se generaron problemas de contaminación del aire, contaminación acústica, accidentes de tránsito, etc. Así, mismo la congestión vehicular genera el incremento del tiempo de viaje de las personas, y por consiguiente la pérdida de millones de dólares de horas hombre. Como consecuencia de estos problemas, la población de Lima metropolitana sufre de un deterioro en su salud y un empobrecimiento económico; que se traduce en una baja calidad de vida de la población.

El transporte público de Lima Metropolitana está entre los de menor calidad de América Latina y su ineficiencia afecta toda a la población de Lima. Si bien es cierto que es difícil eliminar la congestión, puesto que ello es bastante difícil o de costo muy elevado, es necesario mantenerla bajo control; para lograr este objetivo las autoridades respectivas deben cambiar su enfoque, para adaptar los sistemas de transporte urbano a la rapidez con que se incrementa la congestión del tránsito, mejorando la capacidad y calidad de previsión y respuesta a este problema.

A la fecha se viene implementando el COSAC (Corredor Segregado de Alta Capacidad) denominado como “El Metropolitano de Lima”, que opera como un sistema tronco-alimentador y podrá satisfacer el 7.4% de la demanda de transporte público (629,225 pasajeros/día¹), y pronto operará la Primera Línea del Sistema de Transporte Público masivo ferroviario, Tren Urbano de Lima, mas conocido como Tren Eléctrico, que cubrirá otro 3.5% de la demanda (283,000 pasajeros/día²); por lo que resulta necesario continuar con la implementación de más líneas de transporte público, para satisfacer progresivamente la necesidad de movilización de la población.

Si bien es cierto que a la fecha se cuenta con el “Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao en la República del Perú” que fue elaborado por el JICA (Agencia Internacional de Cooperación Japonesa), y que no ha sido aprobado por la Municipalidad Metropolitana de Lima; la actual administración municipal viene ejecutando lentamente proyectos diferentes, lo que conlleva a un inadecuado manejo en la ejecución y operación de los sistemas de transporte público en la ciudad de Lima que el Plan ha recomendado; incluso se plantean líneas no incluidas en el Plan, y que no cuentan con estudios adecuados que permitan conocer la conveniencia o no de estas nuevas líneas.

En el presente trabajo de investigación se presenta el estado del arte de las tecnologías existentes en el mundo para el transporte público masivo, además de identificar en la ciudad de Lima, las rutas troncales sobre las cuales se podría implementar la utilización de algunas tecnologías existentes, tomando como base el sistema integrado de transporte propuesto en el “Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao en la República del Perú” para el periodo 2005- 2025.

¹ Ficha Técnica de la infraestructura, oferta y demanda del COSAC I, Gerencia de Planeamiento de Transporte (PROTRANSPORTE) - 2005.

² Resumen del plan estratégico institucional, Autoridad Autónoma del Proyecto Especial Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao (AATE) – 2007.

Estas rutas deberán atravesar la ciudad por vías continuas, para un mejor desarrollo de velocidad con seguridad, de acuerdo a la futura demanda de viajes, con lo que se logrará mejorar la calidad del transporte público, la reducción del tiempo de viaje y disminución de la contaminación ambiental.

Con la implementación del sistema de transporte rápido - masivo se logrará una reducción paulatina, en la obsoleta flota que hoy presta el servicio, una mejora cualitativa en la operación del transporte público, la disminución de los tiempos de viaje, de la contaminación atmosférica y del nivel de ruido, una mejor circulación de peatones y ciclistas, la mejora de la seguridad vial y el descongestionamiento del tránsito en su zona de influencia.

Así mismo se contribuirá a la mejora del ambiente urbano, recuperando y valorizando espacios públicos, mejorando las condiciones de circulación en general, de peatones y de vehículos no motorizados, promoviendo el ordenamiento y valorización del uso y ocupación del suelo en las cercanías de los corredores de transporte masivo, favoreciendo la apropiación de los espacios notables de la ciudad por su población y elevando las condiciones de seguridad ciudadana en su área de influencia.

Otro beneficio será el mejor acceso de la población de más bajos ingresos a las zonas de trabajo, a los servicios sociales, cívicos y públicos, contribuyendo así a una mejor calidad de vida. Las nuevas condiciones de movilidad contribuirán a una mayor eficiencia de las relaciones sociales y económicas de la ciudad.

CAPITULO 02

HISTORIA Y EVOLUCIÓN DEL TRANSPORTE PUBLICO EN LIMA METROPOLITANA

2.1 EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE

La primera línea de ferrocarril de Lima fue inaugurado en año 1851, y conectaba la ciudad amurallada con el puerto del Callao. Le siguieron la línea Lima-Miraflores Chorrillos el año 1857 y la línea que unía Lima con Magdalena Vieja y el balneario de Magdalena del Mar el año 1875.

El año 1878, ocho años después de que se eliminaran las murallas y se iniciara un importante proceso de expansión urbana, se inauguró el primer tranvía urbano a tracción animal, que consistía en un vagón sobre rieles tirado por dos mulas.



Foto 2.1: Tranvía tirado por caballos
Fuente: The Tramways of Lima, Peru por Allen Morrison

En 1904 se puso en operación el Tranvía eléctrico Lima-Chorrillos, siendo el primer tranvía eléctrico del Perú. Durante las décadas del 10 y 20 del siglo pasado, el servicio de tranvías se efectuó en cuatro líneas: la línea urbana de Lima y las líneas interurbanas del Callao, Chorrillos y Magdalena.

A finales de la década de los 20, Lima contaba con dos líneas urbanas y tres de interurbanas que cubrían toda la ciudad. Se estableció un verdadero sistema, dónde las rutas se complementaban en puntos de conexión predeterminados.

Con los ferrocarriles y tranvías Lima pudo resolver satisfactoriamente el problema del transporte de pasajeros durante la primera etapa de desarrollo del siglo XX. A medida que se fue extendiendo el área urbana, aparecieron transportistas individuales que con omnibuses, iban cubriendo progresivamente las áreas de la ciudad faltantes. La competencia establecida por este nuevo medio de transporte, junto con los altos costos de operación que tenía el tranvía, la falta de continuidad del suministro eléctrico y la ausencia de una política de transporte por parte del Estado, hizo que progresivamente el servicio fuera deficitario iniciándose una profunda etapa de crisis en este sector.



Foto 2.2: Tranvía línea 2, cercanías Palacio de Gobierno, año 1965
Fuente: The Tramways of Lima, Peru por Allen Morrison

En el año 1965 se cancelaron las concesiones que gozaba la Compañía Nacional de Tranvías para la explotación del servicio de transporte de pasajeros por medio de tranvías eléctricos en Lima, Callao y Balnearios; dando paso al sistema de buses a cargo de la APTL (Administración Paramunicipal de Transporte de Lima). Así mismo se multiplicaron las empresas de transporte colectivo y como consecuencia de la congelación de las tarifas impuesta por el Gobierno pese a la subida del costo de vida, se generó una difícil situación económica que obligó a algunas de las empresas más importantes de omnibuses a liquidar sus servicios tras varios años de operación. Esta situación fue aprovechada por nuevas empresas que empezaron a invadir el mercado con vehículos más pequeños (el microbús).

Progresivamente la APTL cubría a una parte pequeña de la demanda. Sus perspectivas de desarrollo se redujeron gradualmente a causa de los altos costos que tuvo que enfrentar como consecuencia de una carencia de innovación en sus sistemas de trabajo, la creación de lugares de trabajo innecesarios, la competencia desleal de los servicios de transporte en microbús tanto desde el punto de vista tarifario como de operación. Ante esta

situación la APTL fue reduciendo sus servicios, facilitando la proliferación cada vez más creciente del microbús. En los años 70, las líneas de microbuses y camionetas rurales, vehículos de poca capacidad pero gran flexibilidad que se incorporaron al sistema durante los últimos años, llegaron a cubrir el 90% de la demanda de transporte en Lima.

La crisis de la APTL desencadenó el inicio de una nueva etapa para el transporte urbano de Lima Metropolitana. En 1975 el Gobierno Central creó la Empresa Nacional de Transporte Urbano (ENATRU-PERÚ) la cual asumió todo el capital y los recursos tanto humanos como materiales con que contaba la APTL, asumiendo el Estado el déficit económico. Si bien es cierto que durante los primeros años de funcionamiento ENATRU-PERÚ estableció un servicio de transporte bastante satisfactorio, la herencia dejada por la APTL y el encarecimiento de los costos de operación de la empresa y la falta de interés de los diferentes gobiernos que tuvieron la empresa a su cargo para intervenir en este sector, generaron un progresivo deterioro del servicio. Este hecho hizo que el transporte con microbús y camioneta rural ofrecido de forma informal se fuera imponiendo progresivamente sobre el servicio ofrecido por la empresa estatal. A finales de la década de los 80 cerca del 95% de los vehículos de transporte colectivo que circulaban por la ciudad ofrecían su servicio de forma informal. El desarrollo de la actividad informal había generado la expansión del servicio en zonas y en horarios hasta entonces no cubiertas por el transporte formal.

En 1990, con el un nuevo gobierno, supuso el inicio de una nueva etapa para el transporte urbano de Lima Metropolitana; iniciándose una política de liberalización económica que incluyó al sector transporte. Una de las primeras medidas que se pusieron en marcha fue la liquidación de la empresa ENATRU-PERÚ eximiendo al Estado de toda participación en la prestación del servicio de transporte. Como parte de este proceso, a mediados de 1991, se estableció la libre competencia de las tarifas de servicio público de transporte urbano país así como el libre acceso a las rutas. Este dispositivo legal, sumado al que permitía la libre importación de vehículos, transformó radicalmente el servicio de transporte colectivo urbano de Lima Metropolitana, sumiéndolo en el caos.

Esta nueva etapa se caracteriza por una amplia extensión de las rutas, una amplia cobertura horaria, elevadas frecuencias de paso, libertad tarifaria, un elevado número de unidades de transporte, la utilización de vehículos inadecuados, la antigüedad del parque automotor, el deficiente mantenimiento de los vehículos, la carencia de control de las autoridades y las actitudes y prácticas inadecuadas de conductores y cobradores. Situación que se mantiene hasta el día de hoy.



Foto 2.3: Cruce Av. Javier Prado con Av. Petit Thouars, año 2009
Fuente: Diario Perú 21

A principios del 2002 el gobierno municipal con el apoyo de la cooperación española, se desarrollan los estudios Técnicos Ambientales del Corredor Segregado de Alta Capacidad (COSAC) y luego el desarrollo de mas estudios, proyectos y obras mediante préstamos del Banco Mundial (BM) del orden de US \$ 45 millones, del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) del orden de US \$ 45 millones con el aval del Gobierno Central, así como aportes de la propia Municipalidad de Lima de US\$ 44 millones de dólares y una inversión privada en buses de US \$ 70 millones, todo esto en el periodo del Alcalde Alberto Andrade Carmona (qepd).

Con la administración del Alcalde Luís Castañeda Lossio que tuvo como plataforma electoral construir una red de ferrocarriles urbanos el proyecto pierde fuerza y se retrasa su implementación. Si bien el proyecto en su tramo troncal solo consideraba solo el tramo entre Chorrillos e Independencia, se realizaron estudios de demanda para su prolongación hasta el Parque Sinchi Roca (8 kms) con resultados favorables, sin embargo, nunca se desarrollaron los estudios de ingeniería.

La construcción de la línea Norte-Sur del Tren Urbano fue aprobada por el Acuerdo de Concejo en octubre del 2003. Se decidió continuar la construcción y operación de la línea 1 del tren urbano, Villa El Salvador-Av. Grau, por el eje de la Av. Aviación, por medio del sistema de concesión bajo la administración de AATE.

Al no prosperar esta iniciativa por problemas económicos y políticos, a principios del 2009 el poder ejecutivo faculta al Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) a ejecutar las obras del Proyecto de Extensión de la Línea 1 del Tren Urbano de Lima (Tramo Villa El Salvador–Av. Grau), las cuales se vienen ejecutando a la fecha.

2.2 PLANES DE DESARROLLO DEL TRANSPORTE PUBLICO

En la década del 70, se implementó el “Plan Vial Metropolitano, 1971”, que fue realizado por el Ministerio de Fomento y Obras Públicas (hoy Ministerio de Transportes y Comunicaciones) y aprobado por RS N° 293-71-VI-DU. Los proyectos propuestos en el Plan fueron actualizados y aprobados por la Municipalidad de Lima mediante acuerdo de concejo Nro. 270 del año 1986.

En 1973, una empresa Alemana-Suiza elaboró el “Diseño Preliminar del Sistema de Transporte Rápido de Pasajeros en el Área Metropolitana de Lima y Callao”. De acuerdo con este estudio, la red ferroviaria del transporte público estaría terminada en 20 años, y se propuso cuatro rutas con una extensión total de 125 Km. Después, se concentraron en los 70 Km que consideraba una extensión factible. Estas propuestas no fueron tomadas en cuenta.

En 1986 fue elaborado el Estudio Básico del Sistema de Transporte Rápido Masivo por AATE (Autoridad Autónoma del Tren Eléctrico) bajo la jurisdicción del Ministerio de la Presidencia (MDP). El Plan Maestro relacionado con el desarrollo de tipo ferroviario propuso 5 líneas, y para la línea más urgente que interconectaba la ciudad de Lima, se evaluaron los gastos de inversión y el plan operativo.

En 1989 se elaboró el Plan de Transportes: INVERMET, Lima, aprobado por Acuerdo de Concejo Nro. 287 de 1989 y puesto en vigencia mediante decreto de Alcaldía Nro. 127 de 1992. Incluía encuestas de personas por viajes, el pronóstico de la demanda de viajes, el plan de transporte público, y el plan vial. Los proyectos viales propuestos en el estudio antecedieron la construcción vial actual. En este estudio, se propuso la red de corredores de buses priorizando el transporte público. Se desarrollaron algunos proyectos de corredores de buses, sin estudiarse el tema operacional.

En 1997, se creó el Concejo de Transporte de Lima y Callao (CTLIC) como una organización coordinadora entre el gobierno nacional y las municipalidades, compuesto por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, el Ministerio de Economía y Finanzas, la Municipalidad de Lima y la Municipalidad del Callao. Este concejo será cerrado en diciembre del 2010.

El PROTUM (Proyecto de Transporte Urbano Metropolitano) fue implementado entre 1997 y 2000 por el CTLIC. Este estudio incluía un plan de transporte público y planes organizacionales para implementar los proyectos propuestos en los estudios. En el PROTUM, el plan de transporte público propuesto era un sistema troncal-alimentador de

buses compuesto de siete redes de transporte masivo y una red alimentadora de buses. Además, se realizó un estudio de factibilidad para una vía de buses segregada en el Corredor Vitrina en el año 2000, que es un proyecto de transporte rápido de buses operado bajo un sistema troncal-alimentador de buses.

El año 1998 se realizó el “Estudio Complementario del Metro de Lima”. AATE fue responsable de la elaboración de este estudio y evaluó el plan de ejecución de la línea Sur-Norte, seleccionada como la más urgente, en detalle.

A principios del 2004 se firmó un contrato para la ejecución de Estudio de Factibilidad del Proyecto Ferroviario Urbano en Lima (USTDA 2004), para investigar las posibilidades de usar la línea ferroviaria existente, desde la estación del Callao hasta la estación de Vitarte pasando por Desamparados (30 Km), incluyendo la conexión con la última estación de la línea de extensión Norte-Sur, Hospital 2 de Mayo (1.8 Km).

Paralelamente la Municipalidad de Lima estableció el Proyecto Especial de PROTRANSPORTE de Lima, creado en marzo de 2002, siendo una agencia con autonomía económica y administrativa que depende de la Municipalidad de Lima.

Desde enero del 2004 hasta marzo del 2005, JICA (Agencia de Cooperación Internacional del Japón) ejecutó el estudio del Plan Maestro de Transporte Urbano del Area Metropolitana de Lima y Callao. El estudio incluyó la realización de la encuesta domiciliaria de transporte (EDT) con alrededor de 35,000 hogares del área metropolitana de Lima y Callao, encuestas y conteos en la línea-cordón, conteos en la línea cortina, conteo de tráfico en tramos notables de la red vial, varias encuestas de transporte público, y la evaluación ambiental inicial, etc.

PROTRANSPORTE es la agencia responsable de coordinar, con todos los niveles de la Municipalidad, las acciones y la ejecución de estudios y proyectos relacionados con COSAC-1: Corredores de alta Capacidad. El año 2005 Protransporte contrato al grupo Consultor ALG-INOCOSA, el Estudio de Corredores Complementarios, con el objetivo de definir una propuesta de planificación y estructuración de un sistema de transporte público con tecnología de buses. La DMTU de la Municipalidad de Lima ha presentado una propuesta de corredores de transporte público comprensivo a mediano plazo, que está orientado al reordenamiento de las rutas de buses, al mejoramiento del sistema de tarifas de buses, e instalaciones de paraderos y terminales.

CAPITULO 03

ESTADO TECNOLÓGICO DE LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE MASIVO

En este capítulo se presenta los aspectos tecnológicos y operativos de los sistemas de transporte masivo urbano, haciendo referencia en primer lugar al transporte de superficie cuyos exponentes principales son el autobús y el trolebús, para luego señalar las características del transporte férreo urbano (tranvía, tren ligero y el metro).

3.1 AUTOBUSES Y TROLEBUSES

Los autobuses y trolebuses son medios de transporte público urbano que normalmente operan en la vialidad urbana compartiendo su derecho de vía con otros vehículos, en algunos casos operan en carriles reservados o exclusivos.

3.1.1 Características

Presentan tres características generales:

- Capacidad de operar en casi cualquier calle. Esta característica permite que las rutas puedan ser designadas a cualquier calle y no se vea limitado a operar sobre ciertos derechos de vía.
- Costos de inversión bajos. Ya que la infraestructura que necesita es mínima, la implantación, cambios y extensiones de rutas y paradas, es rápida y sencilla de hacer.
- Unidades de transporte con capacidad limitada. Este medio de transporte es ideal para rutas de transporte con volúmenes de pasajeros bajos a moderados.

3.1.2 Tipos de Vehículos

Se pueden clasificar por el tipo de propulsión que presenta, siendo éstos:

- **Diesel.** Dentro del transporte público es el de uso mas generalizado debido a la durabilidad y sencillez que presenta el motor; a sus costos de operación más bajos que en relación al motor de gasolina y a un mantenimiento más sencillo. Sin embargo, presenta mayores problemas en cuanto a las emisiones de humo, vibraciones y ruido.



Foto 3.1: Buses a Diesel en Lima Metropolitana
Fuente: Buses del Perú por Nilo Medina

- **Eléctrico.** En esencia, el trolebús en sus aspectos operativo y físico, es similar al autobús, diferenciándose en su propulsión, a partir de un motor eléctrico, el cual obtiene la energía eléctrica por medio de polos o troles, los cuales se conectan a dos cables elevados. Aún cuando se ven limitados sus movimientos laterales debido a la línea elevada, el trolebús puede desplazarse poco más de un carril a la izquierda o derecha del carril ubicado debajo de la línea, por lo que su rango de acción se considera de tres carriles.

Este sistema presenta las siguientes ventajas:

- Una rápida y suave aceleración y desaceleración.
- Silencioso.
- No existen emisiones directas de contaminantes.
- Una vida útil mayor.

Tiene las siguientes desventajas:

- Una inversión mayor, tanto en el costo del vehículo como en la infraestructura de apoyo necesaria.
- Es necesario dar mantenimiento a la línea elevada.
- No cuenta con la misma flexibilidad para modificar las rutas, debido a que se encuentra limitado a la línea de alimentación.



Foto 3.2: Trolebús de Quito, año 2007
Fuente: The Trolleybus of Quito por Allen Morrison

- **Motor de gasolina.** Este motor, dentro del transporte público, se utiliza en minibuses ya que es mas eficiente debido a su poco peso y al hecho de que necesita producir poca potencia.



Foto 3.3: Minibús a Gasolina en Lima Metropolitana
Fuente: Buses del Perú por Nilo Medina

- **Gas propano.** Este motor es mas limpio y silencioso. Sin embargo, produce una menor potencia y presenta el peligro de almacenamiento del combustible. Existen vehículos con este tipo de propulsión en Chicago, Viena, México, entre otros.

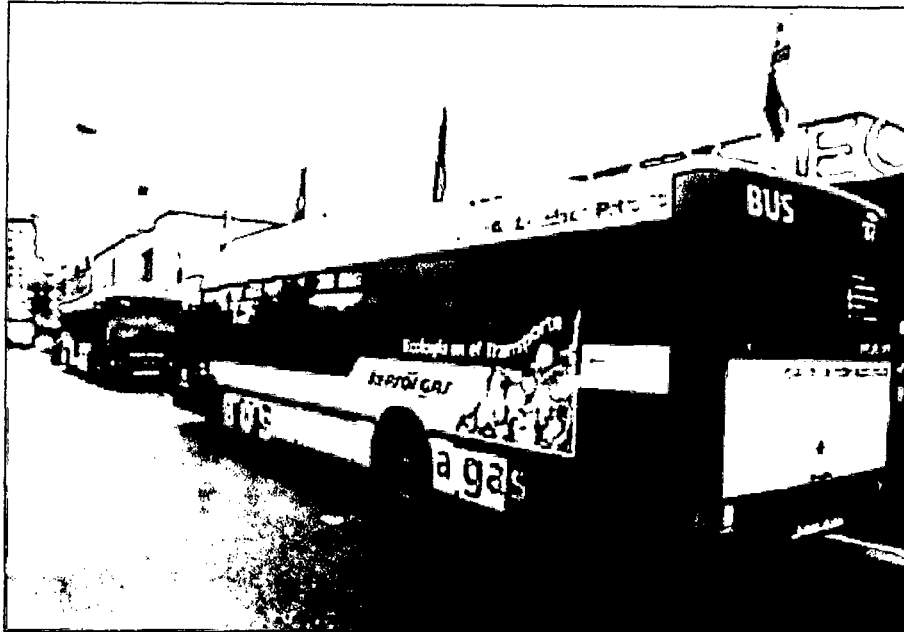


Foto 3.4: Bus a GLP en España

Fuente: Propuesta comercial de Repsol Gas para la utilización de GLP en flotas de autobuses urbanos

- **Electrobús.** Se designa con este nombre a los autobuses que obtienen su propulsión a través de un motor eléctrico alimentado por baterías. Con este sistema, se pretende combinar el excelente rendimiento y la ausencia de ruido y contaminación de los trolebuses con la baja inversión y flexibilidad de los autobuses. Como desventaja se tiene que el peso de las baterías es alto así como limitada la capacidad de la batería, lo cual repercute en los costos de operación.



Foto 3.5: Electrobús Thunder Sky Li Akkus, China

Fuente: Pagina web Bundesverband Solare Mobilitat

- **Híbridos.** El término propulsión híbrida es utilizado para referirse a vehículos con más de una fuente de propulsión. Los sistemas híbridos pueden incorporar varios tipos de acumuladores de energía y/o convertidores de energía.

La tecnología híbrida fue diseñada para operar en zonas urbanas, donde existan problemas de polución ambiental, por lo que el sistema híbrido es muy adecuado para cumplir con el objetivo de reducción de emisiones contaminantes atmosféricas, especialmente en buses de transporte público. Aquellos híbridos que combinan un motor de combustión interna (MCI) y un motor eléctrico son los únicos sistemas híbridos que han tenido un desarrollo serio.



Foto 3.6: Bus con Sistema de Propulsión Híbrido
Fuente: Transport for London, Inglaterra

- **Gas Natural Vehicular GNV.** El Gas Natural ha sido desde los años 70, el combustible de mayor crecimiento a nivel mundial, su demanda se ha visto impulsada por la necesidad de los países industrializados de sustituir el petróleo como principal fuente de energía, y las grandes ventajas ecológicas que ofrece.

Los autobuses a GNV consistentemente emiten considerablemente menos partículas que los autobuses a diesel (una muestra tomada en Boulder, Colorado, arrojó una reducción de 97% en partículas y del 58% en óxidos de nitrógeno).

El gas natural de por sí tiene menores emisiones de CO₂ que el diesel. Considerando el ciclo total de combustible de ambos, diesel y GNV, incluyendo las emisiones durante la producción del combustible, los autobuses a GNV parecen tener el total de emisiones de gas invernadero muy semejante, sino ligeramente mejor, que las de los autobuses de diesel, a pesar de emitir niveles más altos de metano.



Foto 3.7: Buses Metropolitano a GNV
Fuente: Protransporte, Lima

- **Energía inercial (Gyrobús).** Consiste en que en las terminales, el vehículo hace contacto con un alimentador trifásico y un motor eléctrico acelera una rueda que acumula la energía. Esta energía cinética impulsa a un generador el cual envía la energía producida a una batería, con la cual se alimenta un motor eléctrico.

Este sistema presenta las ventajas de la propulsión eléctrica así como una independencia de fuentes de energía fija. Sin embargo, el mecanismo es complejo, su radio de acción limitado y presenta un gran peso.

3.1.3 Clasificación por tipo de carrocería

En función de su tamaño, los transportes superficiales pueden ser clasificados por el tipo de carrocería, la cual define la fisonomía del vehículo.

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

Este vehículo es idóneo para servir como alimentador en zonas de baja densidad; en sectores donde el trazo urbano o topográfico dificulta el uso de vehículos de mayores dimensiones (ver Foto 3.3).

- **Autobús regular.** El autobús regular es un vehículo de una sola carrocería, soportado por dos ejes. La capacidad máxima de asientos varía de 35 a 50, pudiendo tener una capacidad total de 50 a 110 espacios (90 para condiciones de un adecuado nivel de servicio) (ver Foto 3.1).

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

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

La longitud de estos vehículos varía entre los 16 y los 18 m, con un total de asientos de 66 y una capacidad total de 180 espacios.



Foto 3.8: Autobús articulado
Fuente: Transantiago, Chile

- **Autobús de doble piso.** Este tipo de vehículo consiste en dos pisos, conectados mediante una escalera y cuya altura varía entre 4 y 4.45 m. La longitud total se ubica entre los 9 y 12 m, con una capacidad total aproximada de 100 espacios. Su introducción se dificulta en algunas ciudades debido a la altura que presenta y que se contrapone con la ubicación existente de cables, semáforos, árboles, así como el gálibo de algunos puentes.



Foto 3.9: Autobús de doble piso
Fuente: Singapore Bus Service, Singapur

3.1.4 Requerimientos en los vehículos

La mayor parte del tiempo empleado en el viaje de un usuario transcurre dentro del vehículo por lo cual el usuario no solamente desea que este tiempo sea lo mas corto posible sino que además busca que transcurra en un ambiente agradable.

Si se considera la utilización que los viajeros hacen del autobús, se pueden determinar las características que contribuyen a valorar la calidad del servicio. Así se tiene que durante la fase de espera y acceso al vehículo, el usuario considera el aspecto exterior del mismo (estado, limpieza, color); ser fácilmente identificable y el usuario debe saber si es el vehículo que espera abordar. Al acceder al vehículo es necesario subir escalones, cuyas características y dimensiones deben ser tales que el acceso resulte cómodo. Una vez dentro del vehículo, el pasajero debe pasar a través del puesto de control o venta de boletos y avanzar por el pasillo hasta ocupar un asiento o permanecer de pie. La comodidad del viaje dependerá notablemente de las características de los asientos para los viajeros sentados y del espacio disponible para los viajeros de pie. Además, el interior debe permanecer limpio y debe ser posible ver el exterior, para que los usuarios reconozcan el recorrido que siguen.

Durante la operación del vehículo se producen una serie de efectos que deben mantenerse dentro de límites aceptables. Así pueden citarse los ruidos, música a todo volumen, vibraciones, aceleraciones, olores y otros efectos. Finalmente, durante la etapa de descenso de la unidad, el usuario debe poder atravesar con facilidad el pasillo y descender cómodamente por la(s) puerta(s) de salida.

3.2 TRANSPORTE FÉRREO

3.2.1 Características generales

Los medios de transporte férreo que se utilizan en las ciudades presentan cuatro características generales que los distinguen de otros medios de transporte:

- **Guía externa.** Al contar con una guía externa o riel, el vehículo es guiado físicamente por la vía y el operador del vehículo solo controla la velocidad del mismo. Esta característica permite que se utilice solamente el ancho mínimo necesario de derecho de vía a la vez de lograr un viaje mas cómodo. La guía externa permite operar los vehículos en trenes (acoplados) y permite la automatización del sistema. Sin embargo, la guía externa implica grandes costos de inversión y la restricción de los movimientos a la red de vías que se han tendido.
- **Tecnología férrea.** El uso del conjunto rueda de acero y riel ha dado como consecuencia un mecanismo básico y simple para el movimiento de vehiculos que permite tener cambios de dirección de una manera rápida, simple y sin errores. Asimismo su baja resistencia al rodamiento trae como consecuencia un consumo muy bajo de energía por tonelada de peso. Por otra parte, aun cuando la tecnología férrea es representativa de un sistema guiado, ésta permite la operación con tránsito mixto así como con cruces a nivel, a la vez de presentar un bajo costo de mantenimiento y una gran durabilidad.
- **Propulsión eléctrica.** Al contar con propulsión eléctrica, se obtienen excelentes rendimientos dinámicos en los vehículos, especialmente en cuanto a aceleración. Asimismo, sus componentes mecánicos son limpios, durables y de poco mantenimiento, logrando niveles de ruido bajos así como una contaminación ambiental directa nula. La principal desventaja de este tipo de propulsión va encaminada a los grandes costos iniciales que se tienen que realizar.
- **Separación del derecho de vía.** La falta de flexibilidad de movimiento de la tecnología férrea hace que su operación en tránsito mixto, sea inferior a los medios que cuentan con rodadura neumática. Sin embargo, es mucho mas fácil lograr la separación para transporte férreo ya que las vías separadas, sin pavimentar, se distinguen de otros carriles y no son invadidas por los automovilistas tal como lo son los carriles de autobuses.

3.2.2 Medios de transportes férreos

Dentro del transporte férreo que se utiliza en las áreas urbanas, se pueden distinguir tres conceptos principales:

- **Tranvía.**

Es un medio de transporte que opera generalmente con un solo carro, pero al que se le pueden acoplar una o dos unidades mas. Su operación generalmente es en calles con tránsito mixto y aún cuando presenta excelentes características dinámicas, éstas no pueden ser desarrolladas en su totalidad. Su operación en tránsito mixto hace que su confiabilidad y velocidad de operación dependan de las condiciones de tránsito, siendo éstas menores a los 20 km/h.



Foto 3.10: Tranvía de Sevilla
Fuente: Metrocentro Sevilla, España

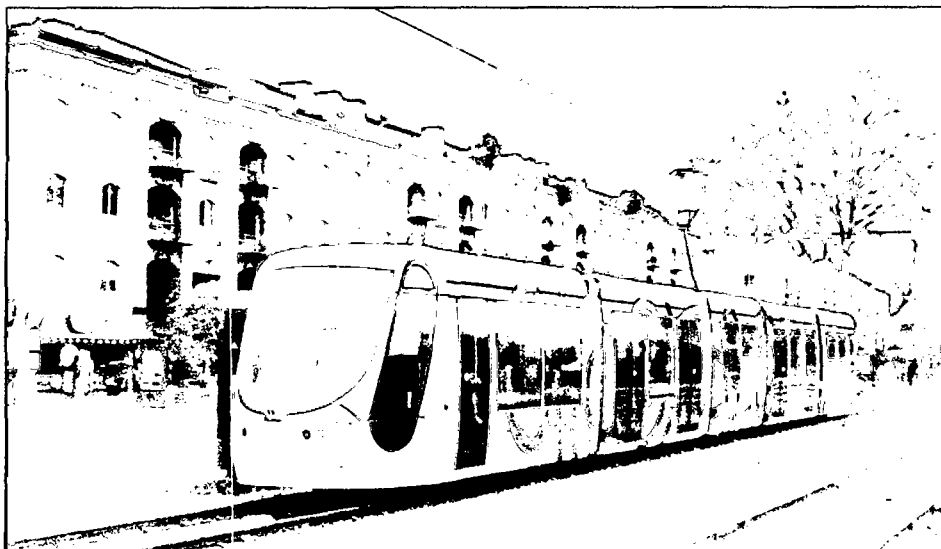


Foto 3.11: Tranvía del Este, Puerto Madero
Fuente: Fotos de Cristian O. Arone, Argentina

El vehículo en si, presenta de cuatro a seis ejes con una longitud total de 14 a 21 metros. Las capacidades que presentan son de 100 a 200 pasajeros, de los cuales de un 20 a un 40% van sentados.

- **Tren ligero.**

Es un medio de transporte que puede operar con tres carros o más, y que presenta capacidad de transportar hasta un 50% de los pasajeros sentados. Por lo general son vehículos articulados de seis u ocho ejes, los cuales presentan una longitud total que va de los 20 a los 32 metros.

Sus características de rendimiento a costo lo sitúan entre el tranvía y el metro y opera en derechos de vía predominantemente separados. Sus normas de alineamiento son similares a las que presenta el metro lo mismo que sus estaciones en derechos de vías exclusivos.

Sus velocidades máximas se encuentran en el rango de los 70 a 80 km/h las cuales dependen de los derechos de vía seleccionados, lo cual también repercute en las velocidades de operación que se quieran lograr (18 a 40 Km/h).

Se puede lograr frecuencias hasta de 90 vehículos por hora sin dificultad alguna. Este valor se puede incrementar hasta 140, de contar con un sistema de control elaborado y una confiabilidad reducida. Esto permite considerar un volumen de pasajeros del orden de 20,000 pasajeros por hora por sentido.

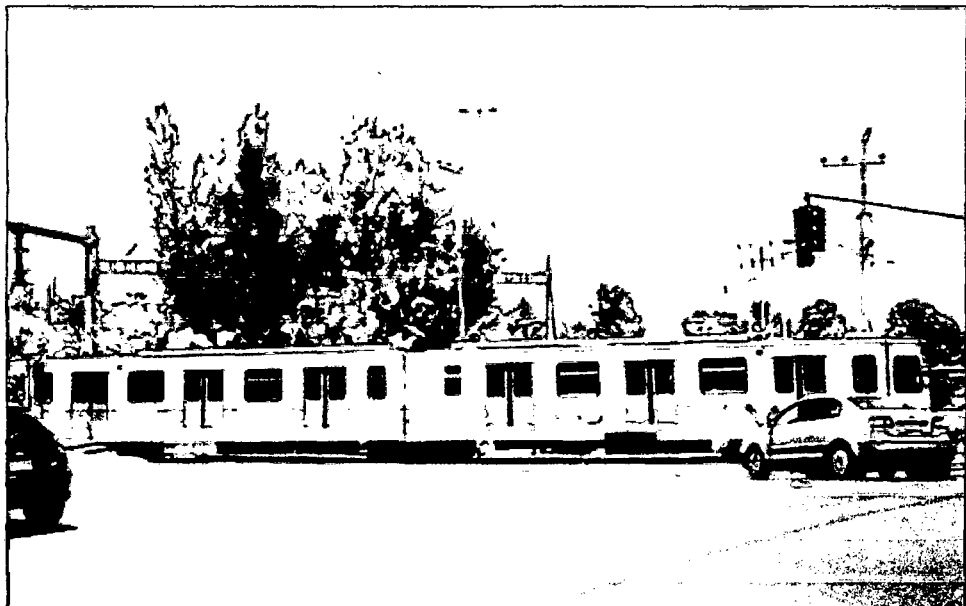


Foto 3.12: Tren ligero

Fuente: Servicio de Transportes Eléctricos del Distrito Federal, México

■ **Metro.** *El medio óptimo de transporte para un corredor de gran capacidad.*

Es el medio óptimo de transporte para un corredor de gran capacidad, en el cual su derecho de vía está completamente separado y por ende, no presenta interferencias externas.

Su guía es simple y la tracción es eléctrica, y cuenta con equipos de seguridad que permiten las velocidades máximas que se puedan lograr para espaciamientos entre estaciones dadas, así como, las permitidas por la comodidad del usuario.

Su operación es siempre en trenes pudiendo llegar hasta los diez carros y cada carro cuenta con cuatro ejes. Estos trenes son operados por un conductor, lo cual implica una gran capacidad al mismo tiempo de lograr una buena productividad laboral.

La longitud total de cada carro de metro varía entre los 16 y los 23 metros, con un ancho de 2.5 a 3.2 metros. La capacidad por cada carro son del orden de 120 a 250 espacios, de los cuales del 25 al 60% son asientos.

Sus velocidades de operación van entre los 25 y los 60 km/h con frecuencias a la hora de máxima demanda de 20 a 40 trenes por hora. Esto permite obtener capacidades máximas de 60,000 a 80,000 pasajeros por hora.

La recolección de las tarifas se hace fuera de los trenes y cuentan con plataformas de acceso a los carros, que permite ascensos y descensos simultáneos. Estas características hacen que los ascensos y descensos sean de 3 a 5 veces más rápidos que en el caso del tranvía y de 10 a 20 veces que en caso de los buses.



Foto 3.13: Metro de la ciudad de Caracas
Fuente: Metro Caracas, Venezuela

En algunos sistemas de metro, se tienen estaciones sin personal, operación automática de trenes y un puesto de control central de la red. Por consecuencia, es en el metro en donde se realizan las mayores inversiones en el transporte.



Foto 3.14: Metro de la ciudad de Santiago
Fuente: Metro Santiago, Chile

3.2.3 Tamaño del vehículo

Uno de los principales elementos que limitan el tamaño máximo del vehículo son los libramientos del vehículo en curvas con radios mínimos.

Para los sistemas de tren ligero la determinación del tamaño es de gran importancia ya que está relacionada con la decisión de seleccionar el tipo básico de vehículo a operar. Las alternativas básicas son:

- vehículos de 4 ejes, operados como unidades múltiples
- vehículos de 4 ejes, articulados, con longitudes hasta 18 metros
- vehículos de 6 ejes, con una articulación y longitudes de 18 a 22 metros
- vehículos de 8 ejes, con doble articulación y longitudes entre 23 y 31 metros

Cabe señalar que los carros del metro tienen longitudes entre los 16 y los 21 metros y anchos entre 2.50 y 3.20 metros con el objeto de reducir las secciones de túneles.

3.2.4 Factores que determinan las unidades básicas

Al planear un sistema férreo es necesario, definir el tipo de unidad básica que se va a usar en el sistema (unidad sencilla, múltiple, pareja casada, entre otras). Estas definiciones se deben basar en los siguientes factores:

- **Diferente tamaño de trenes.** Es deseable poder ajustar el número de carros en el tren, según se presente la demanda, con lo cual se logra minimizar los costos de operación.
- **Longitud mínima de tren.** En las horas de poca demanda es deseable operar con trenes mas cortos con el fin de reducir los costos de operación.
- **Uso del equipo mecánico y eléctrico en el tren.** Si se comparten los componentes en los diferentes carros se logra un ahorro en la inversión así como en el mantenimiento. Sin embargo, se puede tener un mayor número de vehículos fuera de operación si el mantenimiento no es el adecuado.
- **Número de controles por carro.** Al ser los controles un equipo caro (de 2 al 3% del costo total del vehículo), se debe minimizar el número de dichos controles y comparar los costos de inversión entre una operación unidireccional (costo de infraestructura en las terminales) y una operación bidireccional (costo del vehículo).
- **Longitud del carro por carretilla.** Al representar la carretilla un gran peso del total del vehículo, se debe buscar maximizar la longitud del carro por carretilla.
- **Facilidad de mantenimiento.** Si se cuenta con unidades pequeñas, se tiene dificultad en el acceso a los componentes mecánicos. Sin embargo, las unidades pequeñas son mas fáciles de mover y levantar que en el caso de unidades grandes.
- **Utilización del material rodante.** La reparación de unidades básicas que incluyen mas de un carro implica tener parados todos los vehículos de la unidad, y lo cual ocasiona una mala utilización del material rodante.

CAPITULO 04

CONDICIONES ACTUALES DEL ÁREA METROPOLITANA DE LIMA Y CALLAO

El área Metropolitana de Lima y Callao, está ubicada en el centro del Perú, frente al Océano Pacífico. Lima es la capital del país y funciona como centro político y administrativo, y el Callao es el principal puerto marítimo en el país. Lima y Callao conforman un Área Metropolitana continua, con una población total de 8'482,619³ y con un área administrativa de 2,794 kilómetros cuadrados.

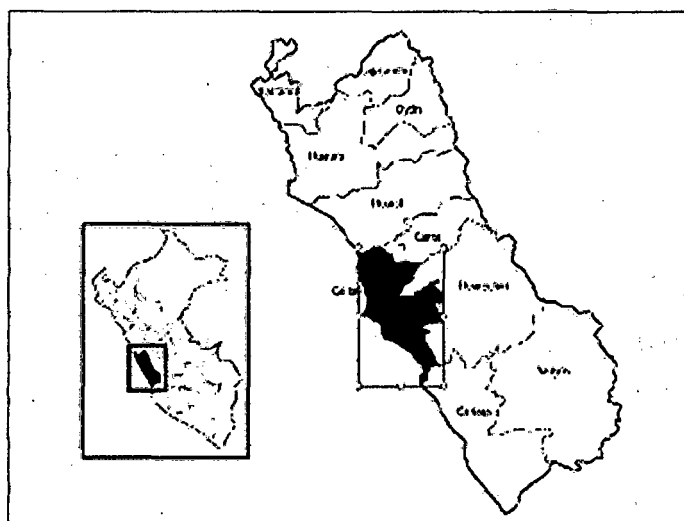


Figura 4.1: Mapa localizador del Área Metropolitana de Lima y Callao
Fuente: Andina, Agencia peruana de noticias

4.1 TENDENCIA DE LA POBLACIÓN

4.1.1 Crecimiento de la Población

De acuerdo al censo de población publicado por el INEI¹, la población del país aumentó de 7'023,111 habitantes en 1940 a 28'220,764 habitantes en el 2007 (Tabla 4.1). La tasa promedio de crecimiento anual fue de 2.2 por ciento durante el período 1940-2007. La población en el Área Metropolitana de Lima y Callao tuvo un crecimiento explosivo; aumentó más de 13 veces, de 645,172 habitantes en 1940 a 8'472,935 habitantes en el 2007. El Área Metropolitana tuvo un gran crecimiento en su población entre los años 1950 y 1960. El Área Metropolitana de Lima y Callao representa el 30 por ciento de la población total del país.

³ Perfil Sociodemográfico del Perú, INEI - Censos Nacionales de Población y Vivienda, 2007

La tasa promedio de crecimiento anual fue de 5.1 por ciento entre 1940 y 1961 y de 5.5 por ciento entre 1961 y 1972. Luego, la tasa de crecimiento de la población en el Área Metropolitana cayó a 3.7 por ciento entre 1972 y 1981 y a 2.7 por ciento entre 1981 y 1993. Según el último censo, la tasa de crecimiento entre 1993 y el 2007 es de 2.1 por ciento.

Año	Perú	Área Metropolitana de Lima y Callao	
	Población (1,000)	Población (1,000)	% a Nivel Nacional
1940	7,023	645	9.2%
1961	10,420	1,846	17.7%
1972	14,122	3,303	23.4%
1981	17,762	4,608	25.9%
1993	22,639	6,346	28.0%
2007	28,221	8,473	30.0%

Tabla 4.1: Tendencia de la Población en el Área Metropolitana de Lima y Callao, 1940-2007
Fuente: INEI - Censos Nacionales de Población y Vivienda, 2007

Año	Perú	Área Metropolitana de Lima y Callao
1940-1961	1.9 %	5.1%
1961-1972	2.8 %	5.5%
1972-1981	2.6 %	3.7%
1981-1993	2.0 %	2.7%
1993-2007	1.6 %	2.1%

Tabla 4.2: Tasa de Crecimiento Anual de la Población en el Perú y en el Área Metropolitana de Lima y Callao, 1940-2007

Fuente: INEI - Censos Nacionales de Población y Vivienda, 2007

4.1.2 Estructura Administrativa

El Área Metropolitana de Lima y Callao, se encuentra en el Departamento de Lima, y está compuesta por dos provincias autónomas: Lima y Callao. Ambas provincias están gobernadas por un alcalde y un gobierno regional. A su vez, la provincia está dividida en unidades administrativas autónomas denominadas distritos. Hay 43 distritos en la provincia de Lima y 06 distritos en la provincia del Callao. Cada distrito es una unidad con autonomía administrativa y financiera, y es gobernado por un alcalde y un gobierno distrital.

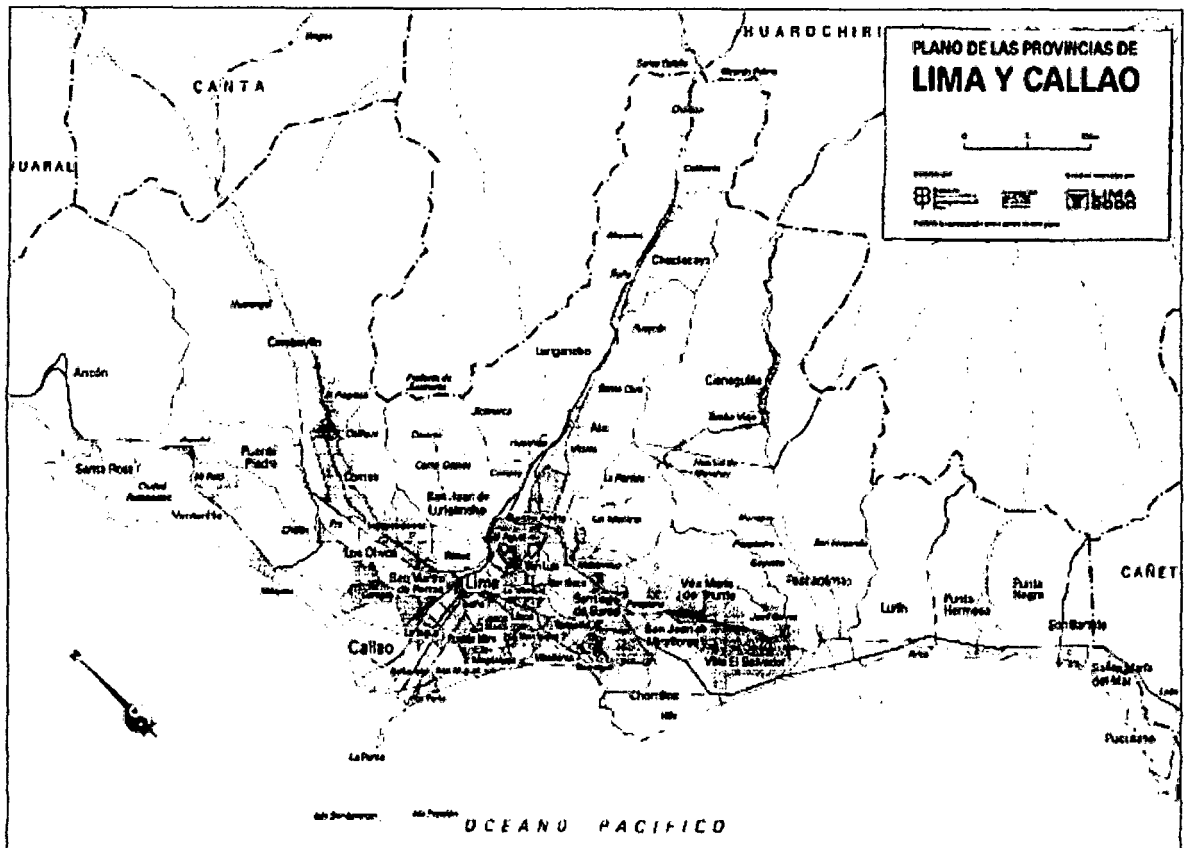


Figura 4.2: Plano de las Provincias de Lima y Callao

Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

4.2 CARACTERÍSTICAS DEL USO DE SUELO

El Área Metropolitana de Lima y Callao se ha expandido hacia los valles de los ríos Chillón, Rímac y Lurín. Se puede ver una rápida urbanización, resultando en áreas marginales sin infraestructura básica ni servicios urbanos. Las tierras agrícolas ubicadas en las cuencas de los ríos Rímac, Chillón y Lurín se han perdido rápidamente y se han convertido en áreas urbanas. Los cerros de los valles y hasta los desiertos alejados del área central han sido ocupados gradualmente por asentamientos informales.

Asimismo, el incremento sustancial de los centros comerciales, la densificación habitacional y de oficinas de la ciudad en los últimos 10 años, determinan el cambio de los patrones de viaje de la población de la ciudad.

Para poder tener una visión general de las principales características del uso del suelo y el patrón de urbanización, se ha dividido el Área Metropolitana en cinco áreas geográficas: Lima centro, Lima norte, Lima sur, Lima este y El Callao (Figura 4.3).

4.2.1 Lima Centro

Lima Centro está compuesta de 16 distritos: Cercado de Lima, La Victoria, Santiago de Surco, Rímac, Surquillo, San Miguel, San Borja, San Luis, Breña, Miraflores, Pueblo Libre, Jesús María, Lince, San Isidro, Magdalena del Mar y Barranco. Tiene una población total de 1,841,357 habitantes en el 2007, que representa el 21.7 por ciento de la población total metropolitana. Generalmente, incluye las áreas residenciales de altos y medianos ingresos de baja densidad, como San Isidro, San Borja y Miraflores. Sin embargo, algunos distritos muestran densidades poblacionales relativamente altas, incluyendo a La Victoria (220 personas / hectárea), Surquillo (258 personas / hectárea), Breña (254 personas / hectárea) y Lince (182 personas / hectárea).

El desarrollo urbano en el centro de Lima se caracteriza principalmente por tener un crecimiento vertical, particularmente en los distritos de San Isidro y Miraflores. En estas áreas, se han desarrollado grandes edificios de oficinas y apartamentos en los últimos años. El centro histórico de Lima (Cercado de Lima) es una de las atracciones turísticas con sus monumentales espacios y construcciones, y se designó a esta área como Patrimonio Cultural de la Humanidad por la UNESCO.

4.2.2 Lima Norte

Lima Norte está compuesto por 8 distritos: San Martín de Porres, Los Olivos, Comas, Independencia, Puente Piedra, Carabaylo, Santa Rosa y Ancón. Tiene una población total de 2,083,583 habitantes en el 2007, que representa el 24.6 por ciento de la población total metropolitana. Generalmente, incluye áreas residenciales de clases sociales de bajos y medianos ingresos. A lo largo de la carretera Panamericana norte, existe una concentración de industrias manufactureras y en los últimos años se han instalado centros comerciales.

El extremo norte de Carabaylo, Santa Rosa y Puente Piedra muestran un gran aumento en la población durante los años 80 y 90, y estas áreas están ocupadas principalmente por las clases sociales de bajos ingresos. Las áreas agrícolas a lo largo del río Chillón han sido transformadas para usos residenciales.

4.2.3 Lima Sur

Lima Sur está compuesto de 12 distritos: San Juan de Miraflores, Villa María del Triunfo, Villa El Salvador, Chorrillos, Lurín, Punta Hermosa, Cieneguilla, Pucusana, San Bartolo, Punta Negra, Pachacámac y Santa María del Mar. Tiene una población total de

1,596,238 en el 2007, que representa el 18.8 por ciento de la población metropolitana. Básicamente, es el área residencial de las clases de ingresos medios y bajos. En esta área, aún existen áreas agrícolas en la cuenca del río Lurín, incluyendo Cieneguilla, Lurín y Pachacámac. Algunas de las tierras agrícolas se han ido transformando gradualmente en tierras urbanas durante los últimos años.

El área de San Juan de Miraflores, Villa María del Triunfo y Villa El Salvador, mostró un gran crecimiento de la población durante los años 80. La reciente urbanización se ha expandido hacia el sur a lo largo de la Carretera Panamericana. Al sur, en Punta Hermosa, Punta Negra, San Bartolo y Santa María del Mar, se han construido casas de verano frente al mar.

4.2.4 Lima Este

Lima Este está formada por 7 distritos: San Juan de Lurigancho, El Agustino, Ate Vitarte, Lurigancho, Chaclacayo, La Molina y Santa Anita. Tiene una población total de 2,084,564 en el 2007, que representa el 24.6 por ciento de la población metropolitana. Está ubicado en ambos márgenes del río Rímac, a lo largo de la carretera Central. Lima Este experimentó el más rápido crecimiento de la población durante el período de los años 70 y 80. La tasa de crecimiento anual de la población fue de 8.2 por ciento entre 1972 y 1981 y de 5.4 por ciento entre 1982 y 1993, que fue casi el doble del promedio metropolitano. Específicamente, San Juan de Lurigancho, Ate Vitarte y La Molina han tenido una tasa de crecimiento de población mayor al 10 por ciento durante el período entre 1972 y 1981.

Lima Este está caracterizada como una mezcla de usos residenciales e industriales. Las industrias están ubicadas principalmente en Ate Vitarte y Lurigancho, a lo largo de la Carretera Central. En cuanto a clases sociales, está diversificada: un gran porcentaje de la población vive en urbanizaciones populares y asentamientos marginales en áreas como San Juan de Lurigancho y Ate Vitarte, pero La Molina está ocupada por clases de ingresos medios y altos.

4.2.5 El Callao

El Callao está formado por 6 distritos: Callao, Bellavista, La Perla, Carmen de La Legua, Ventanilla y La Punta. Tiene una población total de 876,877 habitantes en el 2007, que representa el 10.3 por ciento de la población metropolitana. La tasa de crecimiento anual de la población fue relativamente estable en comparación con otras áreas. 3.6 por ciento entre 1972 y 1981; 3.1 por ciento entre 1981 y 1993; y 2.2 por ciento entre 1993 y

2007. Debe notarse que se puede ver un gran crecimiento en la población de Ventanilla; ésta aumentó de aproximadamente de 20,000 habitantes en 1981 a 95,000 habitantes en 1993, y a 277,895 habitantes en el 2007. De acuerdo a la estratificación social, corresponde a las clases bajas y medias en términos generales. A lo largo de la vía costera y la avenida Argentina, existe una concentración de industrias de manufactureras.

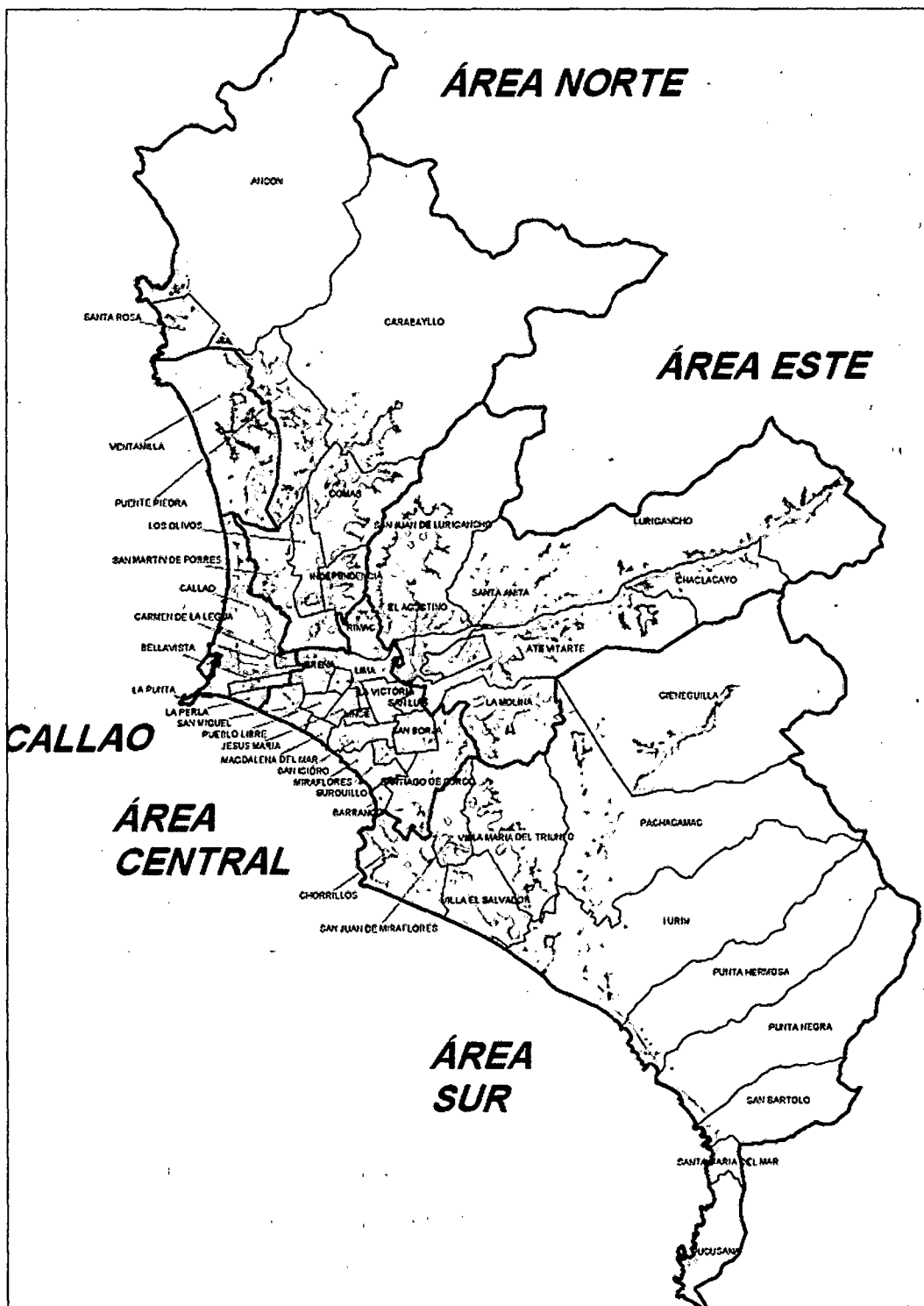


Figura 4.3: Plano de Áreas Geográficas de Lima Metropolitana y Callao
Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

4.3 CARACTERÍSTICAS DE DEMANDA DEL TRANSPORTE

4.3.1 Perfil Socioeconómico de los Habitantes

(1) Características Demográficas

La población total en el área del estudio se estimó en 8'482,619 de esta cifra, 7'605,742 se encuentran en la provincia de Lima y 876,877 en la provincia de El Callao. El número total de hogares también se puede estimar en 2'076,821 en base al total de viviendas particulares por número de hogares obtenido en el Censo Nacional 2007.

En cuanto a la estructura de la población, el mayor grupo corresponde al de 15 a 64 años, que representa el 68.1% de toda la población; a su vez este rango corresponde al grupo en edad de trabajo. El ratio de personas mayores a los 65 años es del 6.7%, y de menores a 14 años es del 25.2%.

Área	Población	Masculino	Femenino	No. de Hogares	Número Promedio miembros de Hogares
Lima	7'605,742	3'712,192	3'893,550	1'860,569	4.1
Callao	876,877	435,808	441,069	216,252	4.0
Total del Área del Estudio	8'482,619	4'148,000	4'334,619	2'076,821	4.1
Ratio (%)		48.9	51.1		

Tabla 4.3: Población y Hogares

Fuente: INEI - Censos Nacionales de Población y Vivienda, 2007

(2) Aspectos Laborales

El ratio del trabajador remunerado, que puede ser calculado dividiendo el número de trabajadores por la población mayor a los 15 años, es alrededor del 50%. El ratio de estudiantes indica que 16.5% son masculinos y 15.7% son femeninos, como se muestra en la Tabla 4.4, y la actividad económica por sexo se muestra en la Tabla 4.5.

Ítem	Masculino		Femenino		Total	
	Poblac. (000)	Tasa (%)	Poblac. (000)	Tasa (%)	Poblac. (000)	Tasa (%)
Fuerza Laboral	2,963	100.0	3,195	100.0	6,158	100.0
Trabajador Remunerado	1,935	65.3	1,110	34.7	3,045	49.5
Estudiante	490	16.5	480	15.0	969	15.7
Ama de Casa	2	0.1	1,223	38.3	1,225	19.9
Desempleado	536	18.1	383	12.0	918	14.9

Tabla 4.4: Población por Sexo

Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

Ocupación	Masculino		Femenino		Total	
	Poblac. (000)	Tasa (%)	Poblac. (000)	Tasa (%)	Poblac. (000)	Tasa (%)
Gerente	53	2.8	18	1.8	71	2.5
Profesional	130	6.9	72	7.3	202	7.0
Empleado de Oficina	454	24.0	382	38.9	836	29.1
Técnico	107	5.7	29	3.0	136	4.7
Obrero	225	11.9	49	5.0	274	9.5
Vendedor	69	3.6	73	7.5	142	4.9
Trabajador	551	29.1	350	35.6	902	31.3
Policía	57	3.0	5	0.6	62	2.2
Conductor	196	10.3	2	0.2	198	6.9
Guardia de Seguridad	51	2.7	2	0.2	53	1.8
Sub-total	1,894	100	983	100	2,877	100
Alumno	824	48.7	785	28.0	1,609	35.8
Estudiante	285	16.9	282	10.1	567	12.6
Estudiante Trabajador	39	2.3	34	1.2	73	1.6
Ama de Casa	2	0.1	1,224	43.6	1,225	27.2
Empleado Doméstico	4	0.3	94	3.3	98	2.2
Desempleado	244	14.4	225	8.0	469	10.4
Otros	295	17.4	162	5.8	456	10.1
Sub-total	1,693	100	2,805	100	4,498	100
Total	3,586		3,788		7,374	

Tabla 4.5: Actividad Económica por Sexo

Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

(3) Aspectos Sociales

Casi todas las personas en el área del estudio viven en sus propias viviendas excepto en el caso del área central. Más de 20% de las personas en el área central vive en viviendas alquiladas. En cuanto a la condición física de las viviendas, el porcentaje de condominios y casas de vecindad es mayor en el área central mientras que todas las viviendas en las demás áreas son independientes. En estos últimos años se ha producido un crecimiento notable en la condición de vivienda en departamentos, en su mayor parte en el área central.

Item	Centro	Norte	Sur	Este	Oeste	Leyenda
Propiedad						
Condición vivienda						
Promedio numero de habitaciones	4.2	3.7	3.5	4.1	3.7	

Tabla 4.6: Condición de vivienda por área

Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

4.3.2 Demanda General de Viajes

(1) Demanda General de Viajes

De acuerdo al resultado de la encuesta Viaje Persona mostrada en el Plan Maestro de Transporte Urbano del año 2005, la demanda total de transporte en el área metropolitana de Lima y Callao se estima en 16.5 millones de viajes por día, de los cuales 12.2 millones de viajes son producidos por vehículos. También se puede calcular la tasa de viajes en 2.1 (incluyendo viajes a pie) y 1.5 (excluyendo viajes a pie), como se muestra en la Tabla 4.7.

Ítems	Central	Resto del Área	Total del Área del Estudio
Población (1,000)	2,064	5,979	8,043
No. de Viajes (1,000)	4,700	11,838	16,538
Tasa de Viaje	2.3	2.0	2.1
No. de Viajes excluyendo Viajes a Pie	3,688	8,558	12,246
Tasa de Viaje	1.8	1.4	1.5

Tabla 4.7: Demanda de Viaje General

Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

(2) Propósito de Viaje y Participación Modal

La Tabla 4.8 presenta la composición de los propósitos de viaje y la Tabla 4.9 muestra la composición del modo de viaje representativo. Se estima que los viajes “Al trabajo” y “Al colegio” producen la congestión en el pico de la mañana, conformando el 31% y 26%, respectivamente.

La participación modal del transporte público es 52% cuando se incluyen viajes “caminando”, y es aproximadamente 70% cuando se excluyen los viajes “a pie”. La participación del modo privado y el modo “taxi - colectivo” es alrededor del 10% del número total de viajes. La Combi es el vehículo más utilizado en el modo de transporte público; se estima que su participación es del 45%.

Propósito de Viaje	Todos los Modos de Viajes			Excluyendo Viajes Caminando		
	(1000)	%	%	(1000)	%	%
Al trabajo	2,677	16.2	30.5	2,413	19.6	36.7
Al colegio	2,300	13.9	26.2	1,519	12.3	23.1
Negocio	511	3.1	5.8	433	3.5	6.6
Negocio	383	2.3	4.4	348	2.8	5.3
De regreso a la oficina	128	0.8	1.5	86	0.7	1.3
Privado	3,294	19.9	37.5	2,206	17.9	33.6
Compras	1,248	7.5	14.2	677	5.5	10.3
Restaurante	151	0.9	1.7	93	0.8	1.4
Entretenimiento	164	1.0	1.9	109	0.9	1.7
Recoger/despachar	311	1.9	3.5	185	1.5	2.8
Otros	1,420	8.6	16.2	1,142	9.3	17.4
A casa	7,756	46.9	-	5,758	46.7	-
Total	16,538	100.0	100.0	12,330	100.0	100.0

Tabla 4.8: Número de Viajes por Propósito de Viaje

Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

Modo	No. de Viajes (1,000)	% del Total	% de Público/Privado
Caminar	4,208	25.4	
Modo Privado	2,122	12.8	100.0
Bicicleta	84	0.5	4.0
Motocicleta	30	0.2	1.4
Carro	1,856	11.2	87.5
Otros	152	0.9	7.2
“Taxi - Colectivo”	1,683	10.2	100.0
Mototaxi	600	3.6	35.7
Taxi	902	5.5	53.6
Colectivo	181	1.1	10.7
Modo Público	8,525	51.5	100.0
Combi	3,791	22.9	44.5
Microbús	3,072	18.6	36.0
Bus	1,661	10.0	19.5
Total	16,538	100.0	-

Tabla 4.9: Número de Viajes por Modo de Viaje

Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

(3) Distribución por Horas

La figura 4.4 muestra la distribución por horas de la demanda de viajes que es variable. Como en ciudades de otros países, existen tres picos de demanda de viajes: en la mañana, al mediodía y en la tarde. El pico de la mañana (07:00 – 08:00 horas) muestra la concentración más aguda y elevada, el 15%, que está conformada por los viajes “al trabajo” y “al colegio”. El segundo pico se encuentra entre las 12:00 y 14:00 horas, con 8% de la concentración. El tercer pico se puede observar entre las 17:00 y 19:00 horas, que se estima está conformado por los viajes “a casa”.

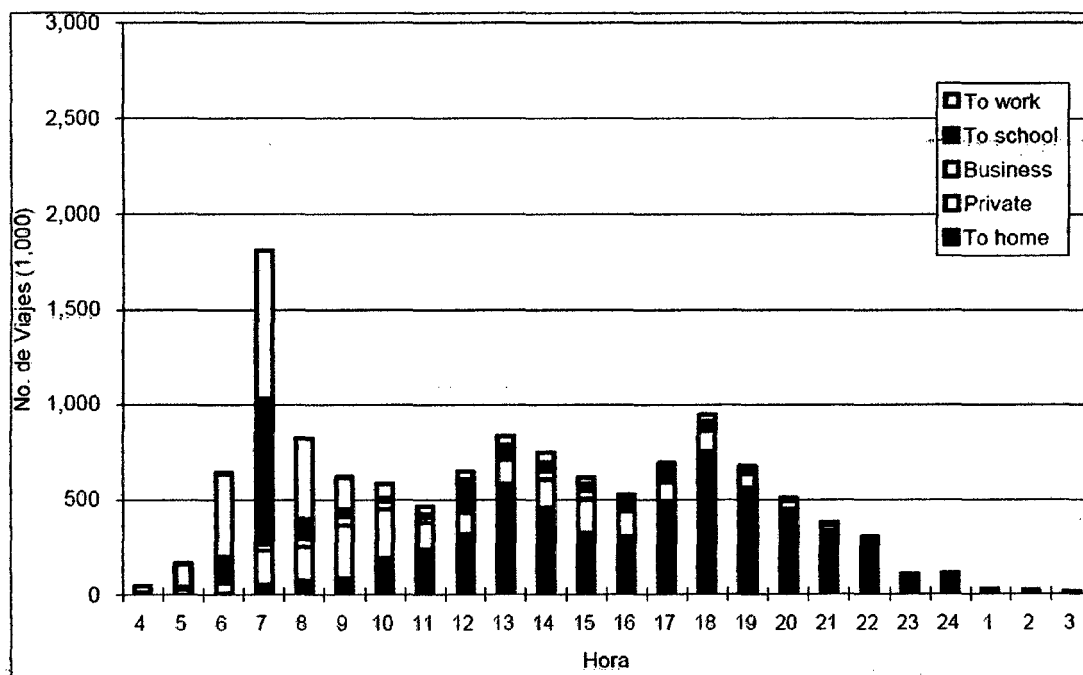


Figura 4.4: Distribución por Horas (excluyendo caminatas)

Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

(4) Tiempo de Viaje

La Tabla 4.10 y Tabla 4.11 indican el tiempo promedio de viaje por propósito de viaje y modalidad de viaje.

El tiempo promedio de un viaje en el área del estudio es de 31 minutos. El tiempo de viaje de los viajes “al trabajo” es relativamente largo y el de los viajes “al colegio” es corto, lo que se atribuye al corto viaje producido por los estudiantes de escuelas primarias. En general, el tiempo promedio de viaje del modo de transporte público es mayor que el de transporte privado. El primero demora 1.8 veces más que el segundo.

Propósito	(min.)
Al trabajo	40.4
Al colegio	26.8
Negocio	31.9
Privado	24.9
A casa	32.3
Todos los Propósitos	31.4

Tabla 4.10: Tiempo de Viaje Promedio por Propósito de Viaje
Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

Modo	(min.)
Caminando	12.4
M/C	10.8
Carro	24.9
Bus	44.7
Otros	29.8
Todos los Modos	31.4

Tabla 4.11: Tiempo de Viaje Promedio por Modalidad de Viaje
Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

4.3.3 Origen y Destino

En el Plan Maestro de Transporte Urbano 2005, se efectuó la encuesta Viaje Persona, cuyo objetivo fue obtener el volumen total de la demanda de viajes. La matriz OD (origen y destino) es una manera simple de expresar la demanda de viajes en el área del estudio. Por medio de la encuesta Viaje Persona realizada, se obtuvo la matriz OD de 427 zonas de tránsito, 10 propósitos de viaje y 16 modos de transporte. La tabla 4.12 muestra las matrices OD resumidas en 5 áreas.

La mayor demanda se estima en 4.2 millones de viajes dentro del área central, seguida por 2.3 millones de viajes dentro del área Este. La mayor demanda de viajes entre áreas es 1.5 millones de viajes entre el área Central y el área Este, seguida por 1.2 millones de viajes entre el área Central y el área Norte.

El número de viajes realizados por área son mostrados en la Tabla 4.12.

Destino \ Origen	Centro	Norte	Sur	Este	Oeste	Total
Centro	4,201	616	490	737	285	6,330
Norte	621	2,250	41	98	149	3,160
Sur	497	39	1,709	68	21	2,335
Este	740	97	68	2,296	43	3,247
Oeste	287	149	22	44	958	1,460
Total	6,347	3,152	2,332	3,245	1,456	16,532

Tabla 4.12: Número de Viajes entre Áreas

Unidad: 1,000 viajes

Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

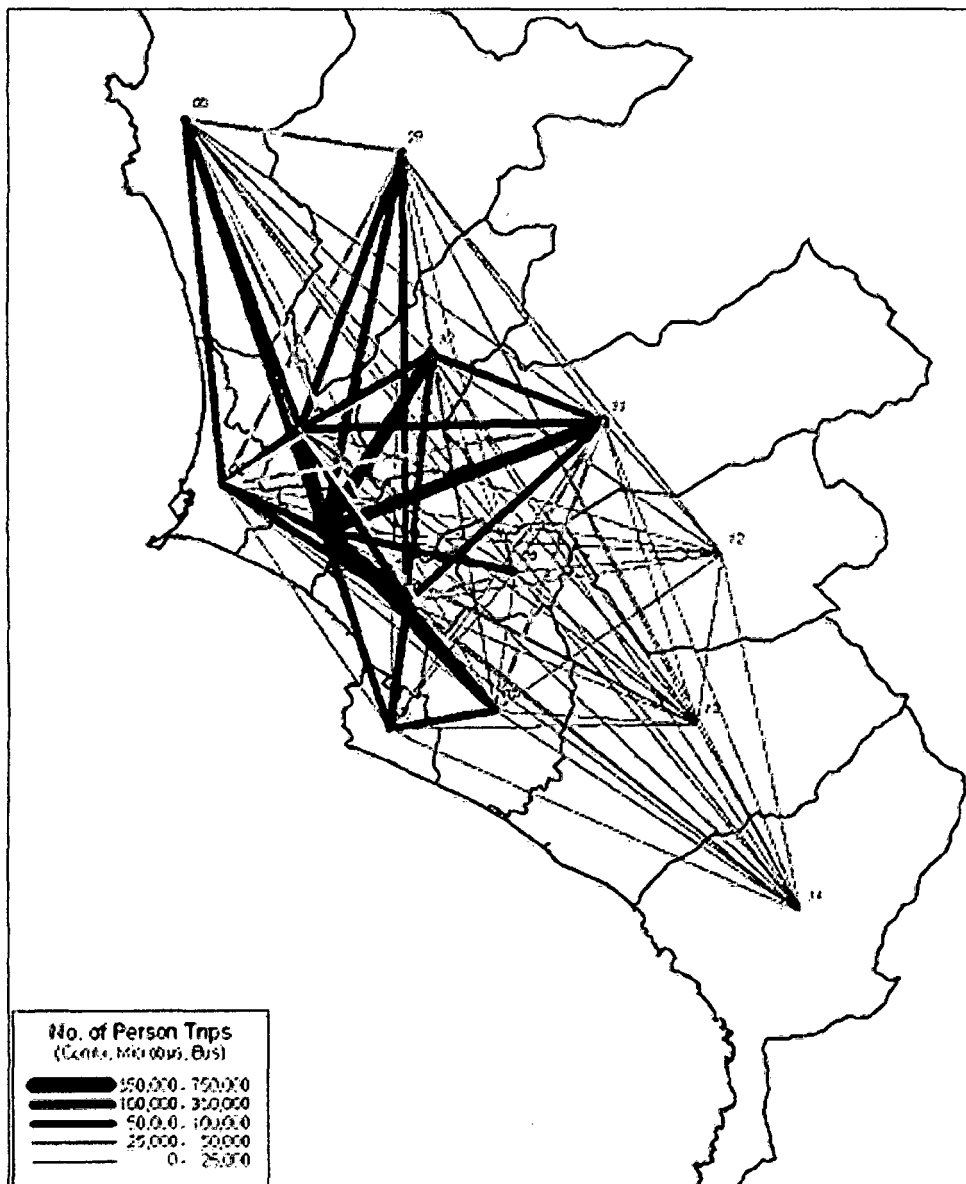


Figura 4.5 Origen y Destino por Modalidad de Viaje

Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

4.3.4 Servicios de Transporte Urbano

(1) Propiedad de Vehículos

Como resultado de la encuesta Viaje Persona del Plan Maestro de Transporte Urbano 2005, se puede estimar la propiedad de vehículos. La propiedad de vehículos privados es de 18.6% en el área del estudio. El mayor ratio se da en el área central con más del 30%, mientras que el resto de áreas tienen el 14%. La propiedad de bicicletas y motocicletas es del 25.4% y 25.1%, respectivamente.

Como se muestra en la Tabla 4.13, el número total de vehículos privados al 2005 es de 421 mil vehículos, equivalente a 52.3 vehículos por 1,000 personas, sin embargo a la fecha se estima que existen 108 vehículos por 1,000 personas (Fuente: Centro de Investigación y Asesoría del Transporte Terrestre – CIDATT).

Tipo de Vehículo	No. de Vehículos (1,000)		
	Área Central	Otros	Total del Área del Estudio
Bicicleta	177	445	622
Motocicleta	7	20	27
Carro	193	194	386
Combi	5	14	19
Microbús	1	8	9
Bus	0	1	1
Camión	1	4	5
Remolque	0	0	1
Otros	2	20	
Total	386	706	421

Tabla 4.13 Número de Vehículos Propios

Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

(2) Elección Modal

Se efectuaron encuestas relacionadas con las opiniones de los residentes como parte de la encuesta Viaje Persona del Plan Maestro de Transporte Urbano 2005. El objetivo fue averiguar en cual contexto las personas toman la decisión con respecto a la elección modal para realizar el primer viaje en el día.

La Figura 4.6 muestra el motivo de la elección modal. El costo del viaje es el motivo más importante para el usuario de transporte público, que indica un porcentaje del 40% del total, seguido por “ninguna otra opción” con 31%. Por otro lado, el tiempo de viaje es el motivo más importante para los usuarios de colectivos y taxis. El usuario del carro o taxi selecciona su modo considerando la comodidad del modo.

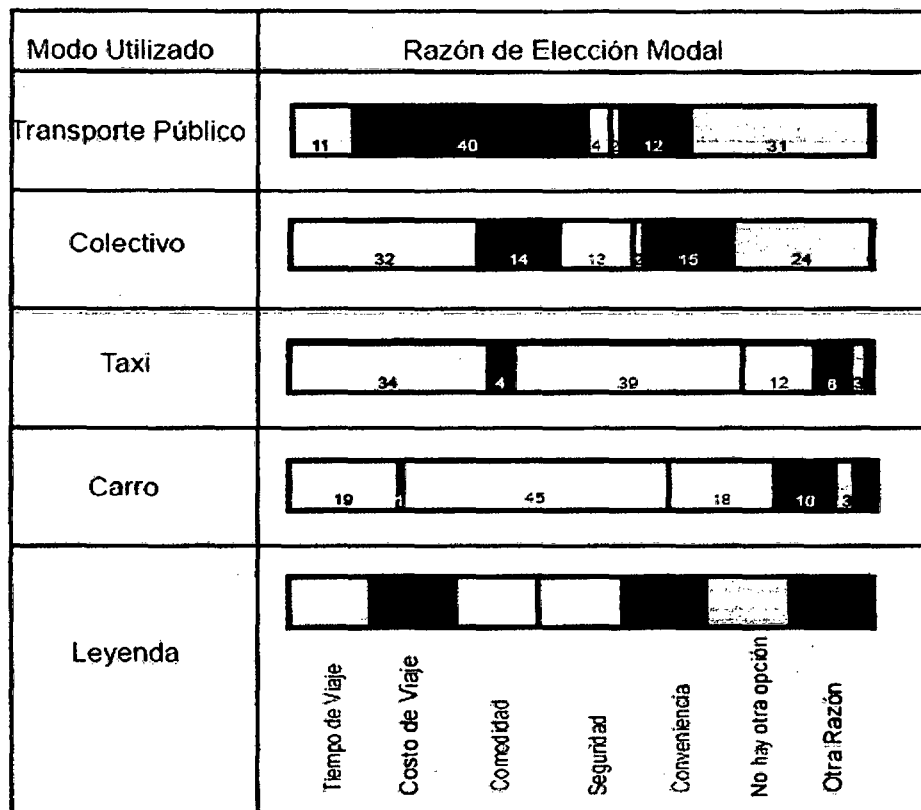


Figura 4.6 Motivo de Elección Modal

Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

La Figura 4.7 muestra el motivo del no uso del transporte público. Más del 50% de los entrevistados como parte de la encuesta Viaje Persona del Plan Maestro de Transporte Urbano 2005, respondieron que los medios de transporte público no son cómodos; sólo 20% prefiere el otro modo incluso si los medios de transporte público son cómodos. Por lo tanto, si se mejora la comodidad del transporte público, se espera que aumenten los pasajeros.

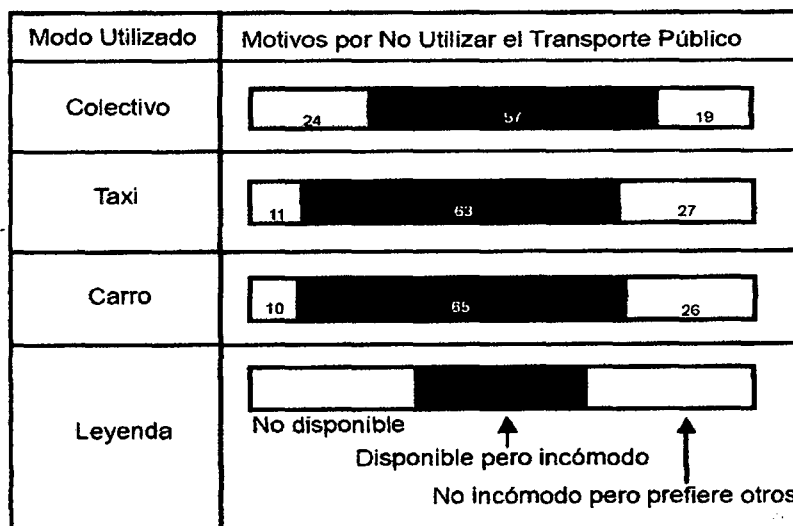


Figura 4.7 Motivos por No Utilizar el Transporte Público

Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

(3) Participación Modal por Distancia de Viaje

Suponiendo que todos los viajes se generan desde y son atraídos hacia el centro de cada zona de tránsito, se puede medir la distancia de viaje con la distancia entre los centros de ambas zonas de tránsito. La Figura 4.8 muestra la participación modal por distancia de viaje calculada por la distancia mencionada anteriormente. Los viajes a pie son generados por menos de 2 km. A mayor la distancia viajada, mayor es la participación del transporte público.

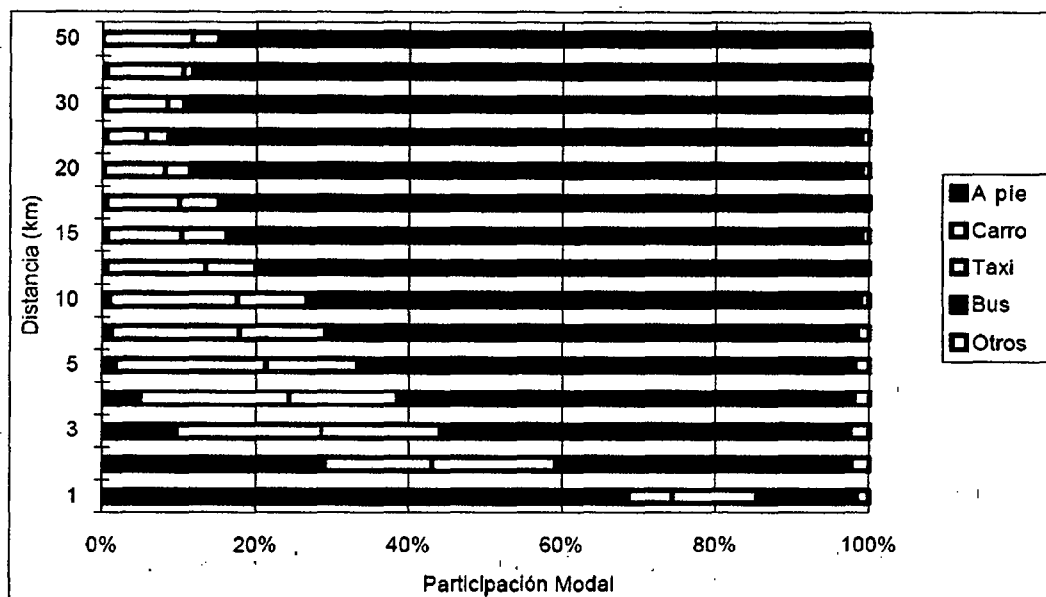


Figura 4.8 Participación Modal por Distancia de Viaje

Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

La comparación del tiempo de viaje por modo se puede ver en la Figura 4.9.

Viajar en taxi o carro demora casi el mismo tiempo.

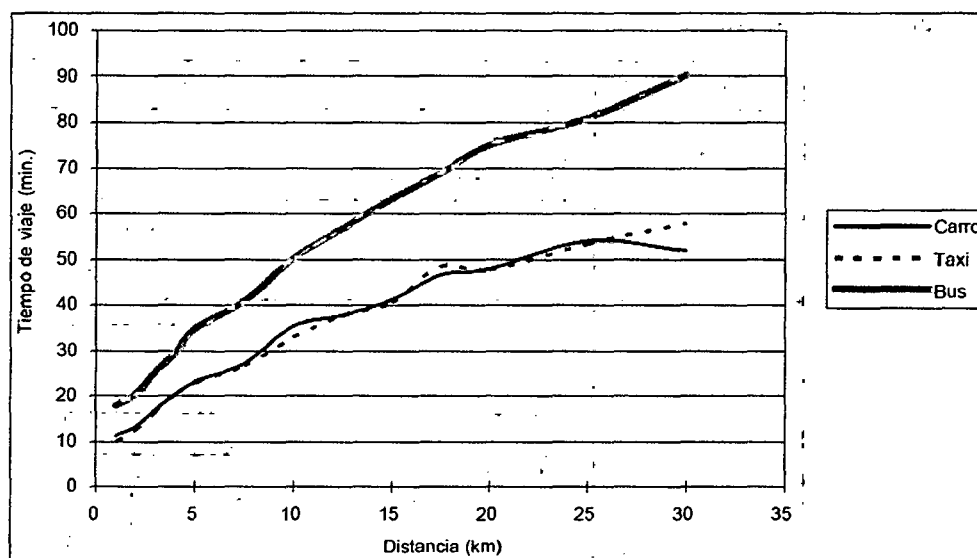


Figura 4.9 Comparación del Tiempo de Viaje por Distancia

Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

(4) Tiempo de Viaje

El tiempo promedio de viajes “al trabajo” es de 44 minutos. El viaje más corto (31 minutos) con el propósito de “al trabajo” es generado desde la zona de San Isidro y Miraflores, mientras que los viajes más largos (66 minutos) se generan desde Ventanilla y Ancón.

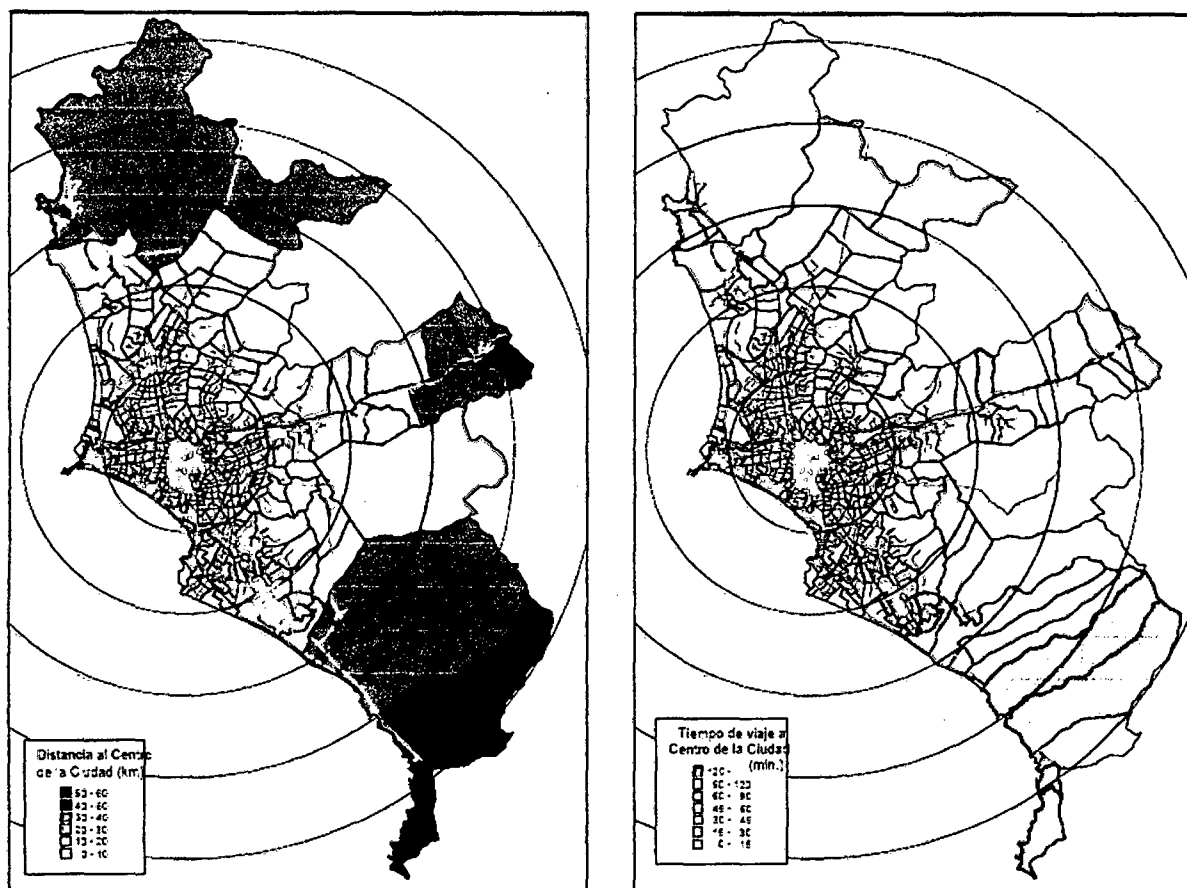


Figura 4.10 Tiempo Promedio de Viaje al Centro de la Ciudad

Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

La Figura 4.10 ilustra la distancia y el tiempo promedio de viaje al centro de la ciudad desde cada centro de las zonas de tránsito. En la figura, los círculos concéntricos describen la misma distancia por 10 km del centro de la ciudad.

(5) Combinación de Modo de Transporte

Es importante analizar el patrón de viajes para mejorar los servicios de transporte, especialmente el transporte público. La Tabla 4.14 describe los modos de transporte utilizados para realizar un viaje. 83% de todos los viajes utilizan un solo modo de transporte, mientras que los demás viajes están compuestos de más de un medio de transporte.

Modo	1 viaje		2 viajes		3 viajes		4 y más		Total	
	Viajes (1,000)	Tasa (%)	Viajes (1,000)	Tasa (%)	Viajes (1,000)	Tasa (%)	Viajes (1,000)	Tasa (%)	Viajes (1,000)	Tasa (%)
Bicicleta	84	0.8	0	0.0	0	0.0	0	0.0	85	0.7
Motocicleta	30	0.3	0	0.0	0	0.0	0	0.0	30	0.2
Mototaxi	597	5.7	3	0.2	0	0.2	0	0.0	606	4.8
Carro	1,852	17.7	4	0.2	0	0.0	0	0.0	1,874	14.8
Taxi	893	8.6	8	0.5	0	0.3	0	0.0	911	7.2
Colectivo	165	1.6	14	0.8	1	0.9	0	0.0	184	1.5
Combi	3,024	28.9	699	40.9	64	39.7	4	40.8	3,900	30.9
Microbús	2,391	22.9	618	36.2	58	36.2	3	34.3	3,166	25.1
Bus	1,260	12.1	360	21.1	37	22.7	2	24.9	1,715	13.6
Otro bus	79	0.8	1	0.0	0	0.0	0	0.0	81	0.6
Camión Pequeño	8	0.1	0	0.0	0	0.0	0	0.0	8	0.1
Camión	3	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	3	0.0
Remolque	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Tren	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	0.0
Otros	59	0.6	0	0.0	0	0.0	0	0.0	60	0.5
Total	10,446	100.0	1,708	100.0	161	100.0	9	100.0	12,624	100.0
Tasa (%)	82.7		13.5		1.3		0.1		100.0	

Tabla 4.14 Combinación del Modo

Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

(6) Costo de Viaje

El costo de los desplazamientos es un factor importante para establecer las políticas de transporte. De acuerdo al estudio realizado en el Plan Maestro de Transporte del 2005, y tal como se muestra en la Figura 4.11, el taxi cuesta un promedio de 5.8 soles, que es el modo más caro, seguido por el carro con 4.4 soles. Todos los modos de transporte público cuestan casi lo mismo.

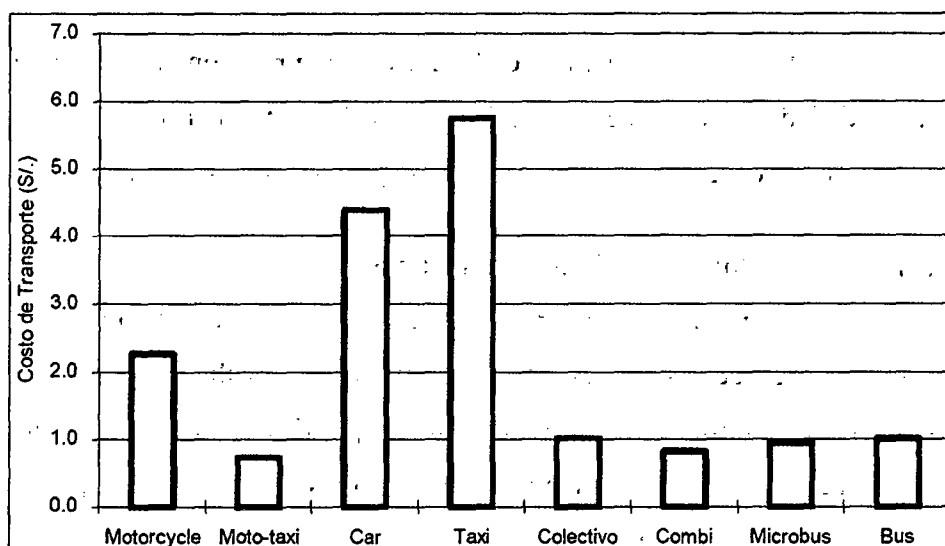


Figura 4.11 Tarifa por Modo de Transporte

Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

La siguiente figura ilustra la diferencia del costo de viaje por propósito de viaje. El viaje más costoso es el viaje de “negocios” con un costo de 2.7 soles, seguido por el viaje “al trabajo” a un promedio de 2.1 soles.

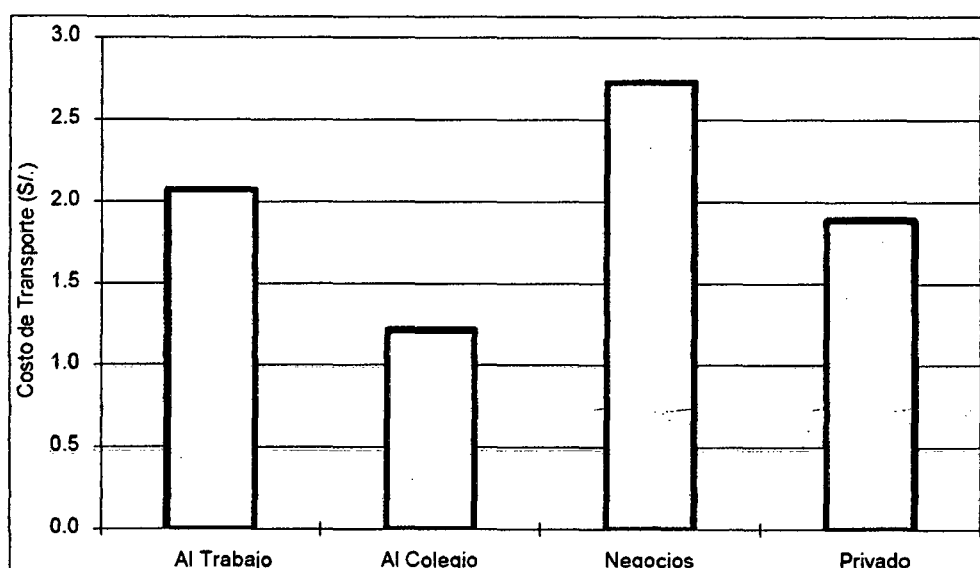


Figura 4.12 Costo por Propósito de Viaje

Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

La Tabla 4.15 muestra el costo de transporte en un hogar, por niveles de ingresos. En la tabla, el costo de transporte diario es estimado sumando el costo total de viaje de los miembros del hogar en un día y el costo mensual, estimado en base del costo diario multiplicado por 20 días. Como se muestra en la tabla, la participación del costo de transporte en el ingreso del hogar con bajos ingresos es mucho más alta, con más del 20%.

Nivel de Ingresos	Costo de Transporte por Hogar (S./día)				Ingreso Promedio del Hogar	Ratio del Costo de Transporte (%)
	Min.	Max.	Diario	Mensual		
Menos de S/.600	.2	204.0	5.1	128	300	42.7
601 - 1,000	0.3	124.0	6.8	170	800	21.2
1,001 - 1,500	0.5	168.0	9.0	225	1,250	18.0
1,501 - 2,000	0.5	126.0	11.1	277	1,750	15.8
2,001 - 3,000	0.5	193.0	14.2	56	2,500	14.2
3,001 - 4,000	0.5	180.0	17.8	446	3,500	12.7
4,001 - 7,000	1.0	131.5	26.3	658	5,500	12.0
Más de 7,000	1.5	118.0	34.7	868	10,000	8.7
Total			8.3			

Tabla 4.15 Costo de Transporte en Hogares por Nivel de Ingresos

Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

CAPITULO 05

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL TRANSPORTE URBANO

5.1 CARACTERISTICAS DE LA VIALIDAD

La Provincia de Lima está conformada por 42 distritos, más el área de El Cercado y la Provincia Constitucional del Callao con 6 distritos. La estructura de las facilidades viales se encuentra organizada en redes.

5.1.1 Clasificación de la Vialidad

El Instituto Metropolitano de Planificación desarrolló el estudio de Actualización del Sistema Vial Metropolitano – 1999, donde se clasifica las vías de acuerdo a sus funciones; siendo aprobado por la Municipalidad de Lima mediante Ordenanza Nro. 341 en el año 2001. La clasificación es la siguiente:

1) Vías Locales

Las vías locales sirven a los distritos y su función principal es permitir el acceso a las propiedades urbanas. La mayoría de las vías locales tienen dos carriles para ambas direcciones y generalmente son llamadas calles o jirones.

2) Vías Colectoras

Las vías colectoras están conectadas con las vías locales por intersecciones a nivel para las entrada y las salidas, generalmente no semaforizadas y su función es conectar el tránsito de estas vías con las vías arteriales. Generalmente se llaman avenidas y tienen un total de 4 carriles para ambas direcciones.

3) Vías Arteriales

Las vías arteriales tienen la función de servir al tránsito originado en las vías colectoras y son llamadas Avenidas o Corredores Viales. Las intersecciones de las vías arteriales con las vías expresas o entre dos vías arteriales son a desnivel. Sin embargo, actualmente la mayoría de las intersecciones existentes son a nivel, y aunque existen semáforos, no funcionan adecuadamente, recayendo en los policías de tránsito el ordenamiento del tránsito.

4) Vías Expresas

Las vías expresas son para el tránsito de paso, altos volúmenes y considerable velocidad en las que las entradas y salidas son controladas por intercambios, que se conectan con otras vías expresas o vías arteriales por intersecciones a desnivel. De acuerdo a las características de uso, existen 3 tipos de vías expresas como se explica a continuación.

- **Nacional/Regional:** Vías Expresas de función nacional o regional que sirven además al tránsito de camiones de carga pesada entre las ciudades.
- **Sub-Regional:** Vías que, circunvalan el área metropolitana para poder mejorar el acceso a las cuencas, interconectando las áreas aledañas y también permitiendo mejorar su desarrollo.
- **Metropolitana:** Vías que conectan áreas importantes dentro de la ciudad.

5.1.2 Red de Vías Arteriales Existentes

La red de vías arteriales existentes está dimensionada de acuerdo a las vías radiales partiendo del área central de la ciudad en donde se concentra la administración y con anillos viales que la conectan (aunque no forman un contorno completo).

(1) Red de Vías Radiales

Dentro de las vías radiales tenemos a la avenida Túpac Amaru que corre en paralelo a la carretera Panamericana Norte; la avenida Universitaria en su mayor recorrido también va paralela a la Panamericana Norte; la avenida Argentina, Benavides, Venezuela y 3 avenidas adicionales corren en paralelo con el río Rímac; la Av. Brasil, Salaverry, Tacna-Arequipa, Paseo de la República, Tomas Marsano y Aviación corren al sur; la Av. Angamos corre en dirección este; la Av. Próceres de La Independencia corre en dirección este en el distrito de San Juan de Lurigancho y finalmente las vías radiales de la carretera Central y la autopista Ramiro Prialé corren también en dirección al este.

(2) Red de Anillos Viales

Para poder aliviar la congestión del tránsito concentrada en el área central debido a las vías radiales, el Plan de Desarrollo Metropolitano 1992 consideró 6 anillos viales, incluyendo los anillos viales del centro de Lima. Sin embargo, todas estas vías se unen con vías existentes, coincidiendo con los empalmes de los anillos viales en algunas secciones; además, en muchas secciones los empalmes se encuentran muy cerca y las funciones y características de estas vías no son claras.

Aunque en “el Plan Maestro del Centro de Lima” se modificó esta red de anillos, considerando un trazado más apropiado, acorde con el desarrollo urbano actual; se tiene que reformular el sistema de anillos viales ya que las propuestas del Plan carecen de sustentabilidad técnica. Así mismo debe continuarse con los estudios del Periférico Vial Norte y la vía Expresa Javier Prado – Sanchez Carrión – La Marina y Faucet: los que formarían el gran anillo vial metropolitano.

(3) Red de Vías Expresas

Para poder lograr la eficiencia del tránsito, el Instituto Metropolitano de Planificación (IMP) introdujo el concepto de jerarquía de vías, y su intención es implementar tipos de vías expresas de acuerdo con su función:

▪ **Nacional/Regional**

Cuatro vías nacionales, Av. Panamericana Norte, Av. Panamericana Sur, Av. Canta-Callao, Av. Nestor Gambetta y Autopista Ramiro Prialé, están consideradas.

La carretera Panamericana cruza la ciudad de sur a norte, y está dividida a partir de la vía de Evitamiento en la Panamericana Norte y la Panamericana Sur. Desde la vía de Evitamiento se extiende hacia el Este la Autopista Ramiro Prialé. Tiene estándares parciales de una vía expresa (las entradas y salidas están controladas; sin embargo, las intersecciones con algunas vías son a nivel.

▪ **Metropolitana**

Existen dos vías con esta designación, principalmente el eje vial de transporte sur-norte (también conocido como la Vía Expresa), Actualmente, la vía entre Paseo de la República y la Panamericana Sur (Javier Prado Este) tiene una estructura que corresponde a la de una vía expresa.

5.2 CARACTERÍSTICAS DEL TRÁNSITO VIAL

5.2.1 Volumen del Tránsito

(1) Conteos del Tránsito

En el Plan Maestro de Transporte Urbano del año 2005 se realizaron dos conteos en las vías.

a) Conteo de Línea Cortina

b) Conteo de Tránsito en Vías Principales

Tipo de Encuesta/Conteo de Tránsito	No. de Estaciones de Encuesta/Conteo	Encuestas/Conteo	
		Conteo de Tránsito	Ocupación Vehicular
Conteo de Línea Cortina	13 estaciones en el río Rímac	24 horas	24 horas
	7 estaciones a lo largo de la Carretera Panamericana	24 horas	24 horas
Conteo de Volumen de Tránsito en la Vía Principal	17 estaciones	24 horas	24 horas
	92 estaciones	4 horas (6:00 – 10:00)	4 horas (6:00 – 10:00)

Tabla 5.1 Esquema de la Encuesta y Conteo de Tránsito

Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

En el año 2009, la Secretaría Técnica del Concejo de Transporte de Lima y Callao, efectuó la actualización de la base de datos del Plan Maestro de Transporte Urbano del año 2005, para lo que se realizaron aforos vehiculares en las mismas ubicaciones y con periodos de tiempo similares.

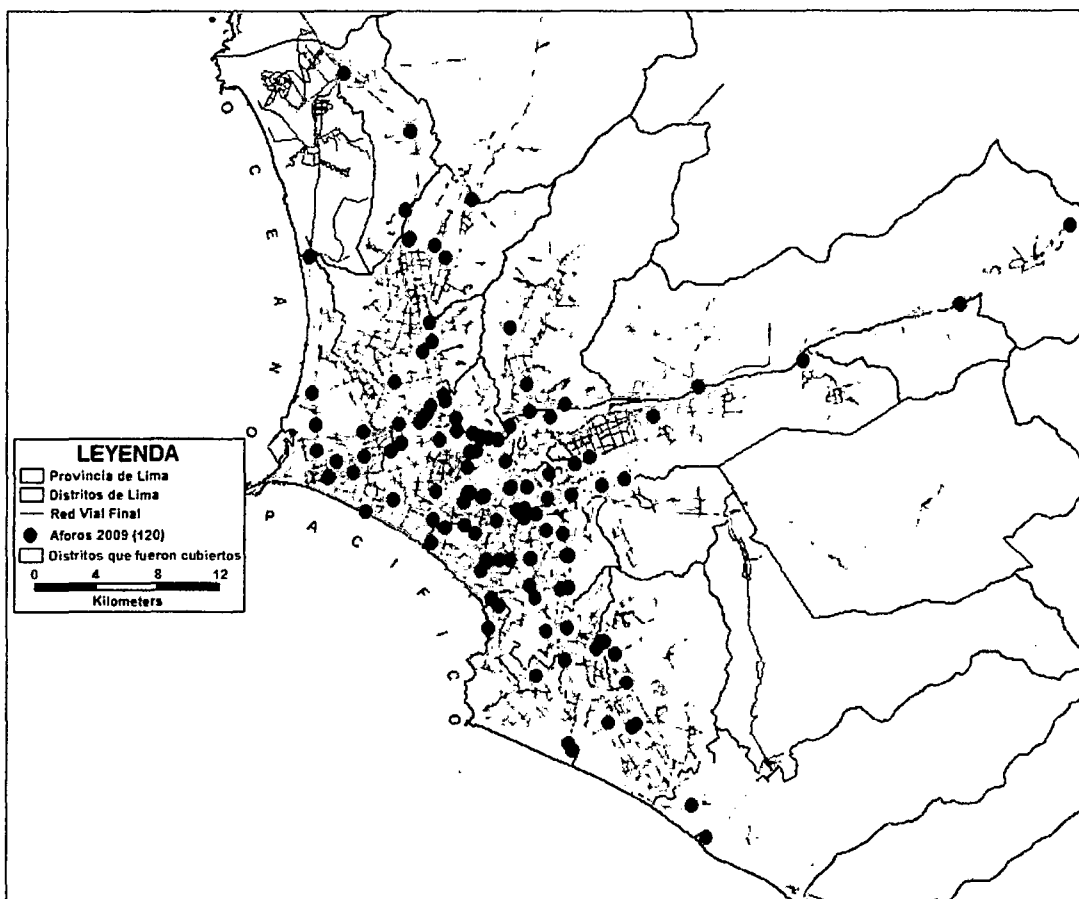


Figura 5.1 Ubicación de los 120 puntos de aforos vehiculares – Año 2009

Fuente: MTC – Secretaría Técnica del Concejo de Transporte de Lima y Callao

(2) Tránsito en la Línea Cortina

El número total de viajes vehiculares que pasan por el río Rímac y Av. Panamericana Sur es 632 mil y 144 mil, respectivamente, en ambas direcciones por día.

El tránsito observado en cada estación se puede resumir en la Tabla 5.2.

En general, todas las estaciones tienen un valor bastante bajo en cuanto al ratio pico, con excepción de pocas estaciones. Esto significa que no hay concentración del tránsito y congestión observada durante todo el día. El ratio del tránsito de transporte público varía entre 20% a 40%, excepto en tres estaciones en donde el transporte público está prohibido de operar.

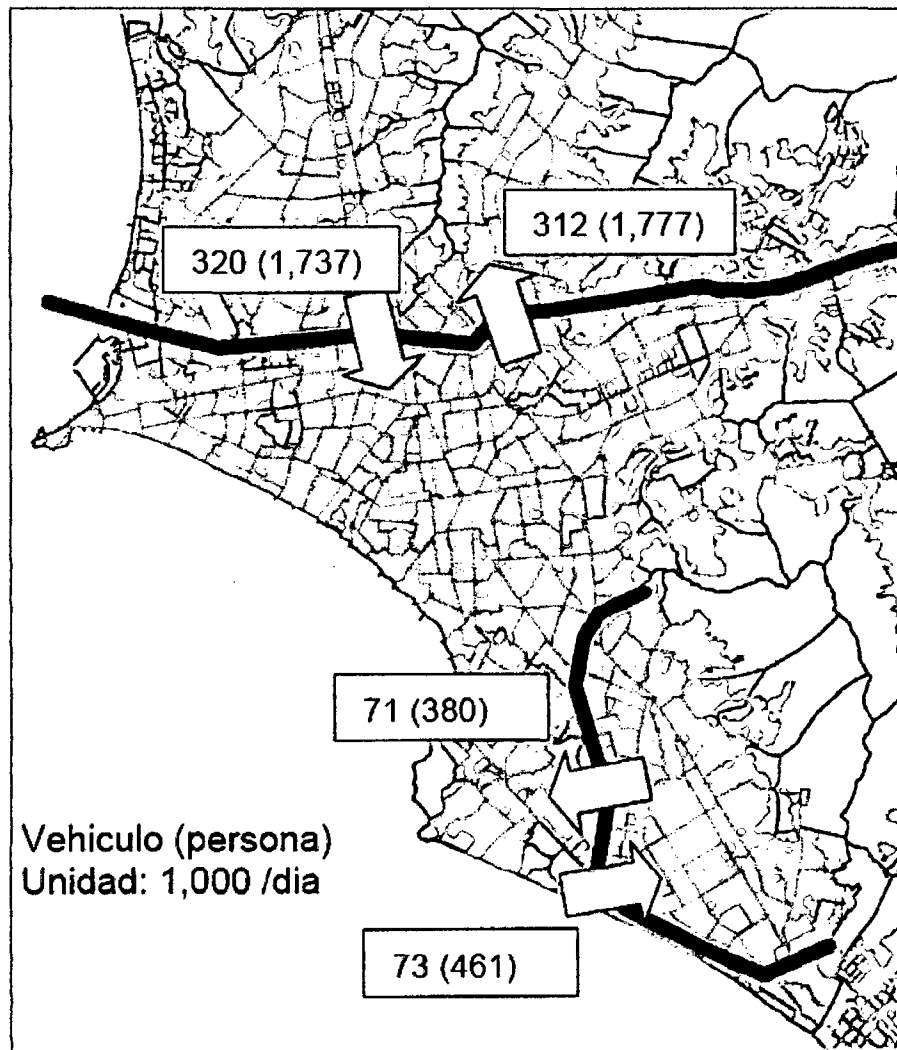


Figura 5.2 Volumen de Tránsito Cruzando las Líneas Cortina

Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

Línea Cortina	No.	Nombre de la Estación	No. de Viajes Contado		Ratio Pico	Ratio de Transp. Público	Ratio de Camiones
			Vehíc.	Pasaj.			
			miles	miles	(%)	(%)	(%)
Río Rímac	SL-01	Puente Gambetta	25	99	9.3	23.7	22.1
	SL-02	Puente Faucett	75	400	7.1	32.1	2.0
	SL-03	Puente Unión	55	283	6.6	23.7	5.7
	SL-04	Puente Dueñas	36	161	7.4	24.0	4.0
	SL-05	Puente del Ejercito	114	559	6.5	20.7	6.2
	SL-06	Puente Santa Rosa	51	389	7.7	29.8	0.4
	SL-07	Puente Trujillo	15	17	9.3	0.0	0.1
	SL-08	Puente Ricardo Palma	53	400	7.2	24.3	0.6
	SL-09	Puente Balta	3	4	9.1	1.4	2.6
	SL-10	Puente Huánuco	54	268	7.2	28.9	6.7
	SL-11	Puente Huáscar	75	392	7.5	35.3	14.2
	SL-12	Puente Miguel Grau	54	282	6.1	29.0	7.8
	SL-13	Puente Huachipa	20	104	7.2	28.1	18.6
Carretera Panamericana Sur	SS-01	AV. Pachacútec	6	17	7.1	18.7	22.4
	SS-02	AV. Sol	5	8	9.5	0.7	12.6
	SS-04	AV. Vargas Machuca	40	211	7.2	35.4	6.4
	SS-06	AV. Pachacútec	62	428	6.5	38.4	2.6
	SS-07	AV. Rosa Lozano	30	176	7.2	29.5	6.8

Tabla 5.2 Resumen del Tránsito en las Estaciones de la Línea Cortina

Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

(3) Tránsito en las Principales Vías

La Figura 5.2 a la Figura 5.5 muestran el volumen del tránsito contado durante el periodo entre 6:00 a 10:00 en el año 2005, con los siguientes resultados:

- Entre las 6:00 y 7:00 horas y 7:00 y 8:00 horas, hay un tránsito generado en la parte norte del Área del estudio, que se dirige al área central.
- Entre las 8:00 y 9:00 horas, hay una generación en el área central y en el área sur, y comienza la congestión en el área central.
- La congestión en el área norte y en el área sur es aliviada y la congestión en el área central continúa.

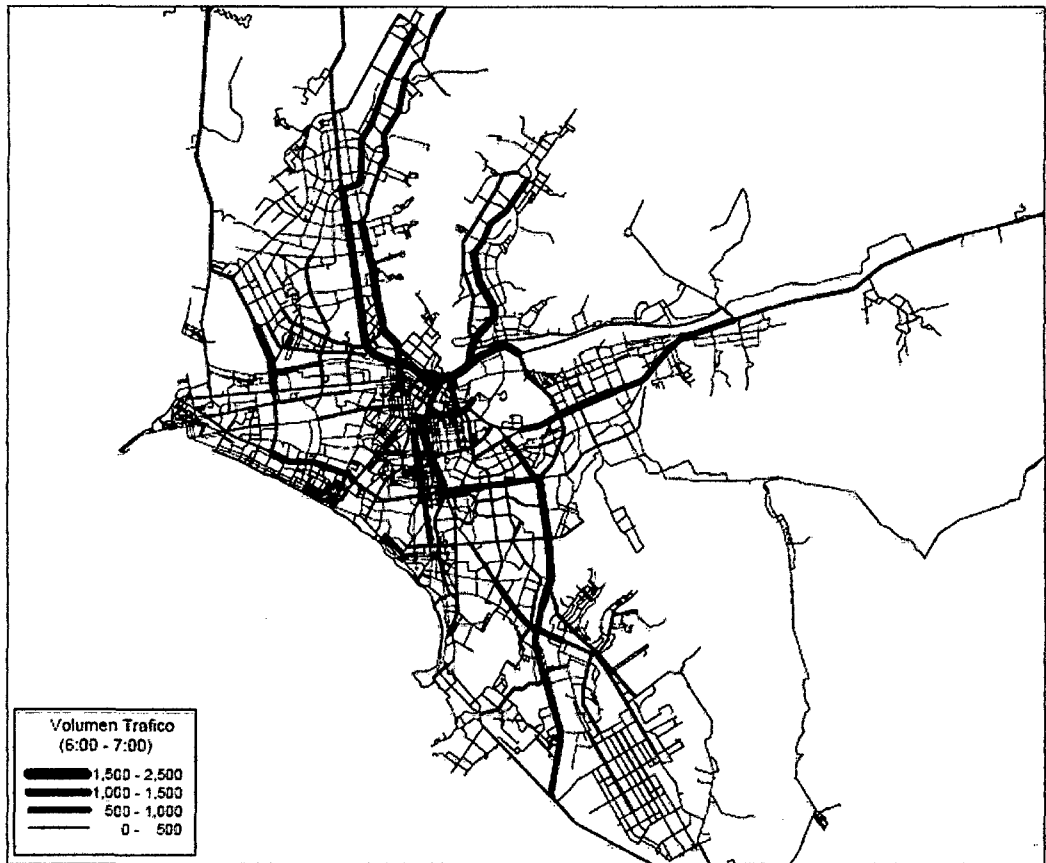


Figura 5.3 Volumen de Tránsito en el Periodo de 6:00 a 7:00

Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

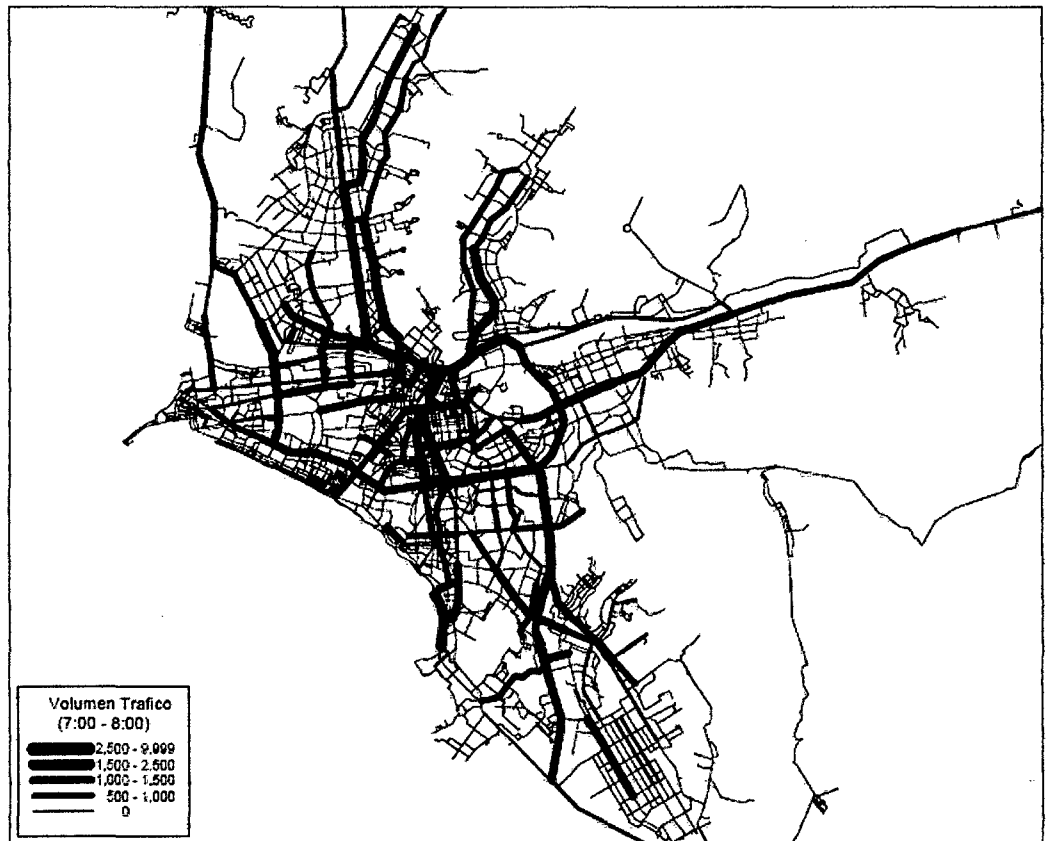


Figura 5.4 Volumen de Tránsito en el Periodo de 7:00 a 8:00

Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

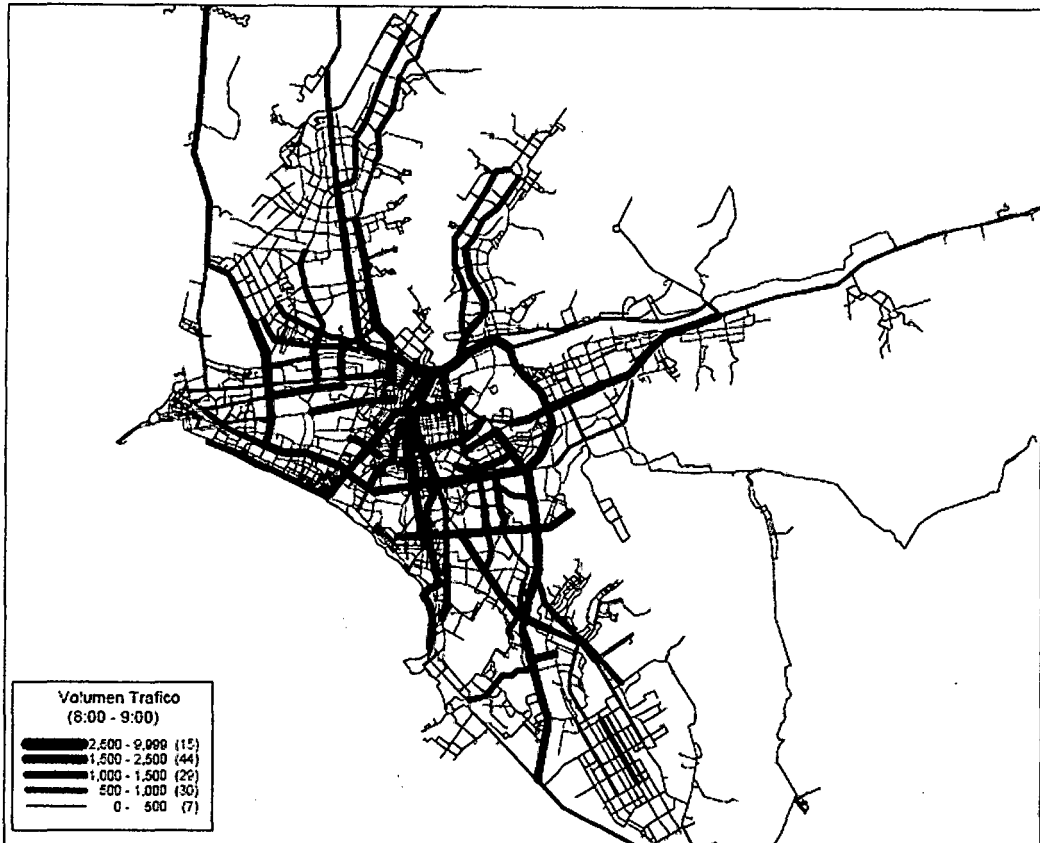


Figura 5.5 Volumen de Tránsito en el Período de 8:00 a 9:00

Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

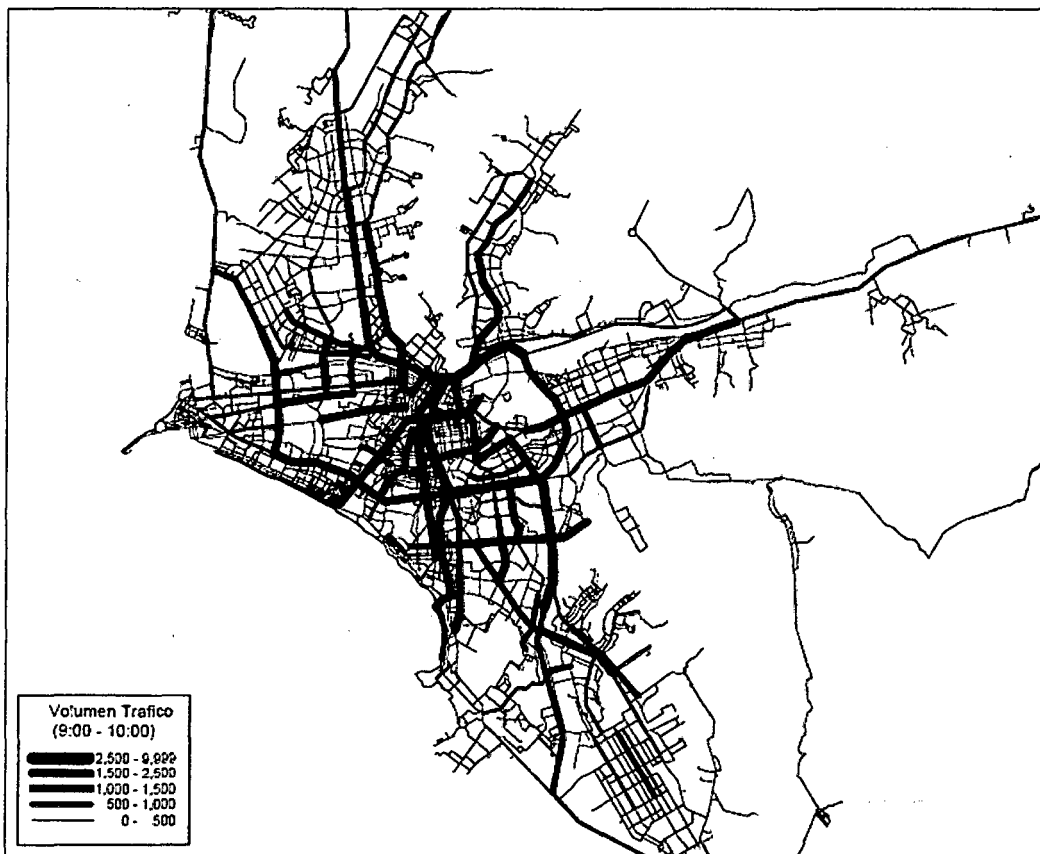


Figura 5.6 Volumen de Tránsito en el Período de 9:00 a 10:00

Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

En la tabla 5.3 se muestra las principales vías donde la Secretaría Técnica del Concejo de Transporte de Lima y Callao efectuó aforos en el año 2009.

N	PRINCIPALES VIAS	PUNTOS DE AFOROS EN		
		24 HORAS	24 HORAS	SUB TOTAL
1	Av. Panamericana Sur	5	2	7
2	Av. Aviación	5	0	5
3	Av. Carretera Central	4	1	5
4	Av. Javier Prado	5	1	6
5	Av. Néstor Gambeta	2	2	4
6	Av. Túpac Amaru	3	3	6
7	Av. Arequipa	3	0	3
8	Av. Argentina	3	0	3
9	Av. Pachacútec	2	1	3
10	Av. Universitaria	1	2	3
11	Av. Vía de Evitamiento	1	2	3
12	Av. Panamericana Norte	4	1	5
13	Av. La Marina	1	1	2
14	Av. México	1	1	2
15	Av. Angamos	1	1	2
16	Av. Colonial	2	0	2
17	Av. Faucett	1	1	2
18	Av. República de Panamá	1	1	2
19	Av. Salaverry	2	0	2
20	Av. Tomás Marsano	2	0	2
21	Av. Venezuela	2	0	2
TOTAL		51	20	71

Tabla 5.3 Principales vías donde se tomaron los flujos vehiculares
Fuente: MTC – Secretaría Técnica del Concejo de Transporte de Lima y Callao, 2009

En la tabla 5.4 se muestra los puntos con mayor flujo vehicular durante un lapso de 24 horas para el año 2009, y en la tabla 5.5 se muestra la variación en las horas punta de las principales vías de Lima y Callao.

N°	UBICACIÓN	REFERENCIA	FLUJOS		PROM. GENERAL
			2009	2004	
1	AV. JAVIER PRADO ESTE - 3	Pte. Peatonal Clínica Ricardo Palma	198983	160136	19%
2	AV. PASEO DE LA REPUBLICA	Cuadra 47 de Paseo de la República	152213	46764	
3	PANAMERICANA SUR	Debajo Puente Derby	130605	127818	
4	PANAMERICANA SUR	Aproximación Av. Rosa Lozano	116968	30157	
5	PANAMERICANA NORTE 1	Puente Peatonal Pocitos	110283	88407	

Tabla 5.4 Principales Puntos de mayor Flujo Vehicular 2004 vs. 2009
Fuente: MTC – Secretaría Técnica del Concejo de Transporte de Lima y Callao, 2009

N	EJES VIALES	2004				2009				VARIACION DEL FLUJO	
		MAÑANA		TARDE		MAÑANA		TARDE		% AM	% PM
		FLUJO	HORA PUNTA	FLUJO	HORA PUNTA	FLUJO	HORA PUNTA	FLUJO	HORA PUNTA		
1	ANGAMOS	3191	08:30 -09:30			2915	08:30 -09:30			-9%	
2	AREQUIPA	1981	08:00 -09:00			1803	09:00 -10:00			-9%	
3	ARGENTINA	1950	07:30 -08:30			1643	07:15 -08:15			-16%	
4	AVIACION	2172	07:30 -08:30			2562	08:30 -09:30			18%	
5	CARRETERA CENTRAL	2405	07:30 -08:30			2475	07:30 -08:30			3%	
6	COLONIAL	2876	07:30 -08:30			2918	07:30 -08:30			1%	
7	EVITAMIENTO	4472	07:30 -08:30	4022	17:00 -18:00	6030	07:45 -08:45	5334	17:00 -18:00	35%	33%
8	FAUCETT	4657	07:30 -08:30			5620	07:45 -08:45			21%	
9	JAVIER PRADO	4793	07:45 -08:45			6195	07:15 -08:15			29%	
10	LA MARINA	4561	07:45 -08:45			4803	07:15 -08:15			5%	
11	MEXICO	3617	08:30 -09:30			4786	08:45 -09:45			32%	
12	NESTOR GAMBETA	1807	07:15 -08:15	1255	17:00 -18:00	1740	07:15 -08:15	1422	16:45 -17:45	-4%	13%
13	PACHACUTEC	2840	07:45 -08:45			3655	06:45 -07:45			29%	
14	PANAMERICANA NORTE	3028	07:45 -08:45			3654	07:00 -08:00			21%	
15	PANAMERICANA SUR	3601	07:30 -08:30	5658	18:30 -19:30	4761	07:30 -08:30	9540	18:15 -19:15	32%	69%
16	REPUBLICA DE PANAMA	2927	09:00 -10:00			2114	07:30 -08:30			-28%	
17	SALA VERRY	2118	07:45 -08:45			2376	07:45 -08:45			12%	
18	TOMAS MARSANC	2904	07:30 -08:30			3504	07:30 -08:30			21%	
19	TUPAC AMARU	3810	07:45 -08:45	4860	18:30 -19:30	2767	07:15 -08:15	3600	16:30 -17:30	-27%	-26%
20	UNIVERSITARIA	2715	07:45 -08:45	2948	18:15 -19:15	2878	08:00 -09:00	3210	17:45 -18:45	6%	9%
21	VENEZUELA	2775	07:30 -08:30			1668	07:30 -08:30			-40%	

Tabla 5.5 Variación de los Flujos Vehiculares en las Horas Puntas de las Principales Vías (2009 vs. 2004)

Fuente: MTC – Secretaría Técnica del Concejo de Transporte de Lima y Callao, 2009

Se puede observar que el flujo en general se ha incrementado siendo las vías más cargadas la Av. Javier Prado, Av. Panamericana Norte, Av. Evitamiento, Av. Panamericana Sur, Av. Túpac Amaru y Av. Universitaria.

Con relación a los principales flujos en la hora punta de la mañana, que circulan por estas vías, se tiene que la principal vía del 2004 y que se mantiene en el 2009, es la Av. Javier Prado la cual soporta 6,200 vehículos en su hora punta (07:15 - 08:15) incrementándose su flujo en un 29%. Asimismo, con relación a los principales flujos en la hora punta de la tarde, que circulan por estas vías, se tiene que la principal vía del 2004 y que se mantiene en el 2009, es la Av. Panamericana Sur la cual soporta 9,500 vehículos en su hora punta (18:15 - 19:15) incrementándose su flujo en un 69%.

(4) Flujos según Periodos de Muestra 2009 vs. 2004

Comparados los principales puntos de mayor flujo, se tiene que son similares, es decir, la ubicación de los puntos con mayor flujo vehicular no han cambiado durante el tiempo, ubicándose el principal punto en la intersección Av. Javier Prado/Clinica Ricardo Palma con 198,983 vehículos/día.

Al comparar los flujos vehiculares se observa que el punto con mayor flujo vehicular, durante el 2009, se ha incrementado en un 24% en comparación con el 2004 y en promedio sobre la red vial los flujos vehiculares se han incrementado en un 19%. Comparando los flujos entre ambos años, se identifica que el 2009 incrementó en un 24% y que en promedio sobre la red vial los flujos incrementaron en un 30%, además que los puntos con mayor flujo son similares en ambos años.

La ubicación de los puntos aforados durante 4 horas, con mayor flujo vehicular son similares entre sí, es decir, la ubicación de los puntos no han cambiado durante el tiempo, ubicándose el principal punto en la intersección Av. Javier Prado/Av. Aviación con 28,141 vehículos/día.

Al comparar el flujo del principal punto del 2009 con el 2004 se observa que su flujo se ha incrementado en un 30%, además que el flujo en promedio sobre la red vial se ha incrementado solo en un 8%.

(5) Flujos según Principales Horas 2009 vs. 2004

Al año 2009, el punto con mayor flujo vehicular en la hora punta de la mañana (7:15 – 8:15) esta ubicado en la intersección Av. Javier Prado/Clinica Ricardo Palma con 14,315 vehículos/hora. En comparación al 2004 la ubicación de los puntos con mayor flujo han cambiado, además que el flujo del principal punto se ha incrementado en un 51%, así como el flujo promedio, sobre toda la red vial, lo ha hecho en un 14%. Por ultimo, se puede indicar que el promedio de la hora punta es 15 minutos mas temprano, pasando de 7:30 – 8:30 a 7:15 - 8:15.

El punto con mayor flujo vehicular en la hora punta de la tarde (18:15 – 19:15) es el mismo punto de la mañana (Av. Javier Prado / Clínica Ricardo Palma) con 11,160 vehículos/hora. En comparación al 2004 la ubicación de los puntos con mayor flujo son similares, además que el flujo del principal punto ha disminuido en tan sólo un 3%; contrariamente a lo que sucede con el flujo promedio, sobre toda la red vial, el cual ha incrementado a más del doble (208%). Por ultimo, se puede indicar que el promedio de la hora punta es casi una hora más tarde, pasando de 17:00 – 18:00 a 18:15 - 19:15.

(6) Flujos según Modo de Transporte 2009 vs. 2004

Analizando los flujos vehiculares en general, se identificó los principales puntos con mayor flujo vehicular según modo de transporte, obteniéndose:

- El flujo de Transporte Privado en promedio, se ha incrementado en un 26%, siendo el principal punto por donde circula la mayor cantidad de Transporte Privado la Av. Javier Prado Este a la altura de la clínica Javier Prado, la cual se ha incrementado en un 18% en comparación al 2004.

- El flujo de Transporte Público en promedio, ha disminuido en un 5%. El principal punto por donde circula la mayor cantidad de Transporte Público es la Av. Pachacutec a la altura del C. Comercial Plataforma (estación Atocongo), la cual ha disminuido en un 3% en comparación al 2004.

- El flujo de Transporte Paratransito en promedio, se ha incrementado en un 22%. El principal punto por donde circula la mayor cantidad de transporte Paratransito es el mismo que por donde circula el Transporte Privado, la cual se ha incrementado considerablemente en un 44% en comparación al 2004.

- El flujo de Transporte de Carga en promedio, se ha incrementado en un 53%, siendo el principal punto por donde circula la mayor cantidad de Transporte de Carga la Av. Evitamiento a la altura del Puente Huáscar, la cual se ha incrementado en un 55% más en comparación al 2004.

- El flujo de Transporte Menor en promedio, se ha incrementado en un 71%, siendo el principal punto por donde circula la mayor cantidad de Transporte Menor la Av. Pachacutec a la altura del Tren Eléctrico, la cual se ha incrementado en más del doble (154%) en comparación al 2004, esto debido principalmente al incremento del servicio de mototaxis en las periferias de la ciudad.

- El flujo de Transporte No Motorizado en promedio, ha disminuido considerablemente en más de la tercera parte (37%). Contrario a esto en el principal punto por donde circula la mayor cantidad de Transporte No Motorizado (Av. Pachacutec a la altura del Tren Eléctrico), el flujo ha incrementado en un 39% en comparación con el 2004.

(7) Velocidad de Viaje

La encuesta de velocidad de viaje efectuado en el Plan Maestro de Transporte Urbano 2005, se ha realizado en 21 vías arteriales por medio del método acompañamiento del flujo utilizando el GPS.

▪ Hora Pico de la Mañana

La velocidad de viaje promedio está por debajo de los 20km/h en los siguientes tramos para la dirección entrante.

- a) Av. La Marina (Av. Javier Prado – Av. Universitaria)
- b) Av. Argentina (Av. Universitaria – Av. Ugarte)
- c) Av. Aviación (Av. Grau – Av. México)
- d) Av. República de Panamá (Av. Javier Prado – Paseo de la República)
- e) Av. Tomás Marsano (Av. República de Panamá – Av. Aviación)
- f) Av. Miguel Grau (Cementerio – Braille: vía entera)
- g) Av. Brasil (Plaza Bolognesi – Av. La Marina)
- h) Av. Arequipa (Av. Grau - Av. Javier Prado)

La velocidad de viaje promedio está por debajo de los 20km/h en los siguientes tramos para la dirección saliente.

- a) Av. Javier Prado (Av. Brasil - Paseo de la República)
- b) Av. La Marina (Av. Javier Prado - Av. Universitaria)
- c) Av. Miguel Grau (Av. Aviación - Paseo de la República)
- d) Av. Brasil (Plaza Bolognesi - Circuito de Playas)
- e) Av. Tacna
- f) Av. Arequipa (Av. Javier Prado – Av. Angamos Este)

▪ Hora Valle

La velocidad de viaje promedio está por debajo de los 20km/h en los siguientes tramos para la dirección entrante.

- a) Av. Argentina (Av. Faucett - Av. Universitaria)
- b) Av. Aviación (Av. Grau - Av. República de Panamá: toda la ruta)
- c) Av. Miguel Grau (Av. Aviación - Braille)
- d) Av. Brasil (Plaza Bolognesi - Circuito de Playas)

La velocidad de viaje promedio está por debajo de los 20km/h en los siguientes tramos para la dirección saliente.

- a) Av. Argentina (Av. Universitaria - Av. Faucett)
- b) Av. Aviación (Av. Javier Prado - Av. República de Panamá)
- c) Av. Miguel Grau (Av. Aviación - Paseo de la República)
- d) Av. Brasil (Plaza Bolognesi - Av. La Marina)
- e) Av. Tacna
- f) Av. Arequipa (Av. Angamos Este - Larcomar)

▪ Hora Pico de la Tarde

La velocidad de viaje promedio está por debajo de los 20km/h en los siguientes tramos para la dirección entrante.

- a) Av. Javier Prado (Paseo de la República - Av. Brasil)
- b) Av. Faucett (Av. Argentina – Av. La Marina)
- c) Av. Aviación (Av. Grau - Av. México)
- d) Av. República de Panamá – Av. Bolognesi

- e) Av. Colonial (Av. Ugarte – Av. Universitaria, Av. Guardia Civil – La Punta)
- f) Av. Huaylas (Malecón – Av. Guardia Civil)
- g) Av. Brasil (Plaza Bolognesi - Av. La Marina)
- h) Av. Arequipa - Av. Tacna

El tiempo de viaje promedio está por debajo de los 20km/h en los siguientes tramos para la dirección saliente.

- a) Av. Javier Prado (Paseo de la República - Av. Brasil)
- b) Paseo de la República (Av. México – Av. Javier Prado)
- c) Av. Aviación (Av. Grau - Av. México, Av. Javier Prado - Av. R. de Panamá)
- d) Av. Universitaria (Av. Argentina – Av. Tomas Valle)
- e) Av. Tacna
- f) Av. Arequipa

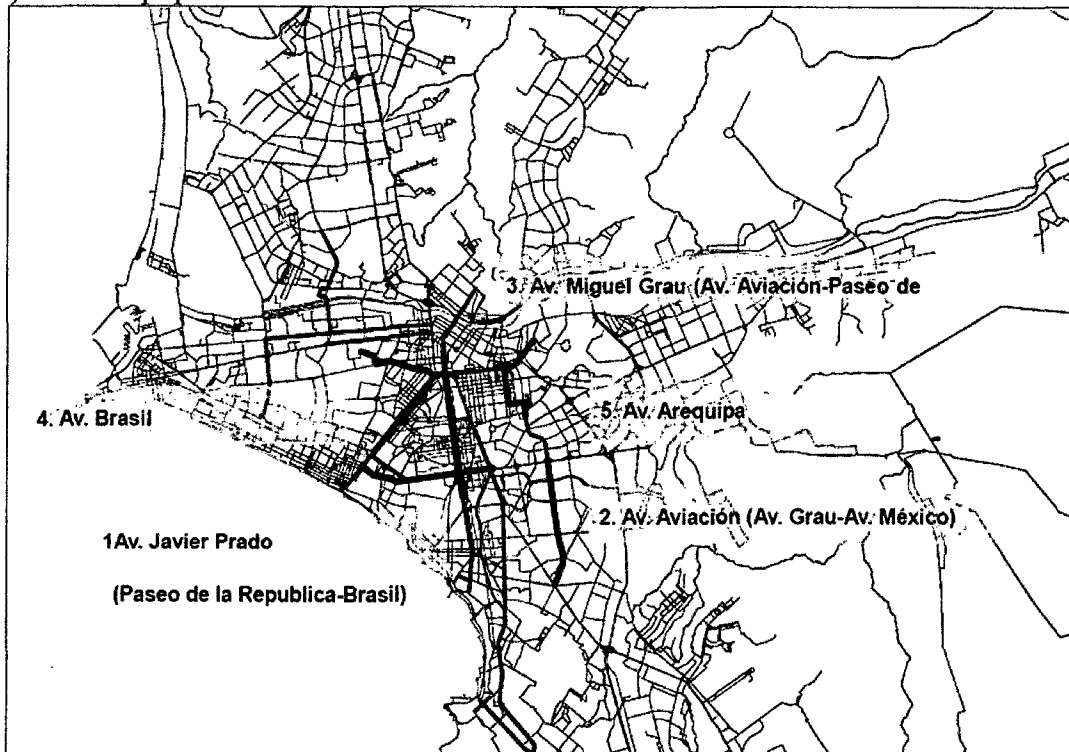


Figura 5.7 Vías principales con Velocidades de Viaje Menores a los 20km/h
Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

(8) Cuellos de Botella

La Figura 5.8 muestra la ubicación de los cuellos de botella en el Área Metropolitana de Lima y Callao, de acuerdo a los resultados de las encuestas de velocidad de viaje realizados en el Plan Maestro de Transporte Urbano 2005. El punto de cuello de botella causado en la intersección se define a continuación:

- a) Tramos en las principales vías, indicando una velocidad de viaje por debajo de los 10 km/h durante el periodo pico de la mañana y el periodo pico de la tarde, y
- b) Ubicación de la intersección con congestión de tránsito por acumulación de tránsito más adelante.

Las causas de los cuellos de botella caracterizados por una velocidad de viaje de 10 km/h o menos durante los periodos pico están clasificadas en 4 tipos principales, como se describe a continuación.

- a) Sistema de control de semáforos de tránsito inadecuado en las intersecciones;
- b) Conflictos de buses, minibuses y combis cerca de los paraderos;
- c) Bloqueo de intersecciones señalizadas debido a la cantidad de vehículos que doblan a la izquierda, y
- d) Conflicto de entradas y salidas, de/hacia las vías auxiliares sin señalización.

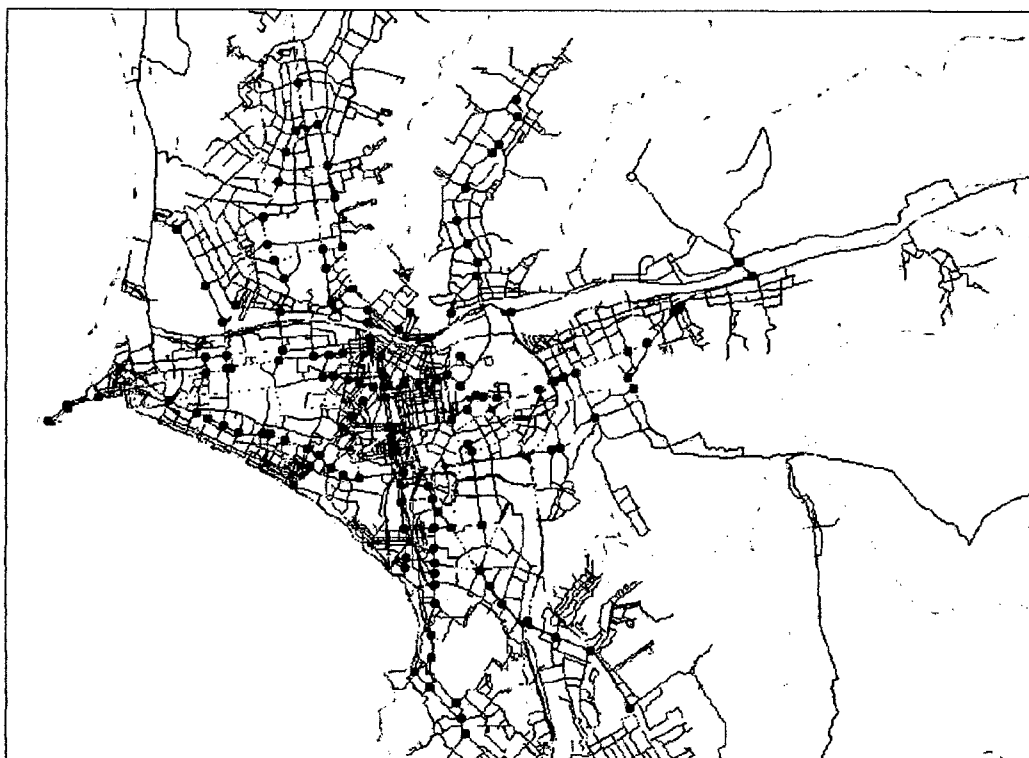


Figura 5.8 Ubicaciones de los Cuellos de Botella en las Intersecciones
Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

5.3 CONDICIONES DEL TRANSPORTE PÚBLICO

El transporte público en el área metropolitana de Lima y Callao está compuesto por buses, microbuses, camionetas rurales o combis, taxis, colectivos, y moto-taxis.

La modalidad principal de transporte público es el bus (incluye microbuses y combis), mientras que el taxi y el colectivo son modalidades suplementarias y rivales. El colectivo funciona como un taxi con ruta preestablecida, y opera en las principales rutas de buses en competencia con éstos.

La Dirección Municipal de Transporte Urbano (DMTU) en Lima, y la Gerencia General de Transporte Urbano (GGTU) en el Callao controlan el servicio del transporte público. Las empresas privadas de buses operan sus vehículos bajo la jurisdicción de éstas.

Existen aproximadamente 600 rutas autorizadas que cubren la ciudad. El servicio es brindado por varias flotas de buses, con más de 15 años de antigüedad en promedio. El 36% de las flotas de buses en Lima está compuesto por Camioneta Rurales llamados “Combis” con una capacidad para 17 pasajeros.

La demanda de transporte público en el área del estudio fue obtenida en función a los datos de las encuestas realizadas en el Plan Maestro de Transporte Urbano 2005. Las siguientes secciones muestran los resultados obtenidos.

5.3.1 Pasajeros de Buses

Como se puede ver en la Figura 5.9, los mayores niveles de pasajeros de buses se registran en la Av. Túpac Amaru a 38,000/hora/dirección. La Panamericana Norte y Zarumilla tienen un alto volumen de pasajeros de buses. Sus cifras varían entre 24,000 y 26,000 pasajeros/hora/dirección. Estas vías están ubicadas en el área norte de Lima en donde las demandas de los pasajeros de buses son relativamente más altas. Flotas de buses compuestas por Ómnibus, Microbús y Camioneta Rurales transportan a estos pasajeros.

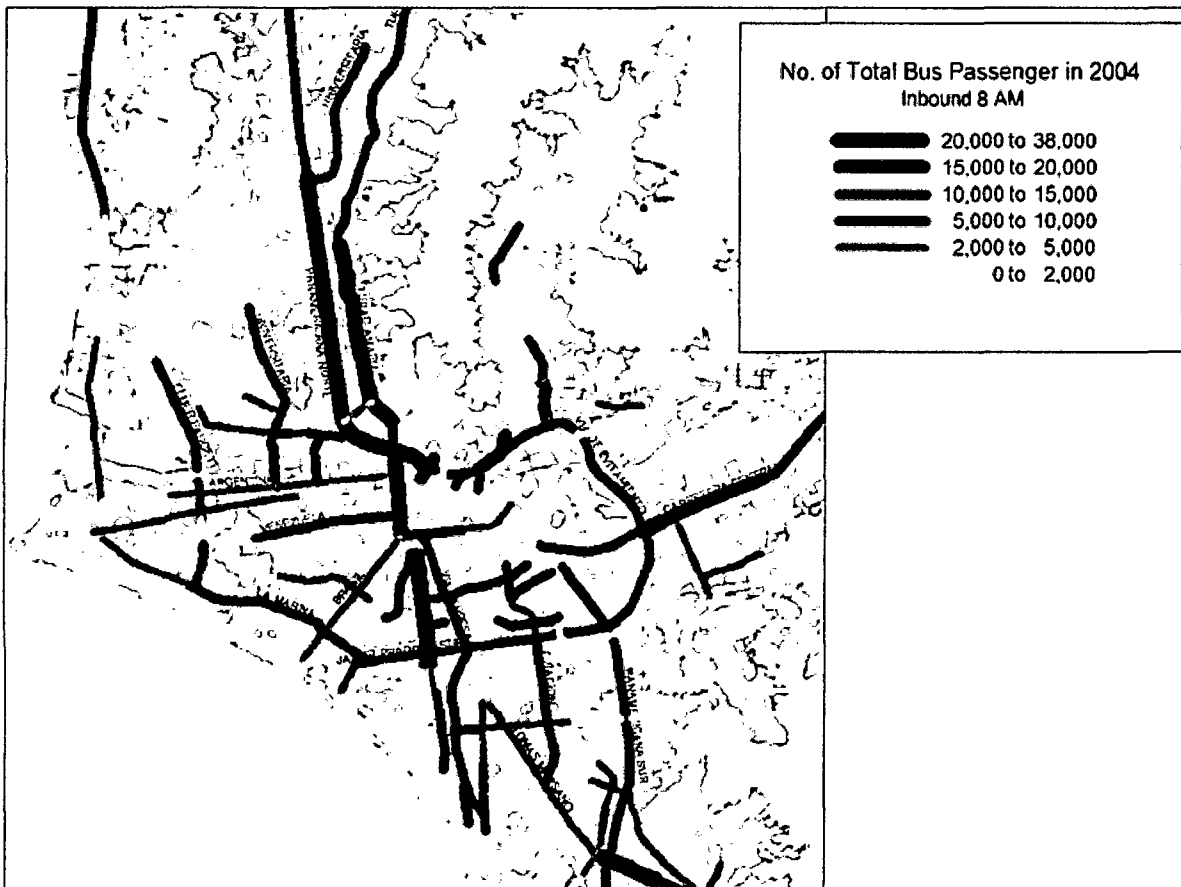


Figura 5.9 Número de Pasajeros en Todos los Buses y en Ómnibus en 2004
Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

En el 2004, el ratio de pasajeros de buses por flota de buses es del 31% para Camioneta Rurales, 42% para Microbús y 27% para Ómnibus.

La Figura 5.10 ilustra los principales corredores de pasajeros de buses con relación a los volúmenes de pasajeros de buses. Los principales corredores son el enlace entre las áreas norte y este-oeste y el Centro, y también el área sur y Centro haciendo un desvío en San Isidro, Miraflores, San Borja, Surquillo, etc., en donde el volumen de pasajeros de bus es más bajo.

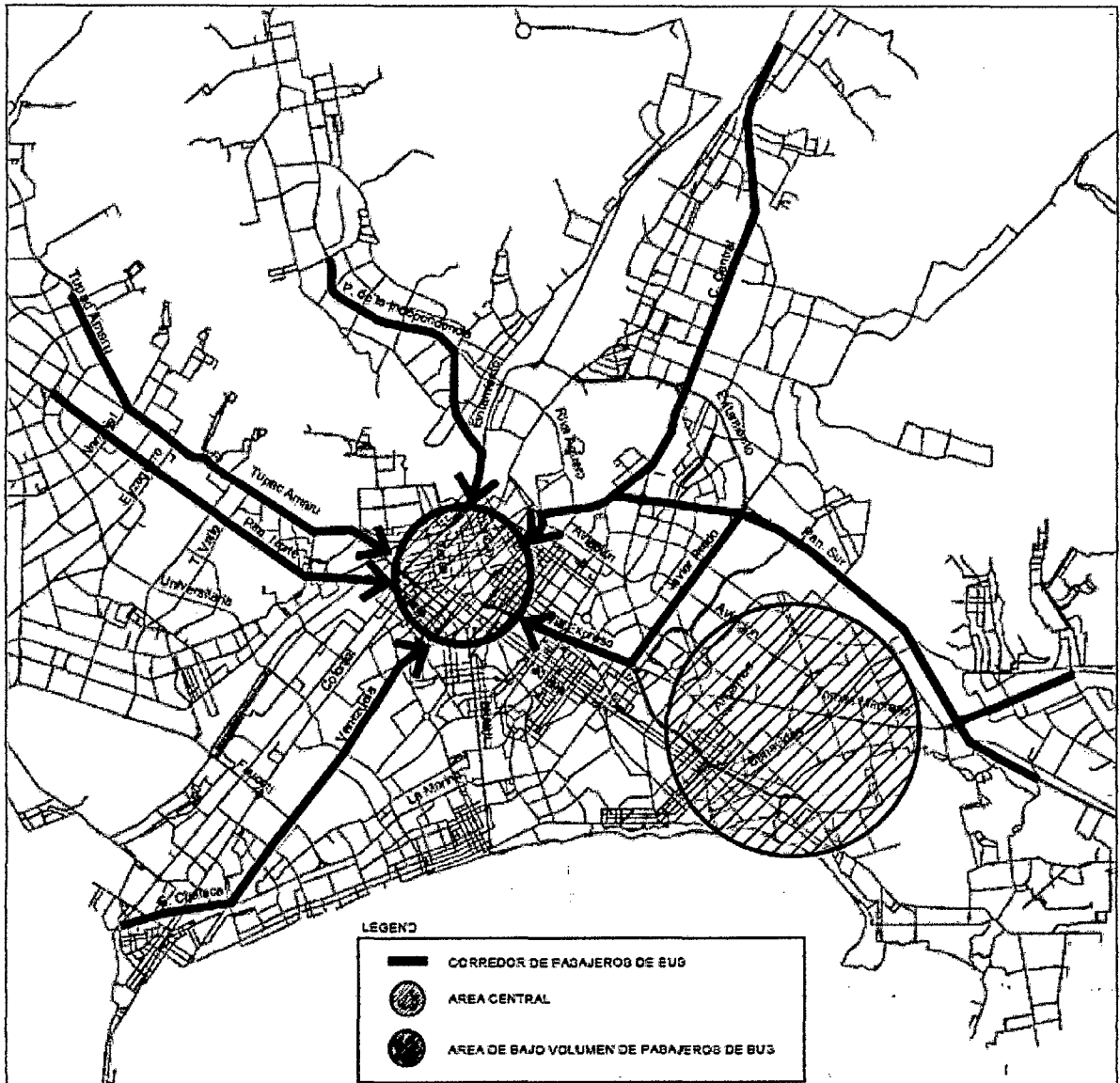


Figura 5.10 Principales Corredores de Pasajeros de Buses en 2004
Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

5.3.2 Volúmenes de Tránsito de Buses en Vías Arteriales

La Figura 5.11 muestra las cifras de los volúmenes de buses en la hora pico de la mañana con rumbo al centro. Como se puede ver, el mayor número de buses se registra en la Av. Túpac Amaru con 1,650 vehículos/hora/dirección. La Panamericana Norte,

Carretera Central, Zarumilla, Pachacútec y Panamericana Sur tienen los mayores volúmenes de buses. Sus cifras varían entre 800 y 1,000 vehículos/hora/dirección. Estas vías están ubicadas en las áreas al norte, este y sur del área del estudio en donde las demandas de pasajeros de buses son más altas. Los volúmenes de pasajeros en las vías principales están cercanos a la capacidad máxima.

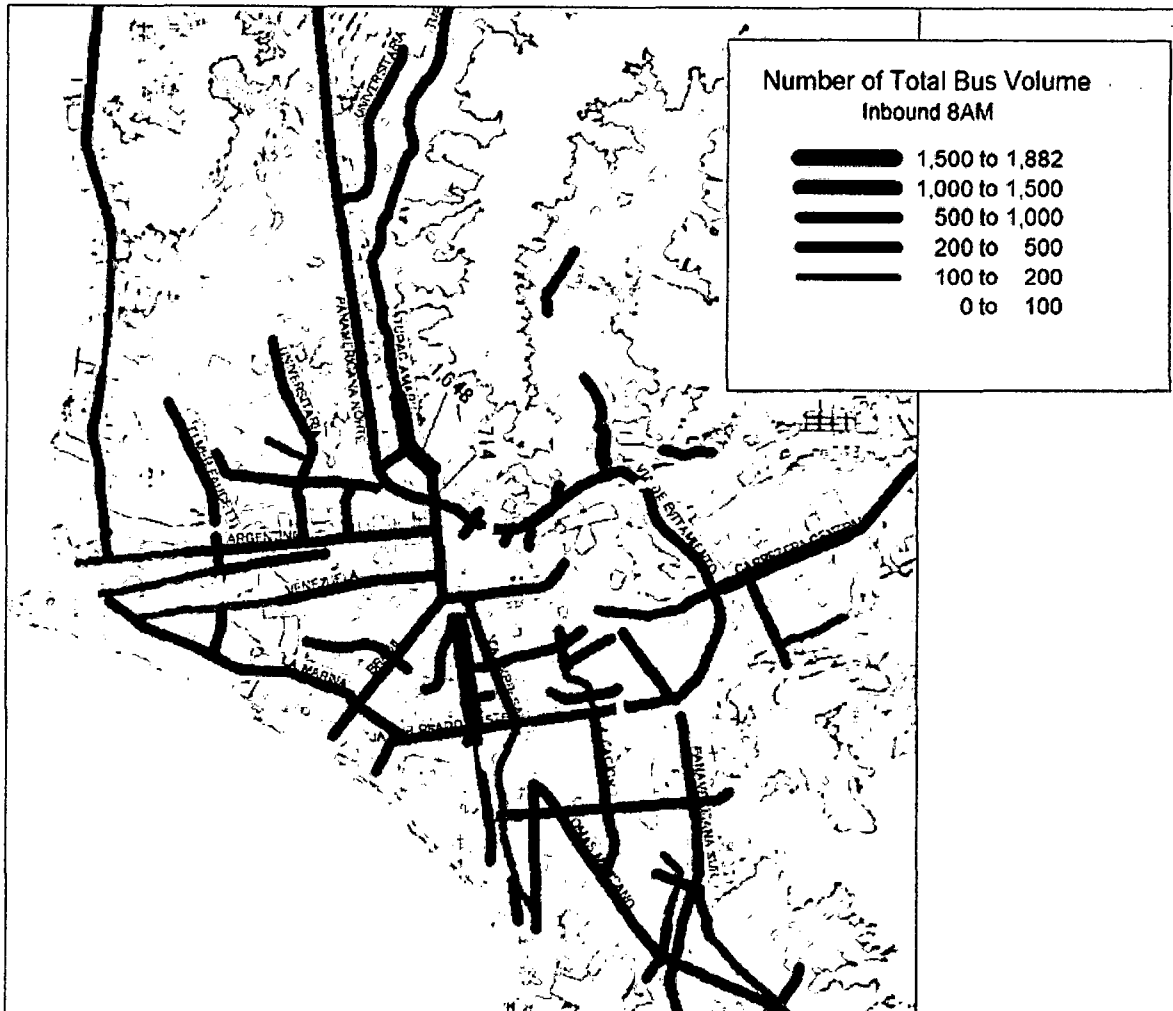


Figura 5.11 Números de Volúmenes en Todos los Buses en 2004

Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

5.3.3 Bus, Taxi y Colectivo

1) Ratio de Composición de Buses en las Vías

La Tabla 5.6 muestra los pasajeros y las flotas de buses durante la hora pico de la mañana por tipo de bus, acumulados de acuerdo con las estaciones de conteo. El Microbús tiene un ratio mayor con 42% del total de pasajeros, seguido por la Camioneta Rural (31%) y el Ómnibus (27%).

En relación a los volúmenes de buses, el ratio de la Camioneta Rural con respecto a los demás buses es el mayor con 51%. El Ómnibus tiene un ratio bajo.

El número promedio de pasajeros a bordo de bus, ómnibus, microbús y Camioneta Rural es de 38, 22 y 11 pasajeros, respectivamente. Las capacidades de los buses incluyendo pasajeros sentados y parados son de 77, 37, y 15 espacios. Los ratios de volumen-capacidad de los buses en las principales estaciones de conteo en las vías son de aproximadamente 50%, 60% y 75%, respectivamente.

La Tabla 5.7 muestra las vías con el mayor ratio de Camionetas Rurales, comparadas con el total de vehículos motorizados. La Av. Túpac Amaru registra el mayor ratio de 40 – 45%, en varios tramos. Las vías con los mayores ratios están ubicadas en las áreas sur y norte.

Item	Unidad	Camioneta Rural	Microbús	Ómnibus	Total
Pasajero	Persona/día	166,524	228,192	148,652	543,368
Composición del Ratio en 2004	%	0.31	0.42	0.27	1.00
Flota de Buses	No.	14,822	10,382	3,922	29,126
Composición del Ratio en 2004	%	0.51	0.36	0.13	1.00
Pasajero / Bus	-	11.2	22.0	37.9	18.7

Tabla 5.6 Comparación de Pasajeros de Buses y Flotas de Buses en 2004
Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

Nombre de la Vía	Combi/Total
Av. Los Héroes cdra-11	51.0%
Av. Túpac Amaru	44.3%
Av. Túpac Amaru 4	41.2%
Av. Mariategui	39.8%
Av. Perú	33.7%
Av. Pachacutec	33.4%
Av. Túpac Amaru	33.2%
Av. Eduardo Habich	32.5%
Av. Aviación	32.0%
Av. Canto Grande	31.9%
Av. Angamos	31.2%
Av. Faucett	30.6%
Vía Evitamiento	30.0%

Tabla 5.7 Vías con el Mayor Ratio de Camionetas Rurales
Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

2) Volúmenes de Taxis en las Vías

En cuanto a los taxis autorizados y taxis no autorizados, el ratio de taxis autorizados con respecto a todos los taxis es 33% tal como se puede observar en la tabla 5.8.

Población	Taxis	Nº Taxis por 1,000 habitantes	Formales	Tasa de Informalidad
7,605,742	210,000	27.61	70,000	66.67%

Tabla 5.8 Servicio de taxis en la ciudad de Lima al año 2009
Fuente: Instituto Peruano de Administración Municipal-IPAM

3) Volumen de Colectivos en las Vías

La Tabla 5.9 muestra las vías con un mayor ratio de Colectivos con relación al total de vehículos motorizados. La Av. Ventanilla registra un mayor ratio de 40 – 45%. Las vías con los mayores ratios están ubicadas en las áreas al norte y en el Callao.

Nombre de la Vía	Colectivo/Total
Carretera a Ventanilla	43.9%
Av. República de Panamá	22.4%
Av. Santa Rosa	21.0%
Jr. Lampa	18.8%
Av. Nicolás de Piérola	17.2%
Carretera Central	16.7%
Panamericana Norte	15.8%
Av. Túpac Amaru	13.1%
Av. Colonial-German Amenazaga	11.4%
Panamericana Sur	11.3%
Puente Lurín (Paradero)	11.0%

Tabla 5.9 Vías con el Mayor Ratio de Colectivos
Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

5.4 SERVICIO DE BUSES

El servicio de buses es una modalidad importante de transporte público. Sus usuarios son el 77% del total de usuarios de vehículos motorizados, de acuerdo a los datos de las encuestas de viajes personas realizados para el Plan Maestro de Transporte Urbano 2005.

5.4.1 Rutas de Buses

(1) Número de Rutas de Buses

Las rutas de bus se encuentran autorizadas bajo la jurisdicción de la DMTU (Lima) y la GGTU (Callao). El número total de las rutas, después de eliminar una duplicidad recíproca entre las dos ciudades de 120 rutas es de 574 a Enero, 2004, de las cuales 431 rutas se encuentran en Lima y 263 en el Callao.

(2) Configuración de las Rutas de Buses

La Figura 5.12 muestra el número de rutas de buses que se encuentran sobrepuestas en las vías en donde el valor de la ruta de bus es de 1 para una ruta simple, mientras que una ruta de ida y vuelta cuenta como 2. Como se puede observar, la configuración de las rutas se forma de manera que se extiendan en todas las direcciones desde el área central. Los corredores con grandes números de rutas de buses son los que vienen desde el norte y este de Lima y del Callao hacia el Centro.

Las vías con 100 o más rutas de buses se detallan a continuación.

- 1) Dirección Norte: Túpac Amaru
- 2) Dirección Norte-Este: Av. Próceres de la Independencia
- 3) Dirección Norte-Oeste: Av. Néstor Gambetta
- 4) Dirección Este-Oeste: Av. Venezuela- Av. Grau – Av. N. Ayllón
- 5) Av. De la Marina- Av. Javier Prado Este
- 6) Dirección Sur: Av. Aviación – Av. Santiago de Surco

Las rutas de buses se encuentran concentradas en las vías arteriales de Lima y Callao. Entre ellas, alrededor de 150 rutas, equivalente al 25% del total, pasan por la Av. Alfonso Ugarte en el Centro.

El número de rutas de buses que pasan por los tramos de la Av. Túpac Amaru se identifica en aproximadamente 160 rutas de buses.

La configuración de las rutas de buses hace posible que los pasajeros de los buses lleguen desde los suburbios a varios destinos, sin tener que hacer transferencias. Como resultado, el número de rutas de buses aumenta. Esto significa que la eficiencia de la operación de los buses empeora.

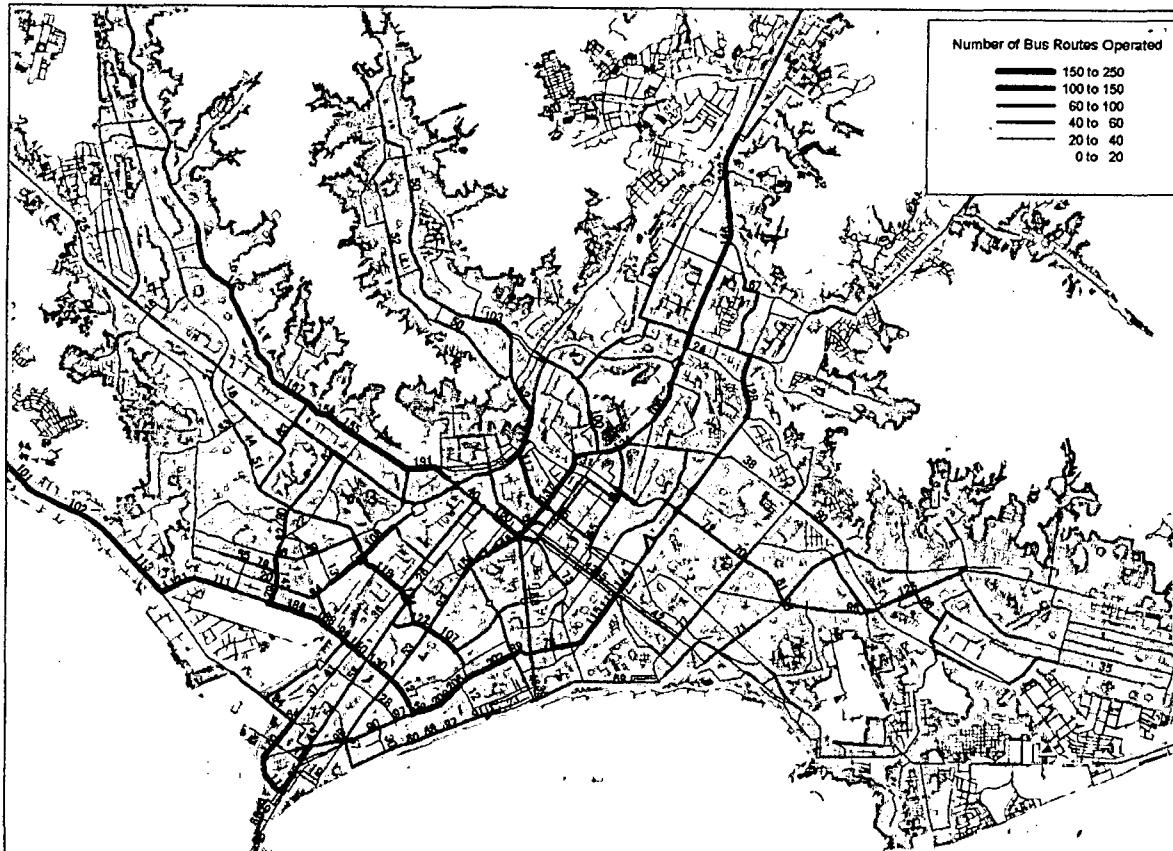


Figura 5.12 Número de Rutas de Buses Inscritas en la DMTU

Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

(3) Distancia de Rutas

La Figura 5.12 muestra la distribución de la longitud de las rutas autorizadas por la DMTU al 2005. Ésta muestra la longitud total de la ruta, de ida y vuelta. Como las rutas de ida y vuelta son casi iguales, la mitad de la longitud que aparece en la Figura 5.13 indica la longitud de una ruta simple.

Como se puede observar, la longitud promedio es de aproximadamente 64.3 km en la ruta de ida y vuelta. Esto significa aproximadamente 30-40 km en una ruta simple, cuya distancia es equivalente a la distancia entre el sur y el norte de Lima. El ratio de rutas que exceden los 100 km en la ruta de ida y vuelta con relación al número total es de aproximadamente 7% y la distancia máxima de una ruta es de 163 km.

Como la distancia de las rutas de Lima es bastante larga, la eficiencia operativa entre el origen de la ruta y el destino no es muy alta con respecto al ratio de pasajeros a bordo y a la capacidad de pasajeros en los buses. Además, como el tiempo de operación de los buses es mayor en proporción a la distancia de la ruta, la operación no es estable en su frecuencia de servicio y su intervalo.

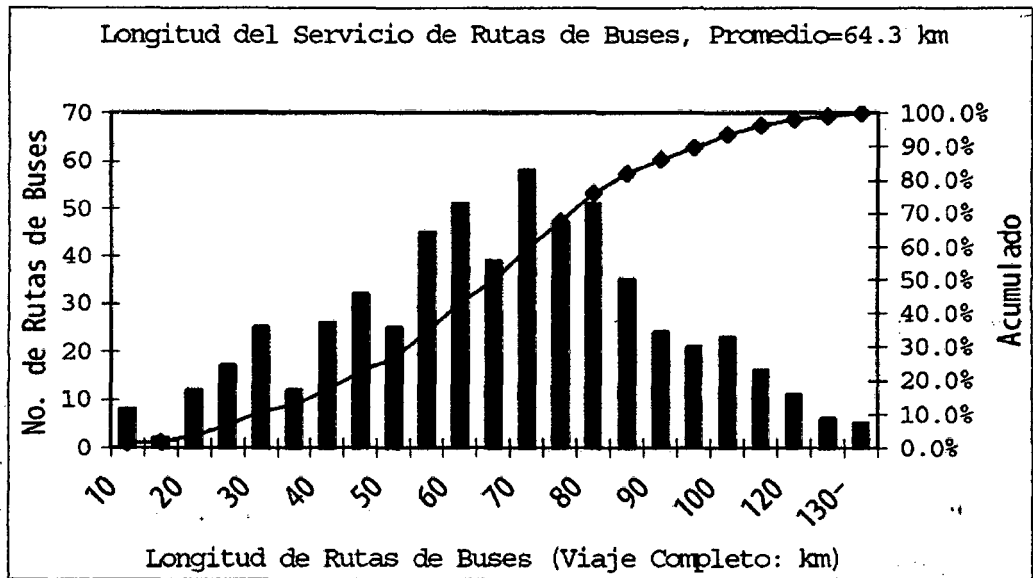


Figura 5.13 Distribución de la Distancia del Servicio de Rutas (km)
 Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

(4) Tiempo de Viaje

La Figura 5.14 muestra la distribución del tiempo de viaje entre el hogar y el destino. Como se puede observar, aproximadamente 45% del total tiene un tiempo de viaje de 60 minutos o más y el ratio de tiempo de viaje que excede los 90 minutos es de aproximadamente 20% del total. Como se observa, la mitad de los pasajeros de buses está obligada a viajar una hora o más.

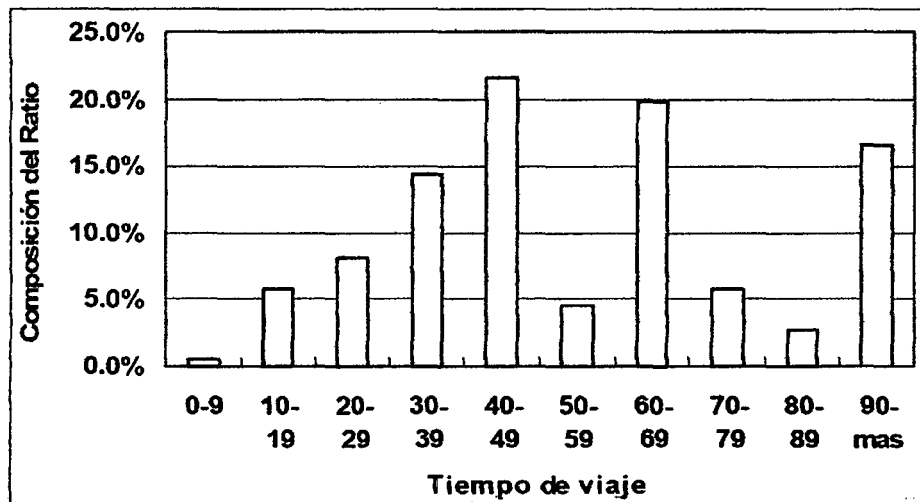


Figura 5.14 Distribución del Tiempo de Viaje desde el Hogar hasta el Destino
 Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

En cuanto a la distribución del tiempo de viaje desde el hogar hasta el paradero de buses, se puede observar que aproximadamente 75% del total tiene un tiempo de viaje menor a 10 minutos y el ratio del tiempo de viaje que excede los 15 minutos es aproximadamente 5% del total.

5.4.2 Operación de Buses

(1) Velocidad de la Operación de Buses Durante la Hora Pico

La Figura 5.15 muestra la velocidad promedio de la operación de buses durante la hora pico de la mañana. Las velocidades de operación son el valor promedio de 3-5 tiempos medidos. En aquellas 31 rutas operan tres tipos de buses: Ómnibus, Microbús y Camioneta Rural.

Como se puede observar, en el área del Centro, los buses operan a una velocidad entre 10 y 20 km/h. Por otro lado, en un área suburbana, la velocidad de la operación varía entre 30 y 50 km/h. Un área periférica es atendida a una velocidad de 50 km/h o más.

Sin embargo, la Panamericana Sur y la Vía de Evitamiento registran una velocidad de 40 a 50 km/h. Las velocidades de operación en la Av. Javier Prado, Av. Venezuela y Av. Arequipa son bajas con un rango de 10-20 km/h.

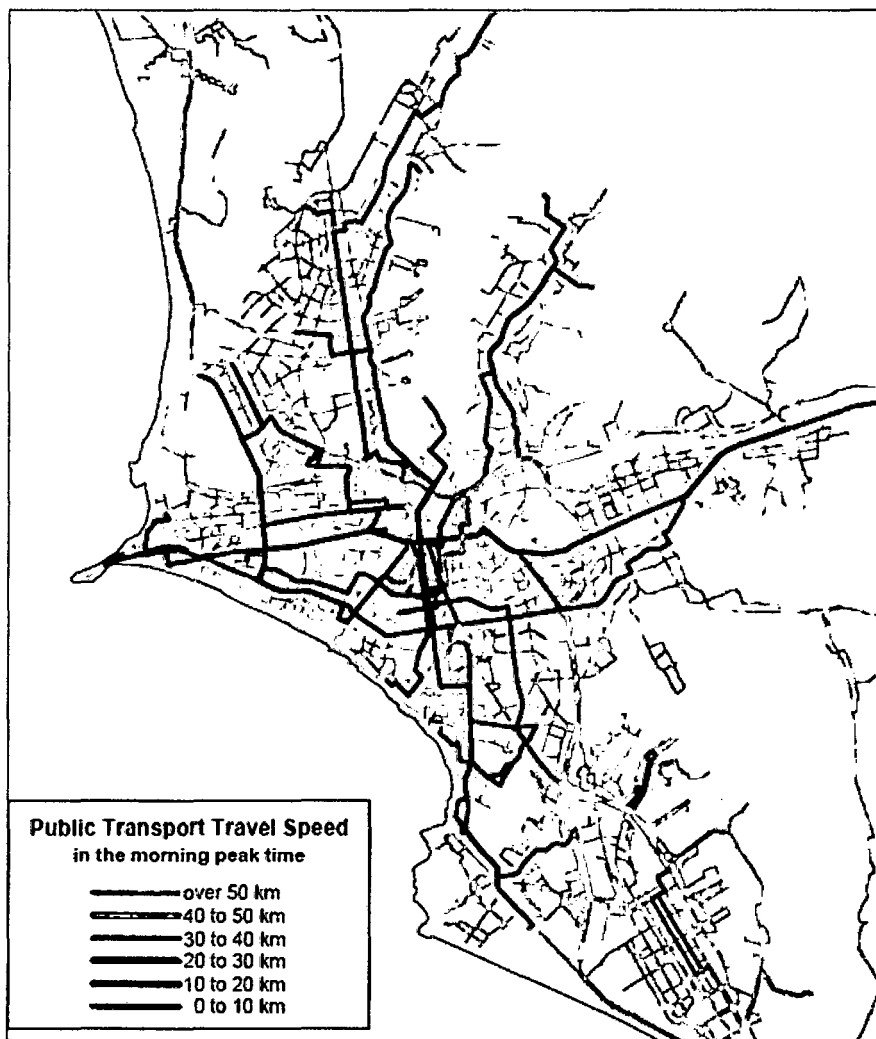


Figura 5.15 Velocidad de la Operación de Buses Durante la Hora Pico de la Mañana
Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

(2) Transferencia de los Buses

Las transferencias están fuertemente relacionadas con el servicio de la red de buses. La Figura 5.16 resume el número de veces de transferencias de los buses. El ratio de la no transferencia es de aproximadamente 55% con relación al total, y el de una (1) sola transferencia es 40%. El ratio que incluye hasta una transferencia es aproximadamente 95%.

De acuerdo a las veces de transferencia, casi todos los pasajeros pueden llegar a sus destinos sin ninguna o con sólo una transferencia del servicio de rutas de buses.

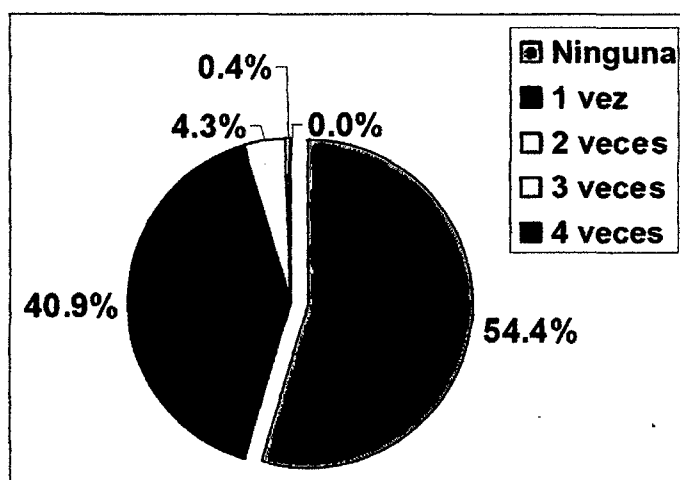


Figura 5.16 Número de Transferencias de Buses

Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

5.4.3 Flotas de Buses

(1) Número de Flotas de Buses

Los tipos de flotas de buses que operan en Lima están principalmente clasificados en tres: Ómnibus (una capacidad de 80 pasajeros), Microbús (30 pasajeros) y Camioneta Rural (17 pasajeros, llamada Combi). Según la DMTU, la flota, a Marzo del 2008, es: 3,631 Ómnibus, 10,962 Microbús y 11,281 Camionetas Rurales, respectivamente. El número total de la flota de buses es aproximadamente 25,900 vehículos.

El número de la flota de buses registrado en 2004 en la GGTU en el Callao es 2,026 Ómnibus (capacidad de 80 pasajeros) y Microbús (22-25 pasajeros), y 5,068 Camioneta Rurales (15 pasajeros). Aproximadamente 70% de la flota total está compuesta por Camioneta Rurales.

(2) Distribución de la Antigüedad de la Flota de Buses

La antigüedad promedio de los Ómnibus y Microbús son de 20.0 y 18.2 años, mientras que las Camionetas Rurales tienen un promedio de 15.5 años. El ratio del Ómnibus que tiene una antigüedad de 15 años o más con el total alcanza el 78%, en contraste con 68% del Microbús y 53% de la Camioneta Rural.

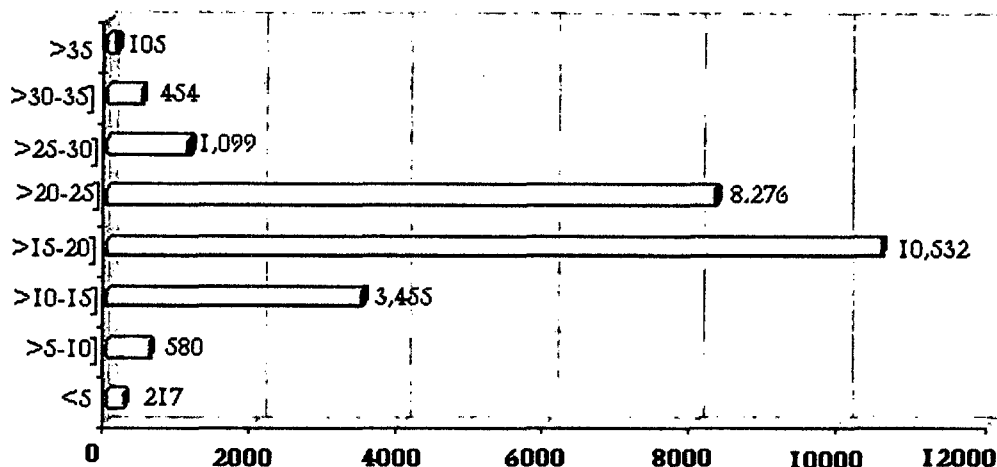


Figura 5.17 Antigüedad del Transporte Urbano
Fuente: Sistema Integrado de Transporte Urbano, DMTU, 2008

5.4.4 Administración del Transporte en Buses

(1) Dirección Municipal de Transporte Urbano en Lima: DMTU

El transporte público en Lima está operado bajo la jurisdicción de la Dirección Municipal de Transporte Urbano (DMTU) en Lima.

Con respecto a la administración del transporte de buses, la DMTU permite el registro de un bus y una ruta de bus y supervisa su operación, como la frecuencia de envío y el servicio de la empresa de buses autorizada, no así en las rutas no autorizadas.

(2) Gerencia General de Transporte Urbano en el Callao: GGTU

La administración de buses en el Callao está operado bajo la jurisdicción de la Gerencia General de Transporte Urbano (GGTU) en el Callao.

Con respecto a la administración del transporte público, la GGTU permite el registro de sus buses y rutas, taxis, moto-taxis, buses escolares, buses de turismo, además del control de datos de transporte público y las emisiones de licencias relacionadas con el transporte.

5.4.5 Condiciones de los Usuarios de Buses

En la encuesta de entrevistas a pasajeros de buses realizada para el Plan Maestro de Transporte Urbano, fueron averiguadas las condiciones generales del usuario del transporte público durante la hora pico de la mañana.

(1) Motivo del Viaje

En la Figura 5.18 se muestra la composición del ratio de motivos de viajes durante la hora pico de la mañana, están compuestos de “al trabajo”, “al colegio” y “otros”. El ratio de “al trabajo” y “al colegio” conforman aproximadamente el 90% del total del cual 70% es para “al trabajo” y el restante 20% para “al colegio”.

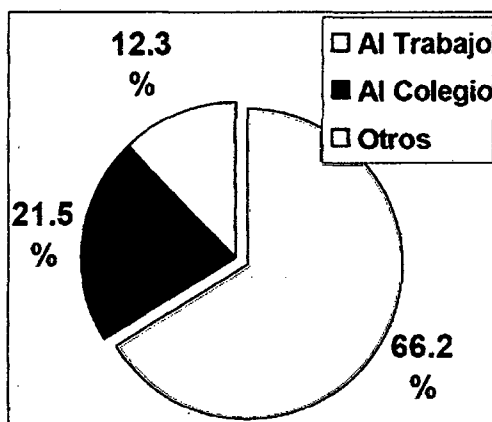


Figura 5.18 Ratio de la Composición de los Motivos de Viaje

Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

(2) Frecuencia de Uso del Transporte Público

La Figura 5.19 muestra una composición del ratio de frecuencia del transporte público por semana, que consiste en “1-2 veces”, “2-3 veces”, “4-5 veces” y “todos los días”. El ratio de pasajeros que toman el bus todos los días es aproximadamente el 70% del total.

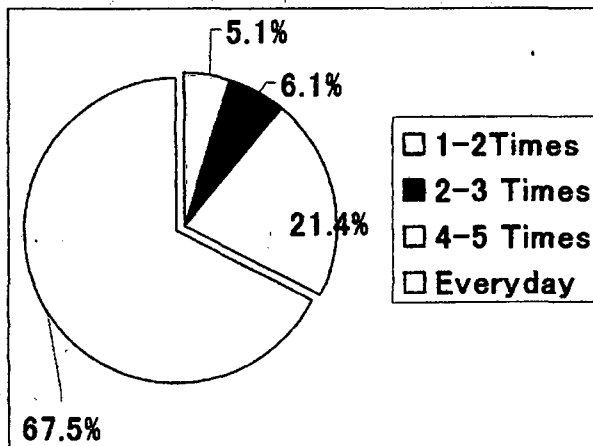


Figura 5.19 Composición del Ratio de la Frecuencia de Uso del Transporte Público

Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

(3) Tipo de Bus Utilizado con Mayor Frecuencia

La Figura 5.20 muestra el ratio del tipo de bus utilizado con mayor frecuencia, entre, Ómnibus, Microbús y Camionetas Rurales. En toda el área del estudio, las Camionetas Rurales ocupan el ratio más alto, 41% del total, seguido por Microbuses (36%) y Ómnibus (24%). En el área occidental (principalmente Callao), el uso de la Camioneta Rural es más popular que en otras áreas. La cifra alcanza aproximadamente el 55% del total. Esto se debe al hecho que la Camioneta Rural en el Callao opera en mayores áreas. El centro se ubica en un nivel bajo de 25% en el ratio de la Camioneta Rural.

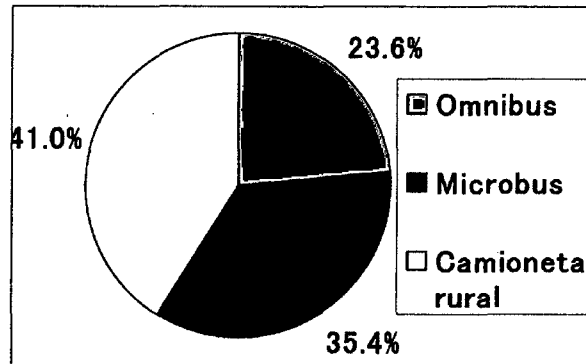


Figura 5.20 Ratio de Composición de Tipo de Buses Utilizado Con Mayor Frecuencia
Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

(5) Uso de Otro Transporte Público

La Figura 5.21 muestra un ratio de composición de otros usos de transporte público cuando los pasajeros no utilizan buses. Como se puede observar, el Colectivo ocupa el ratio más alto de 45% del uso total en toda el área. El segundo ratio más alto es el taxi. Su cifra es aproximadamente 30%. En el área Centro, el uso del Colectivo disminuye ligeramente a 42% (de 45% en toda el área), mientras que el uso del taxi aumenta considerablemente hasta aproximadamente 35% (desde 30% en todo el área).

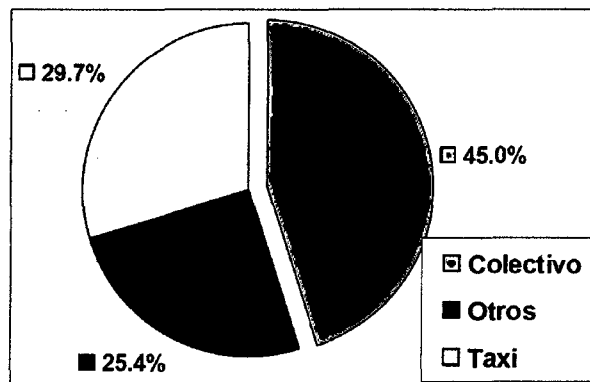


Figura 5.21 Ratio de Composición de Otros Usos de Transporte Público
Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

CAPITULO 06

ELECCIÓN DE CORREDORES ESTRUCTURANTES DE TRANSPORTE PÚBLICO

6.1 DEMANDA FUTURA DE VIAJES

6.1.1 Modelo de Demanda de Viaje

En el estudio para el Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005, el cual se toma como base, se utilizó el modelo de demanda de viaje urbano conocido como el “Método de Cuatro Etapas”. El método es utilizado para predecir:

- (1) El número de viajes realizados dentro del Área del Estudio por propósito.
- (2) Par origen-destino (OD) zonal.
- (3) El modo de viaje utilizado para realizar estos viajes.
- (4) Las rutas tomadas por estos viajes en la red de transportes.

La elección modal se realiza en base al tiempo de viaje o el costo de viaje en la ruta hacia el destino.

El modelo está compuesto por los rangos de Estrato de los hogares, por propósito de viaje y por modo correspondiente a cada paso. El Estrato está estrechamente relacionado con el nivel de ingresos. Un hogar de un Estrato más elevado tiene un alto ingreso y un alto ratio de propiedad vehicular. El número de viajes diarios para los miembros del Estrato alto es mayor que en el Estrato bajo, lo cual significa que los viajes no motorizados y el ratio de los viajes por pasajero en automóvil en comparación con todos los viajes motorizados del Estrato alto son considerablemente más altos que en el Estrato bajo. En el Estudio del Plan Maestro, para poder considerar las características de viaje por el nivel de Estrato, se preparó el modelo de demanda de viaje por nivel de Estrato, en base a las 446 zonas de tránsito, en la cual 427 zonas se encuentran dentro del área del estudio y 19 zonas fuera de esta área.

Las clasificaciones de los niveles de Estrato para los hogares, propósitos de viaje y modos de transporte se muestran a continuación.

- 1) Clasificación de hogares en los niveles de Estrato
 - a) Estrato A y B: grupo de mayores ingresos familiares
 - b) Estrato C: menor al grupo del Estrato A y B

- c) Estrato D: menor al grupo del Estrato C
 - d) Estrato E: grupo de menores ingresos familiares
- 2) Propósitos de Viaje
- a) Al trabajo
 - b) Al colegio
 - c) Negocios
 - d) Privado/Compras
 - e) Al hogar
- 3) Clasificación de Modos
- a) Modo Privado: Automóvil privado y Taxi
 - b) Modo Público: Bus y Vía Férrea

6.1.2 Modelo de Producción de Viajes

Este modelo sirvió para estimar la producción total de viajes para todo un área de estudio. El total de la futura producción de viajes en el Área del Estudio fue estimado utilizando la tasa de producción de los viajes (número de viajes por persona) asumiendo que la tasa sería un factor no variable en el futuro. La producción total de viajes fue estimada de acuerdo a los miembros clasificados de familias de los Estratos debido a que la tasa de producción entre cada Estrato es considerablemente diferente.

Estrato	Tasa de Producción de Viajes
Estrato-AB	2.153
Estrato-C	1.752
Estrato-D	1.470
Estrato-E	1.227

Tabla 6.1 Tasa de Producción de Viajes

Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

6.1.3 Modelo de Generación y Atracción de Viajes

El modelo de generación y atracción de viajes sirve para estimar los viajes generados y atraídos por zona, los cuales son ajustados de acuerdo con la producción total de viajes. La generación y atracción de viajes por zona se pronostica por Estrato y por propósito de viaje (exclusivo de "al hogar"). Con respecto al propósito de "al hogar", la generación de viajes se refleja como la suma total de viajes atraídos de otros propósitos, excluyendo el propósito de "negocios". Por otro lado, la atracción de viajes es la suma total de viajes generados de la misma manera.

6.1.4 Modelo de Partición Modal

La elección modal entre el automóvil privado, taxi y transporte público se pronostica después de estimar los viajes OD por todos los modos. El modelo desagregado fue empleado en el estudio para el Plan Maestro de Transporte, en el cual se desarrolló un modelo multinomial logit. En el modelo de partición modal, los modos de transporte fueron divididos en 3 modos: automóvil privado, taxi y transporte público (bus convencional, bus troncal y ferrocarril):

El modelo logit fue desarrollado en base a los datos de la encuesta de preferencia declarada (PD) en la cual se encuestó la elección modal de las personas asumiendo que modos inexistentes, como la vía férrea, operarían en el área metropolitana.

6.1.5 Modelo de Asignación de Tránsito

El ultimo paso en el método de cuatro etapas es la asignación de los flujos modales pronosticados entre cada par de origen-destino a las rutas en sí por medio de la red del modo específico. En este estudio, el modelo de asignación de tráfico tiene dos sistemas. Uno es para los vehículos privados como los automóviles y camiones, incluyendo a taxis en las vías. El vehículo privado transita en la ruta de menor distancia/tiempo escogida en este modelo. El otro es para el transporte público (bus) en rutas establecidas. Los buses están asignados a rutas fijas preparadas en el modelo. Ambos volúmenes de tráfico asignados fueron combinados en la misma red de rutas después de realizar la asignación de tráfico por separado.

1) Ocupación y Unidad Pasajero Automóvil privado (UCP) Promedio

Las matrices OD de viajes en base a personas (viaje/persona) por modo tienen que ser modificadas en unidad pasajero automóvil privado (viaje/UCP). Estas matrices OD se modificaron inicialmente en unidad en base a vehículo dividido por el número promedio de pasajeros (ocupación) y después, multiplicado por el factor UCP. La ocupación promedio y el factor UCP utilizados para la conversión se muestran en la Tabla 6.2.

Tipo de Vehículo	Ocupación Promedio	Factor UCP
Automóvil privado	1.91	1.0
Taxi	1.07	1.0
Bus	29.4	3.0

Tabla 6.2 Ocupación y UCP Promedio

Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

2) Modelo de Asignación de Tránsito para el Modo Privado

La asignación del tránsito sirve para predecir el volumen del tránsito en las vías escogidas por una distancia/tiempo mínimo de ruta. La velocidad del vehículo para seleccionar la ruta de tiempo mínima es gobernada por la relación del volumen del tránsito con la capacidad. Por lo tanto, la velocidad del vehículo está determinada de acuerdo a las curvas de velocidad-flujo que son gobernadas de acuerdo al número de carriles, flujos de un sentido y de doble sentido, y las condiciones del uso de suelo a lo largo de las vías clasificadas en el área urbana, área rural y vías no pavimentadas.

3) Modelo de Asignación de Tránsito para el Modo Público

Se escogen rutas mínimas de bus y vía férrea de entre varias rutas alternativas por par OD considerando el tiempo de espera en los paraderos de buses y estaciones cuando los pasajeros realizan transferencias en buses y trenes, y los pasajeros del transporte público son asignados en esta ruta. Este sistema de asignación se llama sistema de asignación de tránsito. En este modelo, la ruta de transporte público asignada es determinada por cada lote, de acuerdo a la frecuencia de servicio en lugar de la curva de velocidad-flujo. Cuando la frecuencia es excedida por el número asignado de tránsito de buses y tren, el transporte no se escoge en el siguiente lote.

6.2 ESTIMACIÓN DE LOS FUTUROS HOGARES POR RANGO DE ESTRATO

Como el modelo de demanda de viaje está estructurado por hogares clasificados por Estrato, se estimó el número de hogares por Estrato en el futuro. Existe una relación estrecha entre el Estrato y los ingresos familiares de acuerdo al análisis de los datos de la Encuesta Persona Viaje. Esta relación se utilizó para estimar el número de hogares por Estrato, ingresando el estimado de la futura distribución de ingresos y el número de hogares en el mismo Estrato.

Ítems	Año	Estrato				
		AB	C	D	E	Total
Población	2004	1,539,017	1,730,615	3,038,230	1,063,523	7,371,385
	2025	3,499,419	3,432,055	2,223,444	923,354	10,078,272
Composición	2004	0.21	0.23	0.41	0.14	1.00
	2025	0.35	0.34	0.22	0.09	1.00
Tasa de crecimiento/2004		2.27	1.98	0.73	0.87	1.37
Diferencia/2004		1,960,402	1,701,440	-814,786	-140,169	2,706,887

Tabla 6.3 Número de la Población (6 años o mayor) por Estrato en 2004 y 2025
Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

6.3 PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE VIAJES

6.3.1 Número Total de Viajes

La Tabla 6.4 resume los índices socioeconómicos y la demanda de viaje en 2025. El número total de viajes por día en el Área del Estudio en 2025 es aproximadamente 17.95 millones.

Item	Año	Estrato				
		AB	C	D	E	Total
Número de Viajes	2025	7,534,343	6,013,951	3,269,247	1,133,195	17,950,737
Composición	2025	0.42	0.34	0.18	0.06	1.00

Tabla 6.4 Demanda de Viajes por Estrato (Unidad: viajes/día)
Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

6.3.2 Distribución de Viajes

La Figura 6.1 ilustra las líneas de deseo por todos los propósitos para los viajes inter zonales en 2025. Como se puede ver, los fuertes flujos de viajes abarcan toda el Área de Estudio, e invaden las áreas al norte y este, de manera particularmente elevada. En comparación con las fuertes líneas de deseo, que predominan dentro del área central en 2004, los viajes OD en 2025 enlazados entre las áreas centrales y suburbanas en el margen del área del estudio aumentan considerablemente.

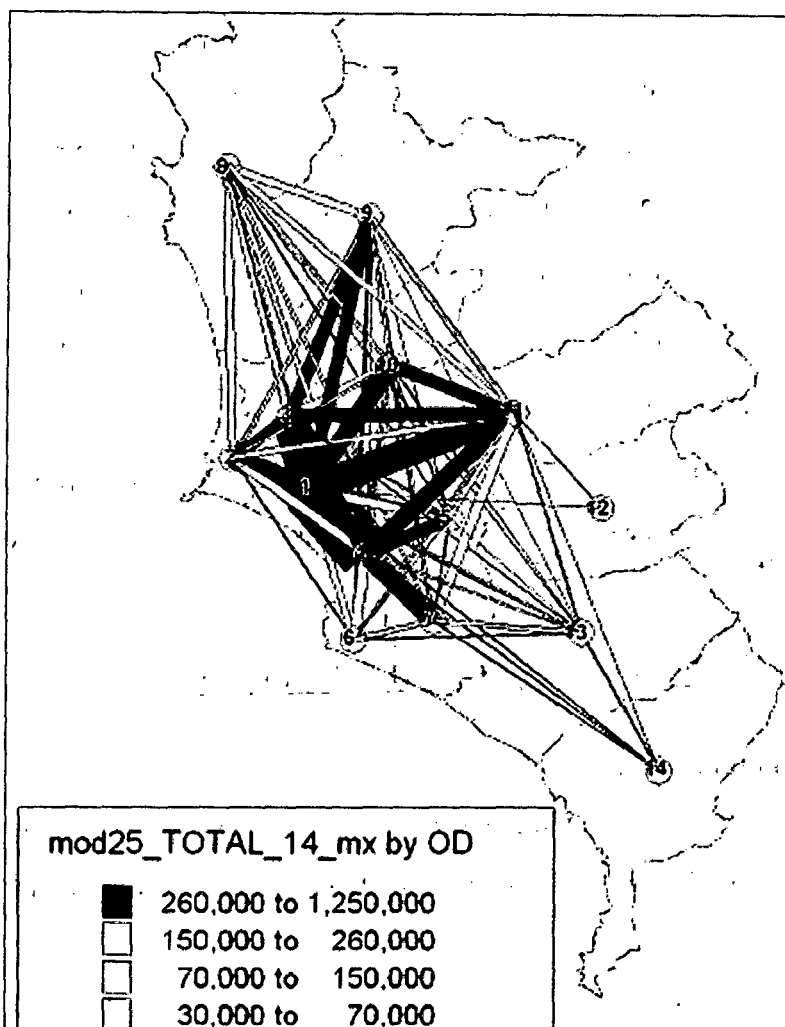


Figura 6.1 Línea de Deseo de Viaje por Todos los Propósitos en 2025
Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

6.3.3 Partición Modal

El número de viajes por tres modos, automóvil privado, taxi y transporte público, se muestra en la Tabla 6.5. En el 2025, la participación modal del automóvil privado, taxi y transporte público es del 23%, 7% y 70%, respectivamente. Los ratios de incremento de cada modo entre 2004 y 2025 son 2.2 para el automóvil, 1.4 para el taxi y 1.3 veces para el transporte público. En 2025, los viajes persona en automóvil aumentan aproximadamente 2 veces, mientras que los viajes de transporte público tienen un ratio de incremento bastante bajo, en comparación con los viajes en automóvil privado.

Viajes por Modos	Automóvil	Taxi	Público	Total
Viajes 2025	4,041,689	1,261,286	12,647,761	17,950,737
Composición	22.5%	7.0%	70.5%	100.0%

Tabla 6.5 Participación Modal de Viajes de Personas (personas/día)
Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

6.3.4 Demanda de Viaje en Transporte Público y Vías

En el Plan Maestro, la asignación del tránsito se realizó bajo las condiciones en las cuales los viajes de OD en 2025 se cargan en la red actual para revelar la demanda de tránsito en los principales corredores. Las demandas de tránsito en 2004 y 2025 se muestran en la Figura 6.2 y Figura 6.3. En estas figuras, el volumen de tránsito de cada vía, está representado por una banda ancha cuyo ancho es proporcional al volumen de tráfico asignado. Al comparar el volumen del tránsito en ambas figuras, en 2025, el ratio de volumen-capacidad de tránsito excede 1.0 en casi todas las vías. Las condiciones del tránsito en el futuro serán severas si no se realizan mejoras en la red de transportes.

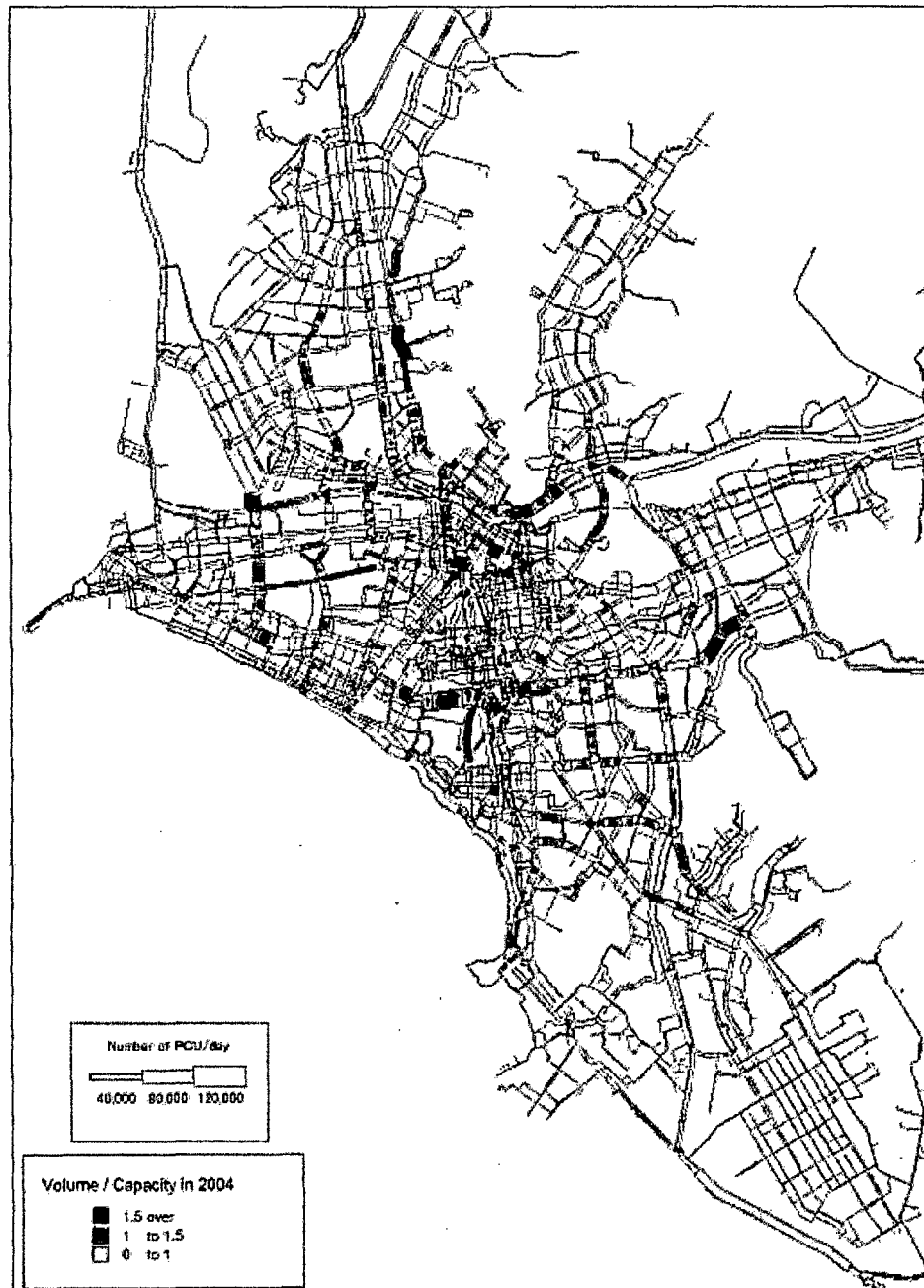


Figura 6.2 Demanda de Tránsito en las Redes Viales y de Transporte en 2004
Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

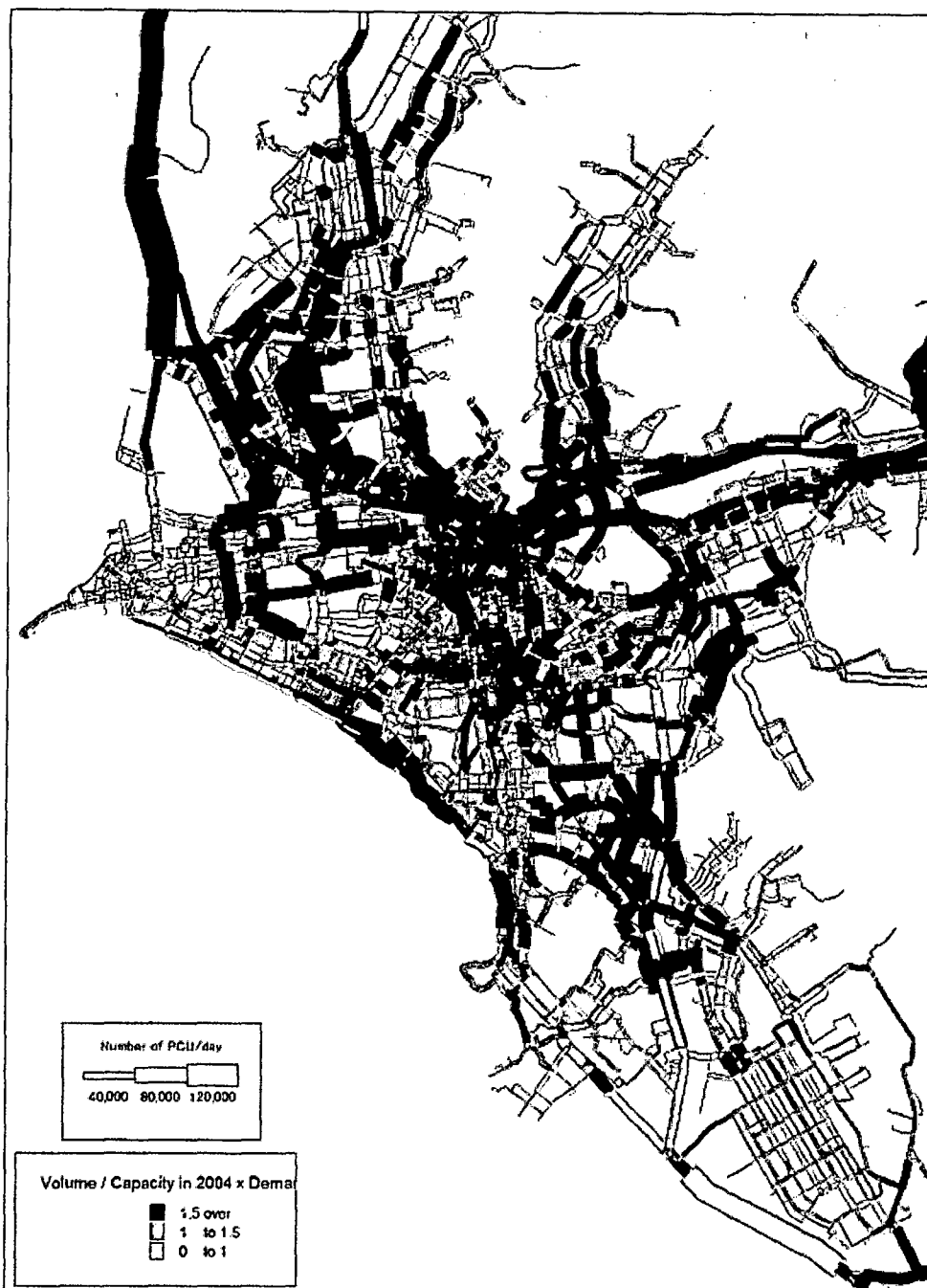


Figura 6.3 Proyección de Demanda de Tránsito en las Redes Viales y de Transporte en 2025 (Sin Proyecto)

Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

6.3.5 Matrices de Viajes OD por Hora en la Hora Pico

La estimación del sistema de tránsito rápido está basada en la demanda de viajes en la hora pico. El plan de operación de tránsito, como la frecuencia del servicio de transporte en la ruta de tránsito, necesidades operativas de la flota de transporte, instalaciones de carriles de vías de buses/trenes y paraderos de buses/estaciones de trenes, etc., se realiza en base a la demanda en la hora pico, excluyendo la evaluación económica en base a la demanda diaria.

Por lo tanto, la matriz de viajes OD en la hora pico se estimó en base a los datos de las encuestas de Personas Viajes, que tienen las horas de salida y llegada de cada viaje. Los viajes en hora pico ocurren entre las 7:00 a.m. y 8:00 a.m.

Se pronostican los futuros viajes OD multiplicando el ratio de los viajes OD en la hora pico actual en comparación con los viajes OD diarios por el futuro número de viajes OD diarios estimado en el Plan Maestro.

1) Número de Viajes en Hora Pico

El número total de viajes de personas en la hora pico de la mañana en el Área del Estudio en 2004 se estima en aproximadamente 1.10 millones incluyendo los viajes internos y externos del área del estudio. El ratio de viajes en la hora pico es de 8.7%. Un resumen de la demanda de viajes se muestra en la Tabla 6.6. Con respecto a los viajes en modos privados y públicos, el número de viajes por modo en el año 2004 para el modo público es de 820,000 y 275,000 para el modo privado (excluyendo camiones). El ratio de viajes en la hora pico en contraste con viajes diarios por modo es de 8.7 % para el modo público y 8.8 % para el modo privado.

Con respecto a la composición de modos de viaje en 2004, la participación del transporte privado y público es aproximadamente 25% y 75% en la hora pico de la mañana. Esos porcentajes son similares a los de los viajes diarios. En 2025, el número total de viajes de personas es aproximadamente 1.63 millones/hora, de los cuales 533 mil son privados y 1.10 millones son públicos. El aumento de ratio de viajes en la hora pico de 2004 a 2025 por modo es de 1.34 para el modo público y 1.92 para el modo privado.

Año	Periodo	Carro	Taxi	Privado	Público	Total
2004	Pico	153,574	121,832	275,406	820,377	1,095,783
	Día	1,772,188	1,366,240	3,138,428	9,395,779	12,534,207
	Ratio	8.7%	8.9%	8.8%	8.7%	8.7%
2010	Pico	201,610	124,810	326,420	885,598	1,212,018
	Día	2,352,520	1,426,574	3,779,095	10,109,118	13,888,213
	Ratio	8.6%	8.7%	8.6%	8.8%	8.7%
2025	Pico	358,765	171,091	529,856	1,097,912	1,627,768
	Día	4,042,874	1,940,371	5,983,245	12,685,983	18,669,228
	Ratio	8.9%	8.8%	8.9%	8.7%	8.7%

Tabla 6.6 Futura Demanda de Viaje en la Hora Pico

(Unidad: Viajes /Personas)

Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

2) Generación y Atracción de Viajes en la Hora Pico

La atracción de viajes en 2004 y 2025 en las áreas comerciales centrales, es mucho mayor que la generación en las mismas zonas, mientras que otras zonas alrededor, áreas residenciales, muestran que la generación de viajes es bastante mayor que la atracción. Esto indica que casi todos los pasajeros de buses se concentran en las áreas comerciales centrales, zonas mencionadas anteriormente, por medio del transporte público.

6.4 ANÁLISIS DE LA RED DE TRANSPORTE

6.4.1 SITUACION DEL TRANSPORTE PUBLICO

1) Ruta de Buses

Hay demasiadas rutas de buses en el área de Lima y Callao: 574 rutas en 2004. La distancia promedio de las rutas de buses en Lima es aproximadamente 64 km en un viaje ida y vuelta. El ratio de rutas que excede 80km en la ruta ida y vuelta con respecto al número total es aproximadamente 24%, siendo la distancia máxima de una ruta, 163km.

En general, se dice que distancias de rutas cortas tienen una mejor eficiencia operativa. Desde este punto de vista, la eficiencia operativa empeora en Lima. La configuración de las rutas de buses permite que sus pasajeros lleguen a varios destinos sin realizar transferencias en las áreas suburbanas. Como resultado, el número de rutas de buses aumenta. Además, las empresas son obligadas a operar bajo una severa competencia con otras empresas.

2) Empresas de Buses

El número de buses, taxis y colectivos en operación es alto y éstos se concentran en las principales vías. Estas condiciones causan una severa competencia entre las empresas de transporte. La empresa y el dueño del bus pertenecen a diferentes organizaciones. El dueño del bus tiene una flota de dos o tres buses, y lo opera después del pago de una tarifa de operación a la empresa. La empresa de buses obtiene beneficios de la Cuóta en vez de las ganancias de los buses. Esto se debe a que la tarifa es baja y es difícil aumentarla debido a la libre competencia.

3) Cambio hacia Buses Pequeños

De acuerdo al número de buses registrados desde 2001, el número de Ómnibus (bus ordinario) se reduce en 10% por año. Como la antigüedad de los Ómnibus es alta, los Ómnibus se venden como chatarra año tras año y son remplazados por los Microbuses y otros buses pequeños.

4) La Antigüedad de los Buses

En Lima, las edades promedio de los Omnibuses, Microbuses y Camionetas Rurales son aproximadamente de 20 años, 18, y 15 años, respectivamente. Los omnibuses, utilizados por más de 15 años conforman el 78% del total, los Microbuses y Camionetas Rurales alcanzan 68% y 53%, respectivamente.

Como resultado de estas situaciones, las condiciones ambientales empeoran. Es severa especialmente, la contaminación del aire y del ruido, aunque existan estándares ambientales, éstos no son controlados.

5) Taxi

Los taxis que operan en Lima pueden ser autorizados y no autorizados. Las condiciones de operación del taxi no autorizado como el número de viajes, distancia de viaje, y horas de trabajo, son similares a las del taxi autorizado. En la hora pico de la mañana, aproximadamente 30% del volumen total de vehículos en las principales vías son taxis. El ratio de taxis autorizados y no autorizados que operan en las vías es aproximadamente 1 a 2. El taxi es utilizado para varios propósitos de viaje en comparación con el bus, que es utilizado para un propósito especializado: "al trabajo y al colegio". Aproximadamente 26% del total de taxis se encuentran vacíos, sin pasajeros en la mañana. Aunque el volumen de taxis en las calles es alto, el ratio de taxis vacíos no es alto. Esto demuestra que el taxi es utilizado por muchas personas en el área metropolitana.

6) Colectivo

El Colectivo funciona como un taxi con ruta fija parecido al bus, y opera en las principales rutas de buses en competencia con éstos. Principalmente se utilizan vehículos station wagon. Las condiciones de operación como las horas de trabajo, patrón de trabajo y tipo de posesión son similares a las del taxi. La ventaja del

Colectivo en comparación con el transporte de bus es que brinda una rápida operación y los pasajeros van sentados. En los motivos por usar el Colectivo, el principal motivo es que es más rápido que el servicio de bus. El Colectivo es usado para propósitos especializados: “al trabajo y al colegio” en la hora pico de la mañana. Es igual que el bus. El pasajero utiliza el Colectivo para viajes de mediana distancia, el bus para viajes largos y el taxi para viajes cortos. Como resultado, el Colectivo compite completamente con el transporte de bus en el viaje mediano.

7) Moto-taxi

Dentro de los suburbios de Lima y Callao, el servicio de moto-taxi opera como un paratransito. El moto-taxi es un taxi motocicleta con tres llantas y espacio para dos pasajeros en la parte posterior.

Generalmente un Moto-taxi es utilizado para varios propósitos en comparación con el bus y Colectivo, que son utilizados para propósitos especializados: “al trabajo y al colegio” en la hora pico de la mañana. El tiempo de viaje es corto, de 10 minutos o menos. El moto-taxi es utilizado como una alternativa al caminar.

8) Tren

A la fecha se cuenta con un tramo de la línea 01 del tren (Villa El Salvador – San Juan de Lurigancho), cuyo largo es de 10.2km, está compuesta por 7 estaciones y un centro de operaciones, está preparado pero sirve para operaciones limitadas durante los fines de semana. Actualmente, el MTC se hizo cargo de la extensión de la vía férrea, que llegará hasta la Av. Grau, y se encuentra en construcción.

En el futuro, la población en el área metropolitana de Lima continuará creciendo y llegará a aproximadamente 11 millones. Por consiguiente, la demanda de viajes aumentará aproximadamente 1.47 veces, de tal manera que el sistema de transporte público actual excederá su capacidad tarde o temprano.

6.4.2 PLANEAMIENTO DEL TRANSPORTE PÚBLICO

1) Necesidad de un Sistema de Transporte Masivo

El área metropolitana ha experimentado un crecimiento continuo en la población y el empleo. Las proyecciones al año 2025 indican que la tendencia se acelerará, resultando en un aumento de la población, hogares, empleo y viajes vehiculares de 1.47 veces, en contraste con 1.37 veces en la población. La demanda de viaje de los modos de transporte público y privados aumentará aproximadamente 1.3 y 2.1 veces, respectivamente.

Aunque se anticipa que la demanda de transporte público aumente en el futuro, se proyecta que la participación del transporte público disminuirá levemente, de 77% en 2004 a 70% de todos los viajes en 2025. Esto se debe principalmente al hecho que también se anticipa el crecimiento del número de viajes realizados por los vehículos privados. Este crecimiento general de los viajes en vehículos privados tiende a aumentar la demanda de vías e instalaciones de estacionamiento mayores y más amplios. Es reconocido que aumentar la capacidad vial es difícil debido a las restricciones físicas, y es no deseable debido a los impactos ambientales, de uso de suelo, y vecinales.

Por lo tanto, con el crecimiento de los viajes de los modos de transporte público y privado agregados a los ya congestionados corredores, un sistema de transporte masivo será la principal opción para aumentar la movilidad utilizando la vialidad existente.

Existen dos opciones principales para los sistemas masivos de transporte: el tren, que tiene una alta capacidad, pero un alto costo, y las vías troncales de buses, que tiene una buena capacidad de carga, flexibilidad y es económico de instalar. En el presente estudio, se propone un nuevo transporte público rápido que incluye sistemas de transporte en buses troncales y en trenes, bajo una política prioritaria del transporte público. Estas alternativas del sistema de transporte masivo son propuestas en los principales corredores de transporte, de acuerdo a la futura demanda de viajes. Esas alternativas brindan un buen rendimiento del transporte, como la reducción del tiempo de viaje, una tarifa razonable y un viaje cómodo.

2) Estrategia de Planeamiento

Brindar un sistema de transporte público rápido, económico y confiable

La demanda de los pasajeros excederá la oferta de buses en el sistema actual tarde o temprano, especialmente en las horas pico. Los buses actuales no son cómodos para viajar. Para poder desviar a los propietarios de los carros al transporte público, es necesario mejorar el nivel de servicio por medio de medidas concretas.

Por lo tanto, se propone un nuevo sistema de transporte público rápido para mejorar la velocidad comercial y la frecuencia de servicio. Bajo el sistema de transporte público propuesto, será posible reducir el número de buses actualmente en operación y mejorar la eficiencia de la operación desde el punto de vista económico. Además, es indispensable mantener la puntualidad de los buses o los trenes con operaciones a tiempo desde el punto de vista de confiabilidad.

3) Estrategia de Planeamiento

La dirección de planeamiento incluye los siguientes ítems:

- a) Operar el transporte masivo y mejorar la operación actual de buses con rutas de integración.
- b) Construir infraestructura de transporte masivo para el sistema troncal de buses, como vías segregadas de buses, paraderos y terminales, y para el sistema de trenes tales como vías férreas, estaciones y patios.
- c) Introducir un sistema integrado de tarifas.
- d) Organizar una unidad de operación de buses para resolver la gran competencia y poca rentabilidad.
- e) Fortalecer el control del transporte público por medio de la administración.

6.5 REDES VIALES

6.5.1 CONDICIONES VIALES EXISTENTES

Las vías existentes desde el punto de vista normativo se encuentran clasificadas en cuatro (4) categorías, que son Vía Expresa, Vía Arterial, Vía Colectora, y Vía Local.

El número de carriles en la red vial existente se muestra en la Figura 6.4. La sección transversal de la Vía Expresa, que es el Paseo de la República, contiene 2 carriles para el

servicio exclusivo de buses, y 6 carriles para el tránsito privado de alta velocidad. Adicionalmente cuenta con vías de servicio de dos carriles cada una.

El número de carriles de casi todas las Vías Arteriales, incluyendo la Panamericana, Av. Javier Prado, y Av. Túpac Amaru, se han construido con 4 a 6 carriles en ambos sentidos, con veredas en ambos lados.

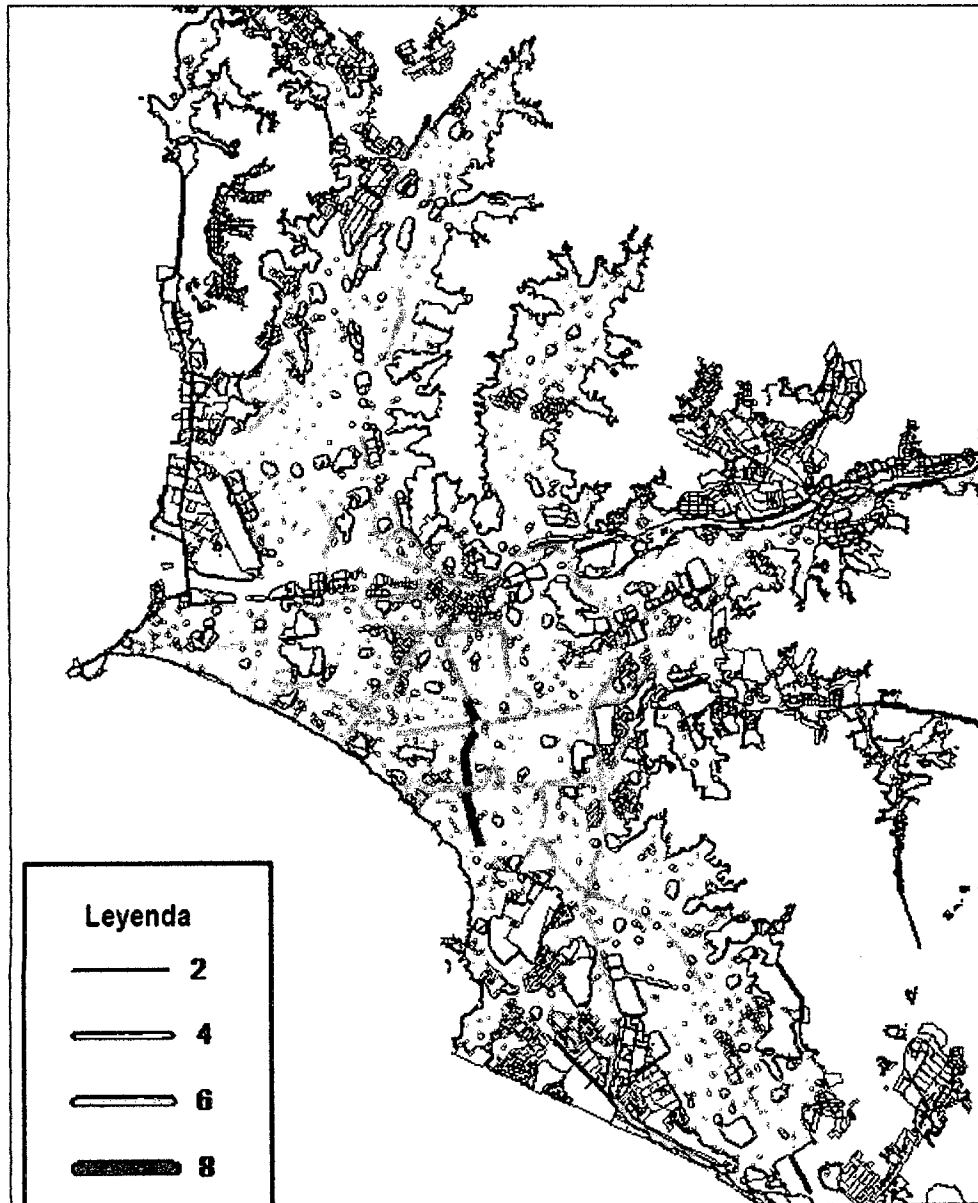


Figura 6.4 Red Vial Existente por Número de Carriles

Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

Como resultado de la encuesta completa de reconocimiento, y varias encuestas de tránsito y transporte efectuadas en el Plan Maestro, se observa que las vías congestionadas con el mayor tránsito se encuentran ubicadas en las vías troncales radiales y anillos viales troncales, especialmente aquellas que se indican a continuación tienen la mayor congestión del tránsito.

- a) Av. Panamericana Norte
- b) Av. Panamericana Sur
- c) Carretera Central
- d) Av. Aviación
- e) Av. Paseo de la República
- f) Av. Túpac Amaru
- g) Av. Independencia
- h) Av. Javier Prado

El área con la mayor congestión de tránsito es el área central de Lima, en especial la franja vial comprendida por la Av. Abancay, Av. Tacna y Av. Alfonso Ugarte. La gran congestión de tránsito en esta área ocurre durante todo el día. La segunda área con mayor congestión es la Av. Javier Prado. Las vías troncales existentes ubicadas en estas áreas deberían ser reforzadas.

6.5.2 CONSIDERACIÓN AMBIENTAL

Las condiciones de la contaminación ambiental en el área Metropolitana de Lima y Callao empeoran diariamente de acuerdo al aumento del tránsito y las consiguientes congestiones. Se debe realizar un plan vial para asegurar la reducción de la congestión del tránsito en la red vial arterial. Para disminuir la contaminación ambiental, se han examinado los siguientes aspectos.

- Crear una red vial efectiva
- Completar los tramos aún no construidos de la red vial.
- Mejorar las intersecciones con alta congestión de tránsito.

Existe un importante patrimonio cultural en el área Metropolitana de Lima y Callao. Por ello, cualquier intervención de mejoramiento vial dentro de los espacios históricos y monumentales debe considerar la intangibilidad de éstos, manteniendo la traza vial original.

6.5.3 FUTURO PLAN DE LA RED VIAL

El futuro estudio del plan vial se realiza en función a las siguientes cuatro consideraciones.

1) Características del Tránsito

Está concentrada en el área central de Lima. Gran parte de las actividades económicas, culturales y políticas del Perú, y la red de transporte y tránsito también se encuentra concentrada en estas áreas. Específicamente, el transporte de carga proveniente del Puerto del Callao y el Aeropuerto Internacional hacia otras ciudades pasa por las áreas urbanas (y residenciales). En el futuro, el plan vial deberá considerar mejorar el sistema de transporte de carga.

2) Demanda del Tránsito

De acuerdo a los resultados del estudio del Plan Maestro, el gran volumen del tránsito (más de 50,000 vcp/día) está concentrado en las vías radiales y en los anillos viales arteriales. Específicamente, el gran volumen del tránsito se encuentra asignado a las siguientes vías principales.

- a) Vía Periférica en el ámbito de Lima
- b) Vía Periférica en el ámbito del Callao
- c) Autopista Ramiro Priale
- d) Av. Panamericana Norte
- e) Av. Canta - Callao
- f) Av. Néstor Gambetta
- g) Av. Elmer Faucett
- h) Av. Javier Prado
- i) Av. Universitaria
- j) Av. Próceres de Independencia - Av. Grau

3) Respecto a la Efectividad de la Red Vial

La red vial existente está compuesta básicamente por vías radiales y anillos viales, sin embargo, la red vial funcional aun no se ha completado. Para crear la red vial funcional y efectiva, se debe crear una red completamente funcional.

6.5.4 ASIGNACIÓN DEL VOLUMEN DEL TRÁNSITO EN LA FUTURA RED VIAL

Esta futura red vial está examinada en función a los resultados del estudio de la asignación del tránsito. El resultado del volumen del tránsito en 2025 en la futura red vial se muestra en la Figura 6.5.

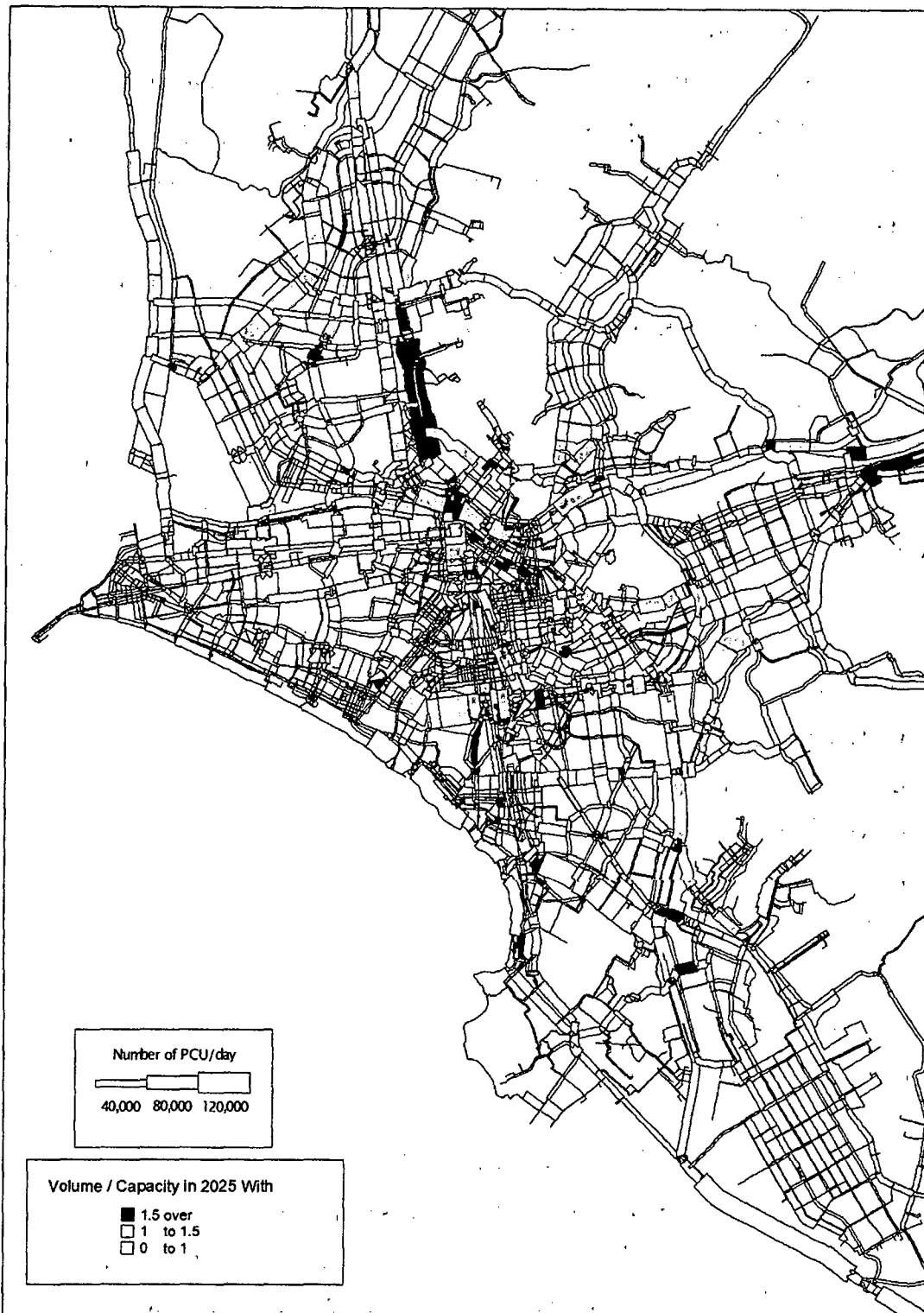


Figura 6.5 Volumen de Tránsito en la Futura Red Vial (2025)

Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

6.5.5 VERIFICACIÓN DE LA FUTURA RED VIAL

La futura red vial del Plan Maestro de Transporte Urbano a 2025 para el Área Metropolitana de Lima y Callao ha sido verificada en función a los siguientes puntos de vista.

1) Desde el Punto de Vista de la Red Vial

La futura red vial funcional está formada por Vías Expresas Nacionales / Regionales, Vías Expresas Sub-regionales, Vías Expresas Metropolitanas, Vías Arteriales y Vías Colectoras.

La futura red vial está formada básicamente por la red vial radial troncal y la red vial del anillo troncal. La red vial del anillo troncal consiste de cuatro (4) anillos viales como el anillo vial interno (pasando por la Av. Grau), el primer anillo vial (pasando por la Av. Javier Prado), el segundo anillo vial (pasando por la Av. Angamos), y el anillo vial externo (nueva construcción vial). Por otro lado, la red vial radial troncal consiste en un eje de cuatro (4) direcciones de tránsito ubicados en la dirección norte (Av. Panamericana, Av. Túpac Amaru, y Av. Gambetta), la dirección este (Carretera Central y Autopista Ramiro Priale), la dirección sur (Av. Panamericana, Av. Aviación, y Av. Paseo de la República), y la dirección oeste (Lima y Callao).

2) Desde el Punto de Vista de la Demanda de Tránsito

En función a la asignación de la futura demanda de tránsito en la red vial, se examina el número de carriles requerido en las principales vías arteriales, como se muestra en la Tabla 6.7. Se estima que el número de carriles requerido se compara con el volumen y la capacidad del tránsito al 2025. Como resultado de examinar el número de carriles requeridos, la futura red vial debe asegurar la futura demanda del tránsito.

El volumen del tránsito en las principales vías casi llegará a su capacidad máxima en el 2025. Por lo tanto, se debe introducir un sistema de transporte rápido masivo para asegurar el flujo continuo, y para reducir la congestión del tránsito. Sin embargo, el volumen proyectado del tránsito en la vía que se conecta con Puente Piedra-San Juan de Lurigancho- Ate- Pachacámac- San Bartolo (Vía Peri Urbana) es muy reducido con alrededor de 10,000 a 15,000 vcp / día en ambas direcciones. Esta vía requerirá 2 carriles en el año 2025.

Nombre de la Vía	Volumen del Tránsito (2025) (vcp/día)	Capacidad Por Carril (vcp/día/carril)	No. de Carriles Planeados	No. de Carriles Requeridos
Vía Periférica de la Sección de Lima	65,000-95,000	15,000	6	6
Vía Periférica de la Sección del Callao	58,000	15,000	6	4
Autopista Ramiro Prialé	74,000	15,000	4	6
Av. Panamericana Norte	100,000	18,000	6(10)	6
Av. Canta- Callao	98,000	18,000	6(10)	4
Vía Peri Urbana de Puente Piedra – Lurigancho	14,000-16,000	15,000	6	2
Vía Peri Urbana de Lurigancho-Ate	20,000	15,000	6	2
Vía Peri Urbana de Ate-Pachacámac	13,000	15,000	4	2
Vía Peri Urbana de Pachacámac	23,000	15,000	6	2
Vía Peri Urbana de Pachacámac-San Bartolo	10,000	15,000	6	2
Av. La Costa Verde de Lima	110,000	18,000	6(10)	6
Av. La Costa Verde de Callao	75,000	18,000	6(10)	6
Extensión de Av. Paseo de la República al Sur	150,000	18,000	6(10)	8
Av. Néstor Gambetta	79,000	18,000	6(10)	6
Av. Elmer Faucett	110,000	18,000	6(10)	8
Av. Javier Prado	150,000	18,000	6(10)	8
Extensión de Av. Paseo de la República al Norte	120,000	18,000	8(12)	8
Av. Universitaria	67,000	15,000	4(8)	4
Av. Próceres de Independencia- Av. Grau	53,000	15,000	4(8)	4

Tabla 6.7 Número de Carriles Requerido en las Principales Vías

Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

CAPITULO 07

DEFINICION DE LAS TECNOLOGIAS DE TRANSPORTE A IMPLEMENTAR

7.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE

Se debe distinguir entre lo que es la operación del transporte y el servicio de transporte. En el primer caso, se entiende por operación del transporte el punto de vista del prestatario de transporte en el que se incluye el establecimiento de horarios, la asignación de jornadas de trabajo o roles, la supervisión y operación diaria de las unidades de transporte, la recolección de las tarifas y el mantenimiento mismo del sistema. Por otra parte, se entiende por servicio de transporte la forma en que el usuario cautivo, eventual y potencial ve el transporte e integra conceptos tales como la calidad y cantidad del servicio, la información que se le proporciona, entre otros aspectos. Se conciben cuatro características que permiten distinguir y comparar diferentes sistemas de transporte entre sí y el paquete seleccionado será aquél que muestre una mejor combinación de estas características, las cuales son:

7.1.1 Desempeño del sistema

Por esta característica se entiende la forma en que se desarrolla el sistema de transporte y está definido su desempeño por varios conceptos, entre los que se encuentran:

- la cantidad de unidades que prestan el servicio de transporte durante un periodo de tiempo o frecuencia de servicio;
- la velocidad de viaje que experimentan los usuarios a bordo de una unidad o velocidad de operación;
- el porcentaje de llegadas a tiempo dentro de un margen aceptable o confiabilidad del servicio;
- la uniformidad de salidas de las unidades de transporte o regularidad del servicio;
- la seguridad del sistema en función del número de accidentes por año o kilómetro;
- el número máximo de espacios (capacidad ofrecida) o usuarios (capacidad utilizada) que las unidades de transporte pueden llevar a través de un punto durante un determinado periodo de tiempo o capacidad de línea;

- el producto de la velocidad de operación y la capacidad de línea, el cual integra un elemento básico que afecta al usuario (la velocidad) y otro que afecta al operador (la capacidad) y que permite comparar diversos medios de transporte o capacidad productiva;
- la productividad, la cual relaciona la cantidad producida y su unidad de insumo, como puede ser los vehículos-km entre una unidad de trabajo o una unidad de costo;
- la utilización de un sistema, en la cual se relaciona la producción y el insumo pero con unidades iguales o similares, como lo pueden ser persona-km entre espacio-km.

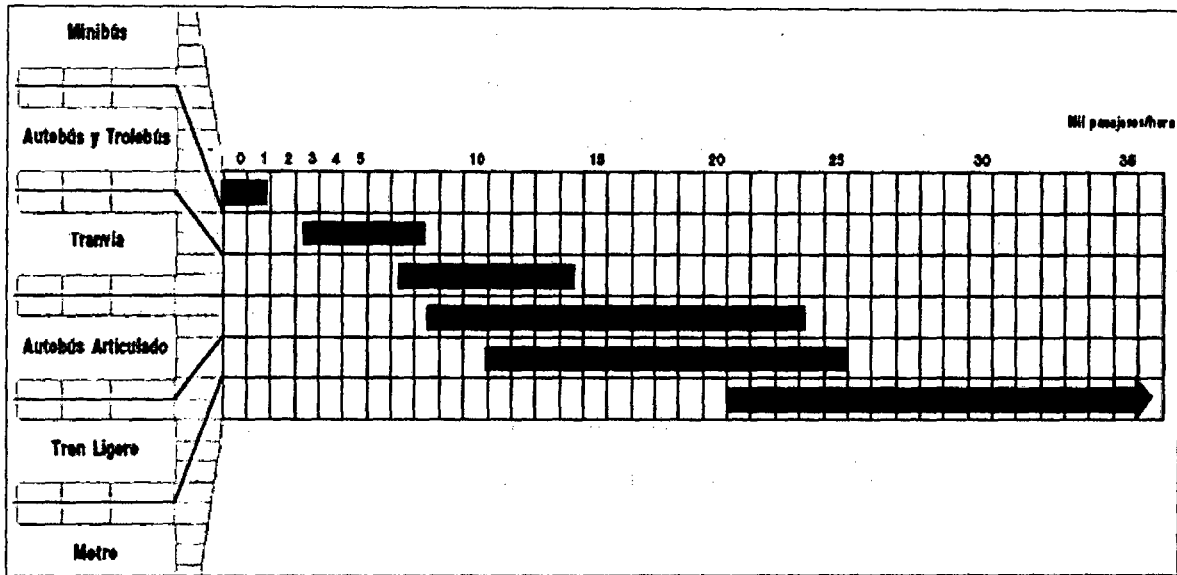


Figura 7.1. Niveles de capacidad para diferentes tecnologías.
Fuente: Libro Transporte público – Angel Molinero

7.1.2 Nivel de servicio

Esta categoría es una medida general que integra a todas las características del servicio de transporte que afectan al usuario. Este concepto es por mucho mas complejo que el utilizado en el caso de las vialidades ya que incluye aspectos del desempeño que afectan al usuario como lo son los relativos a la velocidad de operación, a la confiabilidad y a la seguridad del sistema.

A su vez, aspectos referentes a la calidad del servicio tales como: la cobertura adecuada de la red, la limpieza y estética de las unidades, los itinerarios convenientes y publicados, los vehículos adecuados y la presencia de servicios rápidos, frecuentes y confiables son aspectos que permiten lograr mejores niveles de servicio. Se debe tener presente que la velocidad se encuentra influenciada no solamente por el número de usuarios que utilizan una ruta de transporte sino en un mayor grado por la frecuencia de paradas y tiempos de abordaje, las interferencias del tránsito y el diseño y confinamiento del derecho de vía. Finalmente, otro aspecto que indirectamente afecta el nivel de servicio que se presta es el nivel tarifario que se presenta en el sistema.

Desde un punto de vista de la capacidad existen dos aspectos relativos al nivel de servicio que deben considerarse: uno es el número de pasajeros por unidad de transporte y el otro es el número de vehículos por hora, los cuales deben ser reflejados por los criterios relacionados de la capacidad con los niveles de servicio. La Figura 7.2 muestra la naturaleza bidimensional del problema de la capacidad del transporte público urbano.

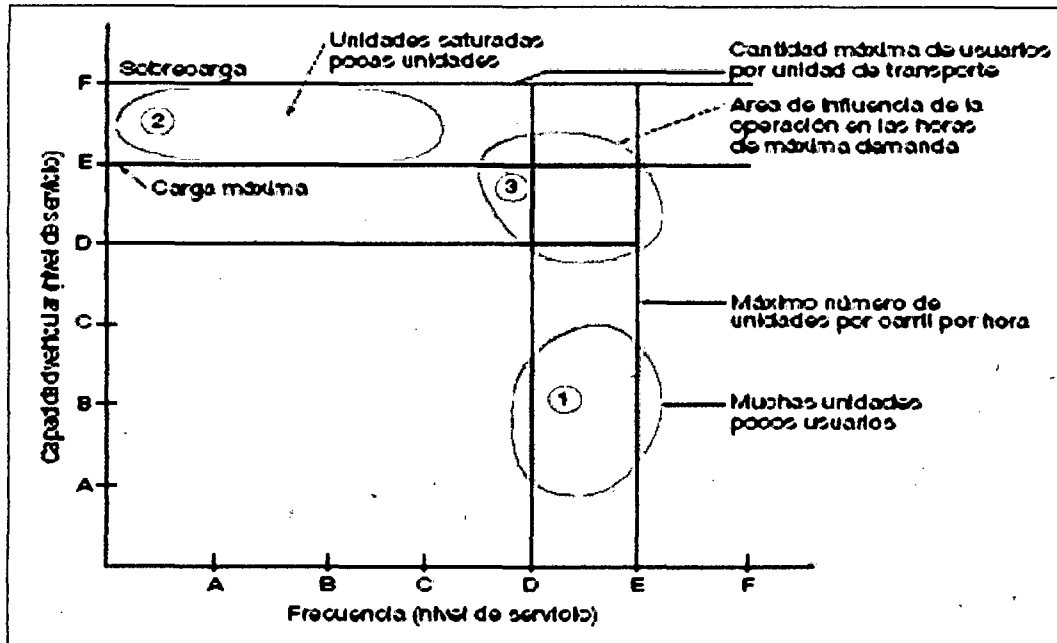


Figura 7.2. Naturaleza bidimensional de los niveles de servicio de transporte público.
Fuente: Highway Capacity Manual. Washington D.C., 1986

El nivel de servicio para el diseño de los transportes públicos se ubica en el punto donde se operan un gran número de unidades cada una de ellas con niveles de carga cercanos a la saturación.

7.1.3 Impactos

Los impactos de un sistema de transporte son los efectos que el servicio de transporte tiene en su entorno y dentro del área de servicio que cubre. Estos impactos pueden ser a corto plazo como lo son la reducción del congestionamiento de las vialidades, los cambios en la emisión de contaminantes o en los niveles de ruido o en la estética misma de las unidades de transporte. A su vez, pueden ser impactos de largo plazo cuando afectan el valor del suelo o promueven el cambio en las actividades económicas o urbanas así como la forma física de una ciudad. Su impacto puede darse a su vez en el medio social.

La tabla 7.1 muestra una aproximación general de los impactos ambientales (emisiones, ruido, visual y seguridad) que generan diferentes tipos de sistemas de transporte.

MEDIO DE TRANSPORTE	CONTAM. DEL AIRE	RUIDO	IMPACTO VISUAL	SEGURIDAD
Autobús en tránsito mixto (C)	mala	regular	buena	regular
Autobús en carriles preferenciales (B)	regular	regular	buena	regular
Autobús en carriles exclusivos (A)	buena	buena	buena	buena
Tranvía	excelente	regular	regular	regular
Tren ligero	excelente	regular	regular	buena
Metro superficial	excelente	mala	mala	mala
Metro elevado	excelente	mala	mala	excelente
Metro subterráneo	excelente	excelente	excelente	excelente

Tabla 7.1. Impactos producidos por los medios de transporte público.

Fuente: Alan Armstrong-Wright. Urban Transit Systems, World Bank Technical Paper, 1986.

7.1.4 Costos

En forma general, los costos de inversión o de capital, se refieren a la construcción o la realización de cambios permanentes en el aspecto físico del sistema y los costos de operación, que son los que se deben al funcionamiento diario del sistema.

Estos varían considerablemente entre un sistema de transporte y otro. Así por ejemplo, los costos de operación que predominan en los sistemas de autobuses que operan en tránsito mixto presentan usualmente una relación de 5 a 1 mientras que en el caso de metros los costos de capital predominan con una relación de 1 a 4. Asimismo, los costos de operación se ven afectados por los salarios, energía y materiales los cuales varían considerablemente. Los costos de capital están relacionados íntimamente con las vidas útiles de los vehículos y de la infraestructura, pudiendo ir de 7 a 15 años para autobuses; hasta 30 años para el material rodante y 100 años para túneles.

Estas variaciones y diferencias deben ser consideradas al calcular costos comparativos. La relación costo-efectividad de los distintos sistemas puede ser comparada al expresar los costos totales en términos de pasajeros-kilómetros.

7.2 COMPARACIÓN DE LOS MEDIOS DE TRANSPORTE

Si se comparan las frecuencias máximas que pueden ofrecer los medios de transporte urbanos contra la capacidad de la unidad de transporte se observa un decrecimiento de las frecuencias conforme las capacidades de la unidad de transporte se incrementan. Esto se observa en la Figura 7.3 en donde las mayores frecuencias se logran en los automóviles de baja capacidad bajo diferentes condicionantes. Las frecuencias decrecen conforme la capacidad del vehículo crece. El producto de la frecuencia y la capacidad del vehículo da como resultado la capacidad de línea.

Por otra parte, si relacionamos la velocidad de operación con la capacidad de línea antes obtenida se tiene el automóvil presenta altas velocidades, pero capacidades de línea bajas. A su vez, las distintas formas de transporte público incrementan su velocidad conforme se incrementa la capacidad de línea, teniéndose el caso de los sistemas de superficie con velocidades bajas y capacidades regulares mientras que los sistemas férreos se obtienen capacidades y velocidades altas.

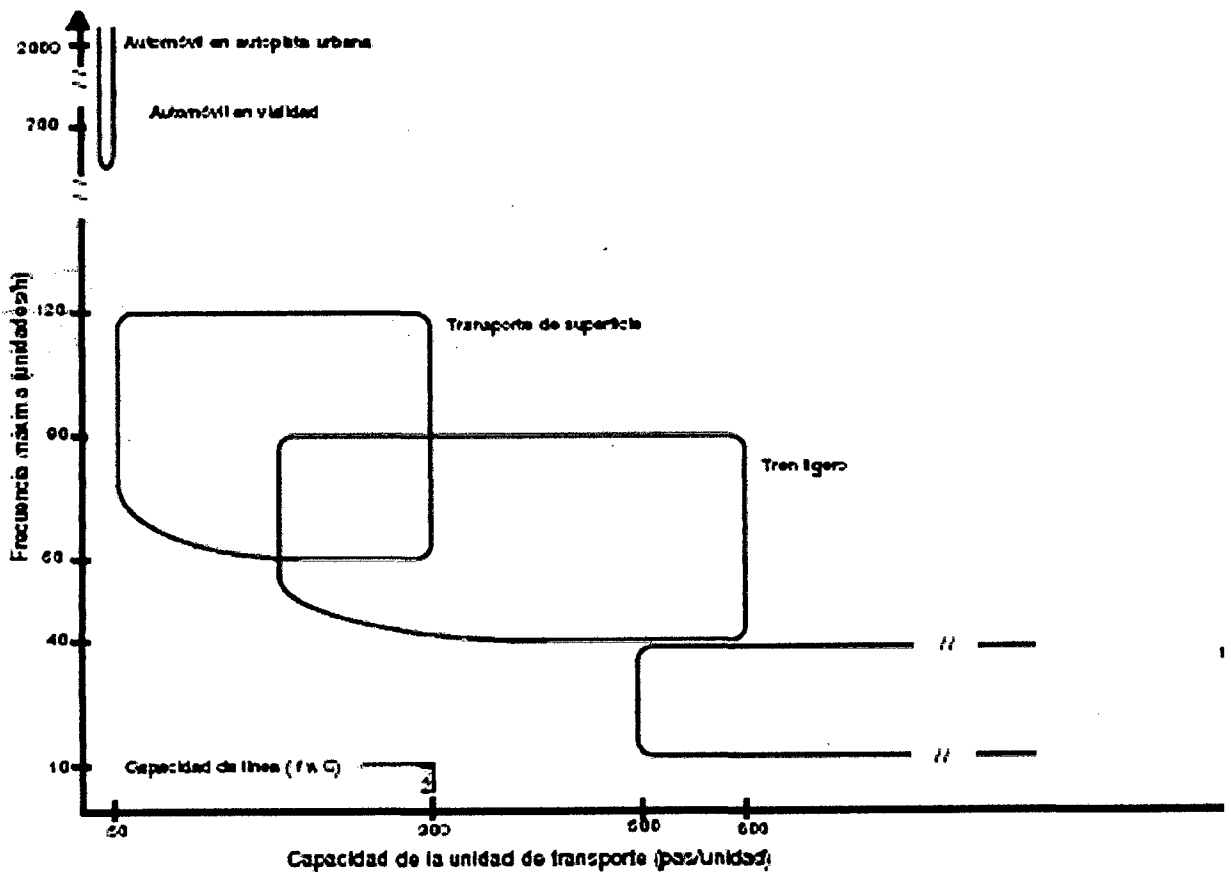


Figura 7.3. Frecuencia vs capacidad vehicular.

Fuente: Vukan R. Vuchic. Urban Public Transportation: Systems and Technology. 1981.

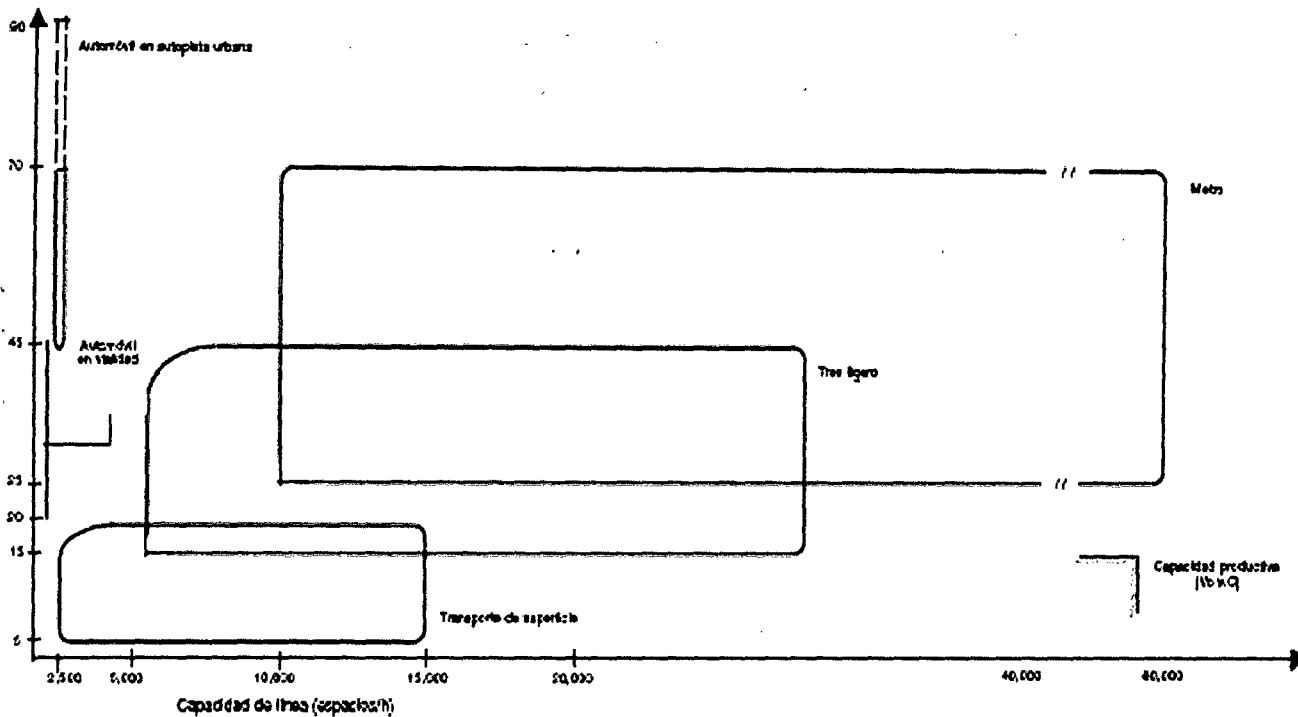


Figura 7.4. Velocidad vs capacidad de línea.

Fuente: Vukan R. Vuchic. Urban Public Transportation: Systems and Technology. 1981.

Finalmente, al graficar la capacidad productiva y el costo de inversión por cada par de carriles conforme a la Figura 7.5 se tiene que un mayor rendimiento (mayor capacidad productiva) corresponde a un mayor costo de inversión.

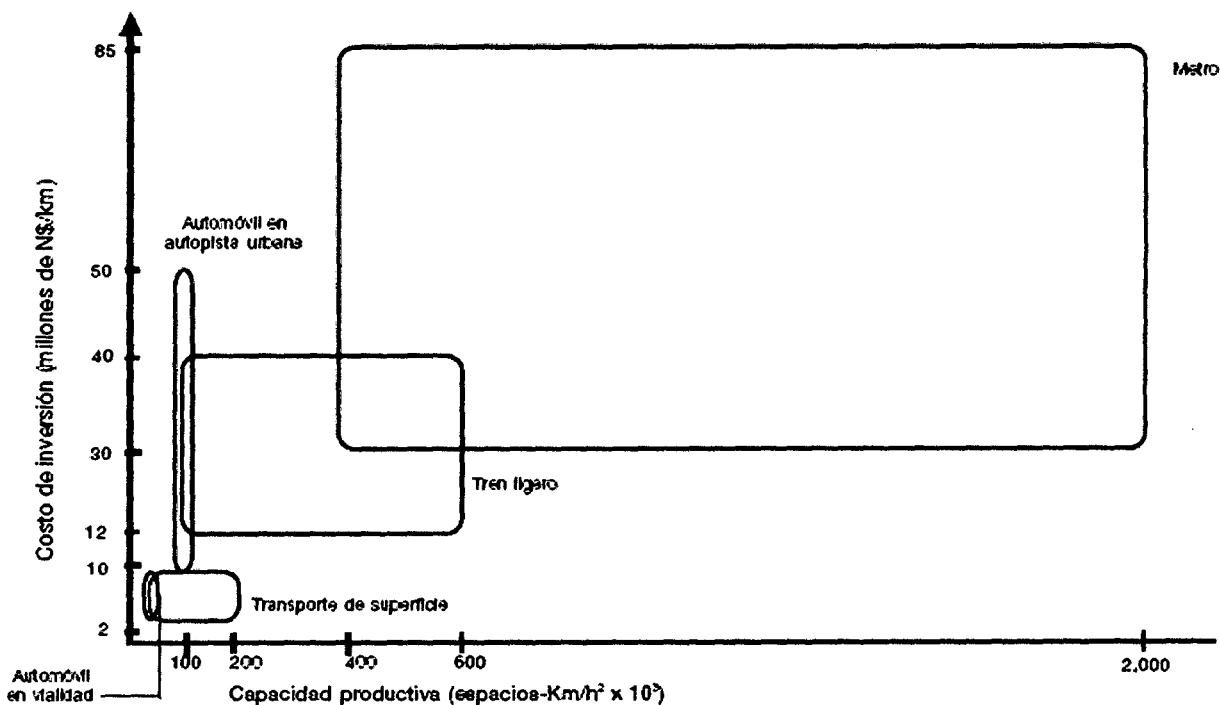


Figura 7.5. Costo de inversión vs capacidad productiva.

Fuente: Vukan R. Vuchic. Urban Public Transportation: Systems and Technology. 1981.

7.3 REQUERIMIENTOS DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE

La decisión central en la planeación de un sistema de transporte radica en la selección del mejor paquete o combinación posible, dentro del rango de población que se esté considerando. Esta decisión invariablemente determina las características tecnológicas, operacionales y de la red de transporte misma.

Por ello, para evaluar las necesidades reales de la ciudad en cuanto a las condiciones de transporte, se debe reconocer la existencia de tres grupos de participantes que se interrelacionan así como analizar con detenimiento los requerimientos de cada grupo. Estos grupos son:

- el usuario o el consumidor del servicio
- el prestatario o proveedor del servicio y;
- el gobierno local o nacional o evaluador del servicio.

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

Tabla 7.2. Requerimientos de un sistema de transporte.

Fuente: Libro Transporte público – Angel Molinero

7.3.1 **Requerimientos del usuario**

Entre sus principales requerimientos se encuentra la disponibilidad de transporte ya que el usuario requiere contar con paradas o estaciones razonablemente cercanas, un servicio regular y que lo pueda utilizar a cualquier hora del día.

A su vez, requiere un servicio puntual y confiable, que le permita abordar la unidad que lo llevará a su destino dentro de rangos aceptables de demoras. El factor más importante para lograr una confiabilidad en el sistema radica en el control operativo del sistema, lo cual implica la separación del derecho de vía del transporte público del resto de la circulación.

Un tiempo de recorrido demasiado largo inhibe el uso del transporte público, motivo por el cual se debe prestar atención especial no solamente a los tiempos abordo de la unidad sino también a los tiempos de espera y de caminata hacia/desde la parada.

La disponibilidad de asiento y un recorrido suave son factores que aprecia el usuario. Otros no menos importantes son la comodidad misma del asiento, la geometría de las entradas y salidas del vehículo, el ancho de los pasillos, los niveles de ruido interior, el grado de privacidad y la apariencia tanto exterior como interior del vehículo.

La conveniencia es un requerimiento que se refiere al sistema en general y su evaluación es eminentemente cualitativa. Se puede considerar aspectos referentes a la cobertura del sistema, a la necesidad de efectuar transbordos, la existencia de información suficiente y confiable, la regularidad en el servicio que se presta y la existencia de un adecuado servicio en las horas de menor demanda e instalaciones de espera correctamente diseñadas y ajustadas a las necesidades del usuario.

La seguridad del usuario en términos de la prevención de accidentes es importante, pero el usuario busca como requerimiento una mayor prevención de incidentes criminales.

Finalmente, el costo que presenta el transporte para el usuario es un requerimiento importante a tener en cuenta, siendo la tarifa la porción más impactante.

7.3.2 Requerimientos del prestatario

Entre los requerimientos del prestatario se encuentra el logro de una adecuada cobertura de área, misma que se define como la superficie que se encuentra a 5 o 10 minutos de distancia recorrida a pie de una estación o parada.

Al analizar el prestatario la cobertura que logra debe considerar la extensión misma de la red, la existencia de otros medios de transporte y la cobertura que logra en los puntos de mayor atracción o generación de viajes.

El prestatario estará interesado en proporcionar una frecuencia adecuada al tipo de viaje que preste, por lo que debe buscar frecuencias regulares y altas que permitan atraer cualquier tipo de viaje, ya sea este de trabajo, recreación, compras o estudio.

La confiabilidad que se pueda tener en el sistema de transporte dependerá del mantenimiento que el prestatario de a sus unidades, misma que puede ser medida en función del porcentaje de salidas que se den durante el día. Se considera que los medios de transporte de superficie presentan confiabilidades del orden del 75 al 90% mientras que los sistemas férreos este porcentaje debe ser mayor al 95%.

El prestatario está interesado en lograr velocidades comerciales altas en sus rutas o líneas ya que este concepto afecta el tamaño de su parque vehicular y por ello sus costos laborales, de energéticos y mantenimiento así como la atracción de pasajeros al sistema.

Un requerimiento del prestatario es lograr el equilibrio entre la oferta y la demanda del sistema que opera ya que de esta forma logrará satisfacer las necesidades de su clientela dentro de costos razonables. Los costos son sin lugar a dudas el factor más importante para el prestatario..

La atracción de pasajeros es el requerimiento mas importante del prestatario ya que de ello dependerá el éxito y el papel que desempeñará la ruta dentro del sistema de transporte. Esta atracción está en función del tipo y nivel de servicio que se ofrezca así como también de la imagen del sistema. Esta imagen está compuesta por elementos tales como las características físicas del sistema, la simplicidad de la red, la confiabilidad del servicio, la regularidad y la identificación y venta del servicio mismo.

7.3.3 Requerimientos del gobierno local o nacional

La comunidad está interesada en que se preste un nivel y tipo de servicio adecuado, el cual permita una mayor atracción de pasajeros hacia los medios de alta capacidad. La comunidad debe reglamentar los impactos a largo plazo que fomenten el transporte tales como el desarrollo urbano, los cambios en el valor del uso del suelo y las actividades económicas así como aspectos relativos al medio ambiente, el uso eficiente de la energía y el logro de una eficiencia económica en las inversiones que realice. Indudablemente, la comunidad debe sopesar los objetivos sociales que persiga.

Como se observa, algunos de estos requerimientos pueden ser cuantificados. Sin embargo, otros son cualitativos por lo cual su evaluación requiere de una considerable experiencia y valorizaciones subjetivas. Asimismo, los requerimientos de un grupo pueden ser divergentes lo cual induce a buscar un resultado balanceado a los requerimientos de estos tres grupos.

7.4 ALTERNATIVAS DEL SISTEMA DE TRANSPORTE

La evaluación de las alternativas está en función de la demanda de tránsito y pasajeros en 2025, un análisis de costo-beneficio, la población cubierta por las redes alternativas, y el impacto ambiental. Estos son los ítems más objetivos para indicar la efectividad de la inversión del proyecto. Sin embargo, existen otros ítems a considerar. Uno de aquellos ítems es el impacto social derivado de la implementación del proyecto.

Sin embargo, es muy difícil realizar una evaluación detallada para estos impactos. Por lo tanto, los impactos sociales son evaluados de manera intangible debido a su difícil conversión al valor monetario.

Los proyectos alternativos para el nuevo sistema de transporte son el tren pesado, tren ligero y el sistema de buses troncales. Los impactos sociales están clasificados en dos: efectividad directa e indirecta.

1) Efectividad Directa

(a) Impacto de la introducción del gran bus articulado

El sistema de buses troncales introduce un gran bus articulado con una mayor capacidad. De acuerdo a la introducción del bus articulado, el número total de buses operados disminuye y la efectividad de la operación de los buses mejora. Los buses pequeños (Micro bus y Camioneta rural) con una antigüedad de 10 años o menos operarán en las rutas de buses alimentadores. La reducción del número de buses que operan en las vías principales alivia la congestión del tránsito.

El Ómnibus, con una antigüedad mayor a los 15 años, conforma el 78% del total. Por lo tanto, los buses antiguos son considerados chatarra debido a que no cuentan con el mantenimiento adecuado. Esto origina que la contaminación ambiental y sonora sea severa. La introducción del bus articulado mejorará las condiciones de la contaminación ambiental y sonora.

Como el nuevo bus articulado se encuentra limpio a bordo, así como la implementación de cámaras de vigilancia, la seguridad en la flota de buses mejorará. El problema de seguridad es actualmente uno de los problemas principales de los buses.

(b) Impacto de la integración de una ruta de buses

En las Municipalidades de Lima y Callao existen demasiadas y largas rutas de buses. Asimismo, la configuración de las rutas y la distancia de las rutas cambian en la ubicación de las rutas y en el largo de las rutas. En general, se puede decir que una ruta con una distancia corta tiene una mejor eficiencia operativa.

Al construir las vías de buses troncales en las principales vías, las rutas de buses convencionales asignadas a esas vías deberán ser reorganizadas, eliminando aquellas que se dupliquen con las líneas de buses troncales, además de las rutas con poca demanda. El bus convencional operará en las rutas de buses convencionales, acortadas e integradas. La integración de la ruta mejorará la eficiencia operativa.

Actualmente, las empresas de buses están obligadas a operar bajo una gran competencia con otras empresas. Esto significa que la eficiencia de la operación del bus empeora. Bajo el sistema de buses troncales, como se introduce el nuevo sistema de tarifas de buses, el conductor no se peleará por subir a los pasajeros en los paraderos de buses. Por lo tanto, la competencia operativa con otras empresas desaparecerá y la seguridad del tránsito mejorará.

(c) Impacto de la introducción del tren y el sistema de buses troncales

La introducción del tren, tren ligero y buses troncales afecta a los empleados de las empresas de transporte. Los conductores y cobradores de las flotas de buses perderán sus trabajos debido a la reducción de los buses en operación. Sin embargo, para poder tener un alto rendimiento en el sistema de trenes, buses troncales y alimentadores, se necesita un sistema de boletaje eficiente. Existe un sistema de boletaje inteligente antes de subir a los buses y trenes. Este sistema posibilita reducir el tiempo de servicio de los pasajeros y, por lo tanto, reducir el tiempo de espera de los buses y trenes, y aumentar la velocidad comercial.

El sistema requiere a un controlador de boletos en la estación ferroviaria y en el paradero de buses, cuyas instalaciones brindarán entradas y ventanas de boletaje para dividir a los pasajeros y otros. De acuerdo al sistema operativo, el sistema nuevo requiere una reorganización del personal. Es indispensable cambiar a los conductores y cobradores sobrantes a nuevas posiciones de trabajo. De acuerdo a lo anterior, será posible controlar el impacto al empleo.

(d) Impacto de la preparación de una ruta del bus alimentador

En el sistema de buses troncales y trenes propuesto, el sistema de buses alimentadores es indispensable. Una red de buses alimentadores y un sistema de tarifas son temas importantes de acuerdo al resultado de la encuesta a la gente pobre realizada en el estudio del Plan Maestro.

Los viajes de la gente pobre que se encuentran a una distancia que se puede caminar se realizan por este modo, no por medio de otros modos debido a las tarifas y a las malas rutas de buses. La gente pobre camina una mayor distancia que las demás personas. Las demandas del transporte de buses son principalmente dos: una es mejorar las rutas de buses y la otra es un problema de tarifas. Por lo tanto, es necesario preparar la red de rutas de buses alimentadores para responder a la demanda.

(e) Impacto del nuevo sistema en los accidentes de tránsito

La implementación de los proyectos del nuevo sistema de transporte reduce los accidentes de tránsito en toda el área del estudio.

La reducción de accidentes de tránsito se puede encontrar generalmente de acuerdo a los contenidos de los proyectos, como se muestra a continuación.

- Para reducir los accidentes de tránsito entre buses troncales y vehículos privados porque el bus troncal opera en la vía de buses, segregando a los buses de los vehículos privados.
- Para reducir accidentes de tránsito entre buses troncales porque el bus troncal opera en la vía de buses segregada, en la cual el bus no puede ser sobrepasado por otros buses.
- Para reducir los accidentes de tránsito que involucren a pasajeros y peatones porque el bus troncal para en un paradero de buses. Actualmente, los pasajeros de buses abordan y descienden de los buses en cualquier lugar, al levantar su mano como una señal en la vereda al acercarse el bus, debido a que sólo existen paraderos de buses en vías específicas. Por lo tanto, bajo el sistema de buses troncales, el potencial de accidentes será menor al abordar y descender.

2) Efectividad Indirecta

(a) Impacto de la construcción en el empleo

Se promoverá el empleo debido a la construcción de los proyectos. El empleo aumenta debido a la construcción y las empresas de materiales aumentan sus ventas. Debido a que aumenta la demanda de los trabajadores de construcción como medida económica para la gente pobre, el problema del desempleo será aliviado.

(b) Impacto del desarrollo de la estación del tren y el terminal de buses

Los proyectos construirán estaciones ferroviarias y terminales de buses casi al final de las rutas de buses. La construcción de estas instalaciones acelera el desarrollo de las instalaciones comerciales cerca de esas áreas, además del empleo en la industria del servicio. El área alrededor de aquellas instalaciones se convertirá en área residencial y aumentará la población y la demanda de viajes. Como resultado, aumentará el valor de las propiedades.

7.5 SISTEMA DE TRANSPORTE FERROVIARIO

Las áreas metropolitanas siempre han sido centros de actividades humanas, siendo centros manufactureros, comerciales, educacionales, culturales, y de otras actividades. En otros países usualmente el sistema rápido del tren urbano ha sido implementado considerando el planeamiento de la ciudad. El tren rápido tuvo un mejor tratamiento; por lo tanto, sus estaciones fueron utilizadas como puntos focales para la red de calles y para la convergencia del tránsito alimentador. A menudo se han construido varios complejos comerciales y de oficinas y otro uso de suelo intensivo alrededor de las estaciones, porque pueden calcular el tiempo por el uso del tren urbano rápido para sus propósitos de viaje. Por lo tanto, los sectores secundarios y terciarios están concentrados en el área de la estación de servicio como resultado del impacto del sistema del tren urbano.

Aunque la naturaleza de los problemas contemporáneos del transporte urbano varía entre las diferentes ciudades y países, sus causas generales tienen muchos elementos en común. Por ejemplo, la mayoría de las ciudades grandes en países en desarrollo sufren seriamente de una mala movilidad, contaminación, ruido, accidentes de tránsito diarios, y gastos económicos causados por una congestión de tránsito crónica. Esta condición es normalmente consecuencia de la falta de asegurar un nivel aceptable de servicio de transporte por medio de la separación de este modo del resto del tránsito.

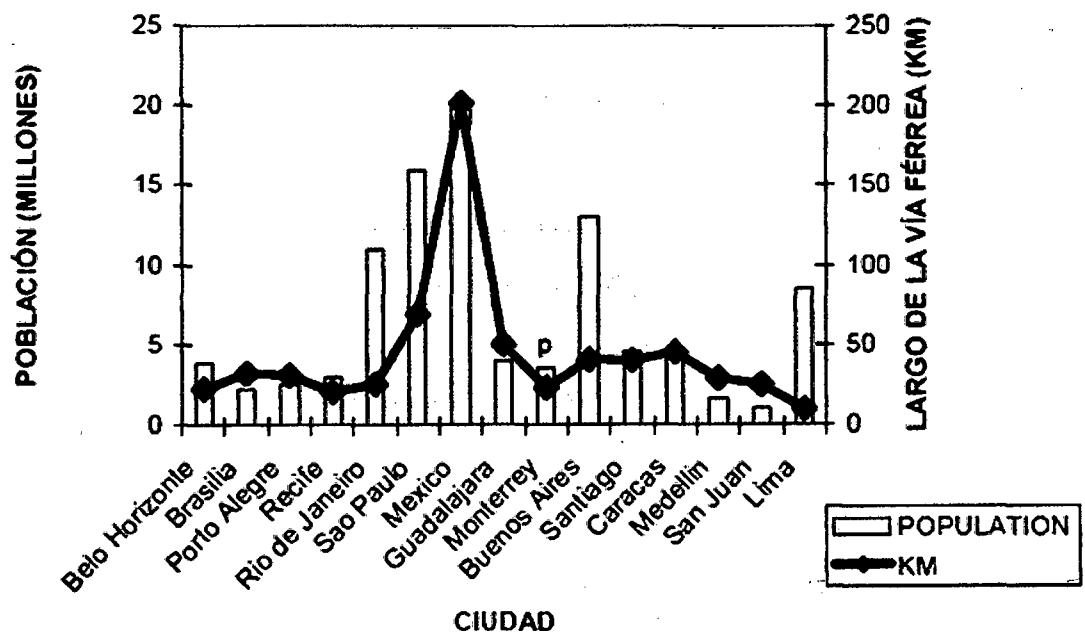


Figura 7.6 Comparación de la Población en el Área Urbana y Extensión de la Vía Férrea
Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

7.5.1 Creación de una Red Integrada de Transporte Público

Las estaciones de trenes sirven para proveer servicios de transporte, como la puerta principal de un área de estación de servicio y principal área de transporte y vida de actividades urbanas. Muchos ciudadanos realizan actividades que los obligan a realizar viajes diarios (negocio y/o colegio), trabajos del hogar, actividades de negocio y placer diarias, por medio de cada estación.

Actualmente, el transporte público depende principalmente de diferentes tipos de buses y taxis en Lima. Sin embargo, al considerar que la escala de Lima y el área metropolitana incluye al Callao y su área suburbana, se requiere desarrollar una red de transporte público más balanceada, no sólo una red integrada de trenes si no también una red alimentadora.

7.5.2 Ventajas de la Implementación de la Línea del Tren Urbano

El sistema de transporte público es la verdadera infraestructura de las actividades urbanas.

(1) Eficiencia de energía

La comparación de eficiencia de energía por modo de transporte por descarga de dióxido de carbono para coches privados es 7.5 ~ 9.0 veces mayor, y para buses ordinarios es 2.5 ~ 5.6 veces mayor que ferrocarriles pesados. Estos resultados influyen la contaminación ambiental. La Figura 7.7 muestra la descarga de dióxido de carbono.

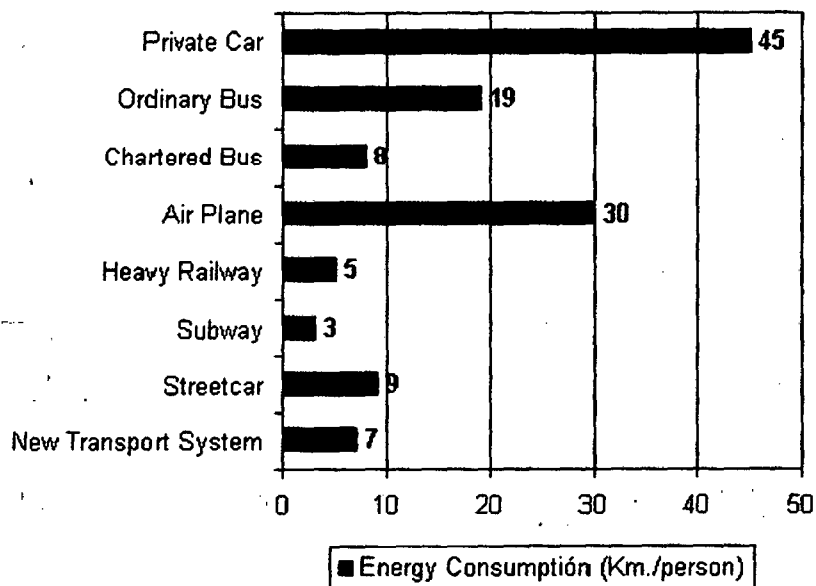


Figura 7.7 Unidad de Descarga de Dióxido de Carbono

Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

(2) Ocupación de espacio

Para la comparación del ratio de ocupación en el área urbana, se calcula bajo el supuesto que el espacio es equivalente a carriles de tren dobles y dos carriles viales. La ocupación de la vía férrea es 16,000 pasajeros/hora/dirección, mientras que la ocupación vial es 650 personas/hora/dirección (sólo el uso de vehículos privados). Este resultado demuestra que el tren es más eficiente que los autos, especialmente en áreas urbanas de alta densidad.

(3) Ahorro de Gastos Diarios de Viaje

El precio de los combustibles está aumentando en el mundo, lo que está afectando los ingresos familiares, ya que el gasto del viaje diario es un gasto personal. Se asume que el costo promedio de viajes constituye alrededor del 15~30% de los gastos familiares.

(4) Características de Seguridad

La seguridad es el punto más importante para el sistema de transporte masivo. La mayoría de las instalaciones ferroviarias son segregadas de otras instalaciones y controladas por diferentes tipos de dispositivos de seguridad, por lo tanto, la operación del tren proporciona un seguro y mejor servicio de transporte que otros modos de transporte.

Aunque el transporte ferroviario tiene varias ventajas, no sólo el transporte urbano sino también las operaciones de distancias largas, el desarrollo y mejoramiento de los proyectos ferroviarios requiere grandes costos iniciales de inversión, por lo tanto, el gobierno central deberá brindar diversos tipos de subsidios para el desarrollo y mejoramiento del sistema ferroviario.

7.5.3 Sistema de Operación del Desarrollo Ferroviario

El sistema de operación ferroviario se examina en función a la red de transporte compuesta básicamente por cuatro (4) líneas de metro, cinco (5) líneas de buses troncales y cinco (5) líneas de tranvías. El sistema de operación de buses troncales incluye el sistema de buses troncales, el sistema original de buses y el sistema de buses alimentadores.

(1) Sistema de Operación Ferroviaria

En esta sección, se examina la relación entre el sistema de transporte ferroviario y los siguientes sistemas de transporte.

a) Relación entre el Sistema Ferroviario y el Sistema de Buses Actual

El bus actual opera de acuerdo a la demanda de los pasajeros de buses en las vías troncales, colectoras y locales actuales. Cuando opere el tren, se requerirá el siguiente sistema de operación ferroviaria para crear un sistema de transporte comprensivo efectivo y para mitigar la congestión del tránsito.

1. Las rutas de buses actuales, que operarán en la misma vía que la ruta ferroviaria, serán reubicadas a otras vías.
2. Las rutas de buses actuales deben estar conectadas con la estación ferroviaria para asegurar el sistema de transporte comprensivo efectivo.
3. Es necesario introducir el Sistema de Tarifas Integradas entre el sistema ferroviario y los buses actuales en las estaciones y terminales ferroviarias para asegurar la transferencia fluida entre los dos sistemas.

b) Relación entre el Sistema Ferroviario y el Sistema de Buses Alimentadores

Los siguientes aspectos son necesarios para operar el transporte ferroviario y el transporte de buses alimentadores,

1. El bus alimentador debe estar conectado con cada estación terminal ferroviaria para poder considerar la accesibilidad de los pasajeros.
2. Las rutas de los buses alimentadores deben estar cubiertas con áreas de estaciones y terminales ferroviarias a su alrededor.
3. El bus alimentador debe mantenerse como un sistema de transporte de apoyo del transporte ferroviario.
4. Es necesario introducir el Sistema de Tarifas Integradas entre el tren y los buses alimentadores en las estaciones y terminales ferroviarias para asegurar una transferencia fluida entre los dos sistemas.

c) Relación Entre el Sistema Ferroviario y el Sistema de Buses Troncales

Los siguientes aspectos son necesarios para operar el transporte ferroviario y el transporte de buses troncales,

1. Las rutas de buses troncales no deben estar ubicadas en paralelo a las rutas ferroviarias.
2. En el futuro, es necesario introducir el Sistema de Tarifas Integradas entre el sistema ferroviario y los buses troncales en las estaciones ferroviarias para asegurar una transferencia fluida entre los dos sistemas.

d) Relación entre los Sistemas Ferroviarios

En el Plan Maestro, se recomiendan cuatro (4) líneas de tren pesado (metro) como la Línea-1, Línea-2, Línea-3, y Línea-4. La Línea-1 está conectada a la Línea-2 y la Línea-2 está conectada a la Línea-1, Línea-3, y Línea-4. Aun no se ha decidido la organización de la operación, sin embargo, el cambio de la línea ferroviaria debe introducirse por medio del Sistema Integrado.

LÍNEA	ETAPAS / VÍAS	SECCIÓN / TRAMO	LONG.
Línea 1	1ra etapa: Av. Los Héroes	Villa El Salvador – Atocongo: Construida	9.2 km
	2da etapa: Av. Aviación	Atocongo - Hospital 2 de Mayo: En construcción	11.7 km
	3ra etapa: Av. Próceres de la Independencia	Hospital 2 de Mayo - Bayóvar	13.0 km
Línea 2	1ra etapa: Av. Enrique Meiggs	Garibaldi – Amazonas	13.8 km
	2da etapa: Av. Ferrocarril	Amazonas – Carretera Central, Ingreso a Huaycán	21.6 km
Línea 3	1ra etapa: Av. La Marina	Garibaldi – Av. Brasil	9.5 km
	2da etapa: Av. Javier Prado	Av. Brasil – Av. La Molina: Subterráneo	12.5 km
	3ra etapa: Av. Javier Prado	Av. La Molina - S. Industrial	6.3 km
Línea 4	1ra etapa: Av. Faucett – Av. Universitaria	Av. La Marina – Av. Gerardo Unger	15.1 km

Tabla 7.3 Líneas del Tren por Etapas
Fuente: Elaboración propia, 2010

(2) Demanda de Pasajeros Tren Pesado

La demanda de los pasajeros del metro en hora pico en el 2025, por segmento en el proyecto, se presenta en la Tabla 7.4.

De la Tabla, se resaltan las siguientes características de los pasajeros.

- El porcentaje de pasajeros entrantes y salientes en el 2025 es aproximadamente 51% y 49% respectivamente.
- El mayor número de pasajeros en la hora pico en el 2025 se observa con 65,000 pasajeros en las áreas cercanas al Centro de Lima.
- El número de pasajeros en la hora pico en el 2025 desde San Juan de Lurigancho al Centro de Lima se estima en 59,000 personas.

- d) El mayor número de pasajeros en la hora pico en el 2025 (59,000) desde San Juan de Lurigancho al Centro de Lima claramente excede la capacidad de transporte del sistema de transporte de buses troncales.
- e) El mayor número de pasajeros en la hora pico en cada línea de metro en el 2025 claramente excede la capacidad de transporte del sistema de transporte de buses troncales.

Segmentos de la Ruta de Metro	Demanda de Pasajeros en la Hora Pico en 2025	
	Entrante	Saliente
	(personas / hora)	(personas / hora)
Línea-1 (1)	39,000	37,000
Línea-1 (2)	55,000	61,000
Línea-1 (3)	35,000	59,000
Línea-2	65,000	59,000
Línea-3 (1)	35,000	22,000
Línea-3 (2)	19,000	16,000
Línea-4	42,000	17,000

Tabla 7.4 Demanda de Pasajeros en los Proyectos de la Línea-1 a la Línea-4
Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

(3) Capacidad del Transporte Ferroviario

La capacidad del transporte ferroviario del tren pesado por hora y por dirección se calcula dependiendo de las siguientes condiciones de transporte.

- Cuántos pasajeros entran en un (1) vagón (tamaño del vagón).
- Cuántos vagones se requieren para un (1) tren (largo del tren).
- Cuántas veces se puede despachar un tren en una hora (frecuencia de operación).

En la Tabla 7.5, se identifican las siguientes capacidades del transporte.

- La capacidad de transporte se estima en 60,000 pasajeros por hora y por dirección en función a 250 personas por vagón, 10 vagones por tren y una frecuencia de operación de 2.5 minutos.
- Cuando se reduce el número de vagones por tren de 10 vagones a 6 vagones, se estima la capacidad de transporte en 36,000 pasajeros por hora y por dirección.
- Al introducir 15 vagones por tren, se puede aumentar la capacidad de transporte.

d) Considerando el sistema de operación de trenes, los tiempos de carga y descarga del tren y la seguridad del transporte, una frecuencia de operación de 2.5 minutos puede ser el tiempo mínimo.

Número de Pasajeros por Vagón (Personas) (A)	Número de Vagones por Tren (Unidades) (B)	Número de Pasajeros por Tren (Personas) (A)*(B)=(C)	Frecuencia de Operación (Minutos) (D)	Tiempos de Operación por Hora (Tiempos) 60/(D)=(E)	Capacidad de Transporte por Hora y por Dirección (Personas) (C)*(E)=(F)
250	10	2,500	2.5	24	60,000
			4	15	37,500
			6	10	25,000
			10	6	15,000
250	8	2,000	2.5	24	48,000
			4	15	30,000
			6	10	20,000
			10	6	12,000
250	6	1,500	2.5	24	36,000
			4	15	22,500
			6	10	15,000
			10	6	9,000

Tabla 7.5 Capacidad del Transporte Ferroviario en función a Diferentes Condiciones
Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

(4) Frecuencia de Operación de los Trenes Pesados

La frecuencia de la operación ferroviaria se examina básicamente para compararla con el número estimado de pasajeros y la capacidad de transporte de cada condición de transporte mencionada anteriormente. Además, se debe considerar el tiempo del ciclo de operación de la línea ferroviaria.

Línea Ferroviaria Principal	Volumen Máximo (personas / hora / dirección)	Número de Vagones / Tren (Vagones)	Avance o Frecuencia (Minutos)	Comentarios
Línea-1	60,000	9	2.5	254 personas/vagón
Línea-2	68,000	9	2.5	270 personas/vagón
Línea-3	30,000	9	3.1	240 personas/vagón
Línea-4	20,000	9	4.6	220 personas/vagón

Tabla 7.6 Resumen de la Frecuencia de Operación Ferroviaria en Hora Pico
Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

(5) Estación y Terminal Ferroviaria

El transporte ferroviario en la estación y terminal ferroviaria está conectado por el transporte del tranvía, bus troncal, bus alimentador y bus original y otros modos de transporte como caminar, transporte en bicicleta, taxis y transporte privado de pasajeros, para cambiar la red de transporte. Por lo tanto, muchos pasajeros se están dirigiendo a la estación y Terminal ferroviaria. Considerando las actividades mencionadas anteriormente, la estación y el terminal funcionan como instalaciones muy importantes y deben requerir los siguientes espacios y funciones.

- a) Espacios de estacionamiento y trasbordo para bicicletas, taxis, carros y buses.
- b) Oficina de operación y espacio para equipos.
- c) Espacio abierto para los usuarios.
- d) Espacio de compras y espacio de descanso.

7.5.4 Plan de Desarrollo de Transporte Ferroviario Pesado (Metro)

a) Línea de Metro - 1

La Línea-1 conecta a Villa El Salvador, Centro de Lima, y San Juan de Lurigancho pasando por la Av. Los Héroes, Av. Tomas Marsano, Av. Aviación, Av. Grau, y Av. Próceres de la Independencia hasta Bayóvar.

b) Línea de Metro - 2

La Línea-2 conecta directamente al área de Ate, Centro de Lima, y Puerto del Callao para utilizar el espacio disponible en ambos lados de la línea ferroviaria existente de transporte de carga.

c) Línea de Metro - 3

La Línea-3 se inicia por el mercado mayorista de Santa Anita pasando por la Av. Javier Prado, Av. La Marina y Av. Guardia Chalaca, hasta llegar al Puerto del Callao.

d) Línea de Metro - 4

La Línea-4 conecta la Av. La Marina, el Aeropuerto del Callao, y Comas para utilizar las vías existentes como la Av. Elmer Faucett, Av. Tomás Valle, y Av. Universitaria.

7.6 SISTEMA DE VÍAS TRONCALES PARA BUSES

Los buses son uno de los medios más eficientes, en cuanto a espacio y costo, para transportar a grandes cantidades de personas. Donde los flujos del tránsito se encuentran por debajo de la capacidad de la red vial, los buses pueden compartir espacios en las vías con otro vehículo y, en general, existen pocas prioridades especiales necesarias para los buses. Sin embargo, en el Área Metropolitana de Lima, donde el volumen del tránsito vehicular es alto con respecto a la capacidad vial, los buses sufren de la congestión y demora causadas por el tránsito de los buses y los usuarios de las vías, y se requieren medidas prioritarias para aliviar a los buses de la congestión del tránsito y el transporte de buses en sí.

En general, existen dos medidas prioritarias principales de buses: carriles de buses y vías de buses. Los carriles de buses son carriles en la vía reservados sólo para el uso de los buses.

Una vía de buses involucra una construcción en donde los esquemas pueden estar parcialmente segregados de otro vehículo o completamente segregados de otros vehículos por medio de aceras o cercas. Una vía de buses básica es esencialmente una medida de ingeniería de tránsito. Sin embargo, el funcionamiento de esta vía de buses básica se puede mejorar substancialmente adoptando varias “medidas operacionales especiales” para formar un “sistema de tránsito de vías de buses”.

La operación troncal y alimentadora también ofrece un buen funcionamiento como parte del sistema de tránsito de vías para buses. En este sistema, los buses alimentadores recogen a los pasajeros y los llevan al terminal de transferencia, en donde realizan la transferencia a buses troncales. Las vías de buses deben ser introducidas en conjunto con medidas operacionales especiales para formar un sistema de tránsito masivo. Los buses convencionales operarán fuera de las vías segregadas de buses.

El sistema operativo de buses troncales se divide en dos: las empresas de buses troncales y las empresas actuales convencionales de buses. La empresa de buses troncales operará los buses troncales y alimentadores sin una tarifa adicional cuando los pasajeros se transfieran a un bus. El bus troncal opera en la vía de buses, que puede estar parcial o totalmente segregada de otros vehículos por aceras o cercos, para asegurar las condiciones de operación, tal como velocidad, puntualidad y seguridad. Al mismo tiempo, se construyen terminales de buses y paraderos para asegurar una operación de buses continua. La flota en operación introducirá los buses articulados con capacidad para 150 pasajeros que ofrecen menores costos operativos y una mayor confianza en el servicio.

7.6.1 Tipo de Servicio de Buses

1) Planeamiento Conceptual para el Sistema Troncal de Buses

El sistema troncal de buses está compuesto de una infraestructura de vías y medidas operacionales especiales, como se muestra a continuación:

a) Infraestructura de Vías de Buses

1. Segregación parcial o total de otros vehículos por medio de “pintura y señales”, cercos o aceras.
2. Islas de paraderos de buses / paraderos de buses fuera de las vías.
3. Terminales

b) Medidas Operacionales Especiales

1. Facilidades de sobrepasar de los buses en los paraderos
2. Operaciones troncales y alimentadoras
3. Buses de alta capacidad
4. Venta de pasajes fuera de los buses
5. Señales prioritarias para buses en las intersecciones.

Las principales ventajas de un sistema de vías de buses son:

- a) Flexibilidad
- b) Precio cómodo
- c) Autorregulado
- d) Potencial para desarrollo incremental
- e) Experiencia existente

Las vías de buses se pueden introducir a lo largo de las vías existentes, y se pueden extender por la mitad de la vía (vía de buses central) o cerca de la acera (vía de buses lateral).

2) Sistema Troncal de Buses

El tipo de servicio de buses en el sistema de buses tronco-alimentadores consistirá en buses troncales, buses convencionales y buses alimentadores, que operan en la vía de buses o en el carril prioritario.

a) Servicio Troncal de Buses

El servicio troncal de buses opera con una mayor velocidad de operación en la vía de buses, que puede estar parcial o totalmente segregada de otros vehículos, por medio de aceras y cercos para asegurar las condiciones de operación como velocidad, puntualidad y seguridad. El

sistema troncal de buses tiene un mayor volumen de flujo de pasajeros. En general, los flujos de pasajeros medidos en las horas pico varían entre 20,000 y 25,000 pasajeros/hora/dirección en el sistema troncal de buses.

En muchos casos, la restricción de la capacidad del sistema serán los paraderos. Depende del número de puestos para buses disponibles, facilidades para que los buses se sobrepasen entre sí, etc. Los paraderos de buses tienen una separación de 0.8km ó 1km para asegurar una velocidad de operación y una capacidad de carga de línea. Las intersecciones influyen sobre el flujo en las vías de buses a nivel y por consiguiente afectan la capacidad y velocidad de la operación de los buses. Una intersección particularmente congestionada puede ser el cuello de botella de la vía de buses. La capacidad de las intersecciones y los paraderos pueden influenciar los flujos de buses. En la mayoría de los casos, como la capacidad de la intersección será mayor a la del paradero de buses más crítico, se debe considerar una intersección a desnivel en las principales intersecciones en la vía troncal de buses.

Para mejorar mediante el uso de buses de alta capacidad, se introduce un gran bus articulado con capacidad para 150 pasajeros, ofreciendo bajos costos operativos y una mayor confiabilidad en el servicio, para reducir el número de la flota de buses en operación y por lo tanto aliviar la congestión del tránsito.

b) Servicio Alimentador de Buses

La función de los buses alimentadores es complementar el servicio de buses troncales. Los buses alimentadores sirven a las áreas en donde los buses troncales no pueden operar. El sistema alimentador de buses opera en un área alrededor del terminal de buses troncales para llevar a los pasajeros hacia y desde el terminal. Su área de servicio está limitada a un entorno relativamente pequeño en los suburbios, con rutas relativamente cortas y un pequeño número de pasajeros por bus. Como los buses alimentadores funcionan en calles angostas, la flota está compuesta por buses más pequeños con capacidad para 15-30 pasajeros, como un Microbús o una Camioneta Rural.

Al principio de la introducción del sistema troncal-alimentador de buses, el bus alimentador competirá con el moto-taxi en la misma área. El bus alimentador tendrá una ventaja gradual sobre el moto-taxi en conjunto con el tiempo. Y en las áreas en donde el bus alimentador no puede operar debido a las características geográficas, el servicio de moto-taxis continuará en el futuro.

c) Servicio Convencional de Buses

El servicio convencional de buses opera líneas de buses aparte de las líneas de troncales y alimentadoras. El sistema actual de operación, incluyendo líneas de buses, frecuencia de servicio, empresas y demás, se mantiene sin cambios. La flota está compuesta por buses convencionales con capacidad para 80 pasajeros.

El sistema convencional de buses opera en el mismo sistema (ruta) actual, pero las rutas de buses que son desviadas a las vías troncales de buses serán suprimidas por grado de competencia con la ruta troncal de buses. Los buses convencionales operarán en las vías fuera de la vía segregada de buses.

(3) Reorganización de la Ruta Convencional de Buses

Cuando se construyen las vías troncales de buses en las principales vías, las rutas convencionales asignadas a esas vías deben ser reorganizadas eliminando a aquellas que se sobreponen con las líneas troncales de buses, además de rutas con poca demanda.

La reorganización de las rutas se implementará de acuerdo con el progreso de la red troncal. La integración de las rutas convencionales de buses le da prioridad a lo siguiente:

- a) Rutas de buses sobrepuestas con las mismas líneas troncales de buses
- b) Rutas de buses con pequeña demanda cuando opere el bus troncal
- c) Rutas de buses largas y de muchas curvas en las cuales es posible desviar a los pasajeros de los buses a rutas troncales

7.6.2 Sistema de Operación de Buses

El terminal brinda transferencias integradas entre las líneas troncales y alimentadoras. Las líneas convencionales de buses no estarán integradas con el sistema troncal. Asimismo, los terminales de buses estarán estructurados para segregar los servicios integrados troncales y alimentadores de buses de las líneas convencionales y otros medios de transporte privados. Los pasajeros de las líneas convencionales pueden realizar transferencias a las líneas de buses troncales en los paraderos pero tienen que volver a pagar la tarifa. Los pasajeros de una línea de buses troncal no tienen que pagar la tarifa cuando se transfieran a otra línea de buses troncal en los paraderos.

El sistema actual de tarifas no está sistematizado y depende de las condiciones de viaje. Por lo tanto, cuando se introduzca el sistema troncal de buses, el sistema de tarifas debe ser mejorado.

7.6.3 Flota de Buses

En Lima, el transporte de buses es el medio principal de transporte público y la demanda del transporte público es grande, especialmente durante las horas pico. Cuando se introduzca el sistema troncal de buses en el área metropolitana de Lima, los grandes buses en las vías troncales ofrecerán menores costos de operación y una mayor confiabilidad en el servicio.

Las ventajas generales de los buses grandes son los siguientes:

- 1) Los costos operativos por unidad de capacidad ofrecida disminuyen al aumentar el tamaño de la flota de buses.
- 2) La capacidad de la línea aumenta casi linealmente con el tamaño de los buses. Con buses más grandes, la congestión en las calles disminuye y la confiabilidad en el servicio aumenta.
- 3) La maniobrabilidad de los vehículos disminuye con el tamaño de los buses.
- 4) La comodidad al viajar aumenta con el tamaño de los buses de un solo cuerpo, pero es menor con los buses articulados y de dos pisos.

La capacidad de los buses propuesta en el sistema troncal de buses se muestra a continuación: Buses de un solo cuerpo con capacidad para 80-100 pasajeros son utilizados para el carril prioritario de buses troncales. Buses articulados con dos cuerpos y con capacidad para 150 pasajeros son utilizados para la vía de buses troncales. La capacidad de pasajeros de los buses troncales son casi 2 – 5 veces mayores, en comparación con las capacidades actuales de los Ómnibus y Microbús.

7.7 INSTALACIONES DE VÍAS DE BUSES

7.7.1 Vía Troncal de Buses

La vía troncal de buses es introducida, principalmente, a las siguientes vías existentes: (i) los segmentos de rutas en donde la demanda de los pasajeros de buses es muy alta (10,000 o más pasajeros por hora), (ii) las vías troncales existentes que tienen un derecho de paso lo suficientemente ancho para construir la doble vía troncal de buses (alrededor de 10m de ancho) / doble vía sin adquisición adicional de tierras, y (iii) las vías troncales en ambos sentidos que tienen seis o más carriles. La vía troncal de buses es segregada por algunas estructuras de concreto del carril del tráfico directo para poder asegurar que el servicio regular de buses troncales cumpla con los requerimientos de horario y de seguridad del tránsito. En la vía de buses no pueden circular peatones, bicicletas, taxis y otros vehículos motorizados a lo largo del día.

7.7.2 Carril Exclusivo para Buses Troncales

El carril exclusivo de buses troncales es introducido, principalmente, a las siguientes vías existentes: (i) aquellos segmentos de rutas en donde la demanda de los pasajeros es relativamente alta (mayor a 10,000 pasajeros por hora), (ii) las vías troncales existentes o planificadas que tienen el derecho de paso suficientemente ancho para construir dos carriles para buses troncales (alrededor de 7m de ancho adicional) / doble vía sin adquisición adicional de tierras, y (iii) las vías troncales en ambos sentidos que tienen seis o más carriles. La vía exclusiva para buses troncales se introduce en ambos lados del medio en las vías dobles con seis o más carriles. El carril es segregado por algunas marcas en los carriles, como delineantes del carril de tráfico directo. El carril exclusivo de buses troncales está cerrado a peatones, bicicletas, taxis y otros vehículos motorizados. Se proveen dos o más carriles de una vía en ambos lados de los carriles de buses para el tráfico directo de taxis y otros vehículos motorizados.

7.7.3 Carril Prioritario para Buses Troncales

El carril prioritario para buses troncales es introducido, principalmente, en las siguientes vías: (i) los segmentos de rutas en donde la demanda de los pasajeros es bastante alta (de 8,000 a menos de 10,000 pasajeros por hora), (ii) las vías troncales de dos sentidos que tienen cuatro o más carriles, (iii) las vías en donde la carga del tránsito es suficientemente grande como para reducir la velocidad de operación de los buses, y (iv) las

vías en donde no hay posibilidad de extensión. El carril prioritario para buses troncales es introducido junto a la vereda del lado derecho. El carril no está segregado por ninguna estructura, pero sí está pavimentado con un color distinto para llamar la atención.

7.7.4 Jerarquía de la Vía Troncal de Buses

La Tabla 7.7 muestra la jerarquía de las tres vías de buses y carriles en términos de sus respectivos elementos planeados y los requerimientos de la flota de buses.

Sistema de Buses	Medio de Segregación	Horas Efectivas	Tipo de Tránsito	Vías para Introducción			Flota de Buses		Pauta para el Tránsito de Pasajeros de Buses (personas/horas)
				No. de Carriles	Derecho de Paso (m)	Clasificación de la Vía	Tipo de Bus	Capacidad del Bus (personas)	
Vía Troncal de Buses	Totalmente segregada (división)	Todo el día	Buses	Seis o más carriles	35.0m o más	Troncales principales	Articulado	150	10,000 o más
Carril Exclusivo para Buses Troncales	Parcialmente segregada (marcas delimitantes en los carriles)	Todo el día o horas pico	Buses	Seis o más carriles	30.0m o más	Troncales principales	Articulado	150	10,000 o más
Carril Prioritario para Buses Troncales	Parcialmente segregada (pavimento de color)	Todo el día o horas pico	Buses, carros privados & taxis	Cuatro o más carriles	25.0m o más	Troncales secundarias	Articulado Cuerpo simple	150 80	Menor a 10,000
Vía Convencional de Buses	Sin segregación (igual al actual)	Todo el día (igual al actual)	Todos los vehículos motorizados	*****	*****	*****	Convencional	80	*****
Vía Alimentadora de Buses	Sin segregación (igual al actual)	Todo el día (igual al actual)	Todos los vehículos motorizados	*****	*****	*****	Convencional pequeño	30	*****

Tabla 7.7 Jerarquía de la Vía Troncal de Buses

Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005.

7.7.5 Distancia entre paraderos de buses

Las principales determinaciones físicas de la velocidad comercial promedio de los buses parecen ser las distancias entre paraderos de buses e intersecciones. La capacidad de los paraderos de buses es un determinante importante de funcionamiento general del sistema de buses. La distancia entre los paraderos también afecta el funcionamiento. Cuanto más grande es la distancia entre paraderos, tanto más alta la velocidad comercial. Los paraderos de vías de buses se instalarán en intervalos de alrededor de 800m (500m-1000m) en los principales cruces en la vía de buses.

7.7.6 Identificación de proyectos de la Red Troncal de Buses

La red de vías troncales de buses se introduce al máximo nivel necesario para el sistema troncal de buses en el plan conceptual. Se han escogido 5 proyectos de vías troncales de buses por los motivos mencionados anteriormente, como el uso frecuente de varias líneas de buses y el gran tránsito de pasajeros de buses.

LÍNEA	TRAMO / VÍAS	SECCIÓN	LONG.
Troncal 1	Tramo 1: Av. Huaylas	Pan. Sur – Matellini	5.9 km
	Tramo 2: Av. Paseo de la República	Matellini – Estación Central: Construida	14.2 km
	Tramo 3: Av. Alfonso Ugarte – Av. Túpac Amaru	Estación Central – Naranjal: Construida	13.1 km
	Tramo 4: Av. Universitaria	Naranjal – Carabayllo	11.0 km
Troncal 2	Tramo 1: Av. Venezuela – Arica	Ovalo Saloon – Estación Central	9.3 km
	Tramo 2: Av. Grau	Estación Central – Av. Nicolás Ayllón: Construida	2.5 km
	Tramo 3: Av. Nicolás Ayllón – Carretera Central	Av. Nicolás Ayllón – Carretera Central km 10	13.4 km
Troncal 3	Tramo 1: Panamericana Norte	Ancón – Pte. Ejercito / Caquetá	28.7 km
	Tramo 2: Panamericana Sur	Pte. Ejercito / Caquetá – Pte. Villa / Av. Huaylas	28.4 km
Troncal 4	Tramo 1: Av. Néstor Gambetta	Av. Argentina – Panamericana Norte	26.6 km
Troncal 5	Tramo 1: Av. Canta Callao	Tomas Valle – Panamericana Norte	13.8 km

Tabla 7.8 Líneas Troncales de Buses por Tramos

Fuente: Elaboración propia, 2010

La Tabla 7.8 muestra la relación de los proyectos de vías de buses seleccionados. La selección de las vías de buses, los carriles exclusivos de buses troncales y los carriles prioritarios de buses troncales se deberá plantear a través de un estudio de factibilidad. La Figura 7.9 muestra la red de vías de buses troncales propuesta.

7.7.7 Plan de Desarrollo de las Vías Troncales de Buses

a) Línea Troncal de Buses - 1

La Línea Troncal - 1 conecta a Chorrillos, Centro de Lima, hasta Carabaylo, pasando por la Av. Huaylas, Av. Paseo de La República, Centro de Lima (España, Lampa, Emancipación), Av. Alfonso Ugarte, Av. Túpac Amaru y la Av. Universitaria hasta llegar a Carabaylo.

b) Línea Troncal de Buses - 2

La Línea Troncal - 2 conecta al Callao, Centro de Lima y Ate pasando por la Av. Venezuela, Av. Arica, Paseo Colón, Av. Grau, Av. Nicolás Ayllón y la Carretera Central hasta llegar al km 10.

c) Línea Troncal de Buses - 3

La Línea Troncal - 3 se inicia cerca a la intersección de la Av. Néstor Gambetta en Ancón y recorre toda la Panamericana Norte, la Vía de Evitamiento y la Panamericana sur, hasta llegar al Puente Villa intersección con la Av. Huaylas en Chorrillos.

d) Línea Troncal de Buses - 4

La Línea Troncal - 4 conecta el Puerto del Callao (Garibaldi) con la carretera Panamericana Norte en Ancón, recorriendo la Av. Néstor Gambetta.

d) Línea Troncal de Buses - 5

La Línea Troncal - 5 conecta el Aeropuerto del Callao con la carretera Panamericana Norte, recorriendo la Av. Elmer Faucett y la Av. Canta Callao, hasta llegar cerca al puente sobre el río Chillón.

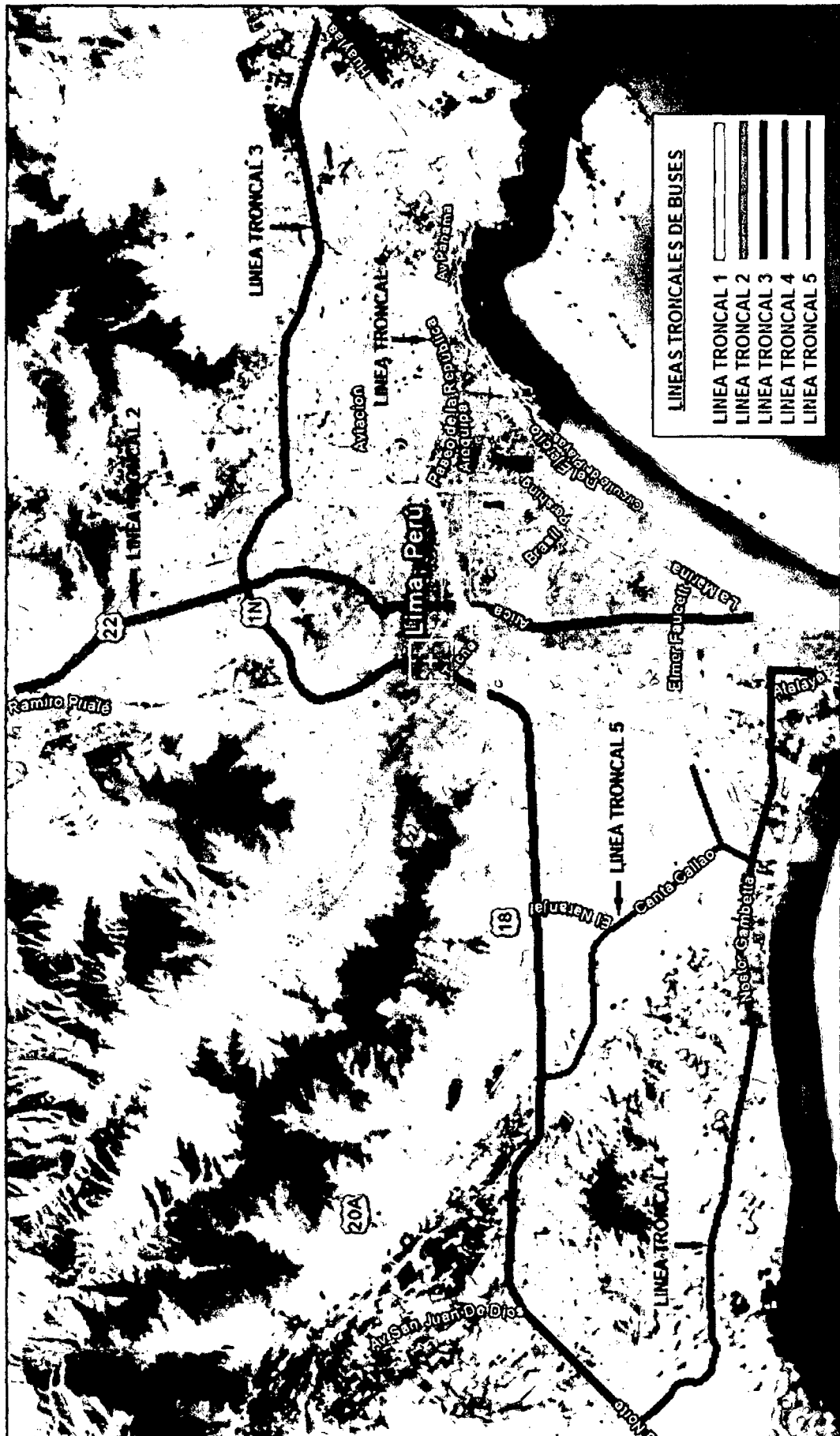


Figura 7.9 Red de Vías Troncales de Buses Propuesta
 Fuente: Elaboración propia, 2010

7.7.8 Capacidad de la vía de buses

1) Capacidad de la Línea

Capacidad de línea de vehículo o de línea de pasajero (C) es el máximo número de buses o pasajeros que pueden ser transportados en una línea de bus (ruta) pasando por un punto fijo durante una hora.

Capacidad de línea programada C_0 es el número de pasajeros que son transportados pasando por un punto fijo en un horario de operación establecido. Es evidente que, $C_0 \leq C$

La Tabla 7.9 muestra las pautas para frecuencia y capacidad programada de línea de pasajero. La capacidad de la línea se computa como la capacidad del bus, multiplicada por la frecuencia, asumiendo que los buses operan con una separación de 1 minuto o menos.

El número de buses que pasan por un punto en una línea durante una hora es la frecuencia de servicio f , que es lo inverso de la separación de servicio h , el intervalo de tiempo promedio entre dos buses sucesivos:

$$f = \frac{3600}{h}$$

Tipo de Bus	Capacidad del Bus (No. de pasajeros por unidad)	Separación (seg.)	No. de pasajeros transportados (No. de pasajeros por/hora/dir.)
Bus Troncal	150	45 - 60	9,000 - 12,000
Bus Convencional	80	45 - 60	5,000 - 6,000
Bus Alimentador	20	45 - 60	1,200 - 1,600

Tabla 7.9 Pautas de Capacidad de Pasajero Programada de Línea

Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

2) Criterio del Sistema de Vía Troncal de Buses

En el área metropolitana de Lima, el flujo máximo de pasajeros registrado en el estudio del Plan Maestro de Transporte 2005, fue de aproximadamente 38,000 pasajeros/hora/dir en la dirección entrante en Av. Túpac Amaru con un carril de tránsito mixto y 5 carriles/dir (3 carriles para el carril de tráfico directo y 2 carriles para la vía frontal) en el período entre 8:00 y 9:00 a.m. Estas cifras se estiman multiplicando el número de buses por el número promedio de pasajeros abordando en la hora correspondiente. El número de buses es aproximadamente de 1800, de los cuales 860 vehículos son Camionetas Rurales, 670 son Microbús, 120 son Ómnibus y 150 son Colectivos.

Por lo tanto, la capacidad del flujo de las vías de buses podrá transportar un flujo de pasajeros de 25,000 p/h/d en una base consistente. La capacidad de línea programada en la vía de buses será de aproximadamente 25,000 p/h/d bajo un cronograma de operación establecido.

La Tabla 7.10 muestra la capacidad de la línea troncal por hora por diferentes frecuencias de servicio (tiempo de separación). Esta capacidad se calcula suponiendo que el número de frecuencias de operación de buses es el resultado del tiempo de separación y la capacidad de transporte. Esto muestra la relación entre el tiempo de separación del servicio y su capacidad de transporte. Cuando los buses articulados operan cada 30 segundos, la capacidad de transporte por hora por línea llega a 18,000 pasajeros. Cuando el tiempo de separación es 20 segundos, la capacidad por hora teóricamente aumenta a 27,000 pasajeros, pero esto es bastante difícil poner en la práctica, dado, entre otros factores, por el tiempo que se necesita para el embarque y desembarque de los pasajeros y el número de espacios disponibles en cada paradero de buses. En el caso que la demanda de los pasajeros en la vía troncal de buses aumente lo suficiente como para requerir un tiempo de separación menor a los 30 segundos, sería más apropiado introducir el bus articulado juntando a tres vehículos (capacidad de 200 o 240 pasajeros).

Frecuencia de Servicios (Tiempo de Separación)	No. de Buses en operación (unidades/hora) (A)	Capacidad por Bus Articulado	Capacidad de Transporte por hora (personas/dirección/línea) (A x B)
20 segundos	180	150	27,000
30 segundos	120	150	18,000
45 segundos	80	150	12,000
60 segundos	60	150	9,000
90 segundos	40	150	6,000
120 segundos	30	150	4,500

Tabla 7.10 Frecuencia de Servicio y Capacidad de Transporte de la Línea de Buses
Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

7.8 SISTEMA DE TRENES LIGEROS (TRANVIAS)

Discurren por plataforma reservada a partir de un 40%, procurando que sea en la mayor parte de su recorrido, circulando por superficie o en tramos subterráneos o aéreos donde las necesidades estén muy justificadas. Disponen de prioridad semafórica en los cruces e intersecciones con respecto al resto del tráfico. Tracción eléctrica con toma de corriente aérea o por tercer carril central.

La importancia de este sistema es considerable y va en aumento progresivo en muchas ciudades del mundo debido a sus innumerables ventajas, sin olvidar que es un sistema no contaminante muy apropiado para personas con movilidad reducida y personas mayores, que se integra plenamente en el paisaje urbano de las ciudades, gana espacio al peatón, humanizando los centros de las mismas consiguiendo disminuir el tráfico privado, ruidos y contaminación y constituyendo todo un símbolo de una ciudad moderna que coordina urbanismo y movilidad, infraestructuras y proyectos urbanos.

7.8.1 Ventajas del Tranvía

Entre las principales ventajas del tranvía moderno, que ha sufrido una gran evolución como el resto de los sistemas ferroviarios, se pueden citar:

- Transporte de tracción eléctrica no contaminante, contribuyendo en gran manera a aumentar la calidad ambiental de las ciudades.
- Sistema de conducción suave de arranque y frenado con muy buena aceleración.
- Sistema de hombre muerto con parada automática del vehículo en caso de pérdida de conocimiento del conductor con triple sistema de frenado haciendo que sea el sistema de transporte de superficie más seguro.
- Sistema SAE (Sistemas de Ayuda a la Explotación), con preferencia semafórica en cruces con el resto del tráfico rodado e información con el puesto de mando.
- Bajo consumo de energía, menor consumo por plaza y Km. La energía de frenado se devuelve a la red y puede ser empleada por otro tranvía en circulación y cuando está parado no consume energía. Menores costes de explotación.
- Plataforma baja de hasta 205 mm. con respecto al nivel del carril y hasta un 100% de "piso bajo". De esta forma se facilita la accesibilidad plena para las personas de edad y con impedimentos físicos.
- Rapidez de entrada y salida del vehículo por disponer de varias puertas con sistema de seguridad antiatrapamientos.
- Silenciosos por disponer de sistemas de amortiguación como ruedas elásticas, amortiguadores de mayor eficacia. Los carriles están embebidos en un producto elastómero que absorbe las vibraciones del carril con el pavimento.
- Prolongada vida útil de las unidades.
- La longitud de los tranvías pueden adaptarse a las demandas al ser composiciones modulares y fabricarse un varias longitudes. En horas punta pueden circular en composición doble con el mismo conductor duplicando la capacidad de transporte.

- Gran capacidad de transporte. Se pueden alcanzar hasta 20.000 viajeros por hora y sentido.
- Permite una transformación y mejora del espacio urbano.
- Buena regularidad y velocidad comercial.
- Facilidad de integración en el tejido urbano sin crear ningún tipo de barrera arquitectónica, con facilidad de circular por calles incluso estrechas con pequeños radios, pasando a ser parte importante de la ciudad. Sirve de eje estructural para desarrollar y mejorar áreas urbanas.
- Mayor capacidad para captar nuevos usuarios, aumentando el número de usuarios del transporte, la accesibilidad y movilidad urbana, reduciendo la congestión en los centros urbanos, el ruido y la polución.

7.8.2 Diferencias del Tranvía y el Metro

El tranvía es considerado un sistema de capacidad intermedia, con una amplia banda de capacidad que va desde 4.000 viajeros por hora y sentido hasta nada menos que 20.000 viajeros. Este amplio margen permite a este sistema justificar líneas en numerosos corredores siempre que estén dentro de estos datos.

El metro sólo empieza a ser viable a partir de 20.000, según expertos, demanda que es muy considerable y que solo se da en algunos corredores.

El metro tiene un altísimo coste de construcción de sus infraestructuras, debido a que suele ir en tramos aéreos y/o subterráneos con la complejidad técnica que trae consigo. Lógicamente la infraestructura de un tranvía es mucho menor en coste que un metro (del orden de cuatro veces de media) al ir generalmente en superficie, es fácil ver por ejemplo la diferencia de coste de una parada a nivel de calle de un tranvía con una estación subterránea o aérea de un metro.

7.8.3 Integración urbana

Una de las ventajas más importantes de los tranvías es el vínculo funcional que hacen entre el transporte y el urbanismo. La introducción de tranvías en el tejido urbano presenta una oportunidad para que la autoridad local reconsidere el diseño de los espacios públicos y el paisaje urbano en general. Los espacios urbanos pueden ser diseñados para dar prioridad a los peatones, ciclistas y transporte público, con amplias aceras y zonas peatonales. El paisaje urbano relacionado con el tranvía por lo tanto, puede utilizarse para

aumentar el valor de las áreas a través de los cuales corren, pavimentos puede ser cambiado, los árboles plantados y la hierba es a menudo establecido en el tranvía.

El sistema de tranvías puede influir considerablemente en el desarrollo de la estructura urbana y el tejido urbano. Las tiendas y comercios a lo largo de la ruta se benefician y los valores de los bienes raíces y valores de alquiler tienden a aumentar significativamente.

7.8.4 Vía única y vía doble

Es interesante notar que un cierto número de metros ligeros entre los más recientes construidos en Europa y EE.UU., han sido previstos para una circulación en vía única, acondicionando algunos pases de vía doble para permitir los cruces.

El interés de esta configuración es :

- Que permite ahorros en las inversiones de ingeniería civil,
- Que puede permitir más fácilmente implantar ciertos tramos en sitios separados.

Como contrapartida, tiene el inconveniente de penalizar la frecuencia de línea; necesita una señalización particular para garantizar la seguridad y medios de regulación para optimizar esta frecuencia.

7.8.5 Material rodante

Los vehículos de metro ligero deben ser atractivos, por lo tanto modernos. La tendencia de estos últimos años se orienta al aumento de la oferta y de la productividad: los vehículos son de dimensión importante, de 20 a 40 m de largo, y de 2,20 m a 2,65 m de ancho con posibilidad de formar trenes de unidad múltiple; la capacidad unitaria de estos vehículos se sitúa entre 200 y 300 pasajeros.

La utilización de seccionadores de corriente con los motores de tracción permite el mando progresivo de la tracción que ofrece un confort de rodamiento y una mejor utilización de la adherencia y ganancias de consumo en el arranque y en velocidades reducidas; es posible recuperar energía eléctrica con el frenado si la instalación eléctrica está adaptada.

Estos vehículos ofrecen el confort deseado por los usuarios, confort que se encuentra en el nivel de accesos, asientos, calefacción, climatización, si necesario, señalización, sonorización, iluminación y colores.

7.8.6 Identificación de proyectos de la Red de Trenes Ligeros

Para el área de Lima Metropolitana, se han escogido 5 proyectos de líneas de trenes ligeros o más conocidos como Tranvías. La Tabla 7.11 muestra la relación de los proyectos de líneas de tranvías seleccionados.

LÍNEA	ETAPAS / VÍAS	SECCIÓN / TRAMO	LONG.
Línea 1	1ra etapa: Av. Universitaria Sur	Av. Angélica Gamarra – Av. La Marina	8.5 km
	2da etapa: Av. Pérez Aranibar (Ejercito)	Av. La Marina – Ovalo Pardo	7.3 km
	3ra etapa: Av. Angamos – Av. Primavera	Ovalo Pardo – Av. Javier Prado	11.2 km
Línea 2	1ra etapa: Av. Tacna - Av. Arequipa	Pte. Santa Rosa – Ovalo Miraflores	8.8 km
	2da etapa: Av. Benavides	Ovalo Miraflores – Panamericana Sur	6.3 km
Línea 3	1ra etapa: Av. Brasil	Av. Pérez Aranibar – Plaza Bolognesi	5.3 km
	2da etapa: Av. Salaverry	Plaza Bolognesi – Av. Pérez Aranibar	5.5 km
Línea 4	1ra etapa: Av. Abancay – Av. Colonial	Pte. Ricardo Palma – Av. Universitaria	6.9 km
	2da etapa: Av. Colonial – Av. Sáenz Peña	Av. Universitaria – Plaza Gálvez, La Punta	9.3 km
Línea 5	1ra etapa: Alameda Corregidor – Av. La Molina	Ovalo Los Cóndores – Av. Ferrocarril	8.7 km

Tabla 7.11 Líneas de Tren Ligero por Etapas
Fuente: Elaboración propia, 2010

7.8.7 Plan de Desarrollo de las Líneas de Trenes Ligeros

a) Línea de Tranvía - 1

La Línea - 1 se inicia en la intersección de la Av. Universitaria con Angélica Gamarra, y recorre la Av. Universitaria Sur hasta la Av. Bertoloto en San Miguel, la Av. Pérez Aranibar (Ejercito), Av. Angamos, Av. Primavera, Av. Encalada, Av. El Polo hasta llegar al Ovalo Monitor en la Av. Javier Prado.

b) Línea de Tranvía - 2

La Línea - 2 se inicia en el Puente Santa Rosa (Río Rímac) y recorre la Av. Tacna, Wilson, la Av. Arequipa y la Av. Benavides hasta llegar a la Panamericana Sur.

c) Línea de Tranvía - 3

La Línea - 3 se inicia en la Av. Pérez Aranibar (Ejercito), y recorre toda la Av. Brasil hasta la Plaza Bolognesi, para de ahí recorrer la Av. Guzmán Blanco y toda la Av. Salaverry hasta llegar a la Av. Pérez Aranibar.

d) Línea de Tranvía - 4

La Línea - 4 se inicia en el Puente Ricardo Palma (Río Rímac) y recorre la Av. Abancay, Colmena, la Av. Oscar Benavides (Colonial), la Av. Sáenz Peña y la Av. Jorge Chávez hasta llegar a Plaza Gálvez en la Punta.

d) Línea de Tranvía - 5

La Línea - 5 conecta la Molina con Santa Anita, y se inicia en el Ovalo los Cóndores recorriendo la Alameda del Corregidor, la Av. La Molina y la Av. Los Ruiseñores, hasta llegar al cruce con la Av. Ferrocarril.



Figura 7.10 Red de Líneas de Tranvías Propuesta
Fuente: Elaboración propia, 2010



Figura 7.11 Red de Transporte Público Propuesta para Lima Metropolitana
 Fuente: Elaboración propia, 2010

CAPITULO 08

RECOMENDACIONES DE DISEÑO

Este capítulo trata de los diversos elementos físicos que participan en la provisión de un adecuado servicio de transporte, la cual va desde una simple parada hasta el diseño de vialidades o derechos de vía exclusivos para el transporte público.

8.1 PARADAS

Los puntos de parada y estaciones son componentes importantes de un sistema de transporte público puesto que ejercen una influencia considerable en la operación ya que:

- Limitan la capacidad de línea y por ende el número de unidades de transporte que pueden operar.
- Su ubicación y espaciamiento debe ser adecuado para atraer al usuario.

Un aspecto muy importante que debe tenerse presente es el referente al tiempo requerido para el ascenso y descenso de pasajeros en las paradas al ser este un factor determinante de la capacidad de línea.

La tabla 8.1 muestra los tiempos promedios detectados en diversos estudios, mientras que la tabla 8.2 muestra los aspectos que ejercen una influencia en la duración del tiempo de parada.

CONDICIONES	TIEMPO [s/pas]
Descenso	
Muy poco equipaje de mano y paquetes; pocos transbordos	1.5 a 2.5
Cantidad moderada de equipaje de mano o muchos transbordos	2.5 a 4.0
Equipaje considerable en las repisas (viaje foráneos)	4.0 a 6.0
Autobús articulado; servicio urbano	0.4 a 0.8
Ascenso	
Pago por anticipado antes de entrar al autobús o pago al abandonar	1.5 a 2.5
Pago en una caja colectora con una sola moneda o cospel	2.0 a 3.0
Pago con moneda fraccionaria	3.0 a 4.0
Pago anticipado con tarifa zonal; verificación en el autobús	4.0 a 6.0
Pago en efectivo de tarifa zonal, con registro en el autobús	6.0 a 8.0
Autobús articulado; servicio urbano con pago anticipado	0.5 a 1.2

Tabla 8.1 Tiempos de ascenso y descenso de usuarios

Fuente: Highway Capacity Manual. Transportation Research Board Washington, 1985.

Concepto	Aspectos que influyen en el tiempo de parada
Usuario	<ul style="list-style-type: none"> • Afluencia de ascensos y descensos • Hábitos y educación • Capacidad física
Vehículo	<ul style="list-style-type: none"> • Desempeño del motor • Número de puertas para ascenso/descenso • Ancho de las puertas • Número y altura de los escalones • Obstáculos que promueven la acumulación de pasajeros antes del área de cobro • Capacidad de la unidad
Paradas	<ul style="list-style-type: none"> • Ubicación o proximidad de semáforos e intersecciones • Acceso a la unidad • Distancia de la unidad a la acera o plataforma • Altura de la acera • Cobertizos y bahías • Información al usuario
Forma de cobro	<ul style="list-style-type: none"> • Pago de tarifa exacta o entrega de cambio • Cobro antes o después de abordar
Vialidad	<ul style="list-style-type: none"> • Flujo de vehículos • Estado del pavimento • Inclinación • Prioridad • Número de unidades que utilizan la parada

Tabla 8.2 Aspectos que influyen en el tiempo de parada

Fuente: Libro Transporte público – Angel Molinero. 1997.

Así, el análisis detallado de las paradas en el diseño de una ruta es importante ya que trae beneficios directos tanto al usuario, como al prestatario del servicio como a la comunidad.

8.1.1 Paradas en la Vía Pública

Este tipo de paradas constituyen la infraestructura más sencilla de un sistema de transporte, ubicándose en la acera misma. Por ello, su uso está destinado primordialmente a los autobuses. Naturalmente, la operación de este tipo de paradas implica el bloqueo momentáneo del carril por donde circulan los vehículos.

Cuando la parada se establece a la orilla de la acera se disminuye considerablemente la capacidad de la vía (por ejemplo, 33% en el caso de tener la vialidad tres carriles). Por ello, se han desarrollado diseños de paradas que evitan la interrupción momentánea del tránsito de vehículos. A estas paradas se les conoce con el nombre de bahías.

a) Espaciamiento entre paradas

La distancia media entre puntos de parada es un factor que influye determinantemente en la velocidad de operación, la cual aumenta conforme la distancia entre paradas aumenta. Es recomendable distancias entre 300 y 500 metros con lo cual se tiene velocidades de operación del orden de 15 a 25 km/h. Para áreas suburbanas esta distancia puede incrementarse por arriba de los 800 m, según la densidad e intensidad del uso del suelo, con lo cual es factible lograr velocidades de operación superiores a los 20 km/h.

b) Diseño de la parada

La longitud de una parada debe reflejar el número de autobuses que requiere acomodar simultáneamente en la hora de máxima demanda así como, los requerimientos de maniobra para entrar y salir de la parada y el tipo de parada que se trate.

A su vez, el número de posiciones para el ascenso y descenso de pasaje dependerá de la cantidad de llegadas y el patrón que estas siguen y de los tiempos necesarios para el ascenso y descenso de pasaje (afluencias). La Foto 8.1, muestra ejemplos de diferentes paradas.



Foto 8.1 Diferentes paradas de autobuses

Fuente: Foto izquierda – Parada Autobús Curitiba. Foto derecha – Paradero Autobús Alicante.

Se recomienda que las paradas después de la intersección presenten una longitud de 30m. Sin embargo, un mínimo de 25m es aceptable y esta distancia se mide desde la parte posterior del autobús estacionado hasta el inicio del primer cajón de estacionamiento.

Las paradas antes de la intersección contarán con una longitud que oscila entre los 28 y los 32m, medidos desde la parte frontal del autobús hasta el frente del último vehículo estacionado.

Las paradas a la mitad de la cuadra deberán fluctuar entre los 40m y los 50m, medidos desde la parte frontal del último vehículo estacionado hasta la parte posterior del próximo.

8.1.2 Paradas fuera de la vía pública

a) Bahías

Las bahías no requieren una inversión cuantiosa y permiten, según el diseño, que uno o más autobuses puedan introducirse fácilmente al contar con un acceso adecuado en la cual se considera la velocidad de aproximación a la que arriba el vehículo. Asimismo, la salida toma en cuenta el radio de giro que puede lograrse con el vehículo de diseño.

La Figura 8.1 define las principales dimensiones así como los parámetros que deben considerarse (radio de giro, longitud del vehículo, velocidad de aproximación y seguridad de operación). Este tipo de paradas puede complementarse con aspectos distintivos, tales como adoquín o pintura en el área de parada, con lo cual se logra un mayor respeto al hacerse evidente su situación.

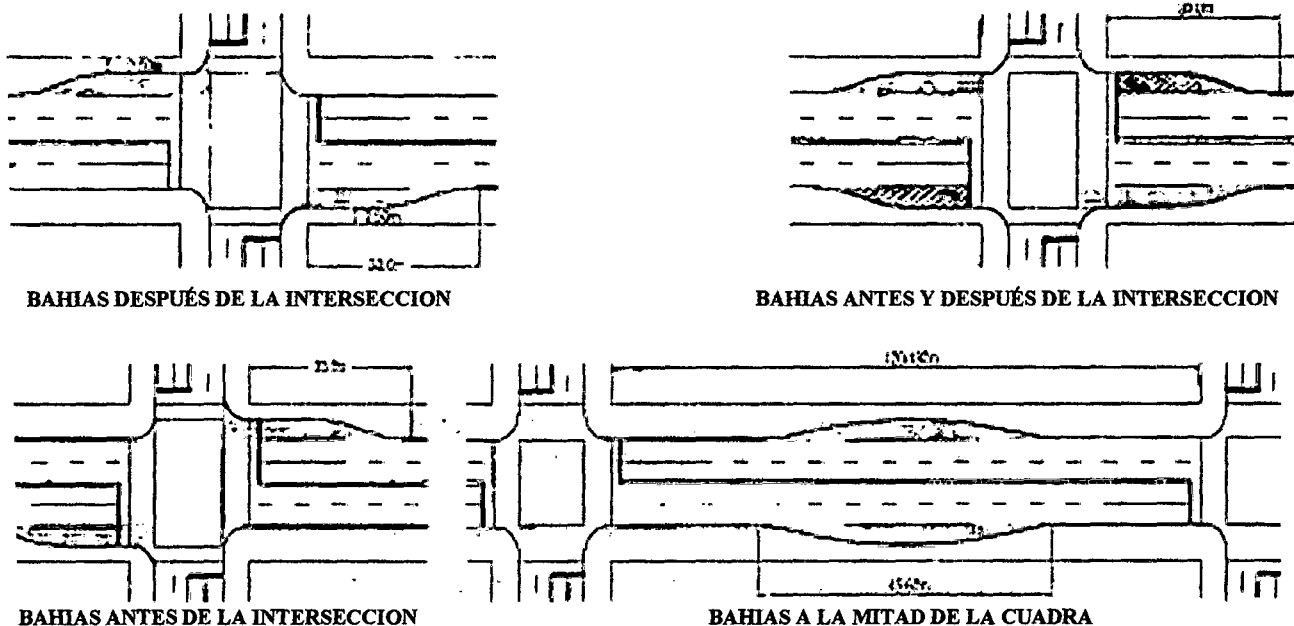


Figura 8.1 Bahías para autobuses

Fuente: Bus Use of Highways. Transportation Research Board Washington, 1975.

Una bahía facilita el ascenso/descenso del usuario sin afectar el tránsito normal de vehículos en una parada de autobuses. El número de posiciones de abordaje de una bahía depende de la naturaleza y relación de llegadas de autobuses así como de los tiempos de ascenso/descenso del usuario en la parada. Los requerimientos de posiciones se resumen en al Tabla 8.3, los cuales están basados en una relación de llegadas aleatorias.

Volumen de autobuses en la hora de máxima demanda	Capacidad requerida (posiciones) cuando el tiempo de parada es:				
	10 seg	20 seg	30 seg	40 seg	60 seg
15	1	1	1	1	1
30	1	1	1	1	2
45	1	1	2	2	2
60	1	1	2	2	3
75	1	2	2	3	3
90	1	2	2	3	4
105	1	2	3	3	4
120	1	2	3	3	5
150	2	3	3	4	5
180	2	3	4	5	6

Tabla 8.3 Requerimientos de posiciones en paradas y bahías
Fuente: Highway Capacity Manual. Transportation Research Board Washington, 1985.

b) Paraderos

La construcción de paraderos busca facilitar al usuario el intercambio entre medios de transporte al evitar confusiones en sus transbordos, reduciendo las distancias de recorrido y mejorando las condiciones en que se lleva a cabo.

Por otra parte, propicia una operación más eficiente al hacer una mejor utilización de los recursos. El tamaño y capacidad de un paradero así como su esquema de operación interna están en función de los volúmenes, de la forma de llegada y de los patrones de demanda de los usuarios. Por otra parte, los volúmenes de unidades así como sus prácticas de operación entre las que destaca la forma de cobro, la frecuencia del servicio y los tiempos de terminal presentan una influencia que debe ser considerada.

8.2 ESTACIONES Y TERMINALES

Se conoce con el nombre de estaciones de paso a las áreas que se encuentran fuera de a circulación y que pertenecen normalmente a sistemas de transporte férreos y estaciones terminales a aquéllas donde hace cierre de circuito una unidad de transporte.

Una estación de transferencia es aquella infraestructura diseñada para facilitar el intercambio de pasajeros, ya sea de un mismo medio de transporte (metro-metro) o entre varios medios de transporte (metro-autobús; autobús-tren ligero).

En el caso de las estaciones terminales, éstas se encuentran en las puntas de las líneas y pueden servir como puntos de transferencia entre las rutas alimentadores y otras rutas o medios de transporte (autobús-metro; autobús-autobús; autobús-tren ligero).

8.2.1 Requerimientos de una estación

En el diseño de una estación se deben analizar los requerimientos del usuario, del prestatario del servicio y de la comunidad.

Al usuario le va a interesar que el tiempo y la distancia de recorrido sea mínima, del acceso al andén o de andén a andén, en caso de transferencias. Asimismo, se va a buscar que exista una conveniencia al utilizar la estación, es decir que pueda orientarse y contar con patrones de circulación adecuados, que cuente con una adecuada capacidad y un fácil ascenso y descenso.

Por otra parte, el usuario va a desear comodidad a través de un diseño adecuado y funcional, protegido de la intemperie y con poco uso de escaleras. La seguridad y vigilancia van a jugar un papel importante por lo que las superficies deben ser seguras y se debe contar con una adecuada iluminación y visibilidad.

Por otra parte, el prestatario del servicio, buscará tener costos mínimos en su operación y mantenimiento; el contar con la capacidad adecuada tanto en la estación en su conjunto como en las áreas peatonales. Asimismo, buscará una fácil supervisión mediante una buena visibilidad de los andenes y de las áreas de recolección de tarifas. Esto permitirá lograr una mayor eficiencia, así como una mayor seguridad y menor riesgo de vandalismo.

8.2.2 Elementos de una estación

Una estación se compone de varios elementos, siendo los principales:

- Accesos, pasillos y escaleras
- Vestíbulo
- Andenes

a) Accesos

El número y ubicación de los accesos a las estaciones influyen directamente en la aceptabilidad por parte del usuario así como en la integración del sistema de transporte público con las áreas y construcciones cercanas a la estación. Puesto que el usuario percibe que ha llegado a la estación al momento de acceder a la misma, el diseño de la estación debe proveer de escaleras en ambos lados del andén, ya que resulta en una mejor cobertura que en el caso de un solo acceso.

b) Pasillos

La función de los pasillos o corredores puede sintetizarse en tres tipos diferentes:

- Comunicar al vestíbulo con el andén
- Comunicar andenes de la misma o distinta estación
- Comunicar los vestíbulos con el exterior

Esto induce a considerar el correcto dimensionamiento del pasillo, de acuerdo con el movimiento esperado y una adecuada canalización de las circulaciones de usuarios, principalmente en los casos de transferencias y los accesos a las estaciones.

El cálculo de la capacidad de un pasillo parte de los movimientos de pasajeros máximos previsibles en cada estación a la hora de máxima demanda. Para cada caso, es conveniente estudiar las incidencias anormales, tal como la evacuación completa de un tren en el andén y la subsiguiente evacuación del público en caso de emergencia.

Por otra parte, se tiene que la capacidad de usuarios que puede absorber un pasillo o plataforma aumenta con la densidad hasta un punto (más de 4 pasajeros por m²) donde la capacidad decae.

Es importante conocer con certeza el movimiento máximo esperado que pueda tener la estación para su correcto dimensionamiento. Sin embargo, esto depende de factores difíciles de cuantificar a futuro, como lo es la población beneficiada, la atracción directa o indirecta de la estación, el uso del suelo predominante en el área circundante a la estación, los horarios de trabajo.



Foto 8.2 Pasillo en una estación

Fuente: Metro de Madrid. Pagina Web: commons.wikimedia.org

c) Escaleras

Las diferencias de niveles en las estaciones se salvan mediante escaleras fijas, mecánicas o mediante elevadores. Las escaleras no deben ser excesivamente largas, y de serlo, es recomendable dividir las en tramos, entre los que se ubican descansillos. Asimismo, el número de escalones entre descansillos no debe sobrepasarse de los 20 peldaños, siendo el valor recomendable el de 12 escalones. Se deben evitar tramos cortos de dos o tres escalones ya que no son prácticos y por ende deben agruparse, o en su caso suprimirse, sustituyéndolos por rampas.

Los anchos de escaleras no deben ser menores de 1.60 m y en caso de tener 4.50 m o mas, deben contar con un pasamanos central que permita separar las direcciones de circulación y dar mas puntos de apoyo al usuario. Asimismo, los puntos bajos de una escalera no deben estar a menos de 2.10 m de la vertical de la misma, mientras que el pasamanos estará en vertical a 0.90 m.

En caso de estaciones a profundidades medias o grandes, las escaleras mecánicas son el procedimiento mas empleado para subir y bajar a los usuarios. La tendencia actual es llevar, si es posible, al usuario desde el andén al vestíbulo y de éste a la calle mediante varios tramos de escalera mecánica.



Foto 8.3 Escalera Mecánica

Fuente: Metro de Madrid. Pagina Web: commons.wikimedia.org

d) Elevadores

Los elevadores se instalan generalmente como complemento a las escaleras mecánicas, como sustitución de éstas o como apoyo para los minusválidos.

Los ascensos y descensos deben ser independientes, entrando, si es posible, los usuarios por un lado y saliendo por el otro. Las plataformas de ascenso y descenso deben ser amplias, al menos dos veces y media la capacidad de los elevadores y con una rápida y fácil comunicación hacia los vestíbulos o pasillos de acceso o salida.

En los casos en que se utilizan únicamente los elevadores como elemento de transporte entre el andén y la superficie, éstos se agrupan en baterías de elevadores, gobernados por una programación automática que en la bajada anuncia el elevador próximo a salir mediante un rótulo luminoso y apertura de sus puertas. La subida se efectúa en cierto tiempo después que el tren abandona la estación.

e) Vestíbulo

El tipo de vestíbulo depende en gran medida del tipo de trazado y de estaciones que se han proyectado. En base a esto, se puede establecer una primera clasificación, siendo ésta.

- Superficial para estación elevada
- para estación de superficie
- para estación subterránea

- Subterránea en mezanine profunda

Estos tipos cubren los casos mas comunes de ubicación y utilización de los mismos.

Los vestíbulos superficiales suelen consistir o formar parte de un edificio. Por abajo o por encima de este edificio está ubicada la estación, según si la línea es también de superficie, los andenes estarán a nivel y el edificio que aloja el vestíbulo estará generalmente a un lado o por encima de las vías.



Foto 8.4 Vestíbulo de una Estación

Fuente: Metro de Madrid. Pagina Web: commons.wikimedia.org

Los vestíbulos en mezzanine se ubican a escasa profundidad y de ahí parten las escaleras para descender a los andenes. Estos son los más empleados en líneas de metro subterráneas.

Asimismo, las áreas de vestíbulos pueden ser utilizadas para incorporar ciertos tipos de comercios o para hacer conexiones directas entre los vestíbulos y las tiendas departamentales y edificios importantes. Sin embargo, una de las funciones mas importantes que debe cumplir un vestíbulo es el alojar los sistemas de venta y recolección de boletos, como se muestra en la Foto 8.5.

Para conseguir una fluidez hace falta que el número de instalaciones sea lo suficientemente amplio para absorber las máximas demandas de pasajeros. Al ocupar espacio las taquillas, máquinas expendedoras de boletos y torniquetes se hace necesario cuantificar lo mas aproximado posible el número de viajeros que van a llegar y su cadencia mas desfavorable.

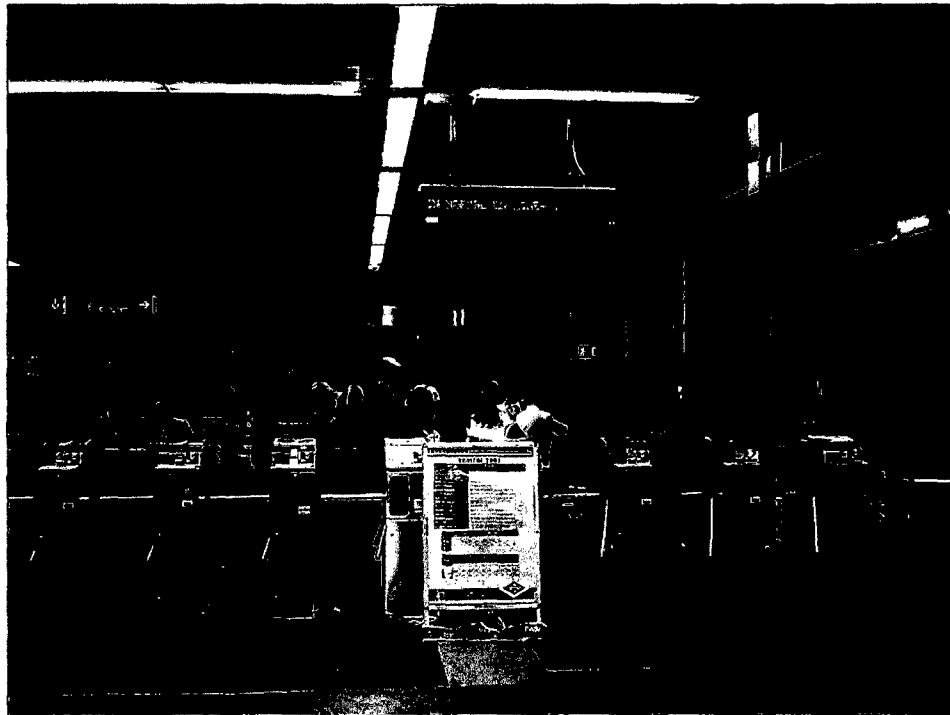


Foto 8.5 Área de recolección y venta de boletos
 Fuente: Metro de Madrid. Pagina Web: commons.wikimedia.org

f) Andenes

El andén es el área utilizable donde el usuario aguarda para abordar un tren. La Figura 8.2 muestra diferentes tipos de andenes para estaciones de paso.

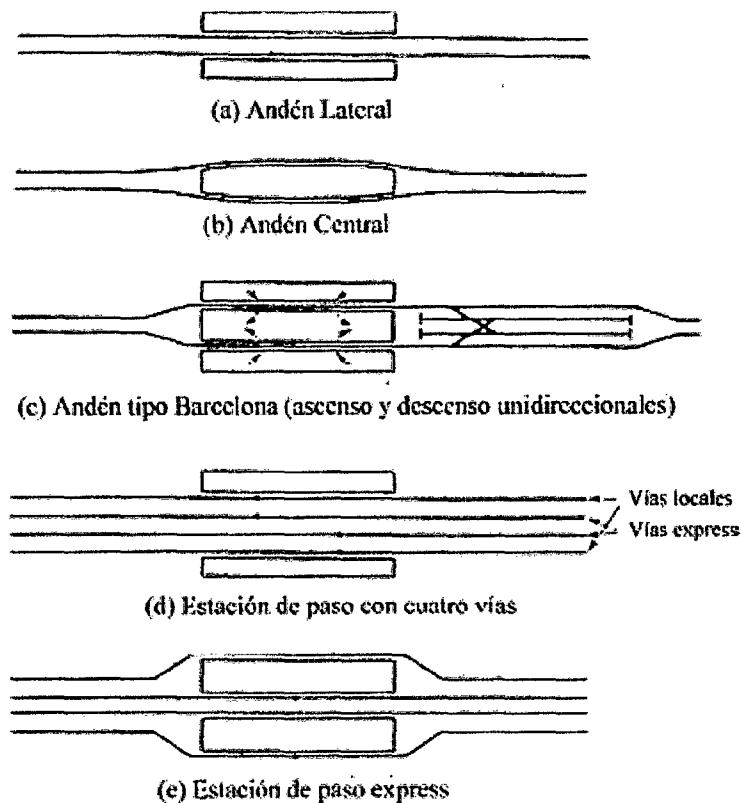


Figura 8.2 Variantes en los andenes de una estación de paso.
 Fuente: Urban Public Transport. Systems and Technology. Vukan R. Vuchic. 1981.

Normalmente, las estaciones de medios de transporte férreos cuentan con andenes de los dos primeros tipos, quedando los cuatro tipos restantes para casos particulares.

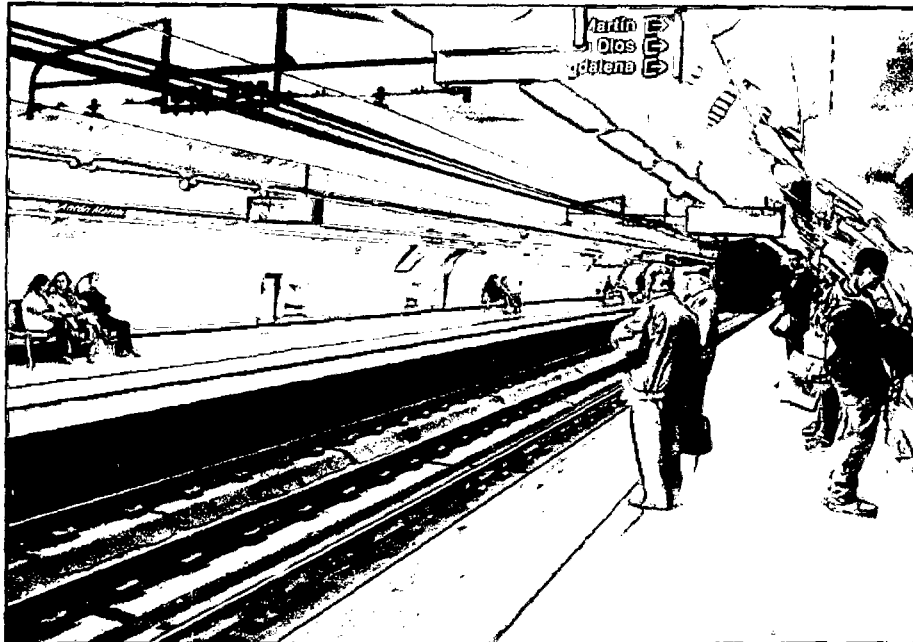


Foto 8.6 Andenes laterales

Fuente: Metro de Madrid. Pagina Web: commons.wikimedia.org

8.3 INFRAESTRUCTURA VIAL APLICADA AL TRANSPORTE PÚBLICO

La calidad del servicio de un sistema de transporte público de superficie depende no solamente del mobiliario urbano sino que también de la infraestructura relativa a la vialidad y, en especial, del nivel de segregación que se tenga de otros tipos de tránsito.

8.3.1 Operación en tránsito mixto

La operación del transporte de superficie en vialidades urbanas no requiere una fuerte inversión, mas que la pavimentación de los accesos a las zonas urbanas de reciente creación y que van siendo servidas conforme el transporte público penetra a ellas. Asimismo, su operación permite cualquier enrutamiento y presenta una confiabilidad adecuada cuando los volúmenes vehiculares que circulan sobre la misma vialidad son relativamente bajos.

Puesto que este tipo de transporte público es vulnerable al congestionamiento vehicular y requieren efectuar paradas a lo largo de su trayectoria, su velocidad de operación siempre es menor que la que experimenta el transporte privado en la misma vialidad. Se deduce que el autobús en tránsito mixto no puede ser competitivo con el

automóvil en cuanto a la velocidad de operación y solo podrán atraer una porción substancial de usuarios potenciales solo si se presentan otras desventajas al uso del automóvil, tales como peajes, tarifas de estacionamiento elevadas o restricciones en su uso.

8.3.2 Elementos de un trato preferencial

El principal objetivo que persigue el transporte público urbano es el traslado de pasajeros. Este razonamiento, a pesar de parecer tan obvio, se ha confundido cuando en la práctica nuestras acciones se encaminan a lograr el movimiento del mayor número de vehículos, lo cual constituye un medio para lograr el objetivo pero no el objetivo en si mismo.

Al transportar a un mayor número de usuarios por unidad y al ocupar un menor espacio, se destaca la importancia del autobús en relación al automóvil privado. Este servicio público provee, además, un servicio básico a la población entera, a un menor costo y un menor impacto por pasajero-kilómetro. Por ello, se requieren acciones que tiendan a dar la preferencia al transporte público.

Entre los principales beneficios que se pueden lograr con trato preferencial se tienen:

- incremento en la velocidad de operación
- incremento en su confiabilidad
- mejorar imagen del servicio de autobuses
- reducción de los costos de operación
- mejoramiento de la seguridad

El trato preferencial al autobús es uno de los requisitos indispensables para mejorar la competitividad del autobús en relación al automóvil, aún cuando no debe olvidarse que para lograr una mayor participación del autobús con respecto al transporte privado, el primero debe mejorar considerablemente su nivel de servicio. Al establecer un sistema preferencial para el transporte público, se requiere contar con normas y criterios que permitan definir claramente las cinco características siguientes:

- Tipo de derecho de vía y su separación
- Tipo de vialidad
- Dirección del viaje
- Duración del trato preferencial
- Tipos de vehículos permitidos

a) Tipo de derecho de vía

Dentro de esta característica se considera el tipo, la forma y el grado de separación con que cuentan los carriles de circulación. Se tienen tres categorías principales que se diferencian principalmente en su grado de separación, siendo éstos:

- Carriles con tránsito mixto, los cuales son carriles que se presentan en cualquier vialidad urbana sin infraestructura especial, como se muestra en la Foto 8.7.
- Carriles preferenciales en el sentido de la circulación y a contraflujo, los cuales por lo general se refieren a carriles laterales asignados para el uso exclusivo del transporte de superficie mediante el señalamiento horizontal en el pavimento y sin segregaciones físicas fijas, tal y como se muestra en la Foto 8.8.



Foto 8.7 Transito Mixto

Fuente: Lima Metropolitana. Pagina Web: skyscrapercity.com

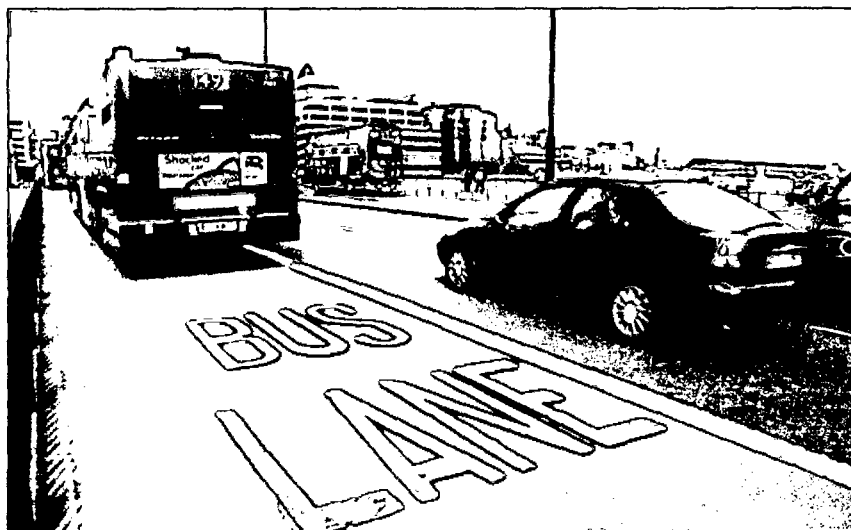


Foto 8.8 Carril preferencial para autobuses

Fuente: Reino Unido. Pagina Web: skyscrapercity.com

- Carriles exclusivos para el transporte de superficie, los cuales son vialidades separadas físicamente de otro tránsito e incluyen el uso de camellones, vialidades exclusivas en las que usualmente comparten el derecho de vía con el peatón y vialidades segregadas en las que operan sin interferencia alguna a altas velocidades. Un ejemplo es la vialidad exclusiva para autobuses que se muestra en la Foto 8.9.



Foto 8.9 Vialidad exclusiva para autobuses
Fuente: Transmilenio de Bogota. Pagina Web: skyscrapercity.com

b) Tipo de vialidad

Esta característica tiene influencia en el tipo de servicio que se pretende dar a la comunidad. Por ello, se habla de trato preferencial en calles y arterias; y en un alineamiento independiente en autopistas urbanas.

c) Dirección del viaje

Se entiende por esta característica, el tipo de movimiento que se da en la vialidad de acuerdo a la trayectoria que presenta la ruta. Así se habla de recorridos en un solo sentido; recorridos que cambian según se presenta la hora de máxima demanda (reversible) y; recorridos en ambos sentidos.

d) Duración del trato preferencial

Esta característica tiene que ver con la permanencia temporal que tiene el trato preferencial, es decir, se tienen tratos preferenciales durante un período de máxima demanda debido a que físicamente es imposible o la magnitud es mucho

menor; durante ambos períodos, siendo este caso el mas común y; el trato es permanente, lo que le permite un mayor y mas estable nivel de servicio a todas horas del día.

e) Tipo de vehículo permitido

Esta característica se refiere al tipo de vehículo que tiene autorización para transitar por los carriles. Así se tiene que se puede autorizar a todo tipo de vehículos su libre tránsito; o bien a autobuses y vehículos con un alto índice de ocupación.

En base a estas cinco características se puede analizar las diferentes opciones que se tiene para desarrollar tratamientos preferenciales al transporte de superficie. Así se puede hablar de la operación de un autobús regular, en ambos sentidos y sin trato preferencial; o bien, de un carril preferencial para autobuses que opera únicamente a la hora de máxima demanda.

La Tabla 8.4 sintetiza la clasificación del trato preferencial en función de las cinco características antes señaladas así como el nivel de trato preferencial logrado. Se observa en él que el impacto del trato preferencial va de menos a mas y que se pueden lograr una serie de combinaciones, las cuales van a depender de las limitantes físicas, económicas y operativas del sistema que se pretenda instrumentar.

El tipo de vialidad en donde generalmente operan los autobuses y trenes ligeros se ubica principalmente a las vialidades urbanas y es aquí en donde se pueden establecer dos tipos de tratamientos preferenciales:

- la utilización de carriles preferenciales o reservados
- tratamientos especiales en las intersecciones (diseño geométrico o una adecuada semaforización).

Características Nivel	Tipo de Derecho de Vía y su Separación	Tipo de Vialidad	Dirección del Viaje	Duración	Tipos de Vehículos Permitidos
1	Carriles con tránsito mixto	Vialidad primaria y secundaria	Un solo sentido	Periodo de máxima demanda	Todo tipo de vehículos
2	Carriles preferenciales regulares y en contraflujo	Arterias	Reversibles	Periodos de demanda	Autobuses y vehículos con altas ocupaciones
3	Carriles o vialidades exclusivas	Trazo independiente	Ambos	Permanente	Autobuses

Tabla 8.4 Clasificación de los diferentes niveles de trato preferencial

Fuente: Urban Public Transport. Systems and Technology. Vukan R. Vuchic. 1981.

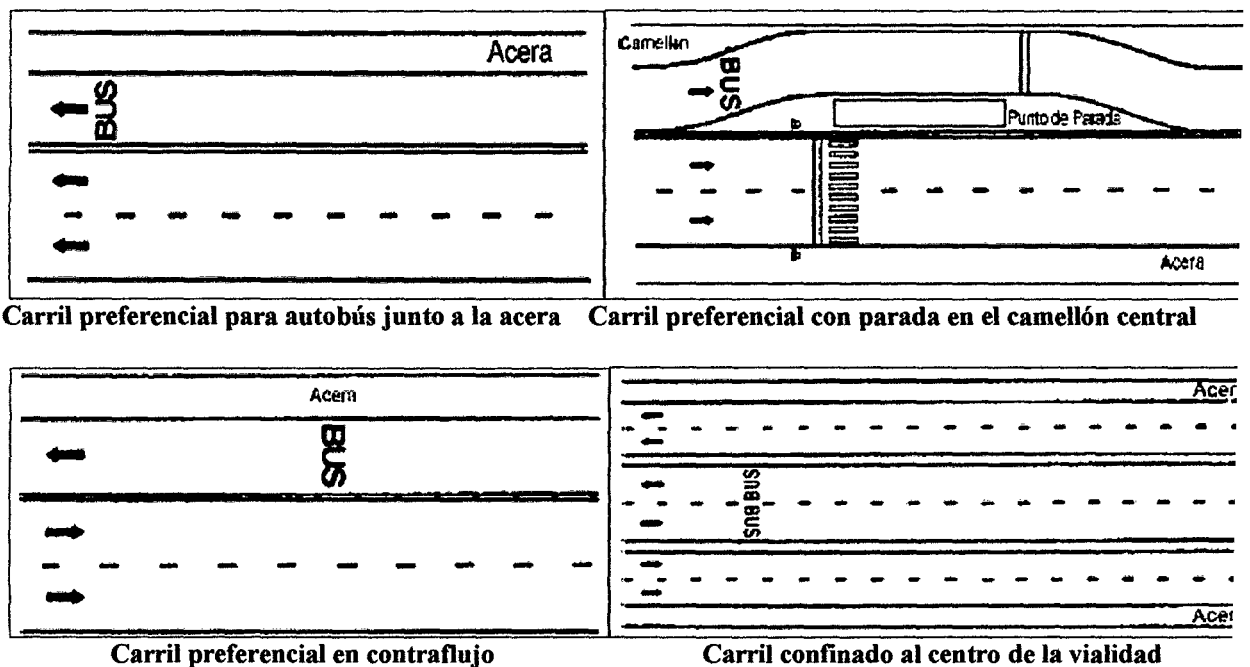
8.3.3 Carriles reservados

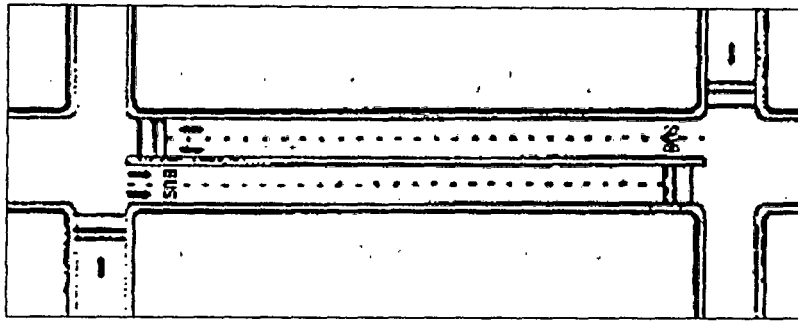
Este tipo de trato preferencial se aplica en aquellas calles o arterias que presentan por lo menos tres carriles de circulación por dirección. En los casos donde existe estacionamiento, éste debe prohibirse y complementarse con la señalización y vigilancia que logren el respeto por parte de los usuarios del transporte privado, garantizando así su correcto funcionamiento.

Aun cuando no es fácil cuantificar los razonamientos para la introducción de carriles reservados para el transporte de superficie, ya sean éstos en la dirección del tránsito o a contraflujo, los siguientes criterios pueden utilizarse para evaluar su justificación:

- El criterio mas importante es la relación entre el número de usuarios transportados por los autobuses contra los transportados por el automóvil, siendo el mas conservador el que un carril para transporte de superficie se justifica si los autobuses transportan tantas personas como los automóviles por carril en los carriles restantes.
- Es deseable favorecer al transporte público sobre el privado ya que es un servicio esencial, mas económico y presenta un menor impacto ambiental
- Permite regular el transporte público

La Figura 8.3 esquematiza diferentes opciones viales de trato preferencial que se pueden aplicar en un área urbana.





Calles exclusivas para el transporte público

Figura 8.3 Opciones de trato preferencial y exclusivo para transporte público
Fuente: Libro Transporte público – Angel Molinero. 1997.

a) Carriles exclusivos laterales

El establecimiento de carriles a la orilla de la acera es conveniente ya que ofrece una mayor facilidad para el establecimiento de las paradas así como en su operación (ascensos y descensos) a pesar de que los movimientos son mas lentos debido a la cercanía de la acera, del mobiliario urbano y de los árboles. El funcionamiento adecuado de este tipo de carriles dependerá del respeto que se implante por parte de las autoridades, tanto de la prohibición del estacionamiento como de su respeto por parte del automovilista. Una frecuencia alta (40 o mas autobuses por hora) garantiza su permanencia así como una adecuada señalización vertical y horizontal.

Su aplicación será factible cuando se presenten las siguientes condiciones generales:

- Se cuente con un mínimo de dos carriles adicionales para absorber el tránsito general en la misma dirección.
- Se cumpla con la relación de usuarios transportados por carril anteriormente descrita.
- La frecuencia mínima recomendable para que se justifique un carril lateral es de 30 unidades por hora por dirección. Sin embargo, su observancia se facilita notablemente para frecuencias mayores a las 40 unidades por hora de máxima demanda.
- La capacidad resultante de cancelar un carril debe tenerse presente y se deberá analizar si esta es suficiente en los carriles restantes o en las vialidades paralelas.
- La posibilidad de acceso a garajes así como el abastecimiento a los inmuebles colindantes debe ser revisada con cuidado ya que de otra manera los resultados pueden ser contraproducentes.

b) Carriles laterales a contraflujo

Los carriles reservados a contraflujo se localizan a la orilla izquierda de la acera en la dirección normal del viaje. En estos carriles se logra un mayor respeto por parte del automovilista al crear una situación de peligro entre el autobús y el vehículo particular. Es recomendable que sus frecuencias sean mayores a los 60 vehículos por hora para garantizar su permanencia.

Los carriles a contraflujo deben contar con un señalamiento horizontal y vertical específico que informe, tanto al automovilista como al peatón, la modalidad que se está usando y con ello evitar accidentes. La Figura 8.4 muestra un ejemplo del tratamiento que se da a los carriles preferenciales que conforman parte de un sistema de Ejes Viales.

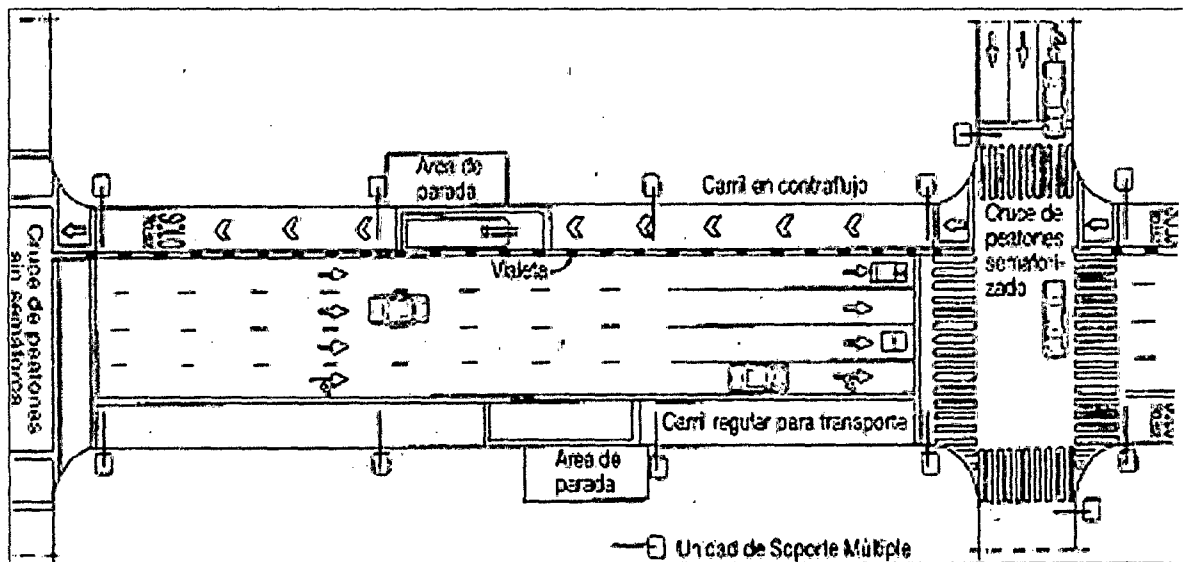


Figura 8.4 Tratamiento preferencial en los ejes viales
Fuente: Libro Transporte público – Angel Molinero. 1997.

Su aplicación será factible cuando se presenten las siguientes condiciones generales:

- Se presenta un fuerte congestionamiento en el corredor donde se pretende implantar el carril a contraflujo
- La introducción de este carril no afecta seriamente la capacidad de la vialidad en la dirección del tránsito general
- Existen cuando menos dos carriles adicionales, preferentemente tres, en la vialidad donde se pretende implantar el carril a contraflujo
- El espaciamiento entre semáforos es mayor a los 150m
- Resulte posible solucionar, reducir o prohibir el acceso y servicio de carga a las propiedades colindantes

- Se cumpla con la relación de usuarios transportados por carril anteriormente descrita
- Se observa una frecuencia mínima de 60 unidades por hora en el sentido del contraflujo durante la HMD
- Será importante que se consideren y analicen detenidamente los aspectos de ubicación del carril; el ancho mínimo del carril; la separación del tránsito general; las vueltas a la izquierda; así como el uso del carril.

c) Carriles exclusivos centrales

Los carriles reservados centrales requieren la eliminación de movimientos direccionales a la izquierda de los autobuses, o bien, tratamientos especiales mediante el uso de un sistema de control a base de semáforos. Estos carriles permiten una velocidad de operación mayor que en los casos anteriores. Sin embargo, se deben proveer de isletas peatonales para aumentar la seguridad y rapidez en los ascensos y descensos así como una mayor seguridad y comodidad a los peatones. También es recomendable el uso de puentes peatonales que comuniquen ambos lados de la arteria y que a su vez tengan conexión con la isleta.

Su aplicación será factible cuando se presenten las siguientes condiciones generales:

- Cuando las necesidades de acceso a las propiedades adyacentes (estacionamiento y carga) descarten la posibilidad de una colocación lateral.
- Cuando se cuente con un camellón central suficientemente amplio que permita alojar uno o dos carriles adicionales sin afectar severamente la imagen urbana.
- Exista una vialidad suficientemente ancha como para reservar dos carriles, sin que ello resulte en detrimento del tránsito general.
- Donde la sección de la vialidad permita incorporar andenes o plataformas para el ascenso y descenso de pasaje. Por ello, las secciones de arroyo mínimas deseables para su aplicación serán de 18 y 22m, según el caso de uno o dos carriles centrales, respectivamente.
- Cuando sea factible prohibir las vueltas a la izquierda que presenten un alto grado de conflicto.
- Se cumpla con la relación de usuarios transportados por carril anteriormente descrita.

- Se registre una frecuencia mínima de 90 unidades por hora por carril durante la HMD.
- Cuando se desee minimizar la invasión del carril por automovilistas así como el estacionamiento ilegal sobre el carril, ya que su ubicación central facilita su confinamiento.
- Será importante que se consideren y analicen detenidamente los aspectos de ancho de carril; las isletas o refugios peatonales; las vueltas a la derecha e izquierda; el acceso al carril exclusivo así como el uso del carril.

d) Calles exclusivas

La implantación de calles exclusivas para el paso del transporte público y peatones es recomendable en las zonas congestionadas de algunas ciudades ya que agilizan los movimientos. En estas calles el tránsito se limita al transporte público y peatones, con lo cual se puede lograr un mejoramiento estético del corredor, tal y como se muestra en la Foto 8.10. Esta tendencia facilita el establecimiento de rutas troncales lo cual permite un servicio de transporte directo y rápido de y hacia las áreas de mayor densidad. Si bien la cobertura de la red se reduce, esta acción permite incrementar la velocidad de operación.

Los accesos a las propiedades y el grado de concentración de humos y ruidos en dichas vialidades debe tenerse presente, para lo cual el transporte eléctrico se puede presentar como una opción viable.

Las principales recomendaciones para el uso de calles exclusivas para transporte de superficie son las siguientes:

- Se presentan fuertes volúmenes de transporte de superficie sobre vialidades angostas
- Es factible mantener accesos de servicio a las propiedades adyacentes, ya sea mediante calles paralelas o transversales lo cual se facilita cuando las cuadras son cortas. Una alternativa viable consiste en abastecer a estos establecimientos a través de esta vialidad exclusiva durante las horas inhábiles.
- En el caso de que la vialidad cuente con estacionamientos importantes, la vialidad debe ser desechada
- La implantación de una calle exclusiva se justificará con un volumen intenso de transporte de superficie, recomendándose un mínimo de 60 vehículos por hora y

se facilitará su implantación en aquellos corredores donde converjan varias rutas sobre la misma vialidad.

- Es indispensable contar con vialidades paralelas capaces de absorber el tránsito desalojado.
- Será importante que se consideren y analicen detenidamente los aspectos de número de carriles requeridos, la amplitud del arroyo y banqueta, así como las obras inducidas.



Foto 8.10 Calle exclusiva transporte público
Fuente: Tranvía Burdeos. Pagina Web: skyscrapercity.com

8.3.4 Trato preferencial en intersecciones

En las intersecciones es donde existen los mayores tiempos de demora debido generalmente a los congestionamientos que se presentan. Por ello, gran parte de las soluciones deben ir dirigidas a buscar fórmulas para acelerar el paso del transporte de superficie en las intersecciones.

Se pueden presentar dos casos de intersecciones, aquéllas donde no existen semáforos y las que lo tienen. En las primeras, la preferencia se logra mediante la utilización de señalamiento restrictivo, la cual permite la interrupción momentánea del flujo vehicular que no está servido por el transporte público.

Cuando se trate de intersecciones controladas por semáforos, la solución mas práctica consiste en asignar un mayor tiempo de fase verde a la calle donde transitan los vehículos de transporte público.

En algunas ciudades se han establecido señales especiales para el transporte de superficie, con lo cual se logra una operación mas eficiente del servicio de transporte. Estas señales son accionadas mediante una señal de radio o a través de un circuito inductivo. En los casos más simples, se han instalado interruptores, los cuales están al alcance del operador, quien los acciona.

8.3.5 Convoyes de autobuses

La idea básica consiste en aumentar la capacidad de los puntos de paradas evitando el congestionamiento en los carriles exclusivos de autobuses, mismo que se presenta por los movimientos de ascenso y descenso, a un costo de inversión sumamente bajo. Si los autobuses operan como un convoy similar a un tren y los usuarios lo abordan simultáneamente, la capacidad de la parada se incrementará substancialmente.

La ventaja principal resulta en un aumento de la capacidad de parada al operarse en convoyes. El proceso consiste en agrupar los autobuses, según sus puntos de destino, al inicio de la vialidad preferencial para que formen un tren. Esto obliga a que el convoy o tren pare siempre en el mismo orden y reduzca los tiempos de parada al evitar que el usuario busque el autobús que debe abordar. Para ello, se deben establecer las ubicaciones exactas de paradas de cada vehículo, proporcionar información al usuario mediante el establecimiento de señalización horizontal y vertical así como la capacitación a los operadores de las unidades.

8.4 INFRAESTRUCTURA PARA EL MANTENIMIENTO

Un módulo, garaje o depósito se compone básicamente de dos áreas principales, las cuales son:

- el área de estacionamiento de las unidades
- el área de talleres

A su vez, cada garaje puede contar o no con áreas dedicadas a oficinas, a almacenes y a actividades relacionadas con la operación del sistema así como a la recreación de los trabajadores que ahí laboran. Estas áreas se encuentran estrechamente relacionadas entre sí, por lo cual es fundamental comprender el esquema de funcionamiento de un garaje.

El proceso ideal se inicia al llegar el autobús al garaje y pasar por la caseta de control ubicada en el acceso a la propiedad. De este punto, el operador de la unidad se dirige a la recepción de unidades en caso de presentar fallas mecánicas. En caso de requerir el mantenimiento preventivo preprogramado, se registra para ello y finalmente, en caso de entrega de la unidad, pasa ésta a efectuar el abastecimiento de combustible, a su lavado y limpieza y posteriormente al área de encierro en el estacionamiento.

A partir del momento en que entra el autobús a las instalaciones, el vehículo pasa a ser operado por un acomodador, el cual se encarga de llevar al autobús a la actividad de mantenimiento correctivo, mantenimiento preventivo, al servicio y al estacionamiento de la unidad.

En el caso de llevar el vehículo a la zona de servicio, se procede a cargar el tanque de combustible y se revisan los niveles de aceite, agua y aire y se efectúa una revisión visual para detectar defectos o golpes aparentes. El acomodador lleva el vehículo a la zona de limpieza, tanto interior como exterior. Finalmente, lleva la unidad al lugar asignado en el patio de estacionamiento.

Al inicio de las actividades del día siguiente, el operador se dirige al sitio previamente designado para calentar el motor del autobús. Al salir, registrará su salida en la caseta antes de iniciar los recorridos que tiene asignados.

En el caso de que la unidad presente fallas, se diagnosticará la falla al momento de pasar a recepción, donde se programarán las herramientas, el equipo y las refacciones necesarias para su corrección. A su vez, cada unidad presenta un programa de mantenimiento preestablecido, al cual deberá sujetarse lo más posible. Al final de cualquiera de estas dos actividades, la unidad regresará al área de diagnóstico para certificar una reparación adecuada.

Todas las funciones anteriores están regidas por un conjunto administrativo, el cual alberga la gerencia, las oficinas de recaudación y de tráfico, y en algunos casos, dormitorios, comedores y otros servicios para los operadores. La Foto 8.11 muestra un ejemplo de garaje para autobuses.

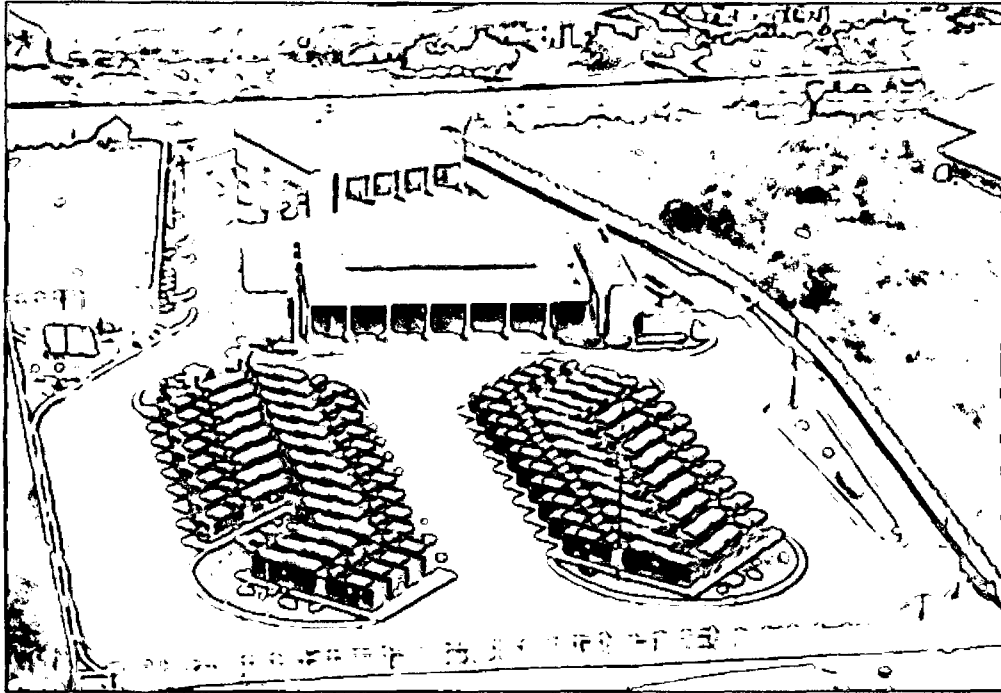


Foto 8.11 Estacionamiento y talleres para buses
Fuente: Merida, Venezuela. Pagina Web: skyscrapercity.com

Áreas de un garaje

Normalmente, el programa arquitectónico de un garaje está constituido por los siguientes elementos:

• Áreas funcionales

- oficinas
- operativa
- recreativa
- de servicio
- reparaciones
- almacén
- estacionamiento
- patio de maniobras
- área exterior

• Circulaciones

- autobús
- peatón
- vehículos privados

El número y capacidad de un garaje está determinado en función de seis aspectos principales, los cuales son:

- longitud de la red
- tamaño del parque vehicular
- métodos de mantenimiento de los vehículos
- terreno disponible
- capacidad para la administración del garaje
- factores locales

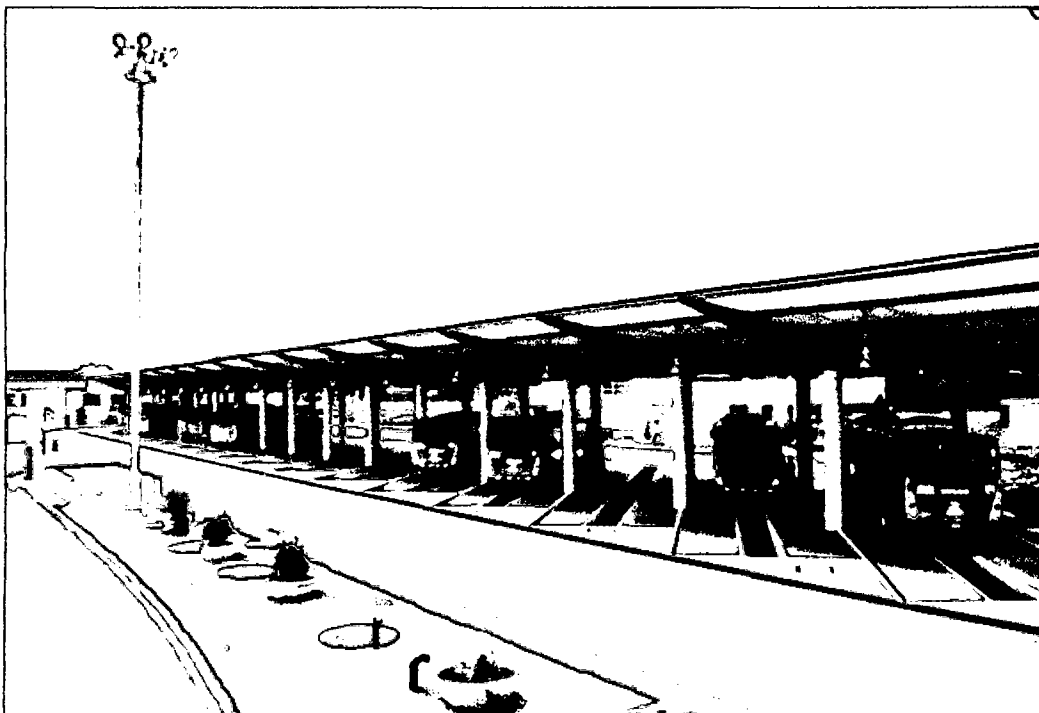


Foto 8.12 Taller de Mantenimiento para buses
Fuente: Cali, Colombia. Pagina Web: skyscrapercity.com

CAPITULO 09

INGENIERÍA PRELIMINAR PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE SISTEMAS DE TRANSPORTE MASIVO

La calidad de un servicio de transporte público es un concepto amplio que engloba varios aspectos, entre los que se incluyen consideraciones relativas a la comodidad y seguridad dentro de la unidad de transporte, los tiempos empleados en la realización del viaje y la conveniencia y existencia de infraestructura que apoye al servicio.

Sin embargo, al revisar el servicio que se presta en una ruta de transporte no es factible considerar un buen número de aspectos cualitativos, pero si es factible tomar en cuenta las variables mas importantes para el usuario. De esta manera, entre los principales parámetros relativos a la calidad del servicio y que se incluyen en el dimensionamiento de un servicio de transporte, se encuentran:

- capacidad del vehículo
- intervalo
- horarios de servicio
- la elaboración de itinerarios
- la determinación del tipo de vehículo

La cantidad de vehículos es el parámetro que mejor refleja el equilibrio entre la oferta y la demanda del transporte colectivo. Así por ejemplo, en el caso de contar con más autobuses en servicio que los requeridos se produce un exceso de oferta y una ociosidad del equipo, lo cual conduce a un alto costo en la operación que invariablemente se traduce en tarifas excesivas para el usuario. Por otra parte, si se cuenta con un parque vehicular por debajo de los requerimientos reales, se presenta una mala calidad del servicio que se traduce en molestias e inseguridad al usuario.

El conocimiento de las necesidades de la población y el uso de las técnicas de planeación del servicio y su dimensionamiento evitan el desperdicio de recursos, tanto humanos como económicos y contribuyen a lograr un ajuste racional dentro del sistema de transporte o la empresa misma.

El punto a lo largo de la ruta donde los intervalos mínimos posibles entre vehículos sucesivos son los mayores, determina el intervalo mínimo para toda la ruta. Por ello, el intervalo mínimo posible en una línea o ruta (i_{\min}), se presenta en paradas con un gran número de ascensos/descensos de pasajeros, siendo el intervalo mayor de todos el crítico y por ende representa el intervalo mínimo posible en la ruta.

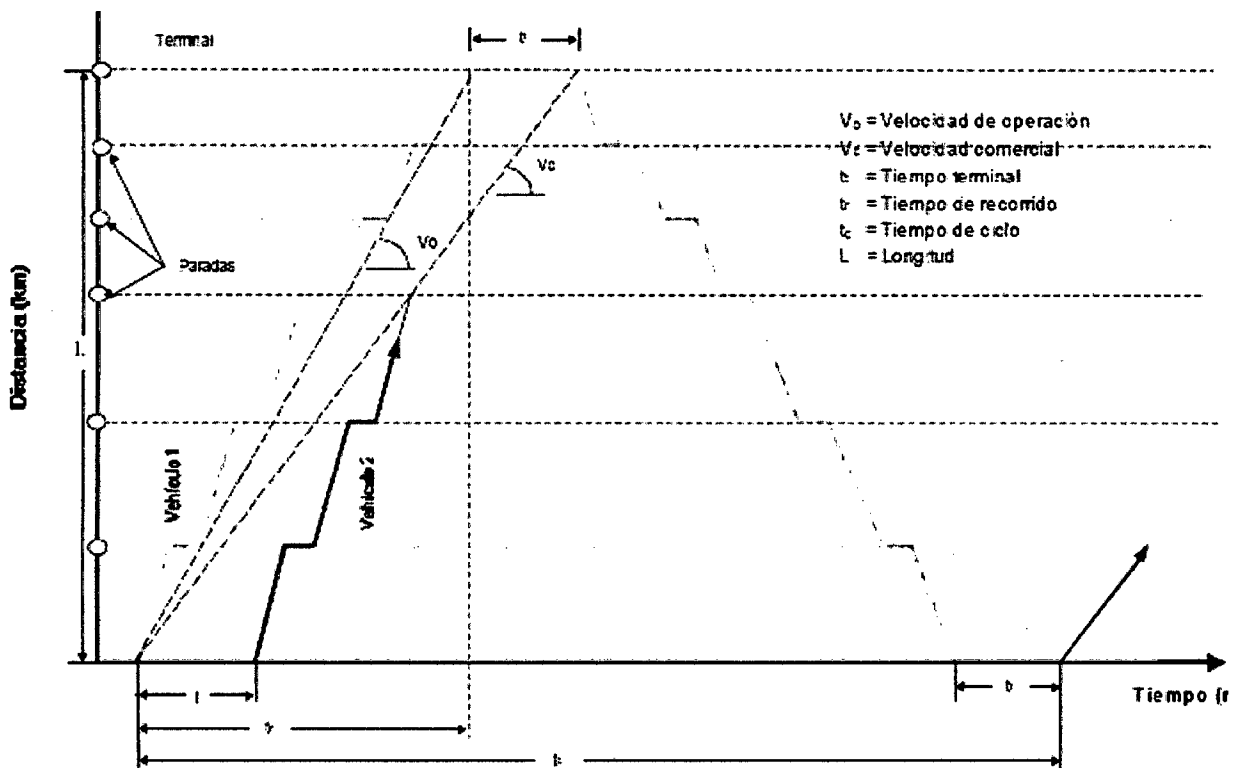


Figura 9.2 Parámetros relacionados al recorrido de los vehículos y a su programación.
 Fuente: Guía para el dimensionamiento de rutas de transporte público - USTRAN México, 2000

b) Frecuencia de servicio

La frecuencia (f) es el número de unidades que pasan un punto dado en la ruta durante una hora, siendo éste el inverso del intervalo. Ambos están relacionados por la expresión:

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

donde: 60 = Factor de conversión de minutos a horas

f = Frecuencia [vehículos/hora]

i = Intervalo [minutos]

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

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

c) Capacidad vehicular

La capacidad vehicular (C_v) es el número total de espacios en el vehículo. Se calcula sumando el número de asientos más los espacios de pie. Esta definición es aceptable para el metro, autobuses urbanos y líneas de tranvías. Para trenes y autobuses regionales, con longitudes de viaje promedio considerables y baja rotación de pasaje así como para taxis de ruta fija (colectivos), la capacidad de asientos es la que determina la capacidad vehicular ya que en el primer caso los tiempos de recorrido son grandes y va en detrimento de su comodidad y en el segundo el diseño mismo de las unidades evita el transporte, dentro de normas de seguridad y comodidad, de usuarios de pie.

d) Volumen de pasajeros

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

e) Sección de máxima demanda

Es la sección (SMD) o punto dentro de la ruta donde ocurre la máxima demanda de pasajeros abordo de las unidades y establece el volumen de diseño de la ruta. La SMD se muestra en la Figura 9.1 anterior.

f) Volumen de diseño

El volumen de diseño (P) es el que se presenta en la sección de máxima demanda de una ruta, y en consecuencia, el mayor volumen de cualquier parada o sección a lo largo de la ruta, como se muestra en la Figura 9.1 anterior. Este volumen es el parámetro básico para determinar la capacidad de línea que debe ofrecerse.

g) Capacidad de línea ofrecida

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

$$C = f \times C_v$$

donde: C = Capacidad de línea [pasajeros/hora]

f = Frecuencia [vehículos/hora]

C_v = Capacidad del vehículo [pasajeros/vehículo]

h) Capacidad de línea máxima

La capacidad de línea máxima (C_{max}) es el número máximo de pasajeros por hora que una línea puede llevar con el intervalo mínimo posible. Este parámetro se obtiene como el producto de la frecuencia máxima y la capacidad del vehículo:

$$C_{max} = f_{max} \times C_v = \frac{60 \times C_v}{i_{min}}$$

i) Tiempo de recorrido

El tiempo de recorrido (t_r) es el intervalo de tiempo programado entre salidas de un vehículo de una terminal (cierre de circuito) y su llegada a la terminal opuesta en una ruta, o en su caso, a la misma terminal de partida. El tiempo de recorrido se expresa usualmente en minutos.

j) Velocidad de operación

La velocidad de operación (V_o) es la velocidad promedio de una unidad de transporte, en la cual se incluye el tiempo de parada en estaciones o paradas así como las demoras esperadas por razones de tránsito.

Se calcula como la relación entre la longitud en un sentido (L) en kilómetros y el tiempo que tarda la unidad en recorrer dicha longitud, en minutos:

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

donde: V_o = Velocidad de operación [km/h]

L = Longitud de la ruta [km]

t_r = Tiempo de recorrido [min]

k) Tiempo de terminal

Es el tiempo adicional (t_t) que un vehículo espera en la terminal o en el cierre de circuito al tiempo requerido para el ascenso y descenso normal de pasajeros. Su propósito es contar con tiempo para dar vuelta al vehículo o cambio de cabina de mando; para dar un descanso al operador y; para permitir los ajustes necesarios en el horario. Este tiempo permite además de las consideraciones

anteriores, mantener un intervalo uniforme y/o recuperar las demoras a las que se ha incurrido.

Por ello, el tiempo de terminal generalmente está determinado en función de los descansos de los operadores, del tiempo requerido para efectuar las actividades de chequeo por parte del despachador y de la propensión a demoras en la ruta. El tiempo de terminal para sistemas de superficie se expresa a través de un cociente γ que relaciona el tiempo terminal y el de recorrido:

$$\gamma = \frac{tt}{tr}$$

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

Para el metro u otros sistemas de gran confiabilidad de horarios, el tiempo de terminal es independiente del tiempo de recorrido y longitud de línea, pudiendo ser mucho más corto que para rutas superficiales que operan en tránsito mixto.

l) Tiempo de ciclo o vuelta

El tiempo de ciclo (t_c) es el tiempo total de viaje redondo para una unidad de transporte, esto es, el tiempo que tarda en volver a pasar la misma unidad por un punto determinado, el cual se expresa normalmente en minutos. Este tiempo está dado, en el caso de que sus tiempos de recorrido y terminal sean iguales en cada dirección, por:

$$t_c = 2 (tr + tt)$$

m) Velocidad comercial

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

$$V_c = \frac{120 \times L}{t_c}$$

donde: V_c = Velocidad comercial [km/h]

t_c = Tiempo de ciclo [min]

La velocidad comercial determina directamente (junto con el intervalo) el tamaño requerido del parque vehicular y los costos de operación. La velocidad comercial siempre será menor que la velocidad de operación ya que la primera incluye los tiempos terminales, por lo que: $V_c < V_o$

n) Tamaño del parque vehicular

El tamaño del parque vehicular (N_p) es el número total de unidades que operan en una ruta y la suma de éstas representa el parque total con que cuenta la empresa de transporte. El tamaño del parque vehicular consiste del número de vehículos requeridos para el servicio durante la hora de máxima demanda en todas las rutas (N); los vehículos en reserva (N_r) y; los vehículos que están en mantenimiento y reparación (N_m). Este valor se expresa por la siguiente fórmula:

$$N_p = N + N_r + N_m$$

o) Parámetros de eficiencia

En la elaboración de un programa de servicio se presentan cuatro indicadores de eficiencia que, en conjunto, nos dan un indicador del rendimiento del personal ubicándose éste entre 0.4 y 0.6. Este indicador se representa de la siguiente manera:

$$\eta = \frac{\eta_v \times \eta_d \times \eta_s \times \eta_t}{t}$$

donde: η = factor de eficiencia del personal

η_v = factor de eficiencia del itinerario

η_d = factor de eficiencia en la asignación del personal

η_s = factor de eficiencia por aspectos de vacaciones, enfermedad, días feriados, personal de reserva

η_t = factor de eficiencia por normas de trabajo debido a la consideración de los rendimientos de sábado y domingo

La estimación del factor de eficiencia del personal indica el porcentaje del tiempo que los operadores están realmente prestando servicio y se estima de la siguiente manera:

$$\eta_v = \frac{t_r}{t_c} = \frac{1}{1 + \gamma} = \frac{V_c}{V_o}$$

donde: t_r = tiempo de recorrido

t_c = tiempo de ciclo

γ = cociente del tiempo de terminal entre el tiempo de recorrido

V_o = velocidad de operación

V_c = velocidad comercial

Por otra parte, el factor de eficiencia en la asignación de personal (η_d) representa el tiempo improductivo que normalmente se paga dentro de un itinerario.

Como ejemplo tenemos los tiempos de preparación y encierro de las unidades, los tiempos muertos o en vacío, los tiempos de descanso, los tiempos de relevo, la compensación en las asignaciones de personal, entre otros.

La Figura 9.3 muestra la eficiencia máxima en la asignación del personal en función de la duración de la jornada de trabajo y de los tiempos de preparación y encierro de las unidades.

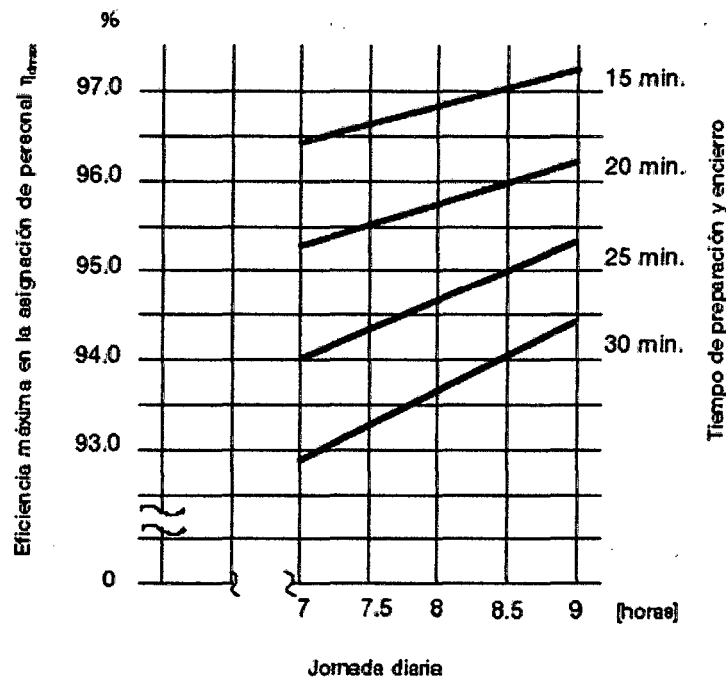


Figura 9.3 Influencia del tiempo de preparación y encierro de una unidad en la eficiencia de la asignación de personal
Fuente: Libro Transporte público – Angel Molinero. 1997.

A su vez, el factor de eficiencia por aspectos inherentes al personal (η_s) considera los aspectos de los periodos de las vacaciones y las enfermedades entre otros está compuesto principalmente por los dos factores siguientes:

- Vacaciones. El factor de pérdida de horas de trabajo debidos a los periodos vacacionales se estima a partir de la siguiente relación:

$$\mu = \frac{U \cdot tx}{X \cdot d} \times 100$$

- donde:
- μ = pérdida porcentual por vacaciones [%]
 - U = días de vacaciones anuales [días]
 - tx = jornada promedio de trabajo [horas]
 - X = duración de la jornada semanal [horas]
 - d = horas semanales pagadas al personal [h]

- Enfermedad. El factor de pérdidas de horas de trabajo debido a enfermedades se estima a partir de la siguiente expresión.

$$E = \frac{X \cdot K}{7 \cdot D} \times 100$$

donde: K = días enfermedad en la empresa anuales [días]
 X = duración de la jornada semanal [h]
 D = horas anuales de trabajo pagadas al personal
 E = pérdida porcentual debido a enfermedades

La Tabla 9.1 muestra algunos rangos que se pueden considerar dentro del factor de eficiencia por aspectos inherentes al personal.

FACTOR PORCENTAJE [%]	
Vacaciones	de 8 al 9
Enfermedad	de 5 al 7
Personal de reserva	de 3 al 4
Ausencias	de 0.2 al 0.3
Días hábiles feriados	de 2 al 3
Total	de 18.2 al 23.3

Tabla 9.1 Factores inherentes al personal
 Fuente: Libro Transporte público – Angel Molinero. 1997.

El factor de eficiencia por aspectos inherentes al personal se ubica normalmente entre 0.818 y 0.767. Sin embargo, estos valores dependerán de la empresa y de las condiciones particulares que presente sus Contratos Colectivos de Trabajo.

Finalmente, el factor de eficiencia por normas en el trabajo debidas a los rendimientos de los sábados y domingos depende de los días hábiles y del porcentaje de personal que labore los sábados y los domingos. Así se tiene:

$$\eta_t = \frac{5 + \lambda_s + \lambda_d}{7}$$

donde: λ_s = porcentaje de personal que labora los sábados

λ_d = porcentaje de personal que labora los domingos

9.1.2 Criterios para determinar los elementos básicos de dimensionamiento

Los criterios básicos están enfocados a los aspectos de intervalos, factores de ocupación, tamaño del parque vehicular y la capacidad vehicular, principalmente. A continuación se presentan los criterios mas importantes a considerar:

a) Intervalos

Los requerimientos para determinar los intervalos son los siguientes:

- Proveer de una capacidad adecuada que permita cumplir con la demanda de usuarios.
- Ofrecer cierta frecuencia mínima con el fin de mantener un servicio.

La frecuencia que dará la capacidad necesaria para cumplir con la demanda se obtiene dividiendo la carga en la sección de máxima demanda entre el número promedio de pasajeros asignados a cada vehículo a través de la selección de un valor para el factor de ocupación (α). Esta frecuencia se expresa como:

$$f = \frac{P}{\alpha \cdot Cv}$$

o bien:
$$i = \frac{60 \cdot \alpha \cdot Cv}{P}$$

Para facilitar la memorización del intervalo y la elaboración de horarios, es recomendable que los intervalos mayores de 6 min se repitan cada hora. Por lo tanto, el intervalo debe ser divisible como número entero entre 60, esto es:

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

Al utilizar intervalos mayores de 30 min es recomendable el manejo de valores de 40, 45 y 60 min por lo que el intervalo debe ser redondeado hacia abajo al valor más cercano a estos valores.

En el caso de las horas de baja demanda u horas valle, durante los fines de semana o en aquellas rutas con poca demanda, normalmente se maneja una frecuencia mínima requerida para mantener el servicio y por ello las empresas y/o autoridad fijan un intervalo mínimo. Este intervalo se le conoce como intervalo mínimo de servicio (i_s) el cual, en zonas urbanas, es recomendable que no sea mayor a los 30 min.

b) Factor de ocupación

El factor de ocupación (α) es el cociente del número de pasajeros en un vehículo entre la capacidad del vehículo. Un valor alto de α indica que la unidad de transporte está saturada, haciendo factible que algunas unidades no cuenten con la capacidad suficiente para recoger a todos los usuarios que esperan.

El valor de este factor influye en las siguientes características de la operación del transporte público:

- El nivel de comodidad del usuario.

Un valor alto de α trae como resultado un número considerable de usuarios de pie y la sobrecarga del vehículo.

- Costos de operación.

El uso de un valor alto de α , implica un menor número de unidades para transportar un número dado de usuarios que en el caso de utilizar un valor bajo de α . A su vez, una menor cantidad de unidades operando da en consecuencia una menor frecuencia y con ello mayores tiempos de espera al usuario. Finalmente, un valor alto de α resulta en un mayor tiempo de ascenso/descenso, con lo cual se reduce la velocidad de operación y afecta directamente a los costos de operación.

La selección de un valor de α debe ser realizada de tal forma que se logre un balance entre los factores antes mencionados.

Es usual que el operador determine un valor para α para cada período de programación de horarios (mayor para las horas pico, menor para las horas valle) calculando primeramente el cociente del número de asientos y la capacidad total del vehículo C_s/C_v y a partir de los valores encontrados se utilizan los siguientes lineamientos:

- El valor mínimo de α debe ser un poco menor que la relación C_s/C_v . Este valor garantiza asientos a todos los usuarios excepto por algunos periodos cortos.
- El valor máximo de α recomendable es de 0.9 el cual debe ser utilizado para horas de máxima demanda en el caso de contar con una sección de máxima demanda corta y en donde volumen de pasajeros no varía significativamente de un día a otro.

c) Tamaño del parque vehicular y la capacidad del vehículo

Para un volumen dado de pasajeros en una línea, el servicio puede ser proporcionado por una cantidad pequeña de unidades de gran capacidad o bien, por una cantidad mayor de unidades de baja capacidad. La segunda combinación resulta en una mayor frecuencia, pero requiere una inversión y costos de operación mayores que la primera combinación.

Es importante realizar un análisis detallado de los costos de operar determinado tipo de unidad; establecer las condiciones en que operará el equipo y

evaluar la calidad del servicio que resultará del uso de cada tipo de vehículo antes de efectuar cualquier compra de unidades.

Es fundamental que la empresa especifique y establezca las condiciones más importantes que deben cumplir las unidades y en función de estos resultados determine el kilometraje y vida útil esperada.

9.1.3 Ejemplo del dimensionamiento de una ruta

a) Recolección de la información requerida

Los parámetros principales que deben tenerse presente para el dimensionamiento de una ruta son los siguientes:

- Longitud de la ruta en una dirección $L = 10$ km.
- Tiempo de recorrido $t_r = 45$ minutos hora de máxima demanda (HMD)
 $t_r = 40$ minutos hora valle (HV)
- Volumen de diseño $P = 375$ usuarios hora pico (HMD y en la SMD)
- Capacidad del vehículo $C_v = 45$ asientos + 25 de pie = 70 espacios

b) Determinación de los factores operativos que inciden en la ruta

Como primer paso se estima la velocidad a la que operarán las unidades dentro de la ruta, a partir de la siguiente ecuación:

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

con lo que resultan las siguientes velocidades:

$V_o = 13.3$ km/h para la hora de máxima demanda (HMD)

$V_o = 15.0$ km/h para la hora valle (HV)

En función de los valores α , i_s y t_t manejados en otras rutas similares, se establece los siguientes supuestos, mismos que se ajustarán durante el proceso de dimensionamiento de la ruta. Para nuestro ejemplo, estos valores iniciales son:

- Factor de ocupación $\alpha = 0.70$
- Intervalo mínimo de servicio $i_s = 15$ minutos
- Tiempo de terminal mínimo $t_t = 6$ minutos

c) Determinación del intervalo

Se calcula el intervalo a partir de la siguiente ecuación:

$$i = \frac{60 \cdot \alpha \cdot Cv}{P} = \frac{60 \times 0.7 \times 70}{375} = 7.84 \text{ minutos}$$

El valor del intervalo debe ser redondeado hacia abajo al valor práctico más cercano. Si el valor obtenido es mayor de seis minutos, es recomendable utilizar los siguientes valores: 7.5, 10, 12, 15, 20, 30, 40, 45 y 60. Con ello se logra que los tiempos de salida de las unidades se repitan cada hora, excepto para los intervalos de 40 y 45 minutos.

Por otra parte, el intervalo calculado debe ser comparado con el intervalo mínimo de servicio i_s para el período que se esté programando del servicio, seleccionándose el menor de los dos. Ya que en este caso el valor calculado del intervalo es de $i = 7.84$ y este es más pequeño que $i_s = 15$ minutos, entonces el valor de 7.5 minutos es el que se considera como intervalo a la hora de máxima demanda y 15 minutos durante la hora valle.

d) Cálculo del tiempo de ciclo

El tiempo de ciclo se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$\begin{aligned} tc &= 2 (tr + tt) \\ &= 2 (45 + 6) = 102 \text{ minutos para la HMD} \\ &= 2 (40 + 6) = 92 \text{ minutos para la HV} \end{aligned}$$

e) Determinación del tamaño del parque vehicular

El parque vehicular se determina mediante la aplicación de la siguiente expresión:

$$N = \frac{tc}{i}$$

Ya que el parque vehicular N debe ser un valor entero, el resultado de la expresión anterior se redondea hacia arriba al siguiente número entero. Para el ejemplo:

$$N_{\text{HMD}} = \frac{102}{7.5} = 13.6 \approx 14 \text{ vehículos en HMD}$$

$$N_{\text{HV}} = \frac{92}{15} = 6.3 \approx 7 \text{ vehículos en HV}$$

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

$$\begin{aligned}
 t_c &= N \cdot i \\
 &= 14 \times 7.5 = 105 \text{ minutos HMD} \\
 &= 7 \times 15 = 105 \text{ minutos HV}
 \end{aligned}$$

Si bien en el ejemplo el tiempo de ciclo resulta igual para los dos periodos bajo consideración, estos tiempos normalmente varían uno de otro. A continuación, se calcula un nuevo tiempo de terminal (tt) a partir de la expresión:

$$\begin{aligned}
 tt &= \frac{t_c - 2tr}{2} \\
 &= \frac{105 - 2(45)}{2} = 7.5 \text{ minutos HMD} \\
 &= \frac{105 - 2(40)}{2} = 12.5 \text{ minutos HV}
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 V_c &= \frac{120 \cdot L}{t_c} \\
 V_{cHMD} &= \frac{120(10)}{105} = 11.4 \text{ km/h para la HMD} \\
 V_{cHV} &= \frac{120(10)}{105} = 11.4 \text{ km/h para la HV}
 \end{aligned}$$

Los resultados anteriores permiten dimensionar la ruta, sintetizando los parámetros de dimensionamiento de la manera siguiente:

Concepto	Hora de máxima demanda	Hora valle
Intervalo	7.5 min	15 min
Tiempo de ciclo	105 min	105 min
Tiempo de terminal	7.5 min	12.5 min
Tamaño de la flota	14 veh	7 veh
Velocidad comercial	11.4 km/h	11.4 km/h
Eficiencia itinerario	0.86	0.76
tt/to (γ)	0.08	0.16

9.2 PREPARACIÓN DE ITINERARIOS O PROGRAMAS DE SERVICIO

Dentro de la operación del transporte tal vez no existe un aspecto mas importante que las actividades de control y preparación de itinerarios. La comodidad y conveniencia del usuario, las compensaciones y las condiciones de trabajo de los operadores y las finanzas de la misma empresa están afectadas directa y significativamente por la programación de la operación.

9.2.1 Importancia de los itinerarios

La programación del servicio se revierte en la comodidad y la conveniencia que experimenta el usuario al conocer el servicio que recibe, el cual depende en gran medida del cuidado y habilidad con que son preparados los itinerarios así como su grado de aceptación. La importancia de los mismos radica en que:

- Un itinerario establece la cantidad de servicio que se presta durante los diferentes periodos del día, conforme a la demanda esperada, permitiendo asegurar una oferta adecuada de servicio. En los casos donde los itinerarios son adecuados y los intervalos se mantienen, el usuario experimenta la conveniencia y comodidad de un buen servicio. En los casos donde los intervalos irregulares son resultado de una planeación de la operación o prácticas operativas deficientes, y se produce una sobredemanda en algunas unidades.
- Los itinerarios determinan los intervalos entre vehículos para diferentes periodos del día y su preparación está relacionada con el tiempo que el usuario tiene que esperar en la parada para abordar una unidad. Por ello, se deben mantener intervalos cortos durante los periodos de máxima demanda para cubrir las necesidades de transporte y, por otra parte, deben mantenerse dentro de rangos aceptables durante los otros periodos y por la noche para satisfacer otras necesidades.
- Los itinerarios señalan los tiempos que se requieren para que un usuario se traslade de un punto a otro dentro de la ruta. Por ello, la eficiencia de los itinerarios afectará al usuario en cuanto a su velocidad de traslado y por ende al tiempo de recorrido que emplea en su viaje.
- Los itinerarios son importantes para el personal de operación de la empresa ya que cuando se presentan intervalos irregulares o mal calculados debido a deficiencias de la programación de la operación, algunos de los operadores realizan un mayor trabajo que el que les corresponde.

- Los itinerarios señalan las horas de trabajo para cada operador permitiéndoles conocer con anticipación la cantidad de trabajo que deben realizar con un inicio y terminación conocidos.
- Los itinerarios permiten a los operadores determinar la cantidad exacta de horas (y por ende, ingresos) que debe recibir por jornada regular de trabajo y por tiempos extras.
- Los itinerarios son importantes para la empresa puesto que son la base para una operación ordenada y controlada. La operación de unidades a intervalos inadecuados o irregulares; la operación a bajas velocidades y con sentadas continuas y; la asignación de un número inadecuado de unidades para satisfacer la demanda dan como resultado un servicio poco atractivo a los usuarios a la vez de redituar un menor ingreso a la empresa o al transportista.
- Los itinerarios son útiles a la empresa puesto que constituyen la especificación de la operación del servicio. Su publicación y desarrollo sistemático facilita la supervisión del servicio al conocerse los tiempos en que las unidades pasan los puntos de control, pudiéndose observar las desviaciones en estos tiempos por el personal de supervisión y facilitando la aplicación de medidas correctivas.
- El aspecto mas significativo del proceso de la programación de la operación desde el punto de vista de la empresa se relaciona con los costos de operación al estar éstos relacionados con la cantidad de servicio prestado.
- La importancia de los salarios y otros elementos del costo de operación hace que sea fundamental, para la administración de una empresa, la provisión de la cantidad exacta de servicio. Una operación inadecuada y descuidada así como un itinerario ineficiente resulta normalmente en el uso de un mayor parque vehicular, con el consecuente desperdicio del servicio y gasto ineficiente del presupuesto de operación.

Una adecuada atención al control y la preparación de itinerarios asegura contar con una administración que realiza todo lo posible para absorber la máxima demanda al menor costo de operación.

9.2.2 Características de un buen itinerario

Fundamentalmente son tres los indicadores que hacen que un itinerario sea el adecuado, siendo éstos:

- la ocupación promedio por unidad durante el periodo de máxima demanda debe ser similar a la norma establecida para este parámetro
- los intervalos de los periodos valle y nocturno no deben ser demasiado grandes
- las velocidades de operación deben ser altas y dentro de rangos de seguridad

Estos tres indicadores son vistos de diferentes formas, dependiendo del punto de vista del usuario, del operador del servicio o de la empresa misma de transporte. Así, en cuanto a la ocupación promedio, el usuario considera como un buen itinerario aquél que provee a cada pasajero con un asiento durante el periodo de máxima demanda. Sin embargo, este criterio no es económicamente posible de ofrecer a una tarifa razonable durante los periodos de máxima demanda, por lo que se requiere transportar pasajeros de pie.

Por su parte, el personal de operación considera que un itinerario es el adecuado si éste incluye un alto porcentaje de recorridos regulares y/o un alto porcentaje de recorridos continuos o pocos relevos vespertinos, o bien que el tiempo de relevo sea tan corto como sea posible o que éste sea grande para permitir al operador relevado vaya a su casa con tiempo suficiente para regresar a su actividad.

Finalmente, un indicador de un buen itinerario es aquél que hace que la operación se realice al menor costo posible sin desalentar el uso del transporte público.

9.2.3 Clasificación de los itinerarios

La clasificación, mas sencilla está basada en función del día en que se presta el servicio, contándose con itinerarios para días hábiles; sábados y domingos y; días festivos. En algunos casos, la variación en los volúmenes diarios de usuarios es diferente que justifica la preparación de itinerarios para varios días hábiles de tal forma que se logre una mayor economía. Por ello, puede haber un itinerario de lunes a jueves, uno especial para el viernes, así como otros para los sábados y domingos.

Los itinerarios de días festivos se verán afectados por el número anual de días que se consideren como tales así como la presencia o ausencia de eventos especiales a lo largo de la red de transporte que promuevan una cantidad adicional de viajes. En muchos casos, se acostumbra utilizar el itinerario del domingo para un día festivo y en otros, se requieren de itinerarios para servicios especiales como pueden ser para servir a las ferias, estadios o necesidades de urgencia.

Los itinerarios también pueden clasificarse como itinerarios para periodos vacacionales (Semana Santa, Navidad) e itinerarios para periodos laborales.

Finalmente, es importante señalar la necesidad de contar con los itinerarios que sean necesarios para operarlos a lo largo del día ya que permite a la empresa la oportunidad de ajustar la oferta a la demanda actual, de tal forma que se logre la máxima eficiencia operativa. Es un gran error preparar un juego de itinerarios y permitir que su validez se mantenga indefinidamente sin una verificación y adecuación continúa.

9.2.4 Modificaciones en los itinerarios

Los itinerarios son un proceso que continuamente debe actualizarse y modificarse, por lo que se pueden establecer dos tipos de modificaciones:

- cambios normales o de rutina
- cambios anormales o fuera de lo común

Los cambios normales o de rutina se presentan por dos tipos de causas:

- la variación en la demanda
- la variación según el periodo del día

Estas variaciones son detectables a través de aforos regulares y sistemáticos en las rutas que inducen a cambios periódicos en la demanda manejada por una ruta y en su distribución temporal y pueden deberse a:

- cambios en el nivel de prosperidad de la comunidad
- cambios de las fuentes de empleo o de sus horarios
- cambios en los hábitos de viaje

Los cambios anormales en los itinerarios se presentan por cambios en la ruta debido al abandono parcial o total de la misma; a modificaciones en su recorrido o a la ampliación del servicio; a cambios temporales debidos a obras viales o de otra índole y; al cambio en el tipo o tamaño de vehículo.

CAPITULO 10

EVALUACION ECONOMICA FINANCIERA

Un proyecto es la asignación óptima de recursos entre diferentes alternativas de usos para alcanzar un propósito determinado, que conlleva a definir la evaluación financiera como la medición de la factibilidad del uso de los recursos disponibles para el cumplimiento eficiente y eficaz de los objetivos del proyecto.

El análisis financiero, estudia la capacidad del 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, se cuantifican los niveles de beneficio y eficiencia del proyecto y se establecen en él los niveles mínimos y óptimos de remuneración.

La búsqueda de la eficiencia financiera esta asociada al equilibrio de los costos y los ingresos del Sistema en el tiempo, el espacio y con relación a los proyectos alternativos.

10.1 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 a la luz de unos criterios particulares y plantea las recomendaciones correspondientes.

La Evaluación Financiera, determina, desde el punto de vista de un inversionista en particular, hasta donde los ingresos generados por un proyecto superan los costos del mismo, teniendo en cuenta el costo de oportunidad de los recursos a lo largo del tiempo.

La Evaluación Económica, establece hasta donde los beneficios generados por el proyecto, en sus diferentes alternativas, superan los costos incurridos, en términos de bienestar, y genera criterios de selección de alternativas y de proyectos, desde el punto de vista de la nación como un todo.

La Evaluación Financiera ex ante, analiza el proyecto a la luz de su retorno financiero, para esto se deben cumplir con tres funciones: (i) determina hasta donde todos los costos pueden ser cubiertos oportunamente y así contribuye a diseñar el plan de financiamiento, (ii) mide la rentabilidad de la inversión y, (iii) genera la información necesaria para realizar una comparación del proyecto con otras alternativas o con otras oportunidades de inversión.

Asimismo, la Evaluación Financiera tiene entonces dos grandes pasos: (i) la sistematización y presentación de los ingresos y egresos a través del Flujo de Caja Libre (FCL), y (ii) el resumen de estos costos y beneficios a través de indicadores (VAN y TIR) que permitan reflejar la rentabilidad del proyecto.

10.2 INDICADORES DE EVALUACIÓN FINANCIERA

A partir del concepto de Flujo de Caja Libre, se pueden aplicar diferentes criterios de rentabilidad, los cuales se denominan indicadores, como son:

10.2.1 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.

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 se expresa por la tasa de descuento.

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 menor, indica que no genera los beneficios medios esperados, y no necesariamente que se tenga pérdidas.

10.2.2 Tasa Interna de Retorno (TIR).

Dado que el VAN se basa en una tasa de descuento estimada que pudiera presentar distorsiones de la realidad, el indicador de la TIR indica hasta que tasa de descuento el proyecto sería rentable en el mercado de capital, por lo que si el mercado tuviera una tasa de descuento por encima de la TIR no sería conveniente seguir en el proyecto, pero si la TIR es mayor a la tasa de descuento utilizada en el proyecto, indica que existe un colchón de utilidades para poder, hasta cierto punto, soportar alzas en los costos y bajas en los ingresos.

10.3 CRITERIOS DE DECISIÓN

Los criterios que fundamentalmente apoyan la toma de decisiones parten del análisis de los costos y beneficios estableciendo, para ello, una serie de relaciones que a continuación se detallarán.

Un sistema de transporte público impacta a la comunidad desde muchos puntos de vista, que van desde efectos básicos (necesidad de paradas, compra de combustible) hasta efectos directos (reparto modal, fuentes de trabajo), así como efectos indirectos (cambios en el uso del suelo, estilos de vida). Se considera que el beneficio ocurre como resultado del cambio de efectos durante la implantación de un proyecto. Estos efectos pueden ser ordenados de tal manera que permitan determinar como se relacionan uno con el otro, así como si son positivas o negativas y su importancia relativa. La tabla 10.1 muestra los efectos mas importantes en las inversiones en transporte público.

Efectos del transporte público	Efectos del medio ambiente y uso del suelo	Otros efectos
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Seguridad ▪ Tiempo de viaje ▪ Frecuencia ▪ Comodidad ▪ Sinuosidad de la ruta ▪ Costos de operación 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Emisiones ▪ Ruido ▪ Vibración ▪ Protección ambiental ▪ Efecto de la barrera ▪ Arquitectura del paisaje ▪ Desarrollo urbano o inmobiliario 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fuentes de trabajo ▪ Turismo ▪ Efectos regionales

Tabla 10.1 Efectos comunes en las medidas de transporte público

Fuente: Project Analysis Calculation Guide, Jönköping, Suecia, 1987

Los beneficios pueden ser vistos como aquellos efectos que son valuados por un segmento de la población, independientemente de que puedan ser cuantificados. Así por ejemplo, existen ciudades que le dan un fuerte peso a acciones encaminadas al transporte público y están decididas colectivamente a pagar una cantidad substancial de dinero por este tipo de sistemas.

Es esencial distinguir entre tres tipos de enfoques que pueden tomar los beneficios: el enfoque financiero, el enfoque económico y el enfoque político.

El enfoque financiero incluye únicamente aquellos beneficios que pueden recuperarse a través de un ingreso y que contribuyen a una tasa de retorno en la inversión en el transporte público. Las ganancias o beneficios se dan directamente a la empresa para pagar los gastos de ofrecer el servicio y los beneficios externos no tienen valor alguno si no son absorbidos de alguna manera por la empresa de transporte público.

El enfoque económico de los beneficios es mas amplio ya que pueden afectar a otros y aún así presentar un valor. Este enfoque utiliza el criterio del interés de pagar por los beneficios, es decir, ¿qué tanto desean los usuarios y no usuarios pagar por un servicio

por arriba de su precio? La diferencia entre este interés por pagar y el precio puede visualizarse como un beneficio o excedente del consumidor. El enfoque económico también supone que los beneficios pueden ser medidos o convertidos a unidades monetarias y son derivados de un análisis de equilibrio entre la oferta y la demanda y del comportamiento de los individuos que realizan su selección en una condición de libre mercado.

Finalmente, el **enfoque político** en un sistema democrático ofrece una manera a la comunidad para que exprese su opinión de qué es y qué no es importante. Si un municipio (a través de sus representantes elegidos por el pueblo) está dispuesto a autoimponerse un impuesto o derecho para invertir en el transporte público, trae como implicación la existencia de beneficios en el transporte público, independientemente de cualquier medida cuantitativa. Este proceso político incluye opciones y selecciones que pueden ser un buen indicador de los valores de la comunidad.

Los beneficios se presentan puesto que la población considera que éstos son importantes. La población estará dispuesta a pagar determinado precio por algo ya que consideran que tiene efectos positivos. La percepción de la población así como las características del bien deben considerarse. Los beneficios que son percibidos pueden ser muy diferentes a los que pueden ser medidos y pueden existir beneficios percibidos que son difíciles de cuantificar.

Así por ejemplo, puede existir una percepción fuerte de la comunidad que el transporte público reduce substancialmente las enfermedades pulmonares debidas a la contaminación ambiental. Las estimaciones de los impactos de la calidad del aire pueden mostrar que se presenta un cambio casi imperceptible en la salud de la comunidad. Sin embargo, el beneficio substancial percibido hacia el sector salud puede ser un factor importante en el debate que induce a la toma de decisiones. En este caso, el beneficio real se considera que existe y no la cuantificación del mismo.

10.4 PARÁMETROS DE EVALUACIÓN

Los parámetros de evaluación económica que se utilizan tradicionalmente en el transporte público son los siguientes:

- relación beneficio/costo (B/C);
- diferencia beneficio menos costo (B-C) o valor presente neto (VPN);
- tasa interna de retorno (TIR).

Además de estos parámetros, es frecuente utilizar indicadores que permiten complementar las evaluaciones comparativas de los proyectos frente a los objetivos prioritarios de los mismos. Como ejemplos se tienen:

- litros de combustible ahorrados;
- emisión de contaminantes en especial, CO, NOx y HC.
- porcentaje de los costos en áreas pobres;
- porcentaje de los beneficios devengados por los pobres;
- pasajeros/día beneficiados;
- disminución de vehículos/km/día;
- beneficio resultante de la reducción potencial de accidentes;

Un análisis de evaluación normalmente considera los siguientes aspectos:

- costo de la inversión al realizar el proyecto;
- variaciones en los costos de operación, mantenimiento y conservación de la vialidad, sin y con el proyecto;
- variaciones en los costos de operación de los vehículos que se incluyen en la evaluación, sin y con el proyecto;
- variaciones en los costos de tiempo de viaje de los usuarios de los proyectos, sin y con el proyecto;
- variaciones en los costos por concepto de accidentes, sin y con el proyecto;
- variaciones en los costos incidentales sobre otros usuarios, sin y con el proyecto.

Los proyectos son viables, desde el punto de vista económico, cuando se cumplen con los siguientes puntos:

- con base en beneficios cuantificables (ej., economía de costos operacionales de vehículos, reducción de accidentes y de impactos ambientales) de los cuales se excluyen las economías en los tiempos de recorrido;
- cuando se presenta una relación beneficio/costo $[B/C]$ superior a la unidad $[B/C]>1$;
- cuando la diferencia de los beneficios menos los costos o valor presente neto resulta positivo $[B-C \text{ o } VPN>0]$ y;
- cuando la tasa interna de retorno es superior al costo de oportunidad del capital. Este parámetro, se ha fijado como valor indicativo para los transportes urbanos por diversas organizaciones de desarrollo en un 12% anual.

Por otra parte, la evaluación del impacto social responde a valores cualitativos y su inclusión en el proceso decisorio es primordial permitiendo ordenar los proyectos según su prioridad y conveniencia frente a los objetivos sociales, con parámetros cualitativos y datos o parámetros estadísticos asociados a los objetivos de cada programa. Entre los indicadores mas utilizados se encuentran:

- la economía energética, por la vía de indicadores de litros y unidades monetarias economizadas con los combustibles;
- la reducción de las emisiones contaminantes, en particular el CO, NOx y HC.
- valores de tiempo de viaje de los pasajeros de mas bajo ingreso;
- porcentaje del costo repartido geográficamente en las áreas de pobreza urbana;
- porcentajes de los beneficios efectivamente recibidos por la población menos favorecida;
- el impacto real del proyecto sobre las tarifas del transporte público;
- el número de pasajeros/día beneficiados;

10.5 COSTOS SOCIALES DEL TRANSPORTE PÚBLICO

Los beneficios relacionados con el viaje son aquéllos que resultan de un incremento en la accesibilidad cuando se mejora un sistema de transporte público. Estos beneficios representan una ventaja al usuario ya que el viaje puede ser realizado en menor tiempo, costo o inconveniencias por medio del transporte público que por otra alternativa. Los beneficios también pueden presentarse como ventaja al automovilista o al pasajero ya que se puede reducir el congestionamiento en algunas vialidades debido al incremento en el uso del transporte público. Finalmente, también pueden representar una ventaja al usuario que puede decidir hacer un viaje adicional por cualquier medio o puede cambiar de forma de viajar.

El beneficio mas importante para el usuario del transporte público se refiere a los ahorros en el tiempo de viaje, mientras que otros beneficios adicionales se refieren a ahorros en los costos de combustible, peaje, tarifas y mantenimiento de los vehículos. Entre los beneficios intangibles del usuario se encuentran la comodidad del viaje, la posibilidad de hacer nuevos viajes que antes no realizaba o la satisfacción de su viaje de una mejor manera.

10.5.1 Valor del tiempo

El tiempo es un recurso limitado que puede ser asignado de forma diferente por cada persona según sus circunstancias, por lo que esta limitación tiene que ver tanto con la escasez como con su asignación. No existe una metodología “oficial” sobre el tema, pero su precio, o valor del tiempo, es simplemente el valor monetario de cada hora de trabajo, es decir, el salario (por hora), el que debe coincidir con el costo de oportunidad que se genera para un individuo, cuando éste decide invertir su tiempo en cualquier actividad de consumo en lugar de trabajar.

En los proyectos de transporte es común valorar el tiempo en dos categorías: los viajes realizados en horas de trabajo y los realizados en horas de ocio (otros motivos). Por lo que se acostumbra tomar como valor cuando el motivo de viaje es trabajo, igual al salario bruto, siempre y cuando el trabajo no produzca desutilidad y este ahorro pueda ser destinado a horas de trabajo productivo. Mientras que la valoración para otros motivos (ocio ó actividad de consumo), como no existe un mercado formal no se puede inferir algún valor, sin embargo se suele ubicar un porcentaje (%) del salario medio. El que oscila entre el 25% y 50%.

Sobre la base de la información del Plan Maestro para el Lima Metropolitano y el valor del tiempo usado en el Estudio COSAC I. El valor del tiempo se presente en la tabla 10.2:

	Promedio	Trabajo	Otros
Hora	100,00%	30,00%	70,00%
Auto privado	\$0,50	\$0,98	\$0,29
Bus	\$0,19	\$0,38	\$0,11

Tabla 10.2. Valor de tiempo (US \$/hora). Año base 2004
Fuente: Estudio del COSAC I para el año 2004

10.5.2 Estimación del costo social

Para un viaje dado es posible realizar un cálculo de sus costos e inconveniencias, conocidos como los costos sociales del viaje. Su expresión es del siguiente tipo:

$$\text{Costo social} = [(\text{tiempo de recorrido a pie}) * (\text{peso a pie}) + (\text{tiempo de espera}) * (\text{peso de la espera}) + (\text{tiempo abordó del autobús}) * (\text{peso de viaje abordó}) + (\text{tiempo de transbordo}) * (\text{peso de transbordo}) + \text{penalización inicial por la espera} + \text{penalización por el primer transbordo} + \text{penalización por un segundo transbordo} + \text{tarifa/valor del tiempo}] * \text{valor del tiempo}$$

En esta ecuación el valor del tiempo es la cantidad a la que los usuarios estarían dispuestos en intercambiar dinero por ahorros en el tiempo. La ecuación anterior considera exclusivamente el tiempo, el costo, la comodidad y la conveniencia, pero se le pueden agregar (o quitar) parámetros. La tabla 10.3 muestra valores típicos de ponderación y penalizaciones para los parámetros antes tratados. Naturalmente, estos valores pueden diferir por propósitos de viaje así como por segmento de mercado para representar diferentes niveles de importancia para diferentes tipos de viajes.

PARAMETRO	VALORES TIPICOS
Ponderador de caminata	1.3
Ponderador de transbordo	1.6
Penalización inicial ponderada	8.4 minutos
Penalización de transbordo	(1ro ó 2do) 23 minutos
Valor del tiempo	0.167 a 0.333 del salario mínimo
Ponderador del tiempo de recorrido (de pie)	1+2 (porcentaje del tiempo de recorrido de pie)
Ponderador del tiempo de recorrido (sentado)	-
Ponderador de espera de pie	1.9
Ponderador de espera sentado	-

Tabla 10.3 Ponderadores de los tiempos que componen un viaje
Fuente: Libro Transporte público – Angel Molinero

A continuación se desarrolla el cálculo de los principales parámetros que afectan el costo social generalizado del transporte público:

A) Tiempo de caminata

Para su estimación se considera la velocidad a la que camina el peatón en las circunstancias que se presenten dentro de la ruta o rutas analizadas. La velocidad de los peatones depende de muchos factores, tales como edad, sexo, pendiente, proximidad de vehículos, densidad, entre otros aspectos. Puede aceptarse como velocidad media en condiciones ideales (superficie horizontal, bajas densidades y lejos de la circulación de vehículos) la velocidad de 5.5 km/h. Sin embargo, se logran velocidades menores en el caso de las mujeres sobre todo si van acompañadas de un niño pequeño (2.5 km/h) y las mas elevadas que corresponden a jóvenes del sexo masculino 6.5 km/h.

El método mas simple para determinar la velocidad del peatón consiste en que un aforador mida el tiempo empleado en recorrer una determinada distancia. Puesto que, por lo general no es posible registrar el movimiento de todos los

peatones que se mueven en la zona objeto de estudio, se requiere seleccionar una muestra representativa, que es la que se someterá a estudio.

Habrá que tener en cuenta que no todos los peatones se desplazan a la misma velocidad y, por ello, es muy conveniente que el muestreo tenga en cuenta las proporciones de jóvenes y personas mayores, de hombres y mujeres, de personas que se desplazan solas y de las acompañadas de niños, ya que las velocidades que corresponden a cada uno de estos grupos difieren entre sí.

El tiempo de caminata o recorrido de pie se obtendrá al relacionar la distancia promedio de caminata hacia la parada y desde la parada con la velocidad peatonal utilizada. Así se tiene que:

$$t_p = \frac{0.06 \cdot d_p}{V_p}$$

donde: t_p = tiempo de caminata [h]

d_p = distancia de caminata [m]

v_p = velocidad del peatón [km/h]

0.06 = factor de conversión de unidades

Estos valores deberán ponderarse en función del gradiente el cual va de 0.08 para un gradiente positivo a 0.03 para un gradiente negativo, siendo cero para un gradiente nulo.

B) Tiempo de espera.

El tiempo de espera en una parada puede determinarse a partir de la siguiente expresión:

$$t_e = \frac{(1 + i_i)}{2f}$$

donde: t_e = tiempo de espera [min]

i_i = índice de irregularidad [-]

f = frecuencia de la ruta [veh/h]

A su vez, el índice de irregularidad se calcula al relacionar la varianza de los intervalos de paso entre la media de los intervalos, es decir:

$$i_i = \frac{\sigma^2(i)}{\mu^2}$$

donde: σ^2 = varianza del intervalo

μ^2 = media del intervalo

Un método alternativo para estimar el tiempo de espera es a través de aforos en las paradas y terminales y consiste en agrupar por periodos de tiempo (un minuto, por ejemplo) al número de usuarios que esperan en la parada para posteriormente relacionarlos con el total de pasajeros que abordaron la unidad. Finalmente, el valor obtenido por alguno de los procedimientos anteriores se afecta por los ponderados de la tabla 10.3 anterior.

Asimismo, la densidad o conglomeración de usuarios que se concentran en la parada es un factor que afecta la comodidad de espera del usuario. Este factor se puede expresar por la siguiente fórmula:

$$Kd = 1 + \frac{ds}{8}$$

donde: Kd = coeficiente de densidad

ds = densidad de usuarios esperando en la parada [usuarios/m²]

8 = densidad recomendable [usuarios/m²]

C) Tiempo abordo de la unidad.

La estimación del tiempo abordo se hace a partir de la distancia promedio de recorrido de un usuario y la velocidad de operación de la unidad de transporte, mediante la siguiente expresión:

$$tr = \frac{60 \cdot dr}{V_0}$$

donde: dr = distancia de recorrido [km]

V₀ = velocidad de operación [km/h]

tr = tiempo de recorrido [min]

60 = factor conversión de horas a minutos

Naturalmente, la comodidad del viaje abordo de la unidad afectará el costo social del mismo por lo que su ponderador dependerá si el recorrido se hace a pie o sentado así como de la calidad de la superficie de rodamiento y de las ocupaciones o densidades que se presenten dentro de la unidad de transporte.

10.6 COSTO ESTIMADO DEL SISTEMA DE METRO

El método de construcción, especialmente los trabajos civiles, influyen en la estimación del costo del proyecto, sin embargo, la estimación de costos de infraestructura de las líneas de metro está basada en el monto presupuestado para el tramo 2 de la línea 1, el cual se encuentra en ejecución a la fecha. Asimismo, se considera los costos por kilómetro de recientes ampliaciones de las líneas de metro en ciudades de Latinoamérica.

Ciudades con Metro	Año de Fundación	Long. Km	No. Líneas	Costo x Km (Millón US\$)
Buenos Aires, Argentina	1913	55.6	6	58.8
Ciudad de México, México	1969	201.4	11	39.8
Sao Paulo, Brasil	1974	68.8	5	89.3
Santiago, Chile	1975	94.2	5	64.7
Caracas, Venezuela	1983	54.2	4	79.5
Santo Domingo, R. Dominicana	2009	14.5	1	48.3

Tabla 10.4 Costo por Kilómetro de Líneas de Metro en Latinoamérica
Fuente: Elaboración propia. 2010.

El costo estimado de cada proyecto ferroviario para el sistema de metro, se muestra en la Tabla 10.5.

Línea	Etapa	Sección y Longitud		Infraestructura y Equipam.	Material Rodante	Total
		Sección	(km)	US\$ (Millón)	US\$ (Millón)	US\$ (Millón)
Línea 1	1	Villa El Salvador – Atocongo	9.20	270.00	60.00	330.00
	2	Atocongo - Hospital 2 de Mayo	11.70	441.62	180.00	621.62
	3	Hospital 2 de Mayo - Bayóvar	13.00	494.00	240.00	734.00
Línea 2	1	Garibaldi – Amazonas	13.80	262.20	204.00	466.20
	2	Amazonas – Ingreso a Huaycan	21.60	410.40	336.00	746.40
Línea 3	1	Garibaldi - Av. Brasil	9.50	361.00	156.00	517.00
	2	Av. Brasil – Av. La Molina	12.50	950.00	204.00	1154.00
	3	Av. La Molina - S. Industrial	6.30	239.40	120.00	359.40
Línea 4	1	Av. La Marina – Av. Gerardo Unger	15.10	573.80	216.00	789.80
		Sub Total	112.70	4002.42	1716.00	5718.42

Tabla 10.5 Estimado de Costos de Construcción e Implementación por cada Línea de Metro
Fuente: Elaboración Propia

La tabla incluye los costos de la etapa 1 (Villa el Salvador – Atocongo) y la etapa 2 (Atocongo – Av. Grau) de la Línea 1, los cuales se encuentran en proceso ejecución. Considerando el monto presupuestado de US\$ 442 millones de dólares para construir los 11.7 km de la etapa 2, se tiene que el costo por kilómetro de infraestructura y equipamiento es de US\$ 38 millones de dólares por kilómetro, sin incluir el material rodante.

Para la línea 2 el monto por kilómetro es menor ya que se prevé que la mayor parte será por superficie a nivel. Para el tramo 2 de la línea 3, se considera un monto superior por kilómetro ya que se prevé que será subterráneo. Para el resto tramos se considera un costo por kilómetro similar al presupuestado para el tramo 2 de la línea 1, al considerar que serán viaductos elevados.

Para el cálculo del costo de la flota de trenes, se considera un costo de 12'000,000 de dólares por cada tren con 06 vagones, con capacidad para 1,200 pasajeros.

Los costos de construcción se dividen en costo directo y costo indirecto:

(1) Costo Directo.

Los costos de construcción incluyen los siguientes ítems: maquinaria de construcción, costo de mano de obra y costo de materiales

(2) Costo Indirecto

Costo indirecto estimado para lo siguiente: contingencia, costo de administración, ingeniería y utilidad.

10.7 COSTOS ESTIMADOS DE PROYECTOS DE BUSES TRONCALES

El costo de cada uno de los 05 proyectos de buses troncales se estima en función a los costos estimados en el Plan Maestro de Transporte del 2005 y a los costos de proyectos similares en la región. El costo de construcción del proyecto de buses troncales incluye la construcción de una vía de buses troncales con 2 carriles, sin el mejoramiento de las vías existentes.

El costo estimado de cada proyecto de buses troncales, se muestra en la Tabla 10.6.

Línea	Tramo	Nombre del corredor	Sección y Longitud		Infraestructura	Flota Buses	Tota
			Sección	(km)	US\$ (Millón)	US\$ (Millón)	US\$ (Millón)
Troncal 1	1	Av. Huaylas	Panamericana Sur - Matellini	5.90	23.60	17.50	41.
	2	Paseo de la República	Matellini – Estación Central	14.20	146.90	51.45	198.
	3	Av. Tupac Amaru	Estación Central – Naranjal	13.10	153.10	53.55	206.6
	4	Av. Universitaria	Naranjal – Carabayllo	11.00	44.00	35.00	79.0
Troncal 2	1	Av. Venezuela	Ovalo Saloon - Estación Central	9.30	37.20	32.90	70.1
	2	Av. Grau	Estación Central – Av. Nicolás Ayllón	2.50	27.01	8.40	35.4
	3	Carretera Central	Av. Nicolás Ayllón – Carretera Central km 10	13.40	53.60	30.10	83.7
Troncal 3	1	Av. Panamericana Norte	Ancón - Caquetá	28.70	114.80	86.45	201.2
	2	Av. Panamericana Sur	Caquetá – Av. Huaylas	28.40	113.60	92.40	206.0
Troncal 4	1	Av. Nestor Gambetta	Av. Argentina - Panamericana Norte	26.60	106.40	85.05	191.4.
Troncal 5	1	Av. Canta Callao	Av. Tomas Valle - Panamericana Norte	13.80	55.20	40.25	95.4:
		Sub Total		166.90	875.41	533.05	1408.40

Tabla 10.6 Estimado de Costos de Construcción por cada Proyecto de Buses Troncales
Fuente: Elaboración Propia

La tabla incluye los costos de los tramos 2 y 3 de la Línea Troncal 1, el cual ya se encuentra construido, así como el tramo 2 de la Línea Troncal 2, también construida. Para el resto de etapas de las 5 Líneas Troncales se estima un costo de infraestructura y equipamiento de 4 millones de dólares por kilómetro, el cual es un costo medio para proyectos con características similares en Latinoamérica (ver tabla 10.7). Para el cálculo del costo de la flota de buses, se considera un costo de 350,000 dólares cada unidad de bus articulado con capacidad para 160 pasajeros.

Sistema BTR	Año	Principales características	Costo x Km millón US\$
Santiago, Transantiago 18.8 km	2007	70 terminales de buses, 2 estaciones intermodales	4.00
Sao Paulo, Interligado 104 km	2002	327 estaciones, 24 terminales, sistema integrado	3.50
Guayaquil, Metrovía 15.5 km	2006	36 estaciones, 2 terminales, control centralizado	1.56
Pereira, Megabus 27 km	2006	38 estaciones, control centralizado	2.89
Beijing, Beijing BRT 16 km	2005	19 estaciones, 1 terminal, control centralizado	4.80
México, Metrobus 20 km	2005	34 estaciones, 2 terminales, control central	2.80
León, SIT-Optibus 25 km	2003	51 estaciones, control central, 60% segregado	1.80
Bogotá, Transmilenio 84 km	2000	BRT de alta capacidad, 104 estaciones, 10 puntos de integración	8.20
Quito, Trolebus 37 km	1995	68 estaciones, 9 terminales, buses eléctricos	5.90
Curitiba, RIT 65 km	1973	139 estaciones, 26 terminales, ciclovías	2.40

Tabla 10.7 Costo por Kilómetro de Sistemas de Bus Rápido

Fuente: A critical look at major bus improvements in Latin America and Asia - Hidalgo, Custodio y Graffiaux. World Bank. 2007.

El costo de construcción de los proyectos de buses troncales incluye los siguientes ítems de construcción.			
(a)	Construcción de una vía de 2 carriles exclusiva para buses en el centro de la vía existente.		
b)	Construcción de paradero de buses, pequeño terminal de buses, e instalaciones viales.		
El costo de construcción incluye costos directos de construcción, como costos de material, costos de mano de obra, y costos de maquinas de construcción, y también incluye costos indirectos, como los costos administrativos y ganancias.			
El número de la flota de buses necesaria en 2025 se estima en función a la comparación entre la futura demanda de pasajeros en 2025 y la capacidad de transporte del bus articulado.			

10.8 COSTO ESTIMADO DEL SISTEMA DE TRENES LIGEROS

El método de construcción, especialmente los trabajos civiles, influyen en la estimación del costo del proyecto, sin embargo, la estimación de costos de infraestructura y equipamiento de las líneas de tranvía está basada en los costos invertidos en proyectos similares en varios países del mundo.

Para el cálculo del costo de la flota de tranvías, se considera un costo de 2'800,000 de dólares por cada tranvía, con capacidad para 200 pasajeros cada uno.

El costo estimado de cada proyecto ferroviario para el sistema de Tranvías, se muestra en la Tabla 10.8.

Línea	Etapa	Nombre del corredor	Sección y Longitud		Infraestructura y Equipam.	Material Rodante	Total
			Sección	(km)	US\$ (Millón)	US\$ (Millón)	US\$ (Millón)
Línea 1	1	Av. Universitaria	Av. Angélica Gamarra – Av. La Marina	8.50	102.00	47.60	149.60
	2	Av. Ejercito	Av. La Marina – Ovalo Pardo	7.30	87.60	39.20	126.80
	3	Av. Angamos	Ovalo Pardo – Av. Javier Prado	11.20	134.40	61.60	196.00
Línea 2	1	Av. Tacna - Av. Arequipa	Pte. Santa Rosa – Ovalo Miraflores	8.80	105.60	47.60	153.20
	2	Av. Benavides	Ovalo Miraflores – Panamericana Sur	6.30	75.60	33.60	109.20
Línea 3	1	Av. Brasil	Av. Pérez Aranibar – Plaza Bolognesi	5.30	63.60	28.00	91.60
	2	Av. Salaverry	Plaza Bolognesi – Av. Pérez Aranibar	5.50	66.00	30.80	96.80
Línea 4	1	Av. Abancay - Av. Colmena	Puente Ricardo Palma – Av. Universitaria	6.90	82.80	39.20	122.00
	2	Av. Colonial	Av. Universitaria – Plaza Gálvez, La Punta	9.30	111.60	50.40	162.00
Línea 5	1	Av. Corregidor - Av. La Molina	Ovalo Los Cóndores – Av. Ferrocarril	8.70	104.40	47.60	152.00
Sub Total				77.80	933.60	425.60	1359.20

Tabla 10.8 Estimado de Costos de Construcción e Implementación por cada Línea de Tranvía
Fuente: Elaboración Propia

Como referencia se muestra los costos por kilómetro de recientes construcciones de líneas de tranvía en ciudades de América y Europa.

Ciudades con Tranvías	Año	Long. Km	Nro. Líneas	Costo x Km (Millón US\$)
Pórtland, EE.UU.	2001	5.3	1	28.0
Burdeos, Francia	2003	43.9	3	37.5
Buenos Aires, Argentina	2007	2.4	1	19.2
Madrid, España	2007	27.8	3	21.5
Ciudad de México, México	2012	10.4	1	15.7

Tabla 10.9 Costo por Kilómetro de Líneas de Tranvía en algunos países
Fuente: Elaboración propia. 2010.

10.9 EVALUACIÓN FINANCIERA

En términos generales, se requiere un monto total de US\$ 8,486 millones para poder ejecutar todos los proyectos propuestos y así manejar la futura demanda de tránsito. Está compuesto de la introducción de 4 líneas de metro con un total de 113 km (US\$ 5,718 millones), más de 167 km en total del sistema de buses troncales con 5 líneas (US\$ 1,408 millones) y 5 líneas de tranvías con un total de 78 km (US\$ 1,359 millones).

A continuación se detallan algunos aspectos relacionados con la evaluación financiera.

- 1) El costo total (financiero) de la Implementación de los Sistemas de Transporte Masivo se estima en US\$ 8,486 millones.
- 2) El costo total de los proyectos incluyen el costo de construcción, costo de ingeniería, costo administrativo, contingencia, y el costo de las flotas de buses articulados para los proyectos de buses troncales y el costo de la adquisición de trenes y tranvías para los proyectos ferroviarios.
- 3) El costo total incluye los costos de los proyectos ejecutados y los que se encuentran en marcha (un total de aproximadamente US\$ 1,039 millones), como el proyecto de la Av. Grau (US\$ 27 millones), el proyecto COSAC 1 (US\$ 300 millones), y los tramos 1 y 2 de la línea 1 del metro (US\$ 712 millones).
- 4) Se incluye el costo de adquisición de vagones para los trenes de las líneas de metro (un total de aproximadamente US\$ 1,716 millones), el costo de adquisición de las flotas de buses articulados (un total de aproximadamente US\$ 533 millones), y el costo de adquisición de tranvías (un total de aproximadamente US\$ 426 millones).
- 5) El costo total del proyecto, no incluyendo los puntos 3) y 4) mencionados anteriormente, se estima en aproximadamente US\$ 4,772 millones. El costo de financiamiento anual durante un periodo de 15 años desde el año 2011 hasta el año 2025 se calcula en aproximadamente US\$ 318 millones por año.

10.9.1 Estatus Financiero de cada entidad

La condición financiera general de varias organizaciones relacionadas con los sectores de transporte urbano está resumida a grandes rasgos de las tendencias presupuestarias recientes.

A) Gobierno Central

El monto total que el gobierno central destinó para inversiones públicas en el año 2009, ascendió a S/.27,186.7 millones, de los cuales el 68% estuvo destinado a los gobiernos locales y regionales y el 32%, al gobierno nacional.

Con respecto al ingreso (S/. 70,997 millones en el 2009), el 86 % del ingreso total se derivan de varios tipos de impuestos nacionales. El Impuesto general a las ventas (IGV) ocupa el mayor porcentaje con 48.6%, seguido por el impuesto a la renta (33.5%) y el impuesto selectivo al consumo (6.8%).

B) Ministerio de Transportes y Comunicaciones

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones tiene la responsabilidad de la infraestructura y servicios de todos los modos de transporte a nivel nacional y regional, aparte de los servicios de telecomunicaciones y postales.

La tendencia de la asignación de presupuesto al MTC indica una participación creciente: S/. 2,351 millones en 2007, S/. 3,309 millones en 2008, S/. 5,205 millones en 2009 y para el 2010 se le ha asignado un monto de S/. 7,353 millones. El 93.4% del gasto total se dirige a inversiones del subsector de Transportes.

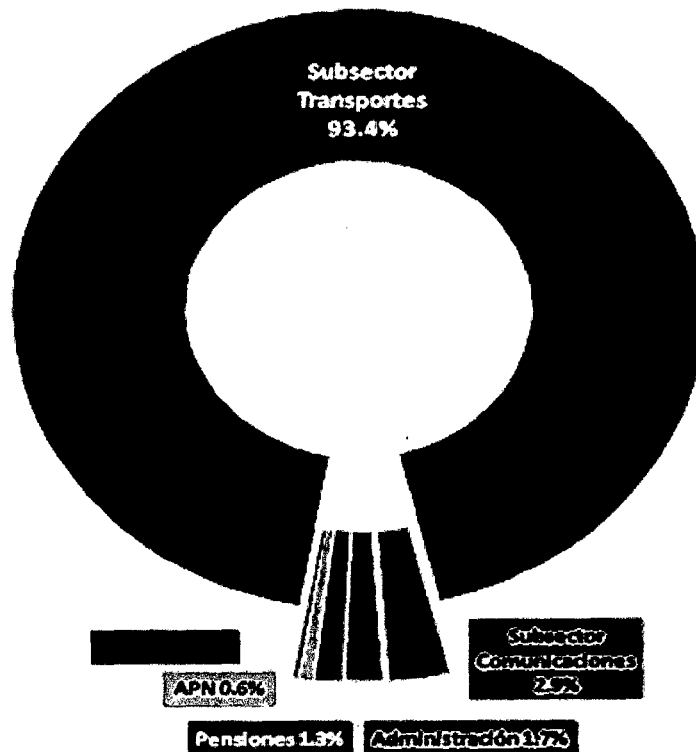


Figura 10.1 Estructura del presupuesto
Fuente: Ejecución presupuestal comparada 1999 – 2010, MTC

El monto para inversiones en el año 2010, equivale al 71.26 % del total, (S/. 5,240 millones). Como se observa el monto de inversión requerido por año para la implementación de los proyectos del sistema de transporte propuesto, equivale al 18 % del monto asignado para el 2010.

C) Municipalidad Metropolitana de Lima

La escala financiera (ingreso total) de la MML, varía aproximadamente entre S/. 1,229 millones (en 2007) y S/. 1,178 millones (en 2010).

Debido a que la población total de Lima fue 7,500 - 7,750 mil durante esos años, el presupuesto per cápita del gobierno local es reducido y asciende a S/. 155 por año.

Asimismo, el monto de capital del presupuesto de gastos para el desarrollo/mantenimiento de la infraestructura de transporte se encuentra limitado, a 375 millones de soles para el año 2010. Se requerirá aproximadamente tres veces el monto del presupuesto anterior para los proyectos de transporte urbano propuestos, si la MML ejecuta todos los proyectos por medio de sus propios recursos presupuestarios. Es muy importante estudiar cómo preparar los montos necesarios de recursos financieros para las inversiones.

Fuente de Financiamiento	2007	2008	2009	2010
	Millones	Millones	Millones	Millones
	Nuevos Soles	Nuevos Soles	Nuevos Soles	Nuevos Soles
1: Recursos Ordinarios	32.29	32.67	185.89	4.63
2: Recursos Directamente Recaudados	363.76	362.78	423.50	413.56
3: Recursos por Operaciones de Crédito	278.34	268.48	168.46	119.31
4: Donaciones y Transferencias	130.78	230.72	225.94	125.24
5: Recursos Determinados	423.84	502.57	657.34	514.80
TOTAL	1,229.03	1,397.24	1,661.16	1,177.57

Tabla 10.10 Fuentes de Financiamiento
Fuente: Transparencia Económica - MEF

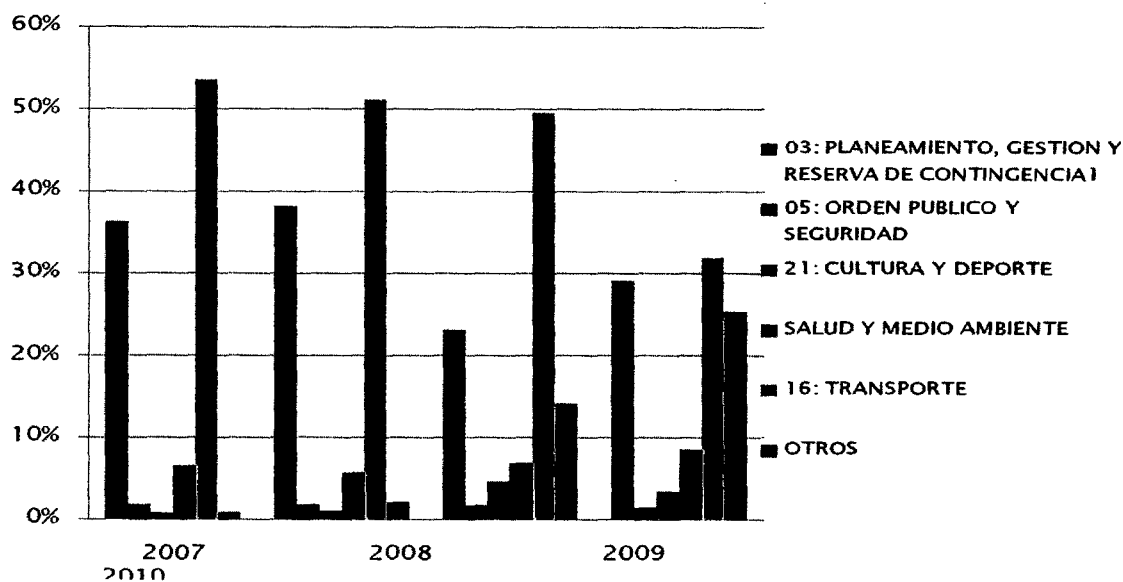


Figura 10.2 Distribución de gastos MML
Fuente: Transparencia Económica - MEF

D) Municipalidad Provincial del Callao

Por otro lado, la MPC, tiene una mayor escala de presupuesto del gobierno local, en comparación con la MML.

El presupuesto total aumentó de S/. 100 millones en 2003 a S/. 130 millones en 2008, debido al ingreso adicional de una parte del ingreso de aduanas. Como la población del Callao es de 800 mil – 880 mil durante ese periodo, el presupuesto per cápita también aumentó de S/. 125 en 2003 a S/. 147 en 2008.

E) Otros Gobiernos Distritales

Existen 42 distritos dentro de la Municipalidad de Lima, además de Lima Cercado que también está bajo la administración de la MML, mientras que en la provincia del Callao existen 05 distritos y el cercado. Cada municipalidad distrital tiene su propio presupuesto.

El monto total del presupuesto de las municipalidades distritales de Lima fue de S/. 1,139 millones en 2009, y el de las municipalidades distritales del Callao fue de S/. 129 millones en 2008.

F) Otros

- 1) Secretaría de Consejo de Transporte de Lima y Callao (CTLC)
- 2) AATE
- 3) PROTRANSPORTE

10.9.2 Disponibilidad Financiera en General

El gobierno central y los gobiernos locales deben esforzarse para asignar los montos necesarios de presupuesto, que permitan ejecutar los proyectos propuestos. Así mismo, no existen medidas únicas para cubrir los presupuestos sólo por parte de los gobiernos, sino que existen varias soluciones alternativas para reducir sus cargas, como evaluaciones de minimización de costo para cada proyecto por medio de la participación del sector privado en algunos proyectos altamente rentables, la revisión del programa de implementación, la selección de proyectos prioritarios y otros.

10.9.3 Política para la Obtención de Financiamiento

Se deben examinar todas las medidas posibles para reforzar la situación financiera del gobierno local y aumentar los fondos propios, ya que el presupuesto de la MML es bastante limitado en comparación con el de otras ciudades capitales.

Al principio, se deben aplicar los tres principios del sistema tributario, en general, para revisar las normas tributarias existentes.

- 1) Imparcialidades horizontales y verticales.
- 2) Neutralidad en actividades económicas.
- 3) Simplicidad en el sistema tributario.

A continuación se sugieren algunas medidas para obtener los fondos de inversión necesarios para la infraestructura del transporte urbano por medio de la revisión de tarifas tributarias:

A) Revisión del Sistema Tributario relacionado con Vehículos

Aunque existe un impuesto de propiedad vehicular en Lima para los vehículos registrados por primera vez (durante los primeros tres años), todos los vehículos en uso deben pagar algún tipo de impuesto de acuerdo a la política de 'financiamiento con recursos propios de los beneficiarios'.

Una ventaja adicional de la introducción de este impuesto es asegurar un sistema de registro vehicular correcto en consideración de los registros nuevos y en abandono.

B) Introducción de un Impuesto Nuevo (impuesto de tonelaje de vehículos motorizados)

Este impuesto se recauda como un impuesto nacional de propósito específico de acuerdo al tonelaje de los vehículos, en conjunto con el sistema autorizado de inspección vehicular cada año, debido a que los daños a las vías básicamente dependen del peso del vehículo. La tasa del impuesto varía de acuerdo a las características del vehículo; tipo de vehículo, tamaño, tipo de uso (privado o comercial), etc.

C) Cobro de Estacionamiento en las Vías

Existen varias vías arteriales/colectoras con espacios de estacionamiento vehicular incluso en el área central de negocios y comercio en las Provincias de Lima y Callao debido al amplio ancho de las vías y redes viales densas. Los usuarios que ocupan el espacio vial público como sus espacios de estacionamiento deben pagar un costo establecido al gobierno local. Aunque algunas municipalidades distritales cobran tarifas de estacionamiento en las vías, estos ingresos pueden ser transferidos como uno de los recursos para la inversión en el mejoramiento del transporte urbano y no para los gastos de los mismos gobiernos distritales.

D) Justificación de la Transferencia Financiera del Gobierno Central al Área Metropolitana

Las funciones económicas del área metropolitana son bastante importantes, como se muestra en los distintos indicadores del país como el PBIR (48%), población (30%), número de vehículos (65%), consumo de gasolina (80%), etc. La concentración de la demanda de tránsito hacia y dentro del área metropolitana causa varios problemas que derivan en una situación económica ineficiente. Los beneficios económicos cuantificados, el costo de ahorro del tiempo de viaje y el costo de operación vehicular exceden el costo de inversión económica. Por otro lado, es evidente que existe una escasez de recursos financieros en los gobiernos locales de Lima y Callao para implementar los proyectos propuestos.

Asimismo, es necesario reconsiderar el subsidio o transferencia financiera para poder cumplir todos los proyectos hasta donde sea posible, al margen de la política de descentralización.

10.9.4 Participación del Sector Privado

Como hay distintas medidas para reducir las cargas financieras del sector público introduciendo las participaciones del sector privado en el campo del desarrollo de transporte, el sistema de concesión es bastante popular en los países Latinoamericanos.

El PPI o privatización es un concepto amplio que acoge varias formas de participación privada. Existen cuatro categorías:

A) Privatización:

La actual venta de capitales públicos al sector privado se puede realizar por medio de subastas públicas o ventas privadas de activos.

B) Proyectos Greenfield:

Bajo este proyecto el gobierno comisiona nuevos proyectos de inversión (contratos construir-operar-transferir (BOT) son los más comunes).

El desarrollo de nuevas técnicas de financiamiento que reducen o mejoran los riesgos de financiar nuevos proyectos de infraestructura es uno de los motivos por el cual los proyectos Greenfield han tenido éxito.

C) Contratos de Operación y Mantenimiento:

Esta opción requiere de un operador privado para que maneje y mantenga el servicio pero no incluye las obligaciones de inversión. El operador asume los riesgos de operar y mantener el servicio, y el gobierno retiene el riesgo de inversión. Estos contratos son otorgados normalmente por periodos determinados (dos a cinco años).

D) Contratos de Concesión (Franquicias):

Este contrato (10 a 30 años) asigna la responsabilidad de las operaciones y mantenimiento al operador privado que asume las obligaciones de inversión y servicio. Muchos gobiernos prefieren esta política en lugar de la privatización porque no implica una transferencia políticamente sensible de propiedad de capitales públicos al sector privado.

CAPITULO 11

EVALUACION AMBIENTAL

El Área de Influencia de los sistemas de transportes propuesto, está determinada por el Área de Influencia Directa (AID), así como, por el Área de Influencia Indirecta (AII). La identificación de estas áreas de influencia, sirven para definir la Línea Base Ambiental del Proyecto, donde se desarrolla la descripción ambiental de cada uno de los componentes, físicos, biológicos, socioeconómico y culturales.

11.1 LINEA BASE

La Línea Base desarrollada para el estudio, define los aspectos más importantes a analizar de acuerdo a las implicancias del proyecto, especialmente, en su etapa de construcción y operación.

Los componentes analizados fueron, el Componente Físico, el Componente Biológico y el Componente Socioeconómico Cultural.

11.1.1 Componente Físico

E) Clima

De acuerdo a su localización latitudinal subtropical ($12^{\circ} 01'$ Latitud Sur), al área de estudio le corresponde un clima cálido y lluvioso (sub. tropical húmedo); sin embargo, existen condicionantes que afectan el clima de Lima ocasionando que sea templado, húmedo y con ausencia de lluvias, teniendo las siguientes características:

- _ Temperaturas extremas: 29°C como temperatura máxima y 13°C como temperatura mínima.
- _ Ausencia de precipitaciones pluviales que sean capaces de lavar la atmósfera (10 mm./año).
- _ Ausencia de tormentas con vientos fuertes o huracanados capaces de limpiar la atmósfera.
- _ Ausencia de cobertura vegetal, natural tanto en la planicie como en la cordillera hasta 600 m.

F) Precipitación:

Se ha determinado una precipitación promedio total anual de 12.60 mm (período comprendido entre 1974 y 1996), con un promedio máximo mensual de 2 mm. y un mínimo de 0.40 mm., presentándose las mayores precipitaciones en los meses de junio a agosto. Esta precipitación decrece a partir del mes de septiembre, propio de la estación primaveral, con lloviznas esporádicas en los meses de verano.

Estación	Meses												Total Anual (Mm.)
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Von Humboldt	0.7	0.8	0.5	0.7	1.2	2.0	1.4	1.8	1.4	0.8	0.9	0.4	12.6

Tabla 11.1 Régimen mensual de precipitación
Fuente: Estudios de los impactos Ambientales del COSAC

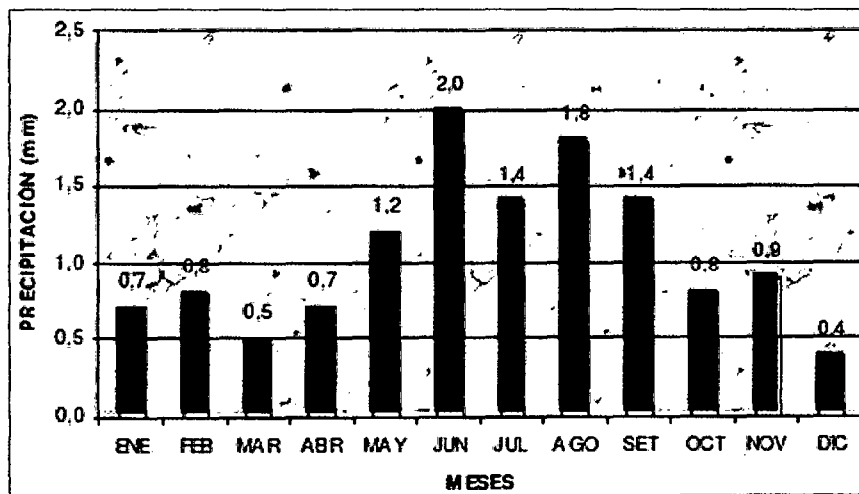


Figura 11.1 Régimen mensual de precipitación
Fuente: Estudios de los impactos Ambientales del COSAC

G) Temperatura:

La temperatura máxima promedio está alrededor del 23.5 °C y la mínima promedio entre 16.13 °C. y 16.38 °C. Los meses más cálidos son enero, febrero y marzo, período donde se registra una temperatura máxima promedio de 28.3 °C, alcanzando máximos de 30.14 °C (marzo 2001). La estación de invierno (julio a septiembre), tiene una temperatura máxima promedio de 16.3 °C, alcanzando mínimas de 13,44 °C.

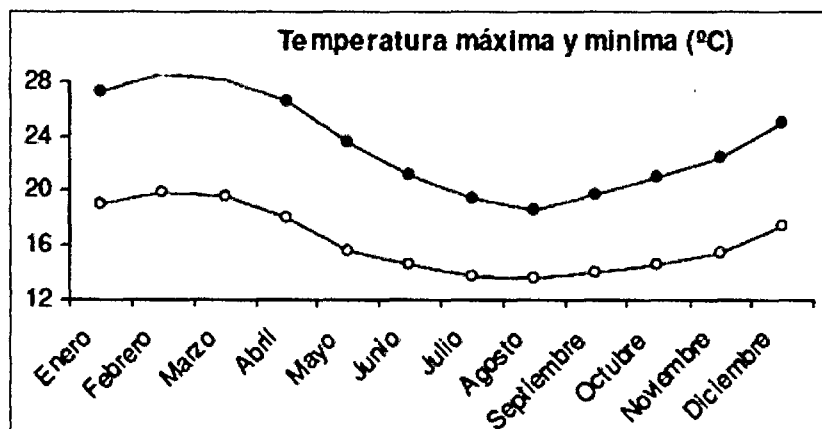


Figura 11.2 Variación mensual de temperatura máxima y mínima (1974-2002)
Fuente: Estudios de los impactos Ambientales del COSAC

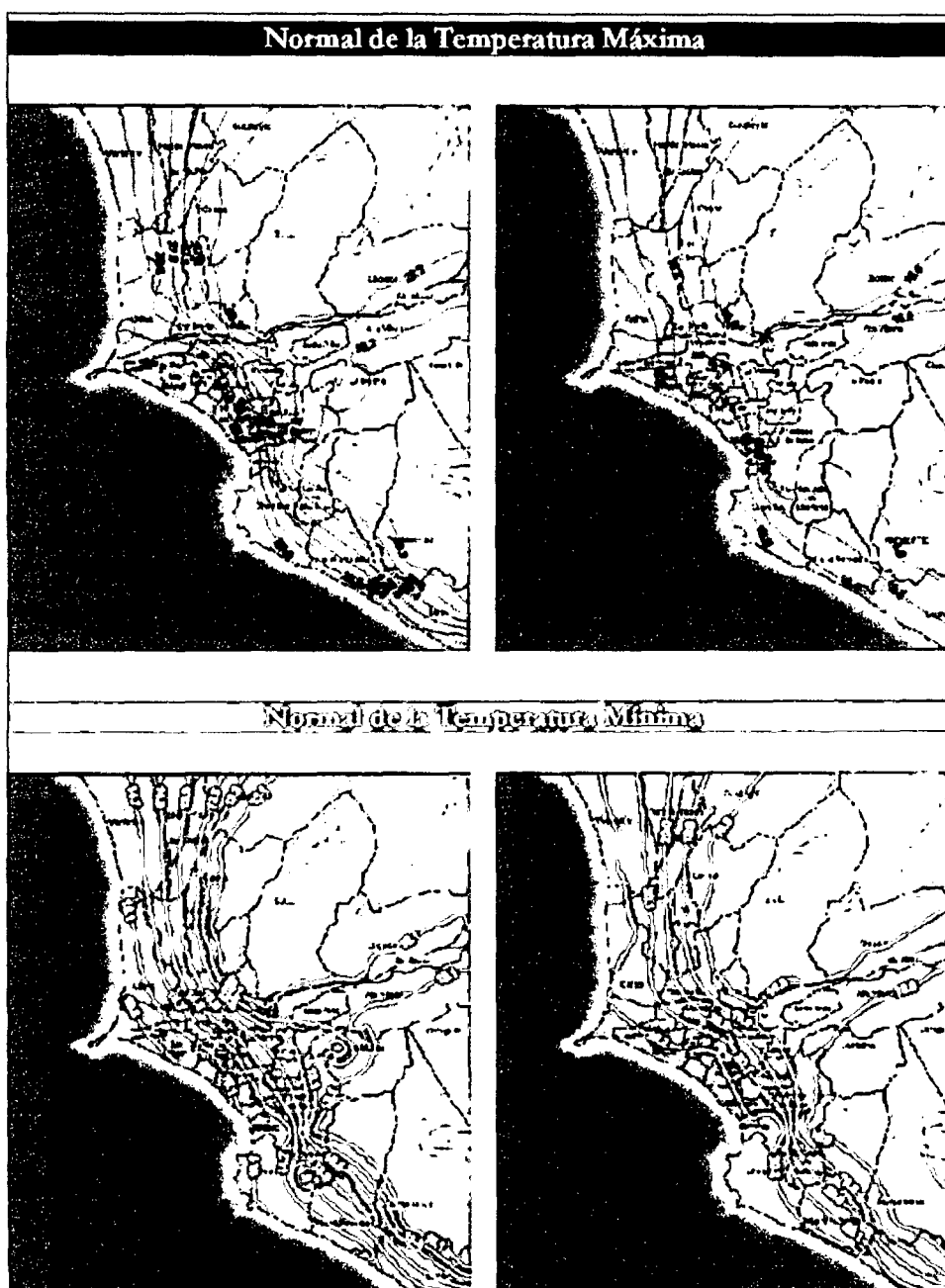


Figura 11.3 Comportamiento de la temperatura máxima y mínima en lima
Fuente: Estudios de los impactos Ambientales del COSAC

H) Humedad Relativa:

Los valores de Humedad Relativa Mínima y Máxima Promedio, oscilan normalmente entre el 70% y 97%, alcanzando los valores mínimos hacia el medio día y los máximos durante horas de la madrugada. La zona donde presenta registros de humedad relativa mínima de 50% y humedad relativa máxima de 86%, los valores más altos se registran en la mañana descendiendo a partir de las 7:00 horas.

Estación Von Humboldt	Meses												Total Anual (%)
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Año 1999	81	79	84	91	92	93	94	88	87	85	82	81	86.42
Año 2000	88	76	73	72	86	88	95	93	91	88	86	83	84.75
Año 2001	83	80	76	83	83	92	93	91	84	88	81	85	84.92

Tabla 11.2 Promedio mensual de humedad relativa
Fuente: Estudios de los impactos Ambientales del COSAC

I) Vientos dominantes:

El comportamiento de los vientos es de moderada intensidad, con componente predominantemente del Sur Oeste y Sur Este, especialmente en las tardes y oscilan entre los 3.5 m/s y 10 m/s, presentándose un estancamiento en el área urbana central por efecto de la topografía. En verano, los vientos son más intensos que en el invierno. En las colinas del Este se forma un rotor de vientos, que incrementa la velocidad y modifica el curso local de los mismos. Los contravientos de montaña y del norte son débiles e infrecuentes, pero influyen sensiblemente en la dispersión de contaminantes bajo condiciones de calma matutina (ver figura 11.4).

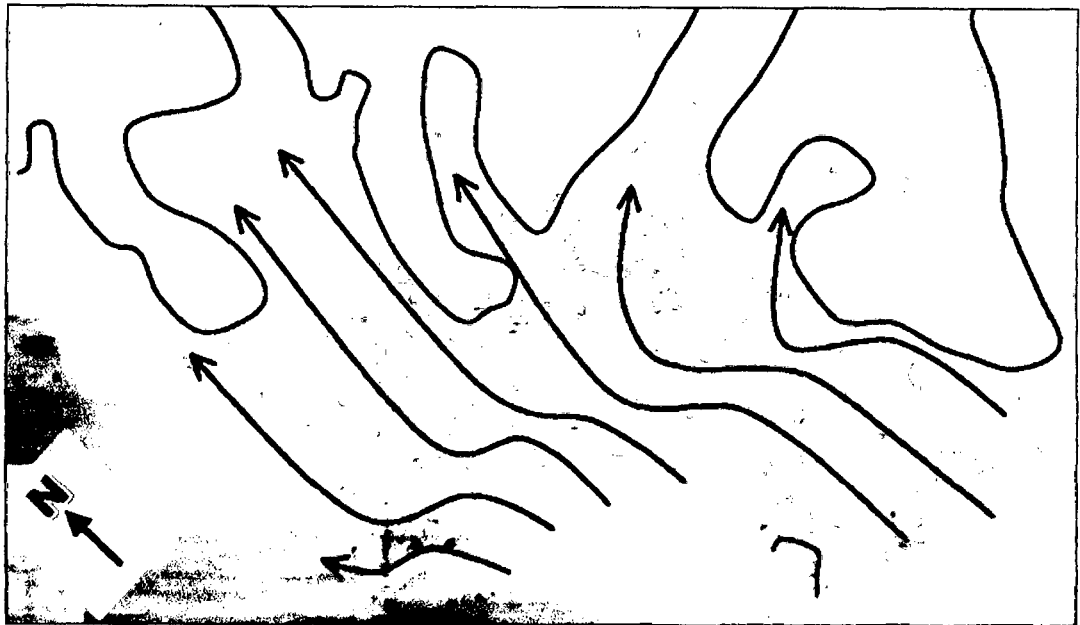


Figura 11.4 Flujos de vientos dominantes

Fuente: Comité de Gestión de la iniciativa de Aire Limpio Lima - Callao

J) Calidad del Aire

Por sus características fisiográficas y urbanas, Lima Metropolitana ha presentado, durante los últimos años, un aumento elevado del nivel de polución, manifestándose en el aire cada vez más contaminado por partículas sólidas y líquidas de diferente forma y tamaño.

Las concentraciones de contaminantes atmosféricos en la ciudad de Lima, están estrechamente vinculados al incremento y estado del parque automotor, el que se ha duplicado desde el año 1990 originado emisiones atmosféricas del orden del 75% del total de contaminantes atmosféricos.

Estos contaminantes han aumentado de manera significativa su presencia en el aire que respiramos, poniendo en riesgo la salud de la población, principalmente, en lo relacionado a enfermedades del sistema respiratorio.

K) Estudios de Saturación:

En el año 2000, se llevó a cabo un estudio de saturación de contaminantes con la participación de La Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) y la Fundación Suiza de Cooperación para el Desarrollo Técnico (SWISSCONTACT). Se evaluaron las concentraciones de Dióxido de Nitrógeno (NO₂), Dióxido de azufre (SO₂), Partículas Totales en Suspensión (PTS) mayor y menor a 2.5 ug/m³. Dicho estudio, determinó que los contaminantes primarios son arrastrados por la acción del viento hacia el Norte y Este de la Cuenca Atmosférica de Lima y El

Callao, siendo el área central urbana de Lima, una zona donde se acumulan y reaccionan los contaminantes.



Figura 11.5 Concentración de contaminantes, sólidos suspendidos y sólidos sedimentables
Fuente: SENAMHI - Estudios Ambientales del COSAC

Las partículas menores de 2.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ son las más peligrosas pues su pequeño diámetro y su forma aerodinámica les permite llegar a los alvéolos pulmonares. Las mayores quedan retenidas en los bronquios. Tiene sinergia con otros contaminantes. Los ECAs establece que la concentración de este contaminante por un periodo de 24 horas da como valor referencial 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 24 horas como valor estándar, estos valores son ampliamente superados en toda el área de la gran Lima (ver Figura 11.6).

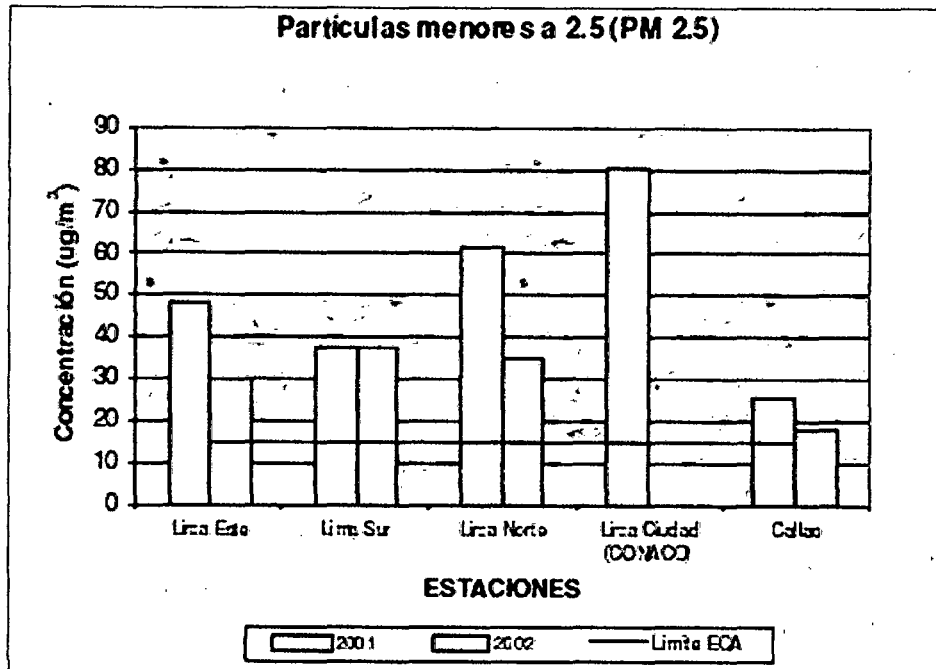


Figura 11.6 Concentración de partículas menores (PM menores a 2.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Fuente: Estudios Ambientales del COSAC

L) Contaminación Sonora:

Los estándares primarios de calidad ambiental (ECAs), para ruido, establecen los niveles máximos de ruido en el ambiente, que no deben excederse, para proteger la salud humana. Dichos parámetros consideran como el nivel de presión sonora continuo equivalente con ponderación (L_{Aeqt}) y toman en cuenta las zonas de aplicación y los horarios (ver tabla 11.3).

Zonas de Aplicación	Valores expresados en L_{Aeqt}	
	Horario Diurno	Horario Nocturno
Zona de Protección Especial	50	40
Zona Residencial	60	50
Zona Comercial	70	60
Zona Industrial	80	70

Tabla 11.3 Niveles máximos de ruido para las diversas zonas
Fuente: Estudios Ambientales del COSAC

El horario diurno, se entiende al periodo comprendido desde las 07:01 horas hasta las 22:00 horas. El horario nocturno, se entiende al periodo comprendido desde las 22:01 horas hasta las 07:00 horas del día siguiente.

Según el Estudio de Línea Base Ambiental del COSAC I (Walsh-DEUMAN), los resultados de los monitoreos sobrepasan los Estándares de Calidad Ambiental establecidos para Ruido (D.S. N° 085-2003-PCM).

M) Geología y Geomorfología

La formación del suelo de la gran Lima, se debe indudablemente a la presencia del río Rímac y al río Chillón, y su formación plena corresponde a la época cuaternaria, aunque sus primeros atisbos aparecen a fines del terciario. El Cono de Deyección del Rímac, es un depósito de material predominantemente fluvial, conformado por bolonerías, cantos rodados, gravas, arenas y algo de finos (limos y arcillas), que le dan una pequeña cohesión al conjunto. El suelo fluvial, por lo general, subyace a un estrato de suelo arcilloso-limoso de espesor variable; así, en el Cercado de Lima su espesor varía entre 0.3 m y 1.5 m.

N) Sismicidad

La clasificación de los sismos empleada en la Norma Técnica de Edificación E.030-Diseño Sismo Resistente especifica lo siguiente (ver Tabla 11.4):

Clasificación	Intensidad
Leves	< VI
Moderados	VII y VIII
Severos	IX
Catastróficos	X

Tabla 11.4 Clasificación de sismos según Norma Técnica Edificación E.030
Fuente: Estudios Ambientales del COSAC

En Lima se han producido sismos importantes con intensidades entre III a VIII según la Escala Mercalli Modificada. El área de Estudio se localiza en la Zona 3 del Mapa de Zonificación Sísmica del Perú y corresponde a la zona de alta sismicidad (ver Figura 11.7).

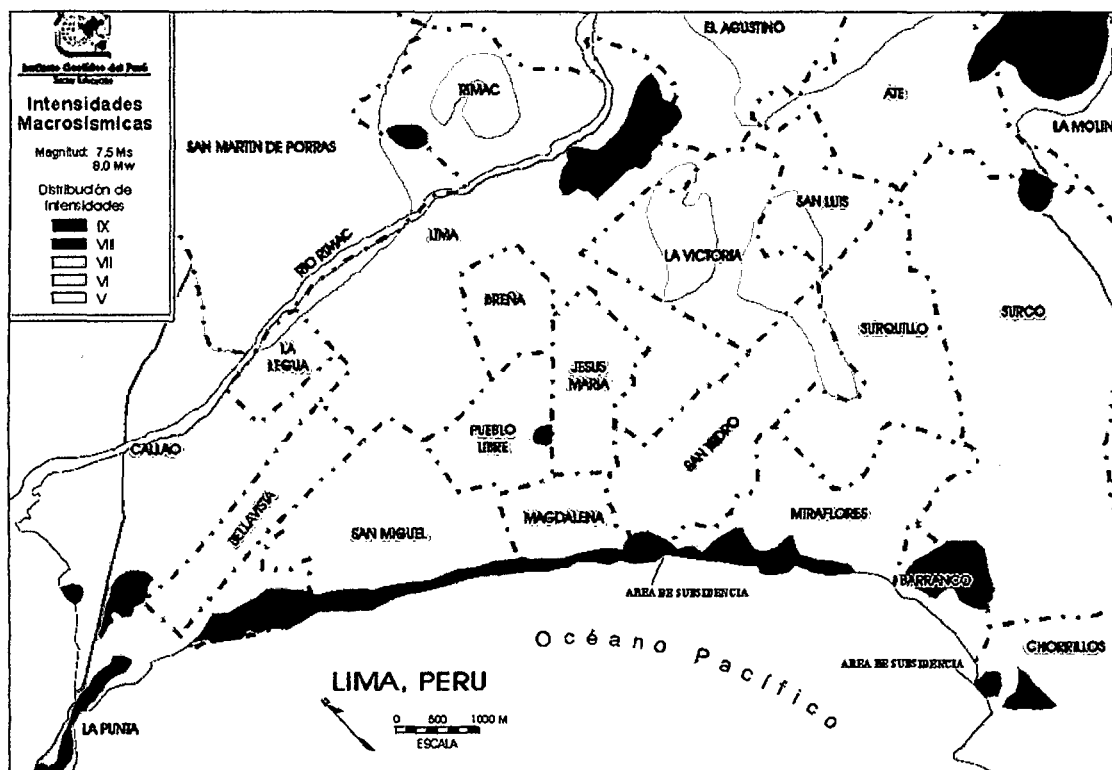


Figura 11.7 Mapa de isosistas para el terremoto ocurrido en octubre de 1974 (mb=6)
Fuente: Estudios Ambientales del COSAC

El diseño y construcción de las obras necesarias para los corredores de transporte, deberán cumplir con las especificaciones sísmicas que refiere la norma de diseño sismo resistentes E-0.30, garantizando su comportamiento antisísmico satisfactorio frente a eventos sísmicos severos; además, para una correcta respuesta ante estos eventos, se debe prever funciones y rutas alternas de evacuación asegurando la seguridad de los usuarios.

O) Hidrología

El área Metropolitana de Lima y Callao se extiende sobre tres cuencas hidrográficas (del Rímac, Chillón y Lurín) cuyas redes hídricas abastecen a la ciudad. De todas las fuentes hídricas, el río Rímac es el principal abastecedor de agua potable para la ciudad. Este curso de agua inicia su recorrido en la Cordillera de los Andes a una altura aproximada de 5,500 msnm, en el nevado Paca, y recorre una distancia de 143 Km. hasta desembocar en el Océano Pacífico en el Callao. El caudal del río Rímac proviene del aporte de 39 cursos afluentes, entre los que destacan los ríos Santa Eulalia y Blanco. Véase Figura 11.8.

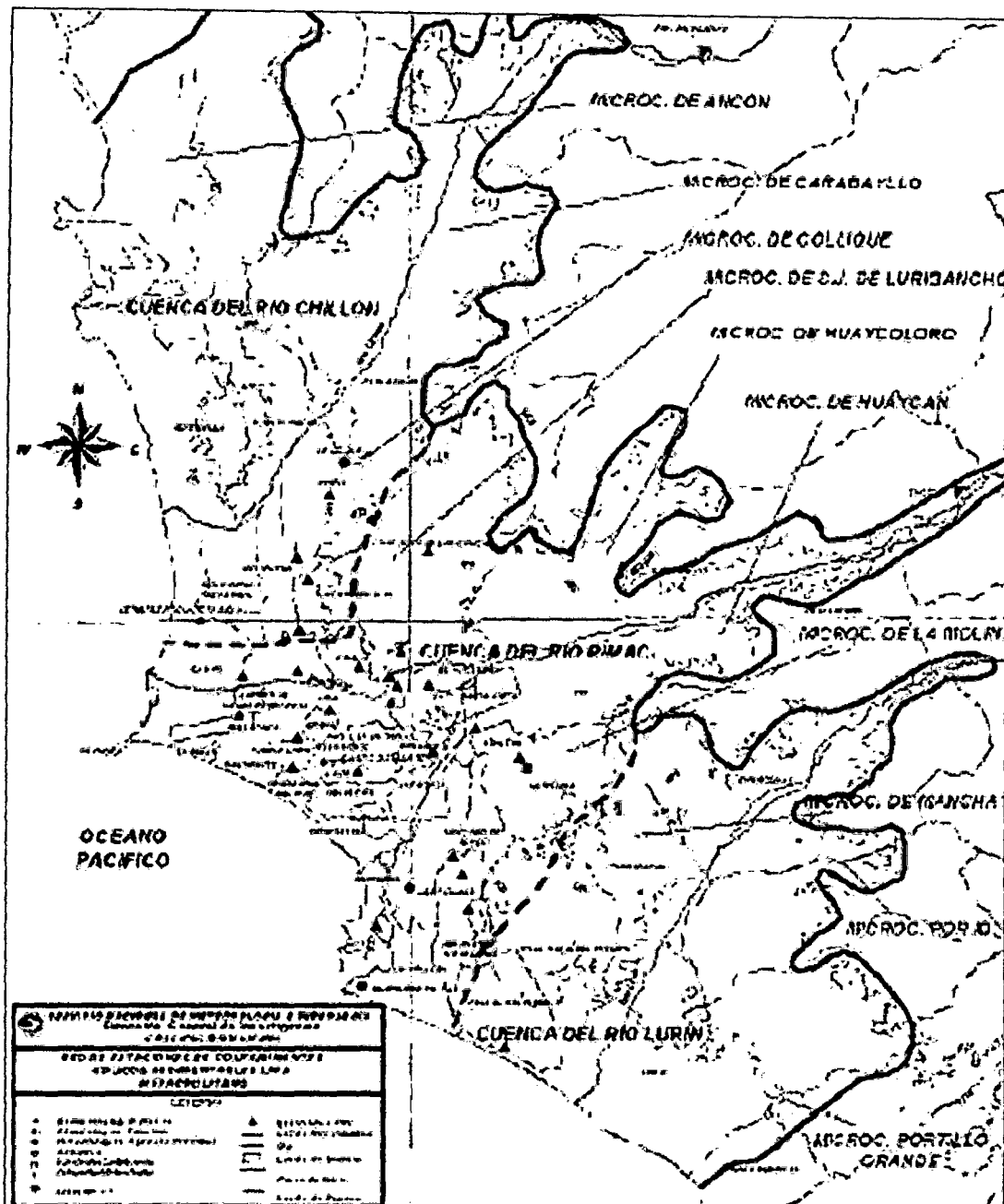


Figura 11.8 Cuencas Hidrográficas sobre Lima Metropolitana
Fuente: Servicio Nacional de meteorología e Hidrología - SENAMHI

11.1.2 Componente Biológico

El estudio del medio biológico, está referido a la descripción de las especies que forman la cobertura vegetal, así como, de fauna silvestre y doméstica existentes en el Área de Influencia Directa de los proyectos. Es importante señalar que, tanto en flora como en fauna, no se han encontrado especies nativas de especial cuidado, todas estas especies pertenecen a la flora y fauna común en zonas urbanas.

A) Ecología

Las zonas de vida que tipifican el área de estudio son las siguientes: Desierto Desechado Subtropical (dd-s), desierto pre-árido templado cálido, matorral desértico templado cálido.

Geográficamente se extiende a lo largo del litoral comprendiendo planicies y las partes bajas de los valles costeros, desde el nivel del mar hasta los 600 m.s.n.m. de altitud.

En cuanto al clima, la biotemperatura media anual máxima es de 22° C y la media mínima de 17.9° C. Según el sistema de Holdridge, el promedio de evaporización potencial por año, varía entre 32 a 64 veces el valor de la precipitación y por consiguiente, se ubica en la provincia de humedad desecado.

B) Flora

Debido al desarrollo urbano, la vegetación solo esta referida a los parques y jardines, ubicados en las bermas principalmente, en cuyos espacios se desarrollan las especies arbóreas ornamentales y la cobertura de vegetación de piso, las pocas especies identificadas están descritas en el Tabla 11.5.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN
ANACARDIACEAE	Schinus molle	MOLLE
MORACEAE	Ficus benjamina	FICUS
POACEAE	Cynodon dactylon	PASTO BERMUDA
POACEAE	Miscanthus sinensis	PASTO EULALIA
POACEAE	Stenopharum secundatum	PASTO AMERICANO
BIGNONIACEAE	Jacaranda mimosifolia	JACARANDA
SALICACEAE	Salix babylonica	SAUCE LLORÓN

Tabla 11.5 Flora existente en el área del proyecto
Fuente: Estudios Ambientales del COSAC

C) Fauna

En el entorno donde se desarrollara los corredores no existe la presencia de fauna silvestre, solo se ha identificado la presencia de fauna domestica callejera, entre estos tenemos al perro, gato, ratones; y principalmente, en áreas recreativas, algunas aves similares a las inventariadas en la Tabla 11.6.

ESPECIE	NOMBRE COMUN
<i>Columbia livia</i>	PALOMA DE CASTILLA
<i>Columbina cruziana</i>	TORTOLITA PERUANA
<i>Zenaida meloda</i>	CUCULI
<i>Pyrocephalus rubinus obscurus</i>	PETIRROJO
<i>Coragyps atratus</i>	GALLINAZO
<i>Passer domesticus</i>	GORRION DOMESTICO
<i>Zonotrichia capensis</i>	GORRION AMERICANO
<i>Troglodytes aedon</i>	CUCARACHERO
<i>Amazilia amazilia</i>	PICAFLORESTERO
<i>Thraupis episcopus</i>	VIOLINISTA
<i>Volainia jacarina</i>	SALTAPALITO
<i>Forpus coelestis</i>	PERIQUITO ESMERALDA
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	SANTA ROSITA
<i>Coragyps atratus</i>	GALLINAZO DE CABEZA NEGRA
<i>Canis familiaris</i>	PERRO DOMESTICO

Tabla 11.6 Fauna existente en el área del proyecto
Fuente: Estudios Ambientales del COSAC

11.1.3 Componente Socioeconómico Cultural

A continuación se caracteriza a la población del área de influencia, describiendo de manera detallada su estructura social, económica y organizativa, a fin de realizar una evaluación social que permita incorporar los puntos de vista de los actores sociales.

A) Población:

El área de Lima Metropolitana, donde se encuadra el proyecto, ha sufrido a lo largo de su historia reciente un crecimiento acelerado y desordenado. De los 662,000 habitantes de 1940 se llegó hasta los 6'434,000 habitantes en el penúltimo censo de 1993.

Este importante incremento de población, se debe a un intenso proceso migratorio, desde todas partes del país hacia la capital, más del 60% de los habitantes hoy son emigrantes de los distintos departamentos del Perú, este proceso se ha acentuado aún más a partir de la década de los 80, por efectos del terrorismo.

Las personas que migraron, se fueron ubicando en los alrededores de la capital, provocando así un importante crecimiento horizontal. Entre 1931 y 1996 Lima ha crecido en su ocupación del territorio más de 34 veces, estimándose su extensión actual en 68,700 hectáreas.

DPTO/ PROV	POBLACION			TASA DE CRECIMIENTO	
	1993	2000	2005	93/00	93/05
LIMA	6,580,923	7,485,958	8,143,950	1.86	1.79
Lima	5,878,120	6,738,804	7,363,069	1.97	1.89

Tabla 11.7 Población total y tasa de crecimiento
Fuente: Estimaciones INEI , Boletín Especial Demográfico N° 16

B) Población según sexo y edad:

La edad y el sexo, son una de las características demográficas más importantes. La mayoría de las funciones biológicas y sociales de los individuos varían con la edad y el sexo, atributos que aparecen correlacionados en grado muy diverso pero siempre importante, con otras características de la población, como el estado civil, la escolaridad, la ocupación, la residencia, etc.

La población en el área metropolitana, nos da como resultado que el 51.04% de la misma son mujeres y el 48.96% hombres, tal como se muestra en la Figura 11.9. La relación entre el número de hombres y el de mujeres se mide mediante el denominado índice de masculinidad, que se define como el número de hombres por cada 100 mujeres. El índice de masculinidad en el Área de Influencia Directa del proyecto es de 99 hombres por cada 100 mujeres.

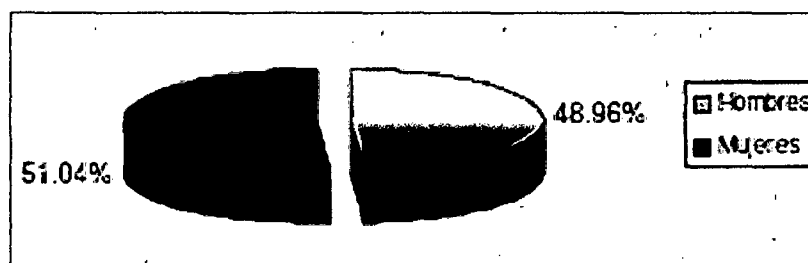


Figura 11.9 Población del área de influencia según sexo
Fuente: Censo de Población y Vivienda 2005

La población puede clasificarse por años de edad, sin embargo, para la mayoría de los usos corrientes, basta con una clasificación por grupos quinquenales de edades, la que entre otras virtudes, tiene la de compensar los errores que suelen adolecer los datos de las edades individuales. La edad de la población, se encuentra en mayor porcentaje en el intervalo de 26 a 31 años (28%), demostrando que la masa trabajadora en esta zona es relativamente joven. El segundo grupo de importancia corresponde al intervalo de 32 a 37 años (26%) y luego encontramos al quinquenio de 20 a 25 años (14%) tal como se muestra en la Figura 11.10.

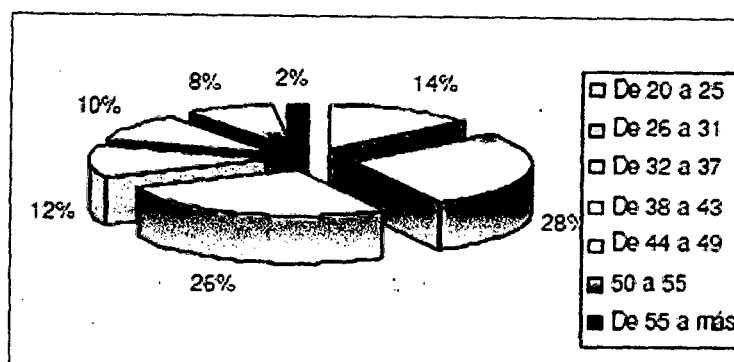


Figura 11.10 Edad de los trabajadores
Fuente: Censo de Población y Vivienda 2005

C) Nivel Educativo de la Población

Los resultados de los Censos del 2007, revelan que el 42,9% de la población de 15 y más años de edad, ha logrado estudiar algún año de educación superior (superior no universitaria 20,0% y universitaria 22,9%). Asimismo el 42,9% de la población de 15 y más años logró estudiar algún año de educación secundaria. El 11,8% ha logrado estudiar algún grado de educación primaria.

Al analizar según distritos, en Miraflores, San Borja y San Isidro, poco más del 70% de su población de 15 y más años de edad tiene educación superior, seguido por La Molina (68,9%), Jesús María (66,6%), Santiago de Surco (65,4%), Magdalena Vieja (65,0%), San Miguel (61,8%), Magdalena del Mar (61,3%), Lince (59,8%), Barranco (54,0%), Surquillo (53,7%) y Breña (51,4%).

En los distritos de Pucusana, Ancón, Lurín, El Agustino, Villa María del Triunfo, Atc, Carabayllo y Santa Anita, se encuentran la mayor proporción de población que llegó a estudiar educación secundaria, con el 55,6%, el 55,4%, el 54,2%, 53,8%, el 52,7%, el 51,7%, 51,5% y el 50,0%, respectivamente.

El 31,3% de la población del distrito de Magdalena del Mar, el 31,0% de San Miguel, el 28,4% de Santiago de Surco, el 28,3% de Magdalena Vieja, el 27,1% de Jesús María y el 25,4% de La Molina, presentan los menores porcentajes que lograron estudiar este nivel educativo.

Los distritos de: Pucusana (19,1%), Lurín (17,1%), Santa María del Mar (17,0%), Villa María del Triunfo (16,8%), Ancón (16,6%), Pachacamac (16,5%), Carabayllo (16,2%) y El Agustino (16,1%) son los que presentan los porcentajes más elevados de población que logró estudiar algún año de educación primaria.

Los distritos de Cieneguilla, Pachacamac, Lurigancho y Puente Piedra, el 6,4%, el 4,9%, el 4,5% y el 4,2% de su población de 15 y más años de edad no tiene nivel de educación.

El analfabetismo es una condición de exclusión que no sólo limita el acceso al conocimiento sino que dificulta el ejercicio pleno de la ciudadanía. La tasa de analfabetismo en Lima metropolitana equivale al 1.8% de la población de 15 y más años de edad que no saben leer ni escribir.

En el Área de Influencia de los corredores, se puede encontrar colegios, institutos y universidades que brindan los servicios educativos a la población de Lima Metropolitana, quienes podrían verse afectados indirectamente a través de la alteración del normal tránsito vehicular producto de los Planes de Desvíos que se aplicará durante las diversas etapas de construcción del proyecto.

D) Salud

El sector salud está conformado por instituciones que pertenecen al sector público como el Ministerio de Salud, ESSALUD, Sanidad de las Fuerzas Armadas y Policiales y Beneficencia. Otras son los seguros y prestadores privados y finalmente a instituciones que no tienen fines de lucro.

Según el II Censo de Infraestructura Sanitaria y Recursos del Sector Salud, tenemos el departamento de Lima cuenta con un total de 1,168 establecimientos de salud con 16,648 camas, donde 145 son Hospitales con 14,004 camas, 560 Centros de Salud con 977 camas, 398 Puestos de Salud con 137 camas y 67 otros establecimientos con 1530 camas, en este último se incluye a las Unidades de Rehabilitación Oral (UROs) comunales, tal como se puede observar en la tabla adjunta.

Ámbito	Total		Hospitales		Centros de Salud		Puestos de Salud		Otros	
	Establ.	Camas	Establ.	Camas	Establ.	Camas	Establ.	Camas	Establ.	Camas
Dpto. de Lima	1,168	16,648	145	14,004	560	977	396	137	67	1,530
Prov. del Callao	94	1,829	12	1467	64	134	8	3	10	225

Tabla 11.8 Establecimientos del Sector Salud y Número de Camas
Fuente: INEI. 2001. Almanaque de Lima y Callao 2001

11.2 IDENTIFICACION DE IMPACTOS

En los siguientes cuadros, se especifican los impactos identificados, tanto para la etapa de construcción como para la etapa de operación de los corredores.

IMPACTOS POSITIVOS	Dinamización temporal de actividades económicas.
	Generación de empleo.
	Alteraciones de los suelos.
	Alteración temporal de las actividades de población usuaria.
IMPACTOS NEGATIVOS	Perturbación temporal del tránsito vehicular y peatonal.
	Riesgo de afección a la salud y seguridad de los trabajadores.
	Transporte y disposición de material excedente.
	Generación de emisiones por material particulado
	Generación de ruido y vibraciones.
	Generación de desechos sólidos y líquidos.
	Alteración temporal de áreas verdes.
	Generación de emisiones por gases de combustión.
Alteración temporal del patrimonio arquitectónico.	

Tabla 11.9 Impactos identificados en la etapa de construcción

Fuente: Estudios Ambientales del COSAC

IMPACTOS NEGATIVOS	Reducción de empleos en el sector de transporte público
IMPACTOS POSITIVOS	Mejora en la red de transporte público y seguridad.
	Disminución en la emisión de gases, material particulado y ruido.
	Mejor accesibilidad
	Generación de fuentes empleo
	Disminución del costo de viaje

Tabla 11.10 Impactos identificados en la etapa de operación

Fuente: Estudios Ambientales del COSAC

En cada una de las etapas del proyecto, se presenta a continuación su jerarquización en términos de importancia según los ámbitos de las variables analizadas.

11.2.1 Etapa de Construcción

La jerarquización de impactos negativos, en orden de importancia en la etapa de construcción son:

- 1- Alteración en la calidad del suelo
- 2- Alteración temporal de las actividades normales de la población usuaria.
- 3- Perturbación temporal del tránsito vehicular y peatonal.

- 4- Riesgo de afección a la salud y seguridad de los trabajadores.
- 5- Transporte y disposición de material excedente.
- 6- Generación de emisiones por material particulado
- 7- Generación de ruido y vibraciones.
- 8- Generación de desechos sólidos y líquidos.
- 9- Alteración temporal de áreas verdes.
- 10- Generación de emisiones por gases de combustión
- 11- Alteración del temporal Patrimonio Arquitectónico.

De acuerdo a esta evaluación se puede deducir que los impactos de mayor jerarquía están asociados a las actividades de la obra en si y a las actividades urbanas que en el área se realizan.

Según la jerarquización de los impactos positivos, en la etapa de construcción, los impactos identificados tienen el mismo orden de importancia.

- 1- Dinamización temporal de actividades económicas.
- 2- Generación de empleo.

11.2.2 Etapa de Operación

La jerarquización de Impactos Positivos, en la etapa de operación son:

- 1- Mejora en la red de transporte público y seguridad
- 2- Mejor accesibilidad
- 3- Disminución del costo de viaje
- 4- Disminución de gases y material particulado
- 5- Generación de puestos de empleo

La jerarquización de impactos negativos, en la etapa de operación, no son vinculantes y por tanto, no expresan mayor jerarquía uno del otro, sin embargo se considera de mayor importancia el impacto “Riesgos sobre la calidad de aire interior y la emisión de ruidos en las estaciones de transferencia”.

11.3 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

El Plan de Manejo Ambiental, contiene los distintos programas con sus respectivas medidas diseñadas para prevenir, controlar y/o mitigar los impactos ambientales identificados, que pongan en riesgo la estabilidad del área ambiental intervenida, tanto en la etapa de construcción (principalmente) y en la etapa de operación del proyecto.

Se deberán diseñar los siguientes programas para El Plan de Manejo Ambiental en su etapa de construcción y operación.

11.3.1 Etapa de construcción

- A) **Programa de Prevención y Mitigación de Impactos:** Las medidas que se diseñaran para este programa, están orientadas a reducir los impactos negativos y favorecer los impactos positivos identificados en esta etapa del proyecto, este programa, tiene como finalidad lograr el normal desarrollo de las actividades de ingeniería previstas en conformidad con el ecosistema intervenido.
- B) **Programa de Monitoreo Ambiental:** Este programa tiene como finalidad establecer medidas de control y seguimiento al Estudio de Impacto Ambiental, permitiendo la evaluación periódica e integrada de la dinámica de las variables ambientales que han sido afectadas por el proyecto, con el fin de suministrar información precisa y actualizada del avance del Plan del Manejo Ambiental.
- C) **Programa de Educación Ambiental:** Este Programa ha sido diseñado, con el objetivo principal de establecer lineamientos básicos referidos a la capacitación y educación ambiental de todo el personal involucrado al proyecto en su etapa de construcción.
- D) **Programa de Higiene y Seguridad Ocupacional:** El Programa de Seguridad e Higiene Ocupacional, está orientado a desarrollar las medidas necesarias para prevenir accidentes y enfermedades ocupacionales, asegurando el correcto desarrollo de las actividades previstas en obra. Además, se desarrollarán medidas relacionadas al tema del correcto manejo en emergencias, derrames de sustancias peligrosas, incendios y otros episodios de criticidad. El personal de Obra (supervisores, operarios y trabajadores en general) deberá cumplir estrictamente con los lineamientos citados por este programa.
- E) **Programa de Contingencias:** Este programa, esta dirigido a reducir y responder adecuadamente a los daños que pudieran ocasionar situaciones de emergencia relacionadas con accidentes, riesgos ambientales y/o desastre naturales que se podrían producir durante la etapa de construcción de las obras, e interferir con el normal desarrollo del proyecto. Así mismo el programa definirá acciones concretas

para minimizar el daño a trabajadores, vecinos, instalaciones y medio ambiente circundante en el caso de accidentes.

- F) **Programa de Abandono:** Este programa esta dirigido a asegurar las mejores condiciones para los cierres definitivos o parciales de algunas actividades del proyecto, y en la medida de lo posible dejar las condiciones del lugar mejor a las condiciones que se encontró cuando de inicio el proyecto.

11.3.2 Etapa de Operación

- A) **Programa de Monitoreo Ambiental:** Por las características de las actividades a desarrollar en la operación del proyecto, es necesario, establecer una evaluación periódica, integrada y permanente de las variables ambientales de posible impacto durante la fase de operación de los corredores; con el fin, de suministrar información precisa y actualizada para la toma de decisiones orientadas a la conservación del ambiente urbano.

- B) **Programa de Contingencias:** Durante el funcionamiento del proyecto, resulta de suma importancia el contar con directivas, planes de evacuación de acción inmediata en caso ocurrencia de emergencias, ya sean eventos asociados a fenómenos naturales o causados por el hombre (fallas en las instalaciones de seguridad, errores involuntarios en la operación y mantenimiento de los equipos, incendios, etc.).

CAPITULO 12

EVALUACION SOCIAL

12.1 AMBIENTE SOCIAL

Según los resultados del Censo del año 2007, la población censada de la provincia de Lima es 7'665,222 habitantes. En el periodo intercensal 1993 - 2007 (14 años), la población total de la provincia de Lima, se incrementó en 1'878,464 habitantes, equivalente a 134,176 habitantes por año, es decir, un aumento de 32,5% respecto a la población total de 1993, que fue 5'786,758 habitantes.

Por otra parte, la Provincia del Callao tiene como población total 890,887 habitantes. Entre los años 1993 y 2007 la población total se incrementó en 243,322 habitantes, que equivale a 37,6%, en 1993 la población total fue 647,565 habitantes.

El incremento de la población medido por la tasa de crecimiento promedio anual, indica que la población de la provincia de Lima ha presentado un crecimiento promedio anual para el periodo 1993-2007 de 2,0%. Entre los censos de 1981 y 1993, el crecimiento poblacional fue de 2,3% por año; este nivel fue mayor en el periodo intercensal 1972- 1981 (3,9% anual).

En el periodo 1993-2007 la tasa de crecimiento promedio anual de la población de la Provincia del Callao, se estima en 2,3%; en el periodo 1981-1993 fue 3,0%; y entre 1972 - 1981 fue 3,5%.

La causa de estos crecimientos se debe mayormente al movimiento social de la población, en otras palabras, la afluencia de la población del interior hacia las ciudades. Examinando el movimiento de la población entre los departamentos, notamos que en los 5 años, entre 1988 y 1993, 647,000 personas migraron a la Provincia del Callao y al Departamento de Lima. En 1993, 2'392,000 personas, o el 33.6% del total de la población de la Provincia del Callao y el Departamento de Lima, vinieron de otros departamentos.

La causa principal del ingreso de la población es el empobrecimiento de la economía rural. En segundo lugar están los desplazamientos debido a los conflictos de violencia social, luchas por límites territoriales, desastres naturales, proyectos de desarrollo de minería, represas, y demás.

La mayoría de estas personas son pobres y no tienen empleos y tienden a mudarse a las áreas urbanas para sobrevivir y establecerse en las áreas urbanas recientemente expandidas o no consolidadas, por ejemplo, en los cerros del área metropolitana de Lima.

En la mayoría de los casos viven en viviendas construidas por ellos mismos en tierras sin propietarios, llamados asentamientos humanos o invasión. Se estima que hay más de 2 millones de personas que viven en este tipo de viviendas.

En el margen urbano del área metropolitana, sobre todo en las áreas invadidas de los cerros, no hay suficientes servicios públicos, no sólo el agua y la electricidad sino también el acceso al transporte público.

La distribución geográfica de la población en pobreza está bastante concentrada. Puente Piedra, Villa El Salvador, Pachacamac, Lurín, Ventanilla, Cieneguilla y otros 10 distritos tienen una población del Estrato E que equivale a más del 50% de la población, que es la más pobre de las 5 categorías socio-económicas. Por otro lado Jesús María, Lince, La Punta, San Isidro, Miraflores y otros 10 distritos tienen una población del Estrato E equivalente a menos del 5%.

Se necesita una consideración socio-económica especial para la población en pobreza en la elaboración de los Planes de los Proyectos de Transporte Urbano. Se recomienda crear políticas de tarifas de transporte considerando a la población con bajos ingresos y vulnerabilidad social.

Los proyectos de transporte deben ser diseñados considerando la cooperación con el futuro plan de expansión urbana además del plan de reestructuración de las instalaciones generadoras del tránsito como mercados, bases de circulación, terminales, centros comerciales, y demás.

El número de conductores y cobradores de transporte público de omnibuses, microbuses y colectivos se estima en alrededor de 126,000 personas, que ocupan el 3.5% del empleo total en el área metropolitana y 4.4% de las actividades terciarias en la misma área. Nuevos proyectos de transporte podrían producir cambios estructurales inevitables en el empleo.

Por lo tanto, y para lidiar con las dificultades, se deben tomar medidas mitigantes para los trabajadores que puedan perder sus empleos. Hay una variedad de motivos de trabajo entre los operadores de transporte público. Por ejemplo, 51% de los conductores de colectivos están trabajando temporalmente y buscando otros empleos, y el 49% restante está trabajando como favor. Se deben desarrollar estudios socio-económicos sobre la motivación del trabajo y la estructura del empleo de los operadores de transporte para poder establecer las estrategias adecuadas para mitigación.

12.1.1 Problema de la Invasión Ilegal

La gente pobre que proviene de las regiones rurales, sin empleo, normalmente viven al pie y en los cerros del área metropolitana. En la mayoría de los casos habitan viviendas construidas por ellos mismos en tierras que no son de su propiedad. Se estima que hay más de 2 millones de personas viviendo en terrenos invadidos, aunque no existen cifras oficiales.

En el Perú existen normas que señalan que las tierras deben ser ocupadas por una persona que sea capaz de desarrollarla, y utilizarla, y el sistema del reglamento de tierras se establece en función a este principio social. Por ejemplo, si una persona ha ocupado y vivido en un pedazo de tierra eriazos por más de 10 años, tendrá el derecho de poseer la tierra y obtendrá el derecho de reclamar su propiedad. Esto también es válido en el caso de una persona que haya ocupado y vivido en la propiedad de otra persona por más de 10 años, sin que el propietario la reclame.

En el Perú los terrenos eriazos pertenecen al Estado. En muchos casos existen grupos que invaden estos tipos de tierras. Cuando un terreno invadido es formado como un asentamiento estable con una población considerable, la autoridad administrativa muchas veces legaliza la ocupación y les proporciona a los ocupantes los títulos de propiedad.

Luego se instalarán los servicios de luz y agua oficialmente. Este tipo de legislación es conocido como Titulación. Proceso a cargo de la COFOPRI (Comisión de Formalización de la Propiedad Informal) para administrar las titulaciones. Sin embargo, muchas veces, las titulaciones aceleradas efectuadas sin los estudios necesarios produjeron confusión, y muchas causaron contradicciones en contra de los proyectos públicos.

12.2 PARTICIPACIÓN CIUDADANA

12.2.1 Inventario de interesados

Los presuntos Interesados en los proyectos de transporte público podrían estar compuestos por:

(A) Usuarios de Transporte Público:

Se estima que aproximadamente 70 % del total de habitantes (8'000,000) del Área Metropolitana de Lima sean Usuarios Diarios del Transporte Público, lo cual significa 5'600,000 personas.

Las personas pueden ser clasificadas de la siguiente manera:

- 1) Usuarios con Diferentes Motivos de Viaje:
 - Usuarios que Viajan Diariamente
 - Usuarios Estudiantiles
 - Usuarios con Otros Motivos de Viaje
- 2) Usuarios que Requieren una Consideración Especial
 - Personas Discapacitadas
 - Personas Enfermas
 - Personas Ancianas
 - Infantes
- 3) Personas Socialmente Vulnerables
 - Personas de Bajos Ingresos
 - Personas Desplazadas
 - Personas de Raza Minoritaria
- 4) Grupos de Usuarios:
 - Organizaciones de Ciudadanos y Vecinos
 - Empresas de Lugares de Trabajo
 - Colegios e Institutos Educativos
 - Otros

(B) No Usuarios de Transporte Público:

El resto, 30 % del total de habitantes, 2,400,000 personas son No Usuarios Diarios del Transporte Público.

(C) Operadores de Transporte Público:

- 1) Trabajadores de Bus, Microbús y Combi:
 - Conductores
 - Cobradores
 - Inspectores y Otros Trabajadores de la Operación de Buses
- 2) Dueños y Empresas de Buses, Microbuses y Combis
- 3) Conductores, Dueños y Empresas de Taxis
- 4) Conductores, Dueños y Empresas de Moto-taxis
- 5) Organizaciones de Transporte Público
- 6) Organizaciones de Trabajadores

Se dice que el número de trabajadores de transporte público, conductores y cobradores de omnibuses, microbuses y camionetas rurales, es de 126,000 en Lima, aunque no existen datos estadísticos.

El número total de empleos en el área metropolitana de Lima es 4'316,100 en 2009. Por lo tanto, los trabajadores del transporte de buses ocupan 2.9% del empleo total en el área.

Existen 429 empresas de transporte de buses registradas con operación en Lima, y 139 registradas en el Callao.

Existen 90,000 taxis registrados en Lima y Callao. Adicionalmente, se estima que existen 140,000 taxis sin registro y en operación. Esto significa que hay más de 230,000 conductores de taxi trabajando en Lima y Callao.

Existen 286 empresas de taxis en Lima.

Se conocen 7 Organizaciones de Transporte Público en el área:

Abreviación	Nombre Completo
CGT	Confederación General de Transporte
ASETRAP	Asociación de Empresas de Transporte del Perú
ANETUR	Asociación Metropolitana de Empresas de Transporte Urbano
ASETUP	Asociación de Empresas de Transporte Urbano del Perú
CONATRAP	Confederación Nacional de Empresas de Transporte Público
CEMTU-PERU	Corporación de Empresas de Transportistas Urbanos del Perú
ASETUM	Asociación de Empresas de Transporte Urbano Masivo del Perú

Tabla 12.1 Organizaciones de Transporte Público

Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

(D) Oficinas Gubernamentales Interesadas:

- 1) Organizaciones Nacionales Gubernamentales y Relacionadas
- 2) Organizaciones Regionales Gubernamentales y Relacionadas
- 3) Municipalidades Provinciales y Organizaciones Relacionadas
- 4) Municipalidades Distritales y Organizaciones Relacionadas

Gobierno Nacional	Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) Ministerio de Economía y Finanzas (MEF): PROINVERSION Consortio Nacional de Seguridad Vial (CNSV) Concejo Nacional de Tasaciones (CONATA) Concejo Nacional del Medio Ambiente (CONAM) Fondo Nacional del Medio Ambiente (FONAM) Instituto Nacional de Cultura (INC) Superintendencia Nacional de Registros Públicos (SUNARP) Policía Nacional del Perú (PNP) Agencia Peruana de Cooperación Internacional (APCI)
Gobierno Regional	Departamento de Lima
Municipalidades Provinciales	Municipalidad Metropolitana de Lima (MML): DMTU, DMDU, AATE, PROTRANSPORTE, PETNM, IMP, SETAME, EMAPAE, CEPRI, INVERMET, TRANSMET Municipalidad de la Provincia del Callao (MPC): GGTU, GGDU, FINVER
Municipalidades Distritales	42 Municipalidades Distritales y la Municipalidad Metropolitana de Lima (Cercado de Lima) 5 Municipalidades Distritales y la Municipalidad de la Provincia del Callao (distrito del Callao)
Organización Inter-Institucional	Concejo de Transporte de Lima y Callao (CTLC): MTC, MEF, PNP, MML, MPC

Tabla 12.2 Oficinas Gubernamentales Interesadas

Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

(E) Personas de Aprendizaje y Experiencia:

- 1) Consultores de Transporte
- 2) Otros Consultores
- 3) Profesores Universitarios
- 4) Otros Especialistas
- 5) Organizaciones Profesionales: Ingenieros Civiles, Planificadores Urbanos, Arquitectos, Sociólogos, Economistas, Ambientalistas, etc.

(F) ONGs y Grupos Interesados

- 1) ONGs de Transporte
- 2) ONGs Sociales
- 3) ONGs Ambientales
- 4) Otras ONGs

(G) Personas que pueden ser afectadas por los Proyectos de Transporte

- 1) Residentes que tienen que ser Reubicados
- 2) Personas de Negocios que tienen que ser Reubicados
- 3) Vendedores de Puestos en las Calles
- 4) Vendedores Ambulantes y Grupos de Vendedores Ambulantes

12.2.2 Características de los operadores de buses

Los operadores del transporte público (conductores, cobradores o asistentes) de Lima tienen muy mala reputación con respecto a su forma temeraria de conducir, el incumplimiento de los reglamentos de tránsito y actos criminales. La DMTU y DMSBS (Dirección Municipal de Salud y Bienestar Social) realizaron encuestas socio-económicas y exámenes psicológicos a 4,946 operadores en 2003.

De acuerdo al estudio se presentan los siguientes puntos:

(A) Donde viven

Los operadores vienen principalmente de las zonas este, norte y sur de Lima Metropolitana, por lo cual es posible definir que el nivel socioeconómico predominante es D o E.

Más de la mitad de los conductores viven en los 5 distritos de San Juan de Lurigancho (23%), Comas (11%), Villa María del Triunfo (7%), San Martín Porras (6%) y San Juan de Miraflores (5%), en donde el porcentaje del Estrato E es mayor al promedio de Lima (excepto en San Martín de Porras).

(B) Edades

El grupo de operadores de servicio de transporte público está compuesto básicamente por una población joven, 75 % que se encuentra por debajo de los 40 años de edad. La población está concentrada en dos grupos grandes: el primero está compuesto por adolescentes y adultos jóvenes de entre 19 y 25 años de edad (25 %) y el segundo grupo por adultos jóvenes de entre 26 y 32 años de edad (28 %). En este primer grupo se encuentran mayormente los cobradores y en el segundo grupo se encuentran los conductores.

(C) Antecedentes Educativos

El 86 % de los operadores tienen un Nivel Educativo superior a Primaria. El 12 % de los conductores y 10 % de los cobradores tienen un nivel superior a Secundaria.

(D) Exámenes Psicológicos y Exámenes Sicométricos

Como se muestra en la Tabla 12.3, los resultados de los Exámenes Psicológicos, se estima que el 55 % de los operadores tienen una Baja Estabilidad Emocional, el 29 % tienen una Baja Sociabilidad, el 9 % tienen un Alto Nivel de Agresividad y el 7 % tienen un Bajo Nivel de Observancia.

	COBRADORES	CONDUCTORES	TOTAL
Estabilidad Emocional			
Alta	0.0 %	0.0 %	0.0 %
Media	46 %	44 %	45 %
Baja	54 %	54 %	55 %
Nivel de Sociabilidad			
Alto	0.8 %	0.5 %	0.6 %
Medio	72 %	70 %	71 %
Bajo	28 %	30 %	29 %
Nivel de Agresividad			
Alto	8 %	10 %	9 %
Medio	81 %	81 %	81 %
Bajo	11 %	9 %	10 %
Total	100 %	100 %	100 %
Nivel de Observancia			
Alto	0.3 %	0.3 %	0.3 %
Medio	93 %	92 %	92 %
Bajo	7 %	8 %	7 %

Tabla 12.3 Resultado de los Exámenes Psicológicos

Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

Como se muestra en la Tabla 12.4, los resultados de los Exámenes Sicométricos, se estima que el 39 % de los operadores tienen una Baja Sociabilidad en Circunstancias en el Lugar de Trabajo, el 9 % tienen una Baja Estabilidad Emocional en Circunstancias en el Lugar de Trabajo. Como resultado del Examen de IQ de Kent, el valor promedio de los Cobradores es 23.65, en otras palabras menor a 24.00 equivalente a una edad mental de 14 años y el mínimo requerido para los operadores de transporte.

	COBRADORES	CONDUCTORES	TOTAL
Sociabilidad en Circunstancias en el Lugar de Trabajo (Examen CPF)			
Baja	40 %	38 %	39 %
Media	39 %	37 %	38 %
Alta	10 %	10 %	10 %
Inválida	11 %	14 %	13 %
Estabilidad Emocional en Circunstancias en el Lugar de Trabajo			
Baja	10 %	7 %	9 %
Media	40 %	31 %	35 %
Alta	30 %	39 %	34 %
Inválida	20 %	24 %	22 %

Tabla 12.4 Resultado de los Exámenes Sicométricos.

Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

ÍTEMES	VALOR IQ PROMEDIO
Conductores	24.37
Cobradores	23.65
Conductores y Cobradores	24.02
Valor Mínimo Requerido	24.00

Tabla 12.5 Resultado del Examen de Edad y Coeficiente de Inteligencia Mental

Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, 2005

(E) Edad versus Aspectos Emocionales y Intellectuales

El factor de edad afecta directamente el comportamiento de las personas en los aspectos emocionales e intelectuales. Los resultados de las evaluaciones demuestran que, en áreas consideradas claves para la aprobación de evaluaciones psicológicas (agresividad, estabilidad emocional y nivel de sociabilidad), existe una evidente correlación permitiendo observar que existen muchos conflictos para las personas mayores en dichas áreas.

(F) Relación entre las Edades y los Niveles Educativos

Existe una relación marcada entre la edad y el nivel de educación. Esto significa que los operadores jóvenes han recibido un nivel de educación mayor que los operadores mayores que representan básicamente los niveles de educación básicos (educación primaria). Mientras aumenta la edad existe un bajo nivel de educación. Por ejemplo, el grupo de operadores entre 26 y 32 años de edad que sólo cuenta con educación primaria, constituye 5.7% y en el grupo entre 54 y 60 años de edad, este porcentaje representa el 31.5%.

(G) Sentimiento de Poca Valorización del Trabajo

Se puede deducir que existe una falta de valorización del trabajo de los operadores probablemente debido a la falta de demanda de requerimientos mínimos de educación para poder operar. Esto puede significar que el operador produce un sentimiento de menor valorización por su trabajo. Por lo tanto, si no se genera una sensación de reto o progreso en el trabajo, el ambiente social lo puede ver como algo vergonzoso o con poca aspiración.

(H) Cobradores Jóvenes e IQ Bajo

Diferenciado de acuerdo con la categoría de trabajo, sólo 11 % de los cobradores son personas mayores de 40 años. Pero en el caso de los conductores, 38 % excede esta edad. Esto permite dar una razón de acuerdo a los resultados obtenidos en el IQ. Si el Cobrador es un hombre joven, resulta "natural" que tenga una edad mental inferior a la obtenida por los conductores.

(I) Agresividad e Inestabilidad Emocional

Con respecto al aspecto psicológico, el operador de transporte público muestra una alta inestabilidad emocional (55 %), en otras palabras el operador tiene un manejo inadecuado de emociones frente a situaciones conflictivas. Además presenta una personalidad medianamente agresiva (81%). Agregando estos factores, tomados de los exámenes psicológicos, podemos postular que es un grupo humano neurótico que está expuesto a un daño progresivo exponiendo la salud física y mental y exponiendo al usuario del servicio de transporte público.

(J) Circunstancias del Trabajo

Sin embargo, se opina que dentro de un mejor ambiente de trabajo, podrían tener un mejor desempeño mejorando su estabilidad emocional de acuerdo a los resultados mostrados en los exámenes sicométricos de Estabilidad-Inestabilidad (34 % con un alto puntaje en el sub examen NPF).

(K) Relación Social Adecuada

Con respecto a la habilidad de lograr relaciones sociales adecuadas, han mostrado una gran capacidad de establecer relaciones sociales apropiadas (71 %) con los compañeros de trabajo y con el público en general. Para poder lograr estos cambios, es importante un cambio en las ofertas de empleo dentro de las empresas.

12.3 INFLUENCIA DEL TRANSPORTE MASIVO EN LA POBLACIÓN DE BAJOS INGRESOS

Uno de los propósitos de la implementación de los sistemas de transporte masivo, es que pueda ser fácilmente utilizado por la población de bajos ingresos. Particularmente, la red de buses alimentadores y el sistema de tarifas son asuntos importantes de acuerdo a los resultados de la encuesta de pobreza realizada en el estudio del Plan Maestro del 2005.

12.3.1 Condiciones de Extrema Pobreza y Pobreza

La encuesta a la población de bajos ingresos relacionada con las condiciones de viaje y trabajo se realizó en el Plan Maestro en Octubre de 2004, en donde se reunieron 1085 muestras de 15 poblaciones de bajos ingresos. 494 muestras fueron de hombres y 566 de mujeres.

Como es difícil definir la población de bajos ingresos, los rangos del Estrato E o menor de E fueron el objetivo de esta encuesta. La encuesta investigó las condiciones de vida como acceso a la red pública de servicio eléctrico, provisión de agua e invasión de terrenos. En base a los datos de la encuesta de condiciones de vida, los entrevistados fueron clasificados en 2 grupos: extrema pobreza y pobreza.

1) Las condiciones de extrema pobreza se definen a continuación.

- a) Ocupar terrenos públicos sin autorización (invasión).
- b) Sin instalaciones de servicio eléctrico.
- c) Sin instalaciones regulares de agua. Suministradas por camiones cisterna.
- d) Sin artefactos eléctricos con excepción de un mínimo que tienen radio y televisión.
- e) En este caso, existen dos niveles de empleo: informal permanente (vendedor, incluyendo vendedor ambulante), temporal (usualmente trabajadores obreros, trabajadores de servicio doméstico) y personas desempleadas.

2) Las condiciones de pobreza se definen a continuación.

a) Excluye las condiciones de extrema pobreza.

12.3.2 Aspectos relacionados con el transporte público y la población pobre

De acuerdo a la encuesta de pobreza, la red de rutas de transporte y el nivel de tarifas son asuntos importantes. La tarifa es un asunto muy delicado para la población en extrema pobreza. Sienten que una tarifa menor a S./1.0 es alta, en contraste con S./1.0-2.0 para la población en pobreza. Por lo tanto, será necesario subsidiar a la población en extrema pobreza para facilitar el uso del transporte público.

Aproximadamente 20% de ambas poblaciones solicitan menores tarifas; particularmente, la población en pobreza extrema en el área Este tiene un mayor ratio (35%). Ellos actualmente pagan S/1.2. Cuando la tarifa sea menor, toda la población en extrema pobreza que solicitó menores tarifas podrá tomar un bus, en contraste con 70% de la población en pobreza.

Con respecto a la solicitud de implementación de las rutas de buses, aproximadamente 30% de la población en extrema pobreza y 35% de la población en pobreza respectivamente, la solicita. Particularmente, ambas poblaciones tienen un mayor ratio en el área Norte (50%). Toman un bus por aproximadamente 50 minutos en el caso de la población en extrema pobreza y por 40 minutos en el caso de la población en pobreza, respectivamente. Cuando se habilite una ruta de buses, aproximadamente 80% de la población en pobreza extrema y en pobreza, tomarían los buses.

En resumen, 20% de la población en extrema pobreza tomaría un bus cuando se reduzca la tarifa. Por otro lado, 30-35% de la población en extrema pobreza y en pobreza siente que tienen rutas de buses inadecuadas, este sentimiento es más fuerte en la población de extrema pobreza y pobreza en el área Norte.

La red de rutas de buses actual en el área central tiene muchos problemas. La población en extrema pobreza vive en las faldas de los cerros y en quebradas alejadas de las vías principales. Como los buses no operan directamente en estas áreas, los residentes deben utilizar moto-taxis para llegar a su casa después de bajarse de los buses.

Aunque los residentes soliciten la extensión de una nueva ruta de buses hacia el área, la empresa no acepta esta posibilidad debido a la baja demanda de los pasajeros y malas vías de acceso. Al mismo tiempo, la empresa se niega debido a los aspectos financieros relacionados con la competencia con los moto-taxis que operan con tarifas bajas. Actualmente, los residentes pagan las tarifas de los buses. Además, deben pagar la tarifa del moto-taxi o Colectivo. En algunos casos, los residentes tienen que caminar hasta una vía que tenga una ruta de buses.

12.3.3 Sistema de tarifas y la red de buses alimentadores

En el sistema propuesto de buses troncales y trenes, el servicio de buses alimentadores en esas áreas es indispensable. Además, será necesario introducir un sistema de tarifas subsidiadas para el transporte público. Existen básicamente dos demandas relacionadas con el transporte de buses: una es mejorar las rutas de los buses y la otra es resolver el problema de las tarifas.

CAPITULO 13

PLAN DE IMPLEMENTACION

13.1 PRIORIDAD DE PROYECTOS

Para poder identificar la prioridad de los proyectos, se han considerado los siguientes seis enfoques.

- 1) Política de planeamiento de transporte
- 2) Efecto económico del proyecto
- 3) Efecto de mejoramiento de tránsito del proyecto
- 4) Características y condiciones del proyecto
- 5) Situación del proyecto en marcha
- 6) Balance del costo de inversión anual

En primera instancia, la política de planeamiento de transporte brinda la prioridad básica del proyecto. Bajo esta proyección, se seleccionan los proyectos de alta prioridad.

Finalmente, los proyectos de corto y mediano plazo se clasifican desde el punto de vista del progreso de la situación de los proyectos en marcha y el balance de los costos anuales de inversión.

13.1.1 Desde el Enfoque de la Política de Planeamiento de Transporte

La política prioritaria de transporte público se adopta como una política básica de planeamiento de transporte, considerando las características de tránsito y las condiciones existentes de las instalaciones viales en el Área de Estudio. Para lograr la política prioritaria de transporte público, se consideran los siguientes planes básicos.

- 1) Como primera prioridad, se deben implementar los Proyectos de transporte público de comparativamente pequeña escala como proyectos de buses troncales.
- 2) Como segunda prioridad, se deben implementar los proyectos de transporte público de gran escala como proyectos de metros.
- 3) Como tercera prioridad, se deben implementar los proyectos de transporte de escala intermedia como los proyectos de tranvías.

13.1.2 Prioridad de Proyectos desde el Enfoque de los Efectos Económicos

Se resaltan las siguientes condiciones de los proyectos.

- a) Los pequeños proyectos tienen 1ra prioridad de acuerdo a la política de planeamiento de transporte.
- b) Como los proyectos de buses troncales muestran un bajo costo/km, se les asigna la 1ra prioridad.
- c) Los proyectos de metros también tienen un ratio B/C considerablemente alto, por lo que tienen 2da prioridad.
- d) Proyectos de construcción con un ratio B/C medio, tienen 3ra prioridad de acuerdo a la política de planeamiento de transporte, tal es el caso de los tranvías.

13.1.3 Desde el Enfoque del Efecto del Mejoramiento de Tránsito

En el caso que un proyecto se realice, la velocidad de viaje en las vías aumenta de acuerdo a este proyecto. Por lo tanto, se relaciona una mayor velocidad de viaje, con un mayor efecto del tránsito. La velocidad de viaje disminuye si los proyectos no se realizan.

Los proyectos con altos ahorros de tiempo y bajos costos recibe la mayor prioridad. Los proyectos de buses troncales tienen un alto ratio de ahorro de tiempo con un costo mediano. El ahorro de tiempo en proyectos ferroviarios varía con un ratio entre 1.0 a 5.0% en costos medianos y altos.

Se resaltan las siguientes condiciones de los proyectos.

- a) Los proyectos de buses troncales tienen un mayor impacto en la velocidad de viaje y ahorro de tiempo, en comparación con el costo de inversión.
- b) Los proyectos de metros tienen un mayor impacto en la velocidad de viaje y ahorro de tiempo. Especialmente los proyectos de las líneas 1 y 3 tienen la 1ra prioridad.
- c) Con respecto a la población pobre (Estrato-E), varios proyectos de vías de buses troncales, trenes y tranvías son efectivos.

13.1.4 Desde el Enfoque del Avance de la Implementación del Proyecto

En 2010, existen tres proyectos concluidos y/o en marcha en el Área del estudio como se muestra a continuación.

(A) Proyecto de Mejoramiento de la Av. Grau

Este proyecto fue el mejoramiento de la Av. Grau en el cual se construyó carriles exclusivos para buses con cuatro carriles a paso inferior y tres intersecciones a desnivel. La construcción de este proyecto se inició en Agosto de 2004 y se completó en 2006.

(B) Proyecto COSAC 1

Este proyecto consiste en la construcción de la vía arterial de buses troncales en la Av. Túpac Amaru, Av. Alfonso Ugarte, y Paseo de la República. La construcción se inició en el 2005 con la construcción de la estación central, y posteriormente se ejecutó el corredor de los buses, desde la Estación de Matellini en Chorrillos hasta la Estación de Naranjal en Independencia, el cual fue puesto en funcionamiento en una primera etapa en julio del 2010 y en Agosto ya opera en toda la longitud. Hay que mencionar que en el proyecto original se plantea una 3ra etapa entre Naranjal y el Parque Sinchi Roca (8 km), el cual no fue ejecutado.

(C) Proyecto de Línea Ferroviaria-1 (Panamericana Sur a Av. Grau)

La construcción del tramo 2 de la línea 1 del metro se encuentra en proceso de construcción y recorre a partir del Puente Atocongo, la Av. Tomas Marsano hasta el Ovalo Higuiereta para luego proseguir por toda la Av. Aviación hasta llegar al cruce con al Av. Grau.

La construcción se inició en marzo del 2010 y se prevé su culminación para julio del 2011.

13.1.5 Desde el Enfoque del Balance del Costo de Inversión por Año

Al preparar el plan de implementación para los sistemas de transporte propuestos para el área Metropolitana de Lima y Callao, se debe considerar el balance del costo de inversión por cada año, debido a la importancia de la implementación de los proyectos en el futuro.

Los proyectos de 1ra prioridad consideran un periodo de Corto Plazo que es de 5 años, de 2011 al 2015, y los proyectos de 2da prioridad es un periodo de Mediano Plazo que es de 5 años, de 2015 a 2020, y los de 3ra prioridad es un Largo Plazo que es de 5 años, de 2020 al 2025.

13.1.6 Clasificación de la Prioridad de los Proyectos

Considerando las condiciones de los proyectos mencionadas anteriormente, se identifican las siguientes prioridades de los proyectos.

(A) Proyectos de 1ra Prioridad

1) Proyectos de Líneas de Metro

- Línea 1 – Tramo 1: Villa El salvador – Atocongo.
- Línea 1 – Tramo 2: Atocongo – Av. Grau.
- Línea 1 – Tramo 3: Av. Grau - Bayóvar.
- Línea 2 – Tramo 1: Garibaldi - Amazonas.
- Línea 2 – Tramo 2: Amazonas – Ingreso a Huaycán.

2) Proyectos de Vías de Buses Troncales

- Troncal 1 – Tramo 1: Av. Huaylas.
- Troncal 1 – Tramo 2: Paseo de la República.
- Troncal 1 – Tramo 3: Av. Túpac Amaru.
- Troncal 1 – Tramo 4: Av. Universitaria.
- Troncal 2 – Tramo 1: Av. Venezuela.
- Troncal 2 – Tramo 2: Av. Grau.
- Troncal 2 – Tramo 3: Carretera Central.
- Troncal 3 – Tramo 1: Av. Panamericana Norte.
- Troncal 3 – Tramo 2: Av. Panamericana Sur.
- Troncal 4 – Tramo 1: Av. Néstor Gambetta.
- Troncal 5 – Tramo 1: Av. Canta Callao.

(B) Proyectos de 2da Prioridad

1) Proyectos de Líneas de Metro

- Línea 3 – Tramo 1: Garibaldi – Av. Brasil.
- Línea 3 – Tramo 2: Av. Brasil – Av. La Molina.
- Línea 3 – Tramo 3: Av. La Molina – Separadora Industrial.

2) Proyectos de Líneas de Tranvías

- Línea 2 – Tramo 1: Av. Tacna – Av. Arequipa.
- Línea 2 – Tramo 2: Av. Benavides.

(C) Proyectos de 3ra Prioridad

1) Proyectos de Líneas de Metro

- Línea 4 – Tramo 1: Av. La Marinas – Av. Gerardo Unger.

2) Proyectos de Líneas de Tranvías

- Línea 1 – Tramo 1: Av. Universitaria.
- Línea 1 – Tramo 2: Av. Ejercito.
- Línea 1 – Tramo 3: Av. Angamos.
- Línea 3 – Tramo 1: Av. Brasil.
- Línea 3 – Tramo 2: Av. Salaverry.
- Línea 4 – Tramo 1: Av. Abancay - Av. Colmena.
- Línea 4 – Tramo 2: Av. Colonial.
- Línea 5 – Tramo 1: Av. Alameda Corregidor - Av. La Molina.

13.2 PLAN DE IMPLEMENTACIÓN E INVERSIÓN

El plan de implementación por cada proyecto se identifica en base a los enfoques mencionados anteriormente. El requerimiento de inversión para cada año se calcula de acuerdo al plan de implementación de cada proyecto.

13.2.1 Costo de Inversión Total

El costo de inversión total en un periodo de 15 años entre 2010 y 2025 para los sistemas de transporte del Área Metropolitana de Lima y Callao se estima en aproximadamente US\$ 8,486 millones, y el costo de inversión del proyecto de transporte se muestra a continuación.

(A) Plan de Desarrollo Líneas de Metro

US\$ 5718.42 millones (incluyendo el costo de los trenes: US\$ 1,716 millones, equivalente a 30% del total).

- 1) Planes de Desarrollo de la Línea-1 = US\$ 1,685.62 millones (costo de vagones: US\$ 480 millones)
- 2) Planes de Desarrollo de la Línea-2 = US\$ 1,212.60 millones (costo de vagones: US\$ 540 millones)
- 3) Planes de Desarrollo de la Línea-3 = US\$ 2,030.40 millones (costo de vagones: US\$ 480 millones)

- 4) Planes de Desarrollo de la Línea-4 = US\$ 573.80 millones (costo de vagones:
US\$ 216 millones)

(B) Planes de Desarrollo de Buses Troncales

US\$ 1,408.46 millones (incluyendo el costo de la flota de buses: US\$ 533.05 millones, equivalente al 38% del total).

- 1) Planes de Desarrollo de la Troncal-1 = US\$ 525.10 millones (costo de buses:
US\$ 157.5 millones)
- 2) Planes de Desarrollo de la Troncal-2 = US\$ 189.21 millones (costo de buses:
US\$ 71.40 millones)
- 3) Planes de Desarrollo de la Troncal-3 = US\$ 407.25 millones (costo de buses:
US\$ 178.85 millones)
- 4) Planes de Desarrollo de la Troncal-4 = US\$ 191.45 millones (costo de buses:
US\$ 85.05 millones)
- 5) Planes de Desarrollo de la Troncal-5 = US\$ 95.45 millones (costo de buses:
US\$ 40.25 millones)

(C) Plan de Desarrollo Líneas de Trenes Ligeros (Tranvías)

US\$ 1,359.20 millones (incluyendo el costo de los tranvías: US\$ 425.60 millones, equivalente a 31% del total)

- 1) Planes de Desarrollo de la Línea-1 = US\$ 472.40 millones (costo de tranvías:
US\$ 148.40 millones)
- 2) Planes de Desarrollo de la Línea-2 = US\$ 262.40 millones (costo de tranvías:
US\$ 81.20 millones)
- 3) Planes de Desarrollo de la Línea-3 = US\$ 188.40 millones (costo de tranvías:
US\$ 58.80 millones)
- 4) Planes de Desarrollo de la Línea-4 = US\$ 284.00 millones (costo de tranvías:
US\$ 89.60 millones)
- 5) Planes de Desarrollo de la Línea-5 = US\$ 152.00 millones (costo de tranvías:
US\$ 47.60 millones)

13.2.2 Costo de Inversión por Año

A continuación se muestran los costos de inversión promedio anuales por proyecto.

- a) El costo de inversión promedio de todos los planes de transporte se estima en aproximadamente US\$ 566 millones por año.
- b) El costo total de inversión incluye los costos de los proyectos ejecutados y los que se encuentran en marcha (un total de US\$ 1,039 millones), como el proyecto de la Av. Grau (US\$ 27 millones), el proyecto COSAC 1 (US\$ 300 millones), y los tramos 1 y 2 de la línea 1 del metro (US\$ 712 millones).
- c) El costo de adquisición de vagones para los trenes de las líneas de metro (US\$ 1,716 millones), el costo de adquisición de las flotas de buses articulados (US\$ 533.05 millones), y el costo de adquisición de tranvías (US\$ 425.60 millones), hacen un total de US\$ 2674.65 millones, cuyo costo de financiamiento podrá ser asumido por las empresas que se encargarán de la operación de los sistemas de transporte, y que se calcula en aproximadamente US\$ 178 millones por año.
- d) El costo total del proyecto, no incluyendo los puntos b) y c) mencionados anteriormente, se estima en aproximadamente US\$ 4,772 millones. El costo de financiamiento anual durante un periodo de 15 años desde el año 2011 hasta el año 2025 se calcula en aproximadamente US\$ 318 millones por año, el cual deberá ser asumido por el Gobierno Central y por los gobiernos locales.

CAPITULO 14

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

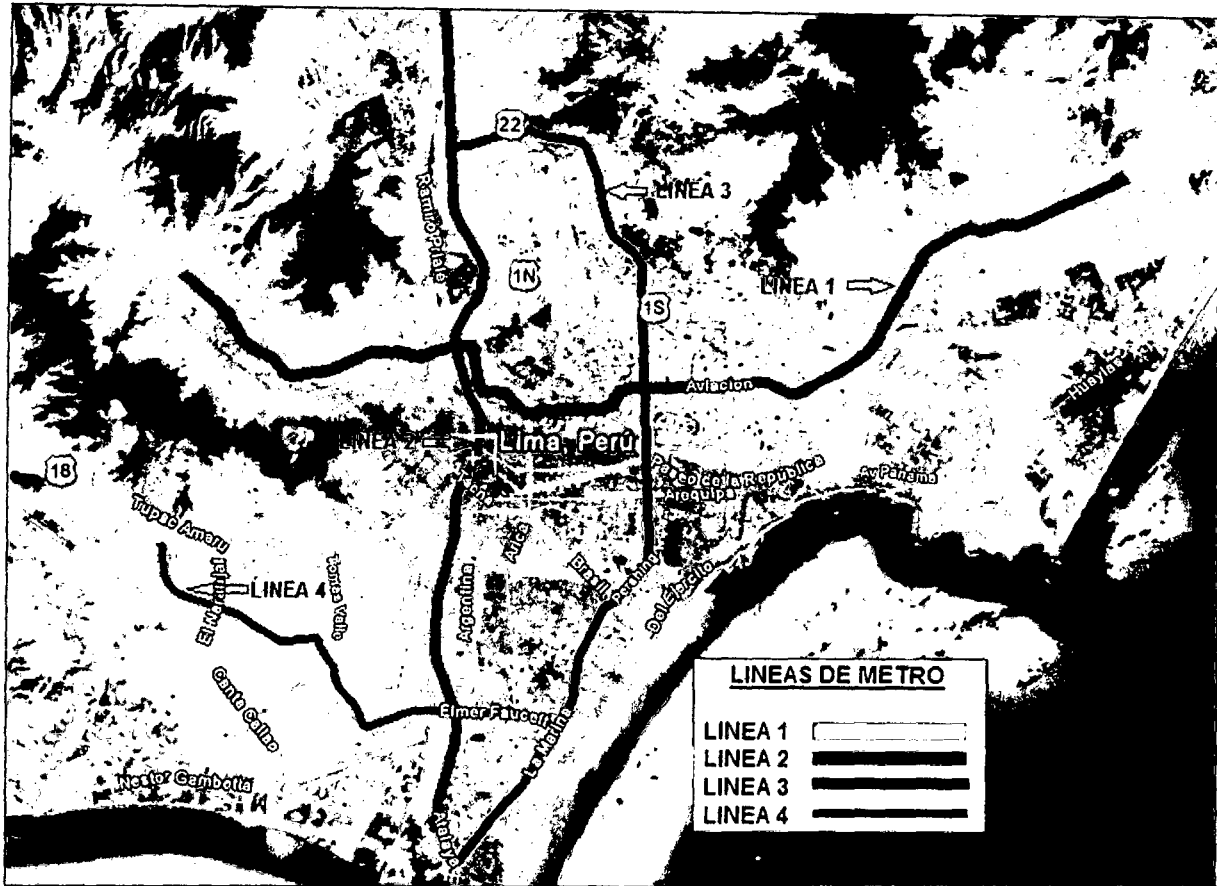
14.1 CONCLUSIONES

- El transporte público de Lima Metropolitana es el de menor calidad de América Latina y su ineficiencia afecta a toda la población, sin distinción de clases sociales.
- En el presente estudio, se identificó rutas troncales, sobre las cuales se propone un sistema integrado de transporte, siendo las rutas troncales aquellas que atraviesen la ciudad por vías continuas, para un mejor desarrollo de velocidad con seguridad, y en las que transitarán trenes, tranvías y buses de alta capacidad, de acuerdo a la futura demanda de viajes, con lo que se logrará un buen rendimiento del transporte, como la reducción del tiempo de viaje, una tarifa razonable y un viaje cómodo.

Se plantean 04 líneas de metro, 05 líneas troncales de buses y 05 líneas de tranvías.

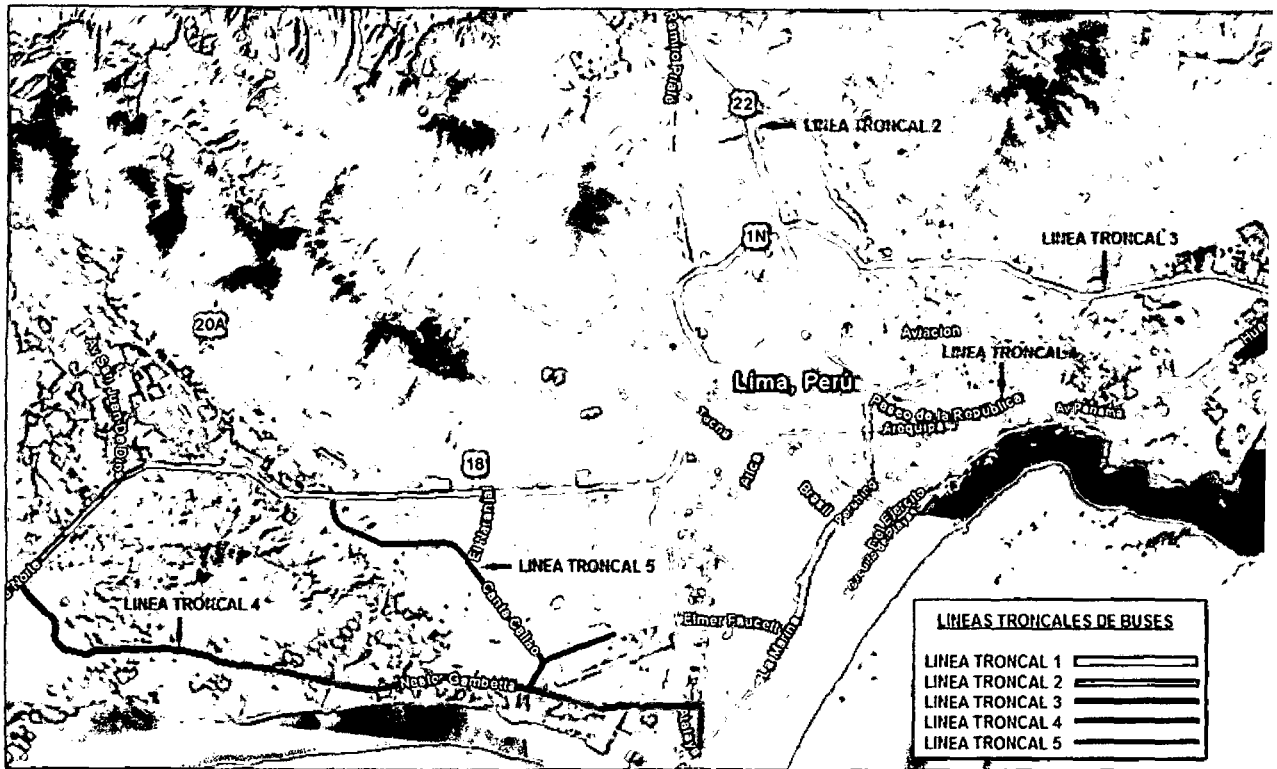
LINEAS DE METRO

LÍNEA	ETAPAS / VÍAS	SECCIÓN / TRAMO	LONG.
Línea 1	1ra etapa: Av. Los Héroes	Villa El Salvador – Atocongo: Construida	9.2 km
	2da etapa: Av. Aviación	Atocongo - Hospital 2 de Mayo: En construcción	11.7 km
	3ra etapa: Av. Próceres de la Independencia	Hospital 2 de Mayo - Bayóvar	13.0 km
Línea 2	1ra etapa: Av. Enrique Meiggs	Garibaldi – Amazonas	13.8 km
	2da etapa: Av. Ferrocarril	Amazonas – Carretera Central, Ingreso a Huaycán	21.6 km
Línea 3	1ra etapa: Av. La Marina	Garibaldi – Av. Brasil	9.5 km
	2da etapa: Av. Javier Prado	Av. Brasil – Av. La Molina: Subterráneo	12.5 km
	3ra etapa: Av. Javier Prado	Av. La Molina - S. Industrial	6.3 km
Línea 4	1ra etapa: Av. Faucett – Av. Universitaria	Av. La Marina – Av. Gerardo Unger	15.1 km



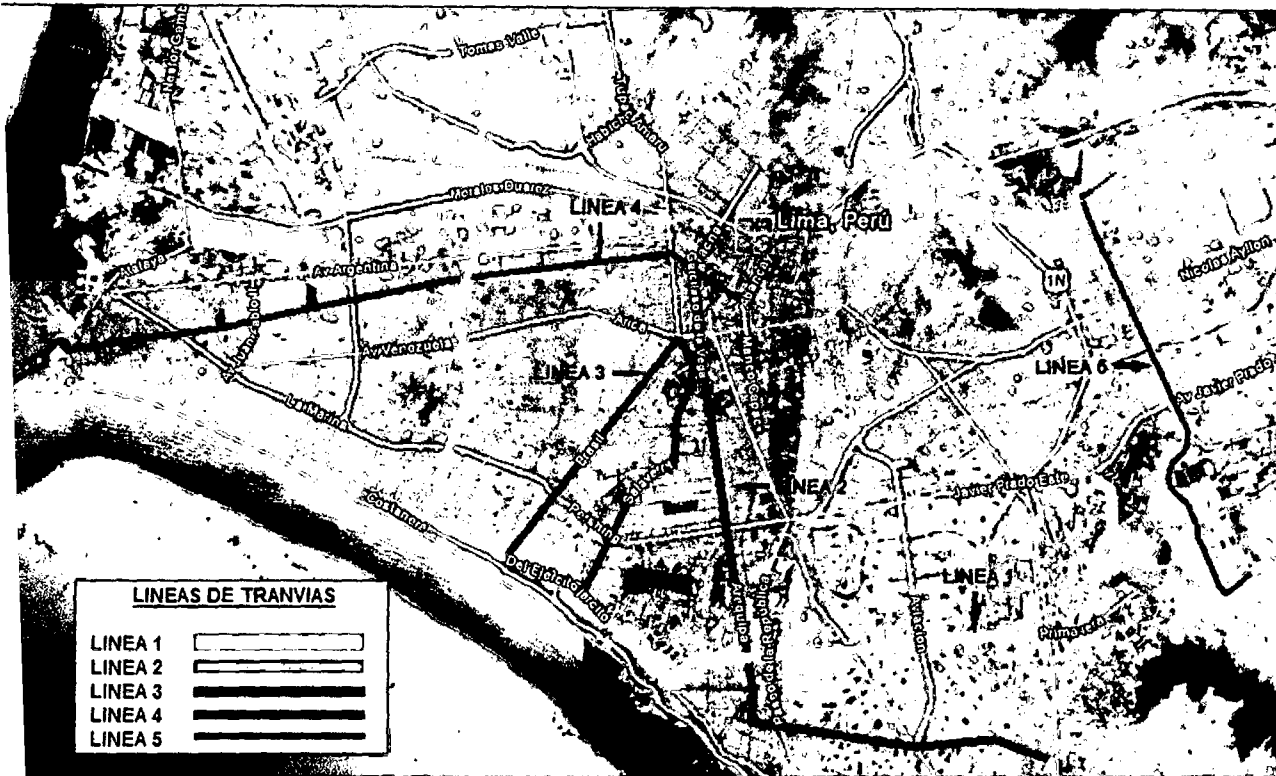
LINEAS DE BUSES TRONCALES

LÍNEA	TRAMO / VÍAS	SECCIÓN	LONG.
Troncal 1	Tramo 1: Av. Huaylas	Pan. Sur – Matellini	5.9 km
	Tramo 2: Av. Paseo de la República	Matellini – Estación Central: Construida	14.2 km
	Tramo 3: Av. Alfonso Ugarte – Av. Túpac Amaru	Estación Central – Naranjal: Construida	13.1 km
	Tramo 4: Av. Universitaria	Naranjal – Carabayllo	11.0 km
Troncal 2	Tramo 1: Av. Venezuela – Arica	Ovalo Saloon – Estación Central	9.3 km
	Tramo 2: Av. Grau	Estación Central – Av. Nicolás Ayllón: Construida	2.5 km
	Tramo 3: Av. Nicolás Ayllón – Carretera Central	Av. Nicolás Ayllón – Carretera Central km 10	13.4 km
Troncal 3	Tramo 1: Panamericana Norte	Ancón – Pte. Ejercito / Caquetá	28.7 km
	Tramo 2: Panamericana Sur	Pte. Ejercito / Caquetá – Pte. Villa / Av. Huaylas	28.4 km
Troncal 4	Tramo 1: Av. Néstor Gambetta	Av. Argentina – Panamericana Norte	26.6 km
Troncal 5	Tramo 1: Av. Canta Callao	Tomas Valle – Panamericana Norte	13.8 km



LINEAS DE TRANVIAS

LÍNEA	ETAPAS / VÍAS	SECCIÓN / TRAMO	LONG.
Línea 1	1ra etapa: Av. Universitaria Sur	Av. Angélica Gamarra – Av. La Marina	8.5 km
	2da etapa: Av. Pérez Aranibar (Ejercito)	Av. La Marina – Ovalo Pardo	7.3 km
	3ra etapa: Av. Angamos – Av. Primavera	Ovalo Pardo – Av. Javier Prado	11.2 km
Línea 2	1ra etapa: Av. Tacna - Av. Arequipa	Pte. Santa Rosa – Ovalo Miraflores	8.8 km
	2da etapa: Av. Benavides	Ovalo Miraflores – Panamericana Sur	6.3 km
Línea 3	1ra etapa: Av. Brasil	Av. Pérez Aranibar – Plaza Bolognesi	5.3 km
	2da etapa: Av. Salaverry	Plaza Bolognesi – Av. Pérez Aranibar	5.5 km
Línea 4	1ra etapa: Av. Abancay – Av. Colonial	Pte. Ricardo Palma – Av. Universitaria	6.9 km
	2da etapa: Av. Colonial – Av. Sáenz Peña	Av. Universitaria – Plaza Gálvez, La Punta	9.3 km
Línea 5	1ra etapa: Alameda Corregidor – Av. La Molina	Ovalo Los Cóndores – Av. Ferrocarril	8.7 km



- El costo total de inversión se estima en US\$ 8,486 millones de dólares, detallado de la siguiente manera:
 - 04 Líneas de Metro: US\$ 5,718.42 millones (incluye costo de los trenes: US\$ 1,716.00 millones).
 - 05 Líneas troncales de Buses: US\$ 1,408.46 millones (incluye costo de la flota de buses: US\$ 533.05 millones).
 - 05 Líneas de Tranvía: US\$ 1,359.20 millones (incluye costo de los tranvías: US\$ 425.60 millones).
- Excluyendo los costos de los proyectos ejecutados y los que se encuentran en marcha, y excluyendo los costos de material rodante y buses, los cuales serán financiados por las empresas que asuman la operación del sistema; tenemos que el costo total del sistema propuesto asciende a la suma de US\$ 4,772 millones, el cual deberá ser asumido por el gobierno central, los gobiernos regionales y los gobiernos locales, en un periodo de 15 años hasta el 2025, requiriendo un financiamiento anual de aproximadamente US\$ 318 millones por año.
- Se establece una priorización en la implementación de las líneas de transporte, de acuerdo a siguiente esquema:

e) Proyectos de corto plazo (año 2011 al año 2015):

- Culminación de la línea 1 y construcción de la línea 2 del metro.
- Culminación de la troncal 1 y construcción de las troncales 2, 3, 4 y 5 de buses.

f) Proyectos de mediano plazo (año 2015 al año 2020):

- Construcción de la línea 3 del metro.
- Construcción de la línea 2 del tranvía.

g) Proyectos de mediano plazo (año 2015 al año 2020):

- Construcción de la línea 4 del metro.
- Construcción de las líneas 1, 3, 4 y 5 del tranvía.

- La solución al transporte no necesariamente está supeditado a la construcción de más vías, sino básicamente en la inversión en proyectos integrales de transporte como el Metropolitano (BRT), Metros y/o tranvías, así como en la racionalización de las rutas de transporte público.
- El crecimiento de los viajes en vehículos privados tiende a aumentar la demanda de vías e instalaciones de estacionamiento mayores y más amplios. Pero se considera difícil aumentar la capacidad vial debido a las restricciones físicas, y a las consideraciones medioambientales, de dinámica urbana e integración social. Un sistema de transporte rápido masivo es la mejor opción para aumentar la movilidad utilizando la vialidad existente.
- Si bien es cierto que es difícil eliminar la congestión, puesto que ello es casi imposible o de costo muy elevado, es necesario mantenerla bajo control; para lograr este objetivo las autoridades respectivas deben cambiar su enfoque, para adaptar los sistemas de transporte urbano a la rapidez con que se incrementa la congestión del tránsito, mejorando la capacidad y calidad de previsión y respuesta a este problema.
- Con la implementación del sistema de transporte masivo rápido se logrará una reducción paulatina, en la obsoleta flota que hoy presta el servicio, una mejora cualitativa en la operación del transporte público, la disminución de los tiempos de viaje, la contaminación atmosférica y el nivel de ruido, una mejor circulación de peatones y ciclistas, la mejora de la seguridad vial y el descongestionamiento del tránsito en su zona de influencia.

Así mismo se contribuirá a la mejora del ambiente urbano, recuperando y valorizando espacios públicos, mejorando las condiciones de circulación de

peatones y de vehículos no motorizados, promoviendo el ordenamiento y valorización del uso y ocupación del suelo en las cercanías de los corredores, favoreciendo la apropiación de los espacios notables de la ciudad por su población y elevando las condiciones de seguridad ciudadana en su área de influencia.

- Otro beneficio será el mejor acceso de la población de más bajos ingresos a los puestos de trabajo, a los servicios sociales, cívicos y públicos, contribuyendo así a una mejor calidad de vida. Las nuevas condiciones de movilidad contribuirán a una mayor eficiencia de las relaciones sociales y económicas de la ciudad.

14.1.1 Sistema de Transporte Actual

El transporte público en el área está compuesto por Buses, Taxis, Colectivos, y Moto-taxis. El transporte público principal es el Bus (Buses, Mini Buses y Combis) y sus modos complementarios y competitivos son los Taxis y Colectivos.

Las empresas de buses operan con buses antiguos bajo una severa competencia debido al débil control. Los pasajeros de buses son forzados a aceptar largos tiempos de viaje en condiciones incómodas. Los residentes del área metropolitana sufren la congestión del tránsito, accidentes de tránsito y problemas de contaminación del aire y el ruido del tránsito urbano, además de condiciones de transporte severas.

14.1.2 Operación de Buses

La cantidad de rutas de buses autorizada por las Municipalidades es excesiva. Actualmente, la cifra es de aproximadamente 568 rutas. Estas rutas se concentran en vías específicas del Centro. Por ejemplo, aproximadamente 150 rutas pasan por la Av. Alfonso Ugarte. Esto es porque las rutas de los buses cubren toda el área metropolitana, desde un área residencial en un suburbio, y la configuración de las rutas de buses hace posible que los pasajeros lleguen a varios destinos sin realizar transferencias desde las áreas suburbanas. Como resultado, el número de rutas de buses aumenta.

Los buses son operados de acuerdo con la demanda de los pasajeros en las rutas. Por lo tanto, los pasajeros de buses se encuentran cerca de su capacidad en un tramo de la ruta, mientras que en otros tramos no se llega a esa capacidad. Esto significa que la eficiencia de la operación de los buses empeora. En materia de la eficiencia, es conveniente un sistema de operación con transbordos en tramos con gran demanda. También reducir el número de rutas, mientras que se aumenta el número de frecuencias de servicio. Este sistema será más eficiente.

La distancia promedio de las rutas de buses es aproximadamente 64.3 km por viaje ida y vuelta. Esto significa aproximadamente 30-40 km en una ruta simple, cuya distancia es el equivalente a la distancia entre el sur y norte de Lima. Como resultado, estas condiciones operativas causan una excesiva competencia.

El volumen máximo de pasajeros de buses está en el rango de 30,000 a 38,000 pasajeros / hora / dirección durante la hora pico de la mañana. El número máximo de buses en las vías es aproximadamente 1,600 vehículos / hora / dirección durante la hora pico de la mañana. Aproximadamente el 50% de éstos son Combis. Esto causa una gran congestión del tránsito.

14.1.3 Servicios de transporte en Áreas Residenciales de Bajos Ingresos

La población en extrema pobreza viven en las faldas de los cerros, lejos de las vías principales. Como los buses no llegan a operar en estas áreas, el residente del área debe utilizar un moto-taxi para llegar a su hogar después de desembarcarse del bus.

Aunque el residente solicite la extensión de una nueva ruta de buses en el área, las empresas de buses no son receptivas a esta solicitud debido a la baja demanda de los pasajeros y una vía de acceso deteriorada. Actualmente, los residentes pagan las tarifas de los buses. Además, se debe pagar la tarifa del moto-taxi o Colectivo. Por lo tanto, es indispensable brindar un nuevo sistema de transporte público.

14.1.4 Instalaciones de transporte público

Actualmente existen pocos paraderos y terminales de buses, y en donde existen los transportistas no lo respetan, estacionando sus vehículos hasta en 4 carriles. Los pasajeros embarcan y desembarcan en cualquier lugar, aunque no exista un paradero establecido, cuando el pasajero levanta la mano como señal, en las veredas. Sin embargo, en la etapa de planeamiento del sistema de buses, como en el reordenamiento o integración de una ruta de buses y un sistema operativo avanzado, es necesario contar con paraderos y donde el embarque y desembarque en estos sitios sea práctica permanente.

14.1.5 Taxis y Colectivos

El número de taxis en Lima es aproximadamente 90,000 vehículos. Además, existen varios taxis que no se encuentran registrados en la DMTU, cuyas cifras se estima en 140,000. Los Colectivos también operan en una ruta fija como los buses. La ventaja de los Colectivos en comparación con el transporte de buses es que brindan una rápida

operación con asiento. Es obvio que estos medios de transporte comparten pasajeros con el transporte de buses.

14.1.6 Competencia de Buses, Taxis y Colectivos

Aunque el Bus, Taxi y Colectivo son medios de transporte público importantes en el área metropolitana de Lima y Callao, estos medios de transporte comparten pasajeros entre sí bajo la competencia de tarifas, velocidades de operación y conveniencia debido a que existen demasiados vehículos para la demanda. Además, es difícil aumentar la tarifa de los buses por estar liberalizada la competencia. En esta condición, las empresas de buses son difíciles de administrar, con respecto al balance de ingresos y gastos.

14.1.7 Empresas de Buses

Las empresas de buses son difíciles de administrar respecto al balance de ingresos y gastos con tanta competencia, siendo por lo tanto problemático adquirir nuevas flotas de buses. El promedio de edad de los buses es alto y es difícil mantener la flota. Esto causa la contaminación del aire y el ruido. La cantidad de los buses pequeños (Combis) supera la de los buses grandes y medianos. Esto causa la congestión del tránsito en las vías.

14.1.8 Pasajeros de Buses

Desde el punto de vista de los pasajeros, la red de las rutas de buses cubre toda el área de tal manera que un pasajero puede llegar a su destino sin efectuar mayormente transferencias. La configuración de las rutas obliga a los pasajeros a incurrir en largos tiempos de viaje. Muchos buses pequeños causan congestión del tránsito.

14.1.9 Administración

La administración del transporte público no es adecuada para controlar las operaciones no autorizadas de los Buses, Taxis y Colectivos que sirven como transporte rápido con bajas tarifas para los pasajeros de buses. Esta situación se debe al hecho de que la administración tiene insuficiente poder, insuficientes recursos, o que su estructura es inadecuada para controlar la operación del transporte.

14.1.10 Temas Institucionales

Hay varias entidades en el Gobierno Central y Local ligadas en el transporte urbano del Área Metropolitana de Lima y Callao. El obstáculo principal que el Área Metropolitana de Lima y Callao tiene que superar es el hecho de que las dos ciudades no siempre vienen coordinando acciones en materias de planeamiento.

Son funciones de los municipios metropolitanos y provinciales, dentro de su respectiva jurisdicción, la regulación del transporte colectivo, la circulación y el tránsito conforme a la Ley Orgánica de Municipalidades.

La Ley General de Transporte Terrestre señala que cuando dos ciudades o áreas urbanas pertenecientes a provincias contiguas conforman un área urbana contigua que requiere gestión conjunta del transporte y tránsito terrestre, las municipalidades deben establecer un régimen de gestión común.

El Decreto Supremo N° 011-97-MTC que facultó al Ministerio de Transportes y Comunicaciones suscribir con la Municipalidad Metropolitana de Lima y la Municipalidad Provincial del Callao un Convenio de Cooperación Interinstitucional, mediante el cual se creó el Consejo de Transporte de Lima y Callao – CTLC, con facultades para auspiciar y coordinar acciones que viabilicen la solución de los problemas de vialidad, tránsito y transporte en las jurisdicciones de la Municipalidad Metropolitana de Lima y en la Municipalidad Provincial del Callao.

En resumen, a pesar de la existencia de las entidades con facultades para atender las mejoras de viabilidad, el tránsito y el transporte de Lima en Callao, se continúa padeciendo las carencias de integración y coherencia jurisdiccional de la mayoría de las decisiones y acciones que se toman sobre el sector.

14.1.11 Temas de la Municipalidad de Lima

Aunque existen varias entidades en el sector de transportes de la MML, no existe un plan integrado de transporte. La OPP es una oficina administrativa que coordina planes sometidos por sectores. No existe una organización que formule planes integrados de transporte.

Originalmente, el IMP iba a sumir esa función, sin embargo, la realidad es que el IMP realiza planes relacionados con las vías, AATE realiza planes de vías férreas y PROTRANSPORTE realiza los planes de buses. Aunque TRANSMET fue creado como el comité de coordinación entre los sectores no tiene la función de ente ejecutor.

14.1.12 Problemas del Transporte Público

Los problemas actuales del transporte público son los siguientes:

- a) A pesar de los 8 millones de habitantes en el área metropolitana Lima y Callao, el transporte público no funciona como sistema.

- b) La infraestructura ferroviaria, con estaciones y centros de control se viene construyendo parcialmente (alrededor de 21 km de longitud). Sin embargo, la operación aún no se ha implementado.
- c) Las rutas operativas de los buses están concentradas en las vías troncales. Éste es uno de los motivos de la congestión del tránsito.
- d) Casi toda la flota operativa de los buses es bastante vieja (más de 15 años), y las emisiones de estos buses son uno de los factores principales que aumentan la contaminación del aire.
- e) Desde el año 1980, las Municipalidades de Lima y Callao han preparado varios planes de mejoramiento del transporte público y planes ferroviarios; sin embargo, la realización de estos planes o proyectos no se ha concretado.

14.1.13 Aspectos Ambientales

Los problemas actuales relacionados con los aspectos ambientales son los siguientes:

- a) Como resultado del volumen creciente del tránsito, la contaminación del aire en el área metropolitana de Lima y Callao se ha intensificado.
- b) Los actuales valores de contaminación del aire que se observaron en el área central de Lima, en particular el polvo, superan los estándares ambientales de la Municipalidad de Lima.
- c) Muchos buses viejos se encuentran en operación. Tienden a aumentar la contaminación del aire en las áreas metropolitanas de Lima y Callao. Estos buses deben eliminarse mediante un programa de chatarreo.

14.1.14 Población de bajos ingresos

Los problemas actuales relacionados con los aspectos de pobreza son los siguientes:

- a) La mayor parte de la población de bajos ingresos no tiene suficientes ingresos para usar el transporte público, por lo tanto, a menudo deben caminar al trabajo.
- b) En algunas áreas de bajos ingresos existe una escasez de rutas de operaciones de buses, por lo tanto, los habitantes a menudo caminan largas distancias de sus casas hasta los paraderos de buses.

14.1.15 Características de Tránsito

Los problemas actuales desde el punto de vista de las características de tránsito son las siguientes:

- a) En general, la distribución porcentual entre carros, buses, taxis, y otros vehículos en las principales vías troncales es aproximadamente 30%, 30%, 30%, y 10% respectivamente. De estas cifras, se puede observar que los volúmenes de tránsito de buses tienen un porcentaje bastante alto (30%) con respecto al volumen del tránsito total, y la mayor congestión del tránsito ocurre en las ubicaciones de los paraderos de buses.
- b) La congestión del tránsito ocurre en las vías radiales troncales debido al gran volumen del tránsito concentrado en estas vías.
- c) La congestión y los accidentes de tránsito ocurren en las principales intersecciones no señalizadas sin carriles para doblar a la izquierda.
- d) El tránsito de carga fluye desde el Puerto del Callao hasta otras ciudades pasando por el centro del área de Lima y Callao ya que no hay una ruta alterna para el transporte de carga.
- e) Los flujos del tránsito de los buses interurbanos de Lima hacia otras ciudades pasan por el centro del área urbana del área metropolitana de Lima y Callao ya que las terminales de buses interurbanos están ubicados en el área urbana, congestionando las vías.
- f) La **gran** congestión del tránsito en las vías principales ocurre durante las horas pico. En el resto de horas, se mantiene la congestión.

14.2 RECOMENDACIONES

- Se debe establecer mecanismos más eficientes para la elaboración de estudios, financiamiento y ejecución de los proyectos viales y ferroviarios, que permitan poner en servicio estos corredores lo antes posible, de manera que se pueda cumplir los objetivos y los plazos planteados en el presente estudio.
- Se debe garantizar el presupuesto anual necesario para implementar los proyectos, de acuerdo al plan de implementación propuesto.
- Se debe establecer una racionalización de las rutas de transporte público, que se deberán reducir a por lo menos la mitad, y ser concesionadas por plazos razonables que aseguren rentabilidad a los inversionistas.
- La formulación de normas y reglamentos, así como campañas para erradicar el servicio de “taxi-colectivo”, por ser inseguro, contaminador y generador, en parte, del congestionamiento de las vías.

- Fortalecer el plan de chatarreo en el transporte público, estableciendo un proceso sistemático y organizado de renovación de la flota destinada al transporte público, que establezca una vida útil de estos vehículos dentro de los estándares mundiales.
- Establecimiento de un plazo definitivo para la prohibición del servicio de combis en el ámbito metropolitano y la racionalización del servicio de taxis.
- Establecer un esquema de inversión para que la ciudad cuente con un sistema de terminales terrestres que racionalice y descongestione el centro, ofreciendo al público opciones para acceder al transporte interprovincial.
- Promover campañas para el uso intensivo y privilegiado del transporte a pie y en bicicletas, que fomente el uso preferencial de ciclo vías. Asimismo, implementar en los paraderos y terminales, estacionamientos para las bicicletas.
- Implementar zonas de estacionamiento para vehículos particulares en puntos de cambio importantes, que sirva de intercambio modal del vehículo privado al vehículo de transporte público (Park-Ride).

14.2.1 Sistema de Transporte Público

Los temas a ser resueltos con respecto a los problemas actuales son los siguientes:

- a) Sistemas de transporte masivo deben ser introducidos para mitigar la congestión del tránsito y contribuir a la activación de las actividades socioeconómicas.
- b) Los sistemas existentes de buses deben ser mejorados para mitigar la congestión del tránsito y mantener la seguridad del tránsito.
- c) Las instalaciones ferroviarias existentes deben ser usadas para reforzar el sistema de transporte público masivo.
- d) Las líneas de buses troncales, deberán permitir que en el futuro, y con el incremento de la demanda, puedan pasar a medios de transporte sobre rieles.

14.2.2 Aspectos Ambientales

Los temas a ser resueltos con respecto a los problemas actuales son los siguientes:

- a) Un sistema de transporte masivo debe ser introducido para disminuir los efectos de la contaminación del aire y mantener los buenos aspectos ambientales socioeconómicos en la ciudad.
- b) Un sistema de transporte público funcional debe introducirse a la brevedad posible.

- c) Mejoramiento de las flotas de buses para introducir GNC o GNV como combustibles de los buses para mitigar la contaminación del aire en el área metropolitana.

14.2.3 Características de Tránsito

Los temas a ser resueltos con respecto a los problemas actuales son los siguientes:

- a) Se debe introducir una red de transporte público efectiva, incluyendo el sistema de transporte masivo.
- b) Algunas funciones y actividades de la ciudad deben ser descentralizadas.
- c) Se debe introducir una política prioritaria de transporte público.

14.2.4 Implementación del Plan Maestro

A la fecha el Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao 2005, no ha sido aprobada por la Municipalidad Metropolitana de Lima, por lo que carece de sustento legal que permita su implementación. Por esta razón es primordial actualizar el Plan, y que este sirva de hoja de ruta para el financiamiento y la ejecución de los proyectos viales, por parte del gobierno central y los gobiernos locales.

La creación de una autoridad única de transporte a nivel metropolitano aseguraría la visión del conjunto urbano y la integridad de las acciones; pero ello conllevaría a plantear cambios profundos en la administración pública local y reformas legales de envergadura. Son las autoridades nacionales y locales que deben de tomar la decisión correspondiente.

A pesar de la existencia del CTLC; la organización institucional del sistema de transporte es aún muy débil y no integrada. El punto débil del CTLC es que no cuenta con cuadros técnicos propios con la capacidad de coordinar todas las acciones que corresponden al ámbito de Lima y Callao. Sin embargo, para la puesta en marcha y operación de los proyectos de corredores de transporte público masivo, será necesario un mayor y decidido compromiso de las instituciones participantes con la necesidad de fortalecer esta instancia para lograr la mejor concertación y coordinación de las acciones.

La autoridad única de transporte deberá tener un rol preponderante dentro del sistema de transporte, como organismo de concertación de los planes de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao, de coordinador de las acciones de promoción y programación de las inversiones al más alto nivel.

BIBLIOGRAFIA

- 1- Yachico Engineering Co. – Pacific Consultants International. *Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao en la República del Perú*. Perú: JICA – CTLC - MTC, 2005.
- 2- Angel R. Molinero Molinero - Luís Ignacio Sánchez Arellano. *Transporte público: Planeación, diseño, operación y administración*. México: UNAM, 1997.
- 3- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). *Perfil Sociodemográfico del Perú – Censos Nacionales de Población y Vivienda*, 2007.
- 4- Gerencia de Planeamiento de Transporte (Protransporte). *Ficha Técnica de la Infraestructura, Oferta y Demanda del COSAC I*. Lima, 2005.
- 5- Autoridad Autónoma del Proyecto Especial Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao (AATE). *Plan Estratégico Institucional*. Lima, 2007.
- 6- Secretaria Técnica del Concejo de Transporte de Lima y Callao. *Plan Estratégico de Transporte Urbano – Proyectos Metropolitanos*. Lima, 2001.
- 7- Yachico Engineering Co. – Chodai Co. *Estudio de Factibilidad de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao en la República del Perú*. Perú: JICA – CTLC - MTC, 2007.
- 8- Macroconsult – Booz Allen & Hamilton Inc. *Estudio Económico Financiero e Institucional (EFI) para el Desarrollo del Proyecto de Corredor Vial COSAC I*. Lima: Instituto Protransporte de Lima, 2005.
- 9- ALG – INOCSA. *Estudio de Corredores Complementarios*. Lima: Protransporte, 2006.
- 10- Booz Allen & Hamilton Inc. – Barriga Dall’Orto S.A. *Diseño Operacional de la Red Integrada de Transporte (RIT) del corredor “Vitrina”*. Lima: Concejo de Transporte de Lima y Callao, 2000.
- 11- Booz Allen & Hamilton Inc. – Barriga Dall’Orto – Wilbur Smith. *Asistencia Técnica en Estudios de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao*. Lima: Concejo de Transporte de Lima y Callao, 1999.

- 12- Getinsa – Taryet. *Estudios Ambientales del Corredor Segregado de Alta Capacidad y de los Terminales de Transferencia (COSAC I)*. Lima, 2002.
- 13- Deuman International – Walsh Ingenieros. *Estudio de la Línea Base Ambiental COSAC I*. Lima: Protransporte, 2005.
- 14- Ambiental Consultores. *Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Zona Centro del Corredor Segregado de Alta Capacidad - COSAC I*. Lima: Protransporte, 2008.
- 15- Instituto Metropolitano de Planificación. *Plan de Desarrollo Metropolitano 1990 – 2010*. Lima, 1992.
- 16- Allen Morrison. *Electric Transport in Latin America*. EE.UU., 2003.
- 17- Juan Carlos Arroyo Ferreiros. *Los Tranvías de Lima*. Lima, 1994.
- 18- Transportation Research Board. *Highway Capacity Manual*. Washington D.C., 1985.
- 19- Alan Armstrong - Wright. *Urban Transit Systems*. Washington: World Bank Technical Paper, 1986.
- 20- Vukan R. Vuchic. *Urban Public Transportation: Systems and Technology*. EE.UU. Prentice Hall, 1981.
- 21- USTRAN. *Guía para el dimensionamiento de rutas de transporte público*. México, 2000.
- 22- Hidalgo, Custodio y Graftieaux. *A critical look at major bus improvements in Latin America and Asia*. Washington: World Bank, 2007.
- 23- José Alex Sant'Anna. *Autobuses Urbanos*. Washington: Banco Interamericano de Desarrollo, 2002.

AGRADECIMIENTOS

Debo agradecer de manera especial y sincera al Dr. José Matías León por aceptarme para realizar esta tesis bajo su asesoría. Su apoyo y confianza en mi trabajo ha sido un aporte invaluable, no solamente en el desarrollo de esta tesis, sino también en mi formación como investigador.

También me gustaría agradecer las enseñanzas y los consejos recibidos a lo largo de mis estudios por los profesores de la Sección de Post Grado de la Facultad de Ingeniería Civil de la UNI, que de una manera u otra han aportado su granito de arena a mi formación. Destacar al Ing. Rómulo Chinchay, al Arq. Miguel Ángel Torres, al Ing. Rafael Menéndez, al Ing. Iber Gómez, al Ing. Arturo Velásquez y al Dr. Hugo Scaletti.