

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**RACIONALIZACION DE RUTAS DE TRANSPORTE
EN EL AREA DE INFLUENCIA DE LA LINEA 1 DEL
METRO DE LIMA**

TESIS

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

IVO DARKY DIAZ ORTEGA

Lima- Perú

2011

Digitalizado por:

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

SOLICITO: TÍTULO PROFESIONAL

SEÑOR DOCTOR:

JAVIER PIQUÉ DEL POZO

DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

S.D.

Yo, IVO DARKY DIAZ ORTEGA, con Código UNI 19984045H, identificado con DNI N° 40660121, de la especialidad de INGENIERIA CIVIL, ante Ud. Con todo respeto me presento y expongo:

Que, deseando optar el Título Profesional de INGENIERO CIVIL, con la sustentación de la tesis titulada: "RACIONALIZACIÓN DE RUTAS DE TRANSPORTE EN EL AREA DE INFLUENCIA DE LA LINEA 1 DEL METRO DE LIMA", asesorado por el Dr. José Carlos Matías León, Docente del Dpto. Acad.. de Topografía y Vías de Transporte, solicito a usted, se sirva tramitar a quien corresponda la programación y sustentación de mi Tesis, con los Miembros del Jurado de Sustentación Designado.

Por lo expuesto, agradezco la atención que le brinde a la presente.

Lima, 09 de Diciembre del 2011



IVO DARKY DIAZ ORTEGA

Código N° 19984045H

Adjunto:

- 04 Tomos de Tesis
- Constancia de Egresado original
- Certificado de Estudios-Depurado de Notas original
- Copia fedateada del Grado Académico de Bachiller por el Fedatario UNI.
- Hoja de No Adeudos sellados
- Recibo por pago de Título Profesional

PLAN DE TESIS

TITULO : RACIONALIZACION DE RUTAS DE TRANSPORTE EN EL AREA
DE INFLUENCIA DE LA LINEA 1 DEL METRO DE LIMA

TESISTA : IVO DARKY DIAZ ORTEGA
CODIGO 19984045-H



ASESOR : DR. JOSE CARLOS MATIAS LEON
DPTO. ACAD. DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE TRANSPORTE

1. ANTECEDENTES

Lima tuvo un sistema de transporte público basado en tranvías que funcionó hasta el año 1968. La ley que decreto su cierre de operaciones indicaba que se debían iniciar los estudios para la construcción de un metro o un sistema similar. Recién el año 1973 se elabora un estudio, descartándose en su momento por temas económicos.

En 1988 el proyecto de metro, bajo la denominación de Tren Eléctrico, inicia su construcción en Villa el Salvador, teniendo como objetivo llegar a la Av. Grau en el Cercado de Lima. Años después las obras se detienen, culminándose la mitad del recorrido, desde Villa El Salvador hasta Atocongo en San Juan de Miraflores.

En años posteriores, se optó por licitar el proyecto, por lo cual el presupuesto fue limitado, destinándose al mantenimiento de la infraestructura existente.

A fines del año 2009, el Consorcio Tren Eléctrico Lima se adjudica la ejecución de las obras civiles y electromecánicas entre Atocongo y la Av. Grau, así como la rehabilitación del Tramo Construido entre Villa El Salvador y Atocongo, constituyendo el Tramo 1 desde Villa El Salvador hasta la Av. Grau. En el presente año se ha puesto en licitación la construcción de la extensión de la Línea 1 hacia San Juan de Lurigancho a través de la Av. Próceres (Tramo 2).

En este sentido nace el interés de realizar una tesis que de manera racionalizada, haciendo uso de modelos de transporte, proponga la

implementación del sistema de una manera ordenada, de rutas en el entorno de la Línea 1 del Proyecto del Metro de Lima, para un desarrollo eficiente del proyecto.



2. JUSTIFICACIÓN

La ciudad de Lima ha crecido enormemente en las últimas décadas, tanto en población como en extensión. Además el auge del sector construcción está ocasionando que la ciudad comience a densificarse.

Así mismo, la cantidad de vehículos se ha incrementado de manera desordenada, mientras el espacio para las vías de transporte sigue siendo el mismo, por consiguiente muchas vías e intersecciones principales de la capital presentan congestionamientos.

Las soluciones generalmente adoptadas son infraestructura vial (ampliación de carriles, construcción de intercambios viales, etc.), que favorecen el transporte particular en autos, sin embargo una solución mas eficiente es el favorecer el transporte publico masivo, que requiere de menor espacio vial y transporta mayor cantidad de pasajeros por carril.

El diseño de la Línea 1 del Metro de Lima, se plantea como un sistema de Transporte Masivo de Pasajeros con integración física y operativa entre el Metro, el Transporte Público Convencional, de manera que sirvan como rutas alimentadoras. Este sistema brinda la posibilidad al usuario de movilizarse con una mejor calidad de servicio desde y hacia cualquier punto de la ciudad integrándose a otros modos y medios de transporte con que cuenta la ciudad de Lima Metropolitana.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se desarrollará una base teórica en cuanto transporte y modelación, que servirá para estimar la demanda en la Línea 1 del Metro de Lima, es decir, la cantidad de viajes que generaría el proyecto bajo diversos escenarios.

Se hará una descripción situacional de la ciudad de Lima: geográficamente, en cuanto a población y sus deseos de viaje, en cuanto a las vías y las rutas de transporte actuales, describiendo la problemática de transporte en Lima.

Luego, se desarrollará un capítulo explicativo sobre el proyecto del Metro de Lima. Se pondrá énfasis en la Línea 1, describiendo el tramo construido, el tramo en construcción y la extensión a San Juan de Lurigancho.

Teniendo el marco teórico adecuado, se procederá a la aplicación práctica, desarrollando posibles escenarios de implementación del proyecto, analizando alternativas como una operación sin reordenamiento de rutas, otro escenario con reordenamiento y la posible integración con otros sistemas de transporte. A partir de todos los escenarios, se elegirá la alternativa más óptima técnicamente y de ella se desarrollara la información de operación.



16 JUN. 2011

4. OBJETIVOS

4.1. General

- Proponer el reordenamiento de las Rutas de Transporte Público Convencional que circulan por el Área de Influencia de la Línea 1 del Metro de Lima de manera racionalizada.

4.2. Específicos

- Analizar la situación de la ciudad de Lima en cuanto a transporte público.
- Mejorar el transporte público mediante un sistema de transporte masivo y rutas alimentadoras, haciendo uso eficiente del espacio vial.
- Plantear escenarios para la implementación de la Línea 1 del Metro de Lima.

5. MARCO TEORICO

Este tema de tesis tocara temas relacionados con la planificación, enfocados hacia el sector de transporte, analizando la situación de la ciudad a nivel general y a nivel particular en el entorno de la Línea 1 del Metro de Lima.

Dentro del desarrollo de la Ingeniería de Transporte se trata aspectos relativos a la movilidad en la ciudad, la estimación de demandas de viajes en los principales ejes viales, para el posterior establecimiento de las rutas de transporte.

Para el cálculo de la cantidad de viajes en las rutas elegidas y planteadas, se usaran conceptos de Modelación de Transporte Urbano, que busca representar

los deseos de viaje de los usuarios, basándose en información poblacional, geográfica y trabajos de campo tales como: conteos, encuestas, etc.

De los diversos escenarios de implementación posibles, se elegirá el más óptimo técnicamente, y a partir de esta se obtendrán parámetros de operación para el sistema, por ejemplo: se calculan los intervalos de operación óptimos y se establece una flota de transporte.



16 JUN. 2011

6. FORMULACION DE LA HIPOTESIS

El favorecer el transporte público masivo y la racionalización de rutas redundan en un uso eficiente de recursos, lo que genera beneficios económico-sociales.

7. INDICE

RESUMEN

LISTA DE CUADROS

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE SIGLAS

INTRODUCCIÓN

CAPITULO I: CONCEPTOS BASICOS

- 1.1. Ingeniería de Transporte
- 1.2. Planificación de Transporte
- 1.3. Estudios de Demanda
- 1.4. Sistema Vial
- 1.5. Sistemas de Transporte
- 1.6. Modos de Transporte
- 1.7. Organización del Transporte Publico

CAPITULO II: MODELACIÓN DE TRANSPORTE URBANO

- 2.1. Modelación
- 2.2. Componentes del Modelo de Transporte
- 2.3. Información Requerida por el Modelo
- 2.4. Modelo Secuencial de 4 Etapas
- 2.5. Calibración del Modelo

CAPITULO III: SITUACION DEL TRANSPORTE PÚBLICO

- 3.1. Lima Metropolitana
- 3.2. Oferta de Transporte

3.3. Demanda de Transporte

CAPITULO IV: EL PROYECTO DEL METRO DE LIMA

4.1. Antecedentes

4.2. La Autoridad Autónoma del Tren Eléctrico

4.3. Línea 1: Villa El Salvador – San Juan de Lurigancho

4.4. La Red Básica del Metro de Lima

CAPITULO V: RACIONALIZACION DE RUTAS

5.1. Modelo Base Adoptado

5.2. Información Técnica

5.3. Trabajo de Campo

5.4. Calibración del Modelo

5.5. Definición de Escenarios

5.6. Evaluación de Escenarios

5.7. Desarrollo de Escenario Elegido

CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

6.2. Recomendaciones

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS



8. METODOLOGÍA DEL TRABAJO

Se realizará la búsqueda de información técnica en libros, estudios, documentos institucionales, estadísticas e información de interés en Internet, entre otros.

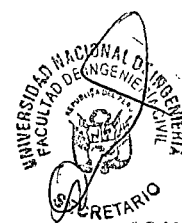
Se recopilarán información sobre trabajos de campo, tales como conteos vehiculares, aforos de ocupación visual, encuestas de origen destino y de preferencia declaradas, entre otros. Se utilizarán hojas de cálculo como el Excel para procesar la información obtenida y reflejarlos en tablas y gráficos.

Para presentar los resultados gráficamente los resultados en planos se usara un software, tal como un Sistema de Información Geográfica (GIS) aplicado a transporte, en este caso usaríamos el software TransCAD.

Finalmente, se analiza todo lo aprendido y experimentado durante la realización del trabajo de tesis, de esta manera se llegara a la formulación conclusiones y recomendaciones.

9. CRONOGRAMA DE TRABAJO

Ítem	Descripción	Duración (mes)	Mes 1	Mes 2	Mes 3
1.00	DESARROLLO DE TESIS	3.00			
1.01	Recopilación de Información	0.50			
1.02	Desarrollo de Capítulo I	0.25			
1.03	Desarrollo de Capítulo II	0.50			
1.04	Desarrollo de Capítulo III	0.25			
1.05	Desarrollo de Capítulo IV	0.25			
1.06	Desarrollo de Capítulo V	0.75			
1.07	Desarrollo de Capítulo VI	0.25			
1.08	Estructuración Final de Tesis	0.25			



10. BIBLIOGRAFÍA DEL PLAN DE TESIS

- ALG – INOCSA –TMB; Estudio de Corredores Complementarios; Lima, Perú; 2006.
- CTLC – MTC; Metodología de Actualización del Modelo de Transportes del Área Metropolitana de Lima y Callao; Lima, Perú; 2010.
- JICA – CTLC – MTC; Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao; Lima, Perú; 2005.
- Taryet – Getinsa; Elaboración de estudio de demanda para la concesión del Proyecto Especial Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao, en el tramo de la Línea 1, Villa el Salvador - Av. Grau; Lima, Perú; 2007.

Ivo Darky Díaz Ortega
 TESISTA

Dr. José Carlos Matías León
 ASESOR

INDICE

INDICE	1
RESUMEN	5
LISTA DE FIGURAS.....	7
LISTA DE CUADROS.....	10
LISTA DE SIGLAS.....	12
INTRODUCCION.....	14
CAPITULO I: CONCEPTOS BASICOS	15
1.1 INGENIERÍA DE TRANSPORTE	15
1.2 PLANIFICACION DE TRANSPORTE.....	16
1.3 ESTUDIOS DE DEMANDA.....	18
1.4 SISTEMA VIAL	19
1.4.1 VÍAS EXPRESAS.....	19
1.4.2 VÍAS ARTERIALES	20
1.4.3 VÍAS COLECTORAS	20
1.4.4 VÍAS LOCALES	20
1.5 SISTEMAS DE TRANSPORTE	20
1.5.1 TERMINALES	20
1.5.2 UNIDADES TRANSPORTADORAS (MODOS DE TRANSPORTE).....	21
1.5.3 CONEXIONES Y MEDIOS DE TRANSPORTE.....	21
1.6 MODOS DE TRANSPORTE	22
1.6.1 BUSES	22
1.6.2 FERROVIARIO	23
1.6.3 COMPARACION	26
1.7 ORGANIZACION DEL TRANSPORTE PÚBLICO	28
1.7.1 OBJETIVOS	28
1.7.2 JERARQUÍA DE LOS MODOS DE TRANSPORTE PUBLICO	30
1.7.3 RELACIÓN ENTRE SISTEMAS DE TRANSPORTE.....	30
1.7.4 ESTACIONES DE TRANSFERENCIA.....	32
CAPITULO II: MODELACION DE TRANSPORTE URBANO	34
2.1 MODELACIÓN.....	34

2.1.1	MODELOS	34
2.1.2	CLASES DE MODELOS	34
2.1.3	FORMULACIÓN DEL MODELO.....	35
2.1.4	ENFOQUE DE MODELACIÓN.....	36
2.1.5	TIPOS DE MODELOS EN TRANSPORTE Y SU APLICACIÓN	37
2.2	COMPONENTES DEL MODELO DE TRANSPORTE.....	38
2.2.1	ÁREA DE ESTUDIO.....	38
2.2.2	ZONIFICACIÓN	39
2.2.3	RED VIAL	43
2.2.4	SISTEMA DE RUTAS.....	44
2.2.5	MODOS DE TRANSPORTE.....	45
2.3	INFORMACION REQUERIDA POR EL MODELO	46
2.3.1	INFORMACIÓN DEL USUARIO	46
2.3.2	INFORMACIÓN DE OFERTA DE TRANSPORTE	47
2.3.3	SISTEMA DE RUTAS TRANSPORTE PÚBLICO	49
2.3.4	INFORMACIÓN DE TRÁNSITO	49
2.3.5	INFORMACIÓN DE DEMANDA EN RUTAS DE TRANSPORTE PÚBLICO.....	50
2.3.6	INFORMACIÓN PARA PRONÓSTICOS.....	52
2.4	MODELO SECUENCIAL DE 4 ETAPAS	55
2.4.1	MODELO DE GENERACIÓN DE VIAJES.....	57
2.4.2	DISTRIBUCIÓN DE VIAJES.....	58
2.4.3	PARTICIÓN MODAL.....	58
2.4.4	MODELOS DE ASIGNACIÓN.....	60
2.5	CALIBRACION DEL MODELO.....	62
2.5.1	CALIBRACIÓN DE MODELOS DE GENERACIÓN Y ATRACCIÓN.....	63
2.5.2	CALIBRACIÓN DE MODELOS DE DISTRIBUCIÓN	65
2.5.3	CALIBRACIÓN DE LA PARTICIÓN MODAL.....	65
2.5.4	CALIBRACIÓN DE LA ASIGNACIÓN EN TRANSPORTE PRIVADO	66
2.5.5	CALIBRACIÓN DE LA ASIGNACIÓN DE TRANSPORTE PÚBLICO	68
CAPITULO III: SITUACION DEL TRANSPORTE PUBLICO EN LIMA		71
3.1	LIMA METROPOLITANA.....	71
3.1.1	UBICACIÓN.....	71
3.1.2	DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA	72
3.1.3	POBLACIÓN Y CRECIMIENTO	73

3.1.4	DENSIDAD DEMOGRÁFICA.....	74
3.1.5	CAPACIDAD ECONÓMICA DE LA POBLACIÓN.....	75
3.2	OFERTA DE TRANSPORTE	75
3.2.1	VIALIDAD	75
3.2.2	DISPOSITIVOS DE CONTROL DE TRANSITO	81
3.2.3	TRANSPORTE PUBLICO.....	83
3.3	DEMANDA DE TRANSPORTE	93
3.3.1	EQUIPAMIENTOS URBANOS GENERADORES DE TRAFICO	93
3.3.2	LÍNEAS DE DESEO.....	98
3.3.3	VIAJES.....	100
3.3.4	VELOCIDADES	105
CAPITULO IV: EL PROYECTO DEL METRO DE LIMA.....		107
4.1	ANTECEDENTES	107
4.1.1	ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE TRAFIKKONSULT (1966)	107
4.1.2	ESTUDIO DEL METRO DE LIMA (1972)	109
4.2	AUTORIDAD AUTONOMA DEL METRO ELECTRICO (AATE).....	113
4.3	LINEA 1: VILLA EL SALVADOR – SAN JUAN DE LURIGANCHO..	114
4.3.1	CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROYECTO.....	114
4.3.2	POBLACIÓN BENEFICIADA	114
4.3.3	LINEA 1, TRAMO 1 – ETAPA 1: VILLA EL SALVADOR - ATOCONGO	116
4.3.4	LINEA 1, TRAMO 1 – ETAPA 2: ATOCONGO – AV. GRAU.....	118
4.3.5	LINEA 1 – TRAMO 2: AV. GRAU – SAN JUAN DE LURIGANCHO.	119
4.3.6	TRATAMIENTO DE RUTAS.....	122
4.4	LA RED DEL METRO DE LIMA.....	125
4.4.1	ESTUDIO COMPLEMENTARIO (1998)	126
4.4.2	PLAN MAESTRO DE TRANSPORTE URBANO (2005)	127
4.4.3	RED BASICA DEL METRO DE LIMA.....	129
CAPITULO V: RACIONALIZACION DE RUTAS		131
5.1	MODELO BASE ADOPTADO	131
5.1.1	PLANTEAMIENTO GENERAL DEL SISTEMA	131
5.1.2	DEFINICIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA.....	131
5.1.3	CRITERIOS A APLICAR EN LA RACIONALIZACIÓN.....	133

5.2	INFORMACIÓN TÉCNICA.....	136
5.2.1	BASE DE DATOS DE ESTUDIOS	136
5.2.2	BASE DE DATOS DE RUTAS DE TRANSPORTE PÚBLICO	136
5.2.3	INFORMACIÓN SOCIOECONÓMICA DEL ÁMBITO DE ESTUDIO.....	139
5.3	TRABAJO DE CAMPO	139
5.3.1	CONTEOS DE VEHÍCULOS Y PASAJEROS.....	140
5.3.2	ENCUESTAS ORIGEN-DESTINO (PREFERENCIAS REVELADAS).....	144
5.3.3	ENCUESTAS DE PREFERENCIAS DECLARADAS (EPD)	146
5.4	RECALIBRACIÓN DEL MODELO	151
5.4.1	REZONIFICACIÓN EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	151
5.4.2	ADECUACIÓN DE LAS MATRICES A LA NUEVA ZONIFICACIÓN	152
5.4.3	ACTUALIZACIÓN DE LA RED VIAL.....	152
5.4.4	AJUSTE A LOS AFOROS DE LAS FRECUENCIAS DE PASO.....	153
5.4.5	ASIGNACIÓN DE TRANSPORTE.....	153
5.5	DEFINICION DE ESCENARIOS	154
5.5.1	GENERALIDADES	154
5.5.2	COMPONENTES	155
5.6	EVALUACION DE ESCENARIOS	156
5.6.1	DEMANDA. PASAJEROS Y TRANSBORDOS	156
5.6.2	NECESIDADES DE FLOTA.....	160
5.7	DESARROLLO DEL ESCENARIO ELEGIDO	164
5.7.1	CRITERIOS GENERALES.....	165
5.7.2	CRITERIOS DE DETALLE	166
5.7.3	ESQUEMA DE TRANSICIÓN DE LA OPERACIÓN.....	167
5.7.4	ESQUEMA INSTITUCIONAL.....	167
5.7.5	CONDICIONES PARA LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO.....	169
	CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	177
6.1	CONCLUSIONES.....	177
6.2	RECOMENDACIONES.....	179
	BIBLIOGRAFÍA.....	181
	ANEXOS	183

RESUMEN

Dentro del desarrollo de la Ingeniería de Transporte se trata aspectos relativos a la movilidad en la ciudad, la estimación de demandas de viajes en los principales ejes viales, para el posterior establecimiento de las rutas de transporte.

Este tema de tesis está relacionado con el Planeamiento Urbano, enfocado sectorialmente al sector de transporte, analizando la situación de la ciudad a nivel general y a nivel particular en la Línea 1.

Así mismo, el desarrollo de la tesis involucra el análisis y descripción operativa de Ferrocarriles, para el transporte de pasajeros, y específicamente en el entorno urbano en la modalidad del sistema Metro,

También se tocan temas de Cartografía Digital, es decir, Sistemas de Información Geográfica (SIG) aplicados al transporte urbano, mediante el uso de software (Transcad) que permite el procesamiento de bases de datos e información gráfica, aplicando metodologías de modelación de rutas.

En el primer capítulo se desarrollará una base teórica en cuanto a lo que es la ingeniería de transporte, planificación, sistemas de transporte, medios y modos de transporte, así como la estructuración del sistema. Estas nociones y conceptos sirven de guía para el entendimiento de los demás ítems a desarrollar en la presente tesis.

El segundo capítulo es descriptivo en cuanto a los alcances y usos de los modelos de transporte. Se enfoca el aspecto metodológico de la modelación, el proceso a seguir para estimar los viajes que generaría un proyecto de transporte como el Metro de Lima.

A continuación, se hace una descripción situacional de la ciudad de Lima: geográficamente, en cuanto a población y sus deseos de viaje, las vías y las rutas de transporte actuales, describiendo la problemática de transporte en Lima a nivel general. Luego se hace un enfoque a la situación del transporte (oferta y demanda) en el entorno de la Línea 1 del Metro de Lima.

Luego, se desarrolla un capítulo explicativo sobre el proyecto del Metro de Lima a nivel general y de manera más específica la Línea 1, describiendo el tramo construido, el tramo en construcción y la extensión al distrito de San Juan de Lurigancho. Así mismo se hace una descripción de lo que será la futura red del Metro de Lima.

Teniendo el marco teórico adecuado y la problemática identificada, en el último capítulo se procederá a la aplicación práctica, desarrollando posibles escenarios de implementación del proyecto, analizando alternativas de implementación tales como: la operación sin reordenamiento de rutas, la operación con reordenamiento parcial y la operación con racionalización de rutas y la integración con otros sistemas de transporte como el Metropolitano. A partir de todos los escenarios, se elegirá la alternativa más óptima técnicamente y de ella se desarrollara la información de operación.

Para el cálculo de la cantidad de viajes, se usaran conceptos de Modelación de Transporte Urbano, que busca representar los deseos de viaje de los usuarios, basándose en información poblacional, geográfica y trabajos de campo tales como: conteos vehiculares, encuestas origen-destino, encuestas de preferencia declaradas, etc.

De los diversos escenarios de implementación posibles, se elegirá el más óptimo técnicamente, y a partir de esta se realizaran las propuestas de funcionamiento del sistema metro y buses, para satisfacer la demanda de viajes y beneficiando a los usuarios.

LISTA DE FIGURAS

Figura N° 1: Esquema del sistema vial de una ciudad	19
Figura N° 2: Infraestructura del transporte	21
Figura N° 3: Trolebús de Quito, Ecuador.	22
Figura N° 4: El Metropolitano, Lima.	23
Figura N° 5: Tranvía del Este, Argentina.....	24
Figura N° 6: Tren Eléctrico, Lima	25
Figura N° 7: Uso de espacio vial.....	27
Figura N° 8: Relación entre el Sistema Metro y el Sistema de Buses	31
Figura N° 9: Relación entre el Sistema Metro y el Bus Alimentador.....	31
Figura N° 10: Esquema de conexión entre estación de Metro y de bus	32
Figura N° 11: Vista de Estación de Transferencia Grau.....	33
Figura N° 12: Modelo físico.....	34
Figura N° 13: Modelo abstracto	35
Figura N° 14: Esquema del área de estudio	38
Figura N° 15: Cordón externo del área Metropolitana de Lima	39
Figura N° 16: Zonificación de Lima Metropolitana.....	40
Figura N° 17: Componentes de la Red Vial	43
Figura N° 18: Sistema de rutas de Lima Metropolitana	44
Figura N° 19: Usos de Suelo en Lima.....	53
Figura N° 20: Modelo secuencial de 4 etapas.....	55
Figura N° 21: Esquema del Modelo secuencial de 4 etapas	56
Figura N° 22: Generación – Atracción de Viajes	57
Figura N° 23: Modelo logit multinomial.....	65
Figura N° 24: Ubicación de Lima Metropolitana	71
Figura N° 25: Distribución de Lima Metropolitana en Distritos y Conos.....	72
Figura N° 26: Distribución de la población por distritos	73
Figura N° 27: Evolución de la población por cono.....	73
Figura N° 28: Densidad demográfica en ciudades de Latinoamérica	74
Figura N° 29: Jerarquía de la red vial principal	77
Figura N° 30: N° carriles Próceres conexión Aviación.....	79
Figura N° 31: N° carriles Aviación/ Marsano/ De los Héroes.....	80

Figura N° 32: Cruces semaforizados Próceres de la Independencia	81
Figura N° 33: Cruces semaforizados Aviación/ Marsano / De los Héroes	82
Figura N° 34: Numero de rutas de transporte en los principales ejes de Lima ...	87
Figura N° 35: Grupo de rutas 1A, 1B, 1C, 2A, 2B y 2C	89
Figura N° 36: Grupo de rutas 2D, 2E, 2F, 2G, 3A y 4A	90
Figura N° 37: Grupo de rutas 4B, 4C, 4D, 4E, 4F y 4G	91
Figura N° 38: Grupo 5A	92
Figura N° 39: Concentración de estudiantes en Lima	94
Figura N° 40: Concentración de Hospitales en Lima	95
Figura N° 41: Concentración de centros de comercio en Lima	96
Figura N° 42: Concentración de terminales en Lima	97
Figura N° 43: Deseos de viaje en Lima proyectados al año 2030	98
Figura N° 44: Líneas de deseo en el Cono Sur y Centro	99
Figura N° 45: Líneas de deseo en La Victoria y SJL	100
Figura N° 46: Generación - atracción de viajes en Lima	102
Figura N° 47: Flujos de pasajeros en HPM, modo bus, Cono Sur, 2030	104
Figura N° 48: Velocidad de viaje en HPM	105
Figura N° 49: Velocidad de viaje en HPM en el entorno de la Línea 1	106
Figura N° 50: Líneas de metro de Lima propuesto	111
Figura N° 51: Línea 1 (VES – SJL)	114
Figura N° 52: Distritos Beneficiados entre Villa El Salvador y la Av. Grau	115
Figura N° 53: Línea 1, Tramo 1 – Etapa 1	116
Figura N° 54: Patio Taller de Villa El Salvador	117
Figura N° 55: Línea 1, Tramo 1 – Etapa 2	118
Figura N° 56: Línea 1, Tramo 2	120
Figura N° 57: Derecho de vía Línea 1, Tramo 2	120
Figura N° 58: Patio de Maniobras en Bayovar	121
Figura N° 59: Rutas Paquete 2	124
Figura N° 60: Red Futura de Transporte Masivo a largo Plazo	126
Figura N° 61: Red Futura de Transporte Masivo a largo Plazo	129
Figura N° 62: Red Básica del Metro de Lima - 2010	130
Figura N° 63: Esquema de Racionalización de Rutas	131
Figura N° 64: Área de Influencia de la Línea 1	132
Figura N° 65: Trazado del COSAC 1	137

Figura N° 66: Trazado de alimentadoras del COSAC 1 en el Sur	138
Figura N° 67: Trazado de alimentadoras del COSAC 1 en el Norte	138
Figura N° 68: Línea 1 del Metro de Lima	139
Figura N° 69: Puntos de Aforo – Puntos Notables	143
Figura N° 70: Puntos de Encuestas EPD/EOD	146
Figura N° 71: Zonificación en el entorno del Óvalo de Higuiereta	151
Figura N° 72: Detalle conectores y centroides	152
Figura N° 73: Resumen (n° de rutas) para el escenario I	162
Figura N° 74: Resumen (n° de rutas) para los escenarios II y III	162
Figura N° 75: Objetivos de servicio	165
Figura N° 76: Relaciones Institucionales	168
Figura N° 77: Organización del sistema	176

LISTA DE CUADROS

Cuadro N° 1: Comparación de modos de transporte público	26
Cuadro N° 2: Clasificación Vial	44
Cuadro N° 3: Modos de transporte	45
Cuadro N° 4: Ocupación dentro del vehículo de transporte público	51
Cuadro N° 5: Promedio ingresos trabajador en Lima (2005-2009).....	75
Cuadro N° 6: Oferta vial en ciudades de Latinoamérica.....	78
Cuadro N° 7: Oferta semaforica en ciudades de Latinoamérica.....	81
Cuadro N° 8: Incidencia del costo transporte (1988 - 2004).....	86
Cuadro N° 9: N° de rutas de Transporte Público (1973 - 2007).....	87
Cuadro N° 10: Categorización de rutas en el entorno de la Línea 1.....	88
Cuadro N° 11: N° de vehículos de Transporte Público (1973 - 2007).....	92
Cuadro N° 12: N° de vehículos de Transporte Público, Eje Línea 1	93
Cuadro N° 13: Evolución de la demanda de viajes (2004 - 2007)	100
Cuadro N° 14: Porcentaje de viajes según modo (1973 - 2007).....	101
Cuadro N° 15: Porcentaje de viajes según motivo (1973 - 2007).....	101
Cuadro N° 16: Proyecciones de Población al año 2030.....	102
Cuadro N° 17: Generación y atracción de viajes de transporte público HPM ...	103
Cuadro N° 18: Viajes diarios en el entorno de la Línea 1, 2009	104
Cuadro N° 19: Líneas propuestas (1966).....	108
Cuadro N° 20: Líneas de metro de Lima propuestas (1973)	111
Cuadro N° 21: Propuesta de Líneas de Buses (1973)	113
Cuadro N° 22: Población Beneficiada por el Proyecto	115
Cuadro N° 23: Tratamiento de Rutas según Estudio de Factibilidad	123
Cuadro N° 24: Paquetes de rutas propuestos en el ECC.....	124
Cuadro N° 25: Tratamiento de Rutas según EDD.....	125
Cuadro N° 26: Plan de Desarrollo de las 4 Líneas por Etapa.....	127
Cuadro N° 27: Plan de Desarrollo de las 7 Líneas.....	128
Cuadro N° 28: Valores de Unidad Coche Pasajero (UCP).....	137
Cuadro N° 29: Origen – Destino de Viajes en la Línea 1	145
Cuadro N° 30: Tiempo de viaje según modo en la Línea 1	145

Cuadro N° 31: Escenarios de las EPD.....	148
Cuadro N° 32: Elección de usuarios según escenarios de las EPD	150
Cuadro N° 33: Principales características de la red viaria.....	153
Cuadro N° 34: Cronograma de eventos para la Operación de la Línea 1.....	154
Cuadro N° 35: Viajes totales Lima	156
Cuadro N° 36: Viajes por escenario de la Línea 1 (2011 – 2015).....	157
Cuadro N° 37: Pasajeros/día en las rutas del área de estudio	157
Cuadro N° 38: Pasajeros/día en la Línea 1. Escenario sin reordenación	158
Cuadro N° 39: Pasajeros/día en la Línea 1. Escenarios 2013.....	158
Cuadro N° 40: Pasajeros/día de la Línea 1. Escenarios 2015.....	159
Cuadro N° 41: Necesidades de flota para los diferentes escenarios.....	160
Cuadro N° 42: Flota en uso durante la racionalización. Escenario II.....	163
Cuadro N° 43: Porcentaje de la flota actual en uso. Escenario II	163
Cuadro N° 44: Flota en uso durante la racionalización. Escenario III.....	163
Cuadro N° 45: Porcentaje de la flota actual en uso. Escenario III	163
Cuadro N° 46: Renovación de Flota	166

LISTA DE SIGLAS

AATE:	Autoridad Autónoma del Tren Eléctrico
ALAMYS:	Asociación Latinoamericana de Metros y Subterráneos
ALG:	Advanced Logistic Group
BRT:	Bus Rapid Transit
CEPRI:	Comité Especial de Promoción de la Inversión Privada
CAF:	Corporación Andina de Fomento
COSAC:	Corredor Segregado de Alta Capacidad
CTLC:	Concejo de Transporte de Lima y Callao
ECC:	Estudio de Corredores Complementarios (ALG, 2006)
ECML:	Estudio Complementario del Metro de Lima (Cal y Mayor, 1998)
EDD:	Estudio de Demanda (Taryet-Getinsa. 2007)
EMAPE:	Empresa Municipal Administradora de Peaje
EPD:	Encuesta de Preferencia Declarada
ERR:	Estudio de Racionalización de Rutas (Taryet, 2011)
ESIT:	Estudio de Sistema Integrado de Transporte (Taryet, 2010)
GPIP:	Gerencia de Proyectos de Inversión Privada
GGTU:	Gerencia General de Transporte Urbano (Callao)
GTU:	Gerencia de Transporte Urbano (Lima)
GyM:	Graña y Montero
IMP:	Instituto Metropolitano de Planificación
INEI:	Instituto Nacional de Estadísticas e Informática
INVERMET:	Fondo Metropolitano de Inversiones
HPM:	Hora punta mañana
JICA:	Japan International Cooperation Agency
Mils:	Millones
MML:	Municipalidad Metropolitana de Lima
MTC:	Ministerio de Transportes y Comunicaciones
MTP:	Ministerio de Trabajo y Productividad
PMTU:	Plan Maestro de Transporte Urbano (JICA, 2004)
RBML:	Red Básica del Metro de Lima
SETMLC:	Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao
SJL:	San Juan de Lurigancho

SJM:	San Juan de Miraflores
STM:	Sistema de Transporte Masivo
TMB:	Transports Metropolitans de Barcelona
TRM:	Transporte Rápido Masivo
UNI:	Universidad Nacional de Ingeniería
US\$:	United States Dólar (moneda estadounidense)
VES:	Villa El Salvador
VMT:	Villa María del Triunfo

INTRODUCCION

Desde el siglo pasado hubo interés de contar con un sistema de metro para la ciudad de Lima, presentándose diversas propuestas y desarrollándose diferentes estudios con tal motivo.

Como se sabe, Lima tuvo un sistema de transporte urbano ferroviario basado en tranvías, que funcionaron hasta 1968. La ley que decretaba su cierre de operaciones, indicaba que se debían iniciar los estudios para la construcción de un metro para la ciudad.

A raíz de esto, el año 1973 se elabora un estudio de factibilidad, a cargo del Consorcio Metrolima, el que desarrollo una propuesta de varias líneas con tramos subterráneos que cruzaban el centro de Lima. Este planteamiento no se llegó a implementar en su momento debido a temas económicos.

Pasaron 15 años, hasta que en 1988, el proyecto de metro, bajo la denominación de Tren Eléctrico, inicia su construcción en Villa el Salvador, teniendo como objetivo llegar al Hospital 2 de Mayo en el Cercado de Lima.

Años después las obras se detienen, culminándose la mitad del recorrido, es decir, desde Villa El Salvador hasta la estación Atocongo en San Juan de Miraflores.

En años posteriores, se optó por licitar el tramo faltante del proyecto, razón por la cual el presupuesto asignado fue limitado, destinándose básicamente a labores de mantenimiento de la infraestructura existente.

Tras sucesivas licitaciones sin mayor éxito, finalmente a fines del año 2009, el Consorcio GyM-Odebrecht se adjudica la ejecución de las obras de la segunda etapa de la Línea 1, desde Atocongo hacia a la Av. Grau.

En este sentido nace el interés de realizar una tesis que de manera racionalizada, haciendo uso de modelos de transporte, proponga la implementación del sistema de una manera ordenada, de rutas en el entorno de la Línea 1 del Proyecto del Metro de Lima, para un desarrollo eficiente del proyecto.

CAPITULO I: CONCEPTOS BASICOS

1.1 INGENIERÍA DE TRANSPORTE

Es la rama de la Ingeniería Civil que trata sobre la planificación, diseño y operación de transporte en las calles, carreteras, vías férreas, sus redes, infraestructuras, áreas colindantes y su relación con los diferentes medios de transporte consiguiendo una movilidad segura, eficiente y conveniente tanto de personas como de mercancías.

La Ingeniería de Transporte busca la aplicación de los principios tecnológicos y científicos, al proyecto funcional, a la operación y a la administración de las diversas partes de cualquier modo de transporte, con el fin de proveer la movilización de personas y mercancías de manera segura, rápida, confortable, conveniente, económica y compatible con el medio ambiente.

Las principales líneas de trabajo de la Ingeniería de Transporte son:

- Planificación de Transporte (terrestre, marítimo y aéreo).
- Estudios de Demanda.
- Simulación y Modelación de transporte.
- Análisis financiero y económico de transporte.
- Sistemas de transporte inteligente
- Dirección e ingeniería de tráfico.
- Señalización y regulación semafórica.
- Evaluación y asesoramiento del impacto de tráfico.
- Proyectos de peatonalización y ciclovías.
- Seguridad vial.
- Encuestas e investigación de transporte.

1.2 PLANIFICACION DE TRANSPORTE

Se define como un proyecto que estudia demandas presentes y futuras de movilidad de personas y material. Estos proyectos están precedidos por estudios de movimientos y necesariamente involucran a los diferentes medios y modos de transporte.

La planificación es la fase fundamental del proceso de desarrollo y organización del transporte, pues es la que permite conocer los problemas, diseñar o crear soluciones y, en definitiva, optimizar y organizar los recursos para enfocarlos a atender la demanda de movilidad. En ella hay que destacar la importancia de asignar en los presupuestos los recursos necesarios para su realización.

En la planificación del transporte no hay objetivo único, sino que en general hay varios, cuya finalidad es la obtención de un sistema de transporte eficiente, concordante con el desarrollo urbano, en que se reduzca o se eviten la secuela de consecuencias negativas que suele caracterizar la circulación tanto de vehículos como de peatones.

Por la amplitud de objetivos y por involucrar una gama considerable de variables del desarrollo urbano referido, la planificación de transporte es parte importante del proceso continuo de planificación urbana general.

Las principales líneas de trabajo del planificador son:

- Conocimiento de los diferentes medios de transporte y sus características
- Analizar la demanda existente de cada modo de transporte.
- Planificar las redes y su relación con el entorno (paradas, rutas y frecuencia)
- Diseñar sistemas de prioridad para el transporte público
- Analizar las necesidades de las estaciones (servicios, accesos, localización, etc.)
- Estudio de impacto vial
- Estrategias y planificación de transporte público

La planificación del transporte se compone de diversos problemas y procedimientos, que varían con el tipo de necesidad a satisfacer (por ejemplo

ubicación de una ruta, planificación de un sistema público o la integración de diversas modalidades de transporte en el área urbana, etc.). La planificación y la ejecución de los planes siguen un patrón general, de acuerdo con las etapas que se describen a continuación:

- **Reconocimiento de la necesidad;** ésta puede ser actual y grave (por ejemplo un caso de congestión, una intersección con elevado índice de accidentes). Puede en cambio no ser evidente mientras no se realice un estudio que establezca las necesidades presentes y futuras.
- **Metas de la planificación;** ésta debe tener una dirección y un propósito específicos. Los objetivos de la planificación representan la dirección que una sociedad regional, estatal o nacional desea moverse.
- **Objetivos;** los objetivos sirven para lograr las metas: construyendo una autopista (o no construyéndola), introduciendo un servicio programado de autobuses o adaptando un sistema que responda a la demanda. Los criterios se aplican para cuantificar los objetivos.
- **Estudios de demanda;** con él se establece un fondo de información a partir del cual se puede proceder a la planificación. Las cargas de tránsito que habrá de soportar un sistema son en buena medida, una función del uso del suelo y de la población. Los estudios determinan la historia del crecimiento y presentan el estado de la población, el uso del suelo, la industria, el comercio, los actuales sistemas de transporte y el uso que se hace de estos sistemas.
- **Análisis de la demanda;** Proyecciones. Una vez establecida la demanda, el tránsito se distribuye entre las rutas y modalidades existentes. La capacidad actual se compara con la demanda actual y se nota el exceso o la falta de capacidad. En este punto se puede tomar en cuenta la elección de modalidades. La demanda del tránsito se proyecta al futuro; asignan las rutas y se anotan nuevamente los excesos o deficiencias de capacidad.
- **Diseño de soluciones;** se tienen que considerar todas las soluciones posibles para desarrollar con más detalle las dos o tres que resulten más prometedoras. Se elaboran la elección de modalidad, el diseño y la

ubicación de la red, el nivel de servicio que se espera dar y el costo económico de cada alternativa. Se toma nota igualmente las consecuencias sociales y ambientales.

- **Evaluación de alternativas;** las varias alternativas que se seleccionen para su análisis detallado se deben evaluar para y durante la presentación a los organismos de decisión. Las evaluaciones deben considerar la utilidad o efectividad de las soluciones alternativas; es decir, si con ellas se lograrán los objetivos propuestos. También se debe colocar el costo económico de cada una, así como los costos sociales y ambientales. Se tienen que determinar todas las consecuencias significativas de cada solución alternativa. La aceptabilidad por parte del público es un criterio muy importante.
- **Presentación;** Al equipo de planificación rara vez le corresponde tomar las decisiones. Los planes que se recomiendan y las alternativas viables se presentan al correspondiente consejo de planificación, consejo del Estado, Congreso, etc. para su aceptación y autorización. También conviene incluir los métodos de financiamiento que se sugieran.
- **Ejecución del plan;** una vez aprobado y autorizado el plan, hay que establecer los métodos de financiamiento que permitan preparar los planos y diseños finales, la adquisición de terreno, la presentación de presupuestos y la construcción, seguidos por la etapa final: la operación.

1.3 ESTUDIOS DE DEMANDA

Un Estudio de Demanda de Transporte es una herramienta fundamental para conocer (en forma aproximada) las necesidades de viaje que tendrá la población del área de estudio en un año futuro (a 5, 10, 15, 20 ó 25 años), basadas en las características principales que condicionan dichos viajes en el año base del estudio de demanda.

La demanda se determina de acuerdo con las características de la población, los usos del suelo y la cantidad de actividad a que dan lugar esos dos elementos. La demanda puede ser también una función del tiempo de viaje, por lo cual se relaciona, al menos en parte, con la tecnología del sistema de transporte que está en uso o que se planea.

Es preciso establecer una base de datos a partir del cual se pueda determinar la demanda presente y futura. Dada la gran cantidad de datos que se manipula, exige de aplicaciones informáticas que posibiliten el ajuste y diseño de los modelos, así como su aplicación posterior.

Con los modelos de transporte se trata de explicar cómo se produce la demanda actual, en general a través de expresiones en forma matemática, en las que se apoyará la prognosis de la demanda futura. Mayor información se desarrollara en el capítulo respectivo de modelación.

1.4 SISTEMA VIAL

La red vial de una ciudad, está constituido por toda la infraestructura que sirve como soporte del sistema de transporte. Su clasificación es la siguiente:

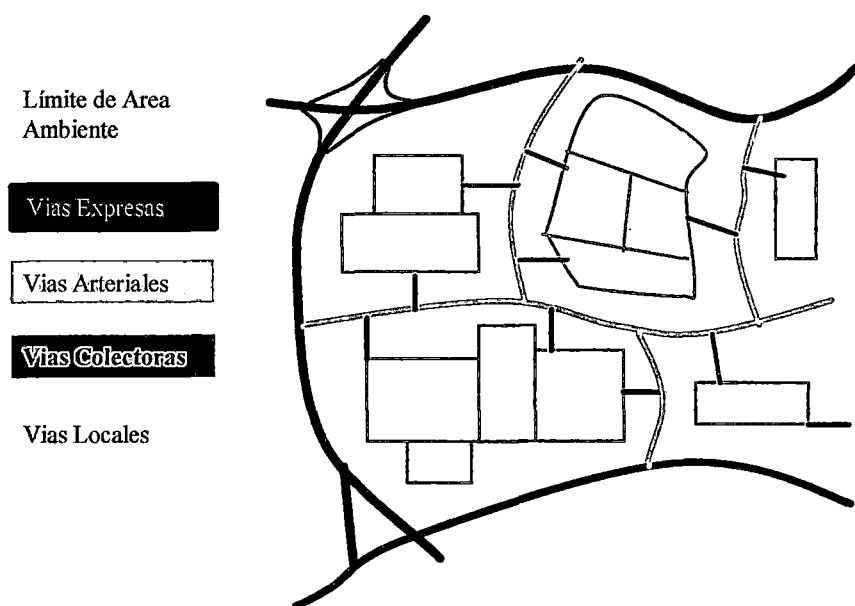


Figura N° 1: Esquema del sistema vial de una ciudad

1.4.1 VÍAS EXPRESAS

Son las vías de mayor jerarquía, las cuales recorren la ciudad presentando características de mayor fluidez y continuidad, y contando con un mínimo de dos carriles de circulación por sentido, cumpliendo además funciones de vías colectoras y distribuidoras de los viajes que se realizan en la ciudad.

1.4.2 VÍAS ARTERIALES

Contribuyen para el movimiento de viajes entre vías expresas y colectoras, tiene Intersecciones a nivel y semaforizadas. En vialidad arterial, el Área Metropolitana de Lima cuenta con corredores que cumplen funciones de conexión interurbana, intraurbana y periférica, comunicando diferentes centros poblados en el centro o en la periferia.

1.4.3 VÍAS COLECTORAS

Contribuyen para el movimiento de viajes entre vías arteriales y locales. Ámbito metropolitano y local. Acceso directo a la propiedad. Intersecciones a nivel y semaforizadas.

En un nivel jerárquico inferior se encuentran las vías colectoras que cuya función es recoger los flujos vehiculares de las vías locales de cada sector y conectarlos con las vías arteriales relacionadas anteriormente.

1.4.4 VÍAS LOCALES

Contribuyen para el movimiento de flujos dentro de las áreas de actividad cuyo rol fundamental es la integración entre la vía y la propiedad. Ámbito local. Acceso directo a la propiedad. Intersecciones a nivel. Las velocidades del movimiento son desestimadas.

1.5 SISTEMAS DE TRANSPORTE

Para comprender el sistema de transporte, consideramos las siguientes partes, que forman parte de un todo.

1.5.1 TERMINALES

Son puntos donde empieza o termina el viaje, o dan lugar a cambio de unidad o modo de transporte, de acuerdo a su tamaño y funcionalidad pueden ser:

- Grandes; puertos, aeropuertos, estacionamientos, etc.
- Medianos; parada de buses, garajes, etc.
- Pequeños; estacionamientos en la calle, zonas de carga, etc.
- Informales.

1.5.2 UNIDADES TRANSPORTADORAS (MODOS DE TRANSPORTE)

Son unidades móviles en las que se desplazan las personas y las mercancías. Los modos de transporte son combinaciones de redes, vehículos y operaciones. Según los modos de transporte utilizados, el transporte se categoriza en:

- Transporte por carretera: peatones (caminata), bicicletas, automóviles y otros vehículos sin rieles.
- Transporte sobre vías férreas.
- Transporte por vías navegables: transporte marítimo y transporte fluvial.
- Transporte aéreo: aeronaves y aeropuertos.
- Transporte combinado: se utilizan varios modos de transporte y la mercancía se transborda de vehículo a otro. Este modo de transporte se ha desarrollado dando lugar al transporte intermodal o transporte multimodal.
- Transporte vertical: ascensores y montacargas.
- Transporte por tuberías: oleoductos y gasoductos, en los que se impulsan fluidos a través de tuberías mediante estaciones de bombeo o de compresión.

Asimismo, puede distinguirse entre transporte público y transporte privado dependiendo de la propiedad de los medios de transporte utilizados. También puede ser interesante la distinción entre el transporte de mercancías y el transporte de pasajeros.

1.5.3 CONEXIONES Y MEDIOS DE TRANSPORTE

Son aquellas partes o elementos fijos, que conectan las terminales, sobre los cuales se desplazan las unidades transportadas. Estas pueden ser de dos tipos:

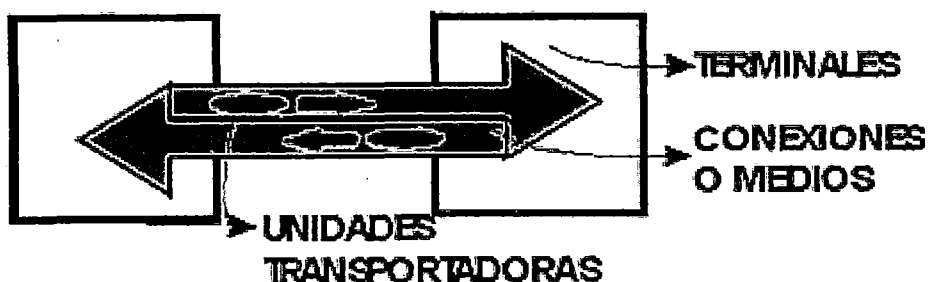


Figura N° 2: Infraestructura del transporte

- Conexiones físicas: como carreteras, calles, rieles, ductos, etc.
- Conexiones navegables: como mares, ríos, aire, espacio, etc.

1.6 MODOS DE TRANSPORTE

Como se mencionó anteriormente entre los modos de transporte privado (autos, taxis, colectivos, bicicleta, caminata) y los modos de transporte público (buses y ferroviarios), en este ítem hacemos descripción de estos últimos, que en las últimas décadas debido al avance tecnológico han aparecido una variedad.

1.6.1 BUSES

1.6.1.1 TROLEBUSES

El trolebús, también conocido como trolley o trole, es un autobús eléctrico alimentado por una catenaria de dos cables superiores desde donde toma la energía eléctrica mediante dos astas. El trolebús no hace uso de vías especiales o rieles en la calzada, por lo que es un sistema más flexible.



Figura N° 3: Trolebús de Quito, Ecuador.

1.6.1.2 BRT

El sistema de autobús expreso o autobús de tránsito rápido (Bus Rapid Transit en inglés, BRT) es un término dado a una amplia variedad de soluciones de basada en autobuses. El propósito es brindar infraestructura vial que permita alcanzar una alta capacidad de pasajeros y un servicio de bus de alta calidad con respecto al servicio tradicional de bus urbano.

La primera referencia sobre este sistema la tenemos en Lima, con la construcción de los carriles (un carril por sentido) para transporte público en la parte central de la Vía Expresa. Las rutas de transporte hacían parte de su recorrido en los carriles segregados, al salir de la Vía Expresa los buses interactuaban con el tránsito de las demás vías por las que circulaban.

Luego en Curitiba (Brasil) se copia el modelo realizándose mejoras: Todo el recorrido principal de los buses se realiza en vías segregadas, se implementan alimentadoras y la operación está a cargo de una empresa, eliminando la competencia entre los buses.

Posteriormente en Bogotá se complementa el sistema agregándole a la vía segregada un carril adicional (dos carriles por sentido), lo que permite el adelantamiento entre buses, la generación de otros servicios: Regular (con parada en todas las estaciones), el Semi-Expreso (con parada en estaciones específicas) y el Expreso (con parada solo en estaciones finales y una intermedia). Esta mejora incremento la capacidad del sistema, sin embargo también hace mayor uso del espacio de las vías (4 carriles para el sistema BRT).

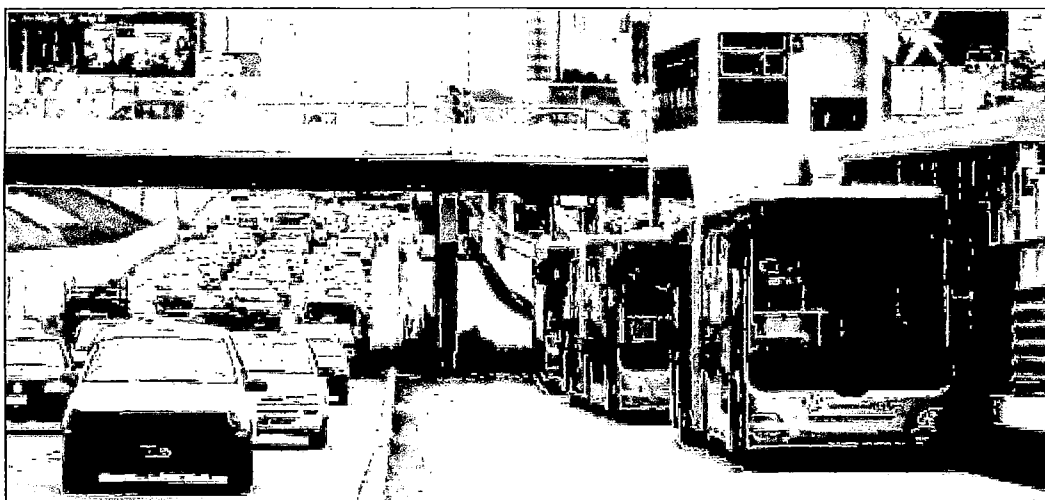


Figura N° 4: El Metropolitano, Lima.

1.6.2 FERROVIARIO

1.6.2.1 TRANVÍA

Un tranvía (del inglés tramway), también llamado "tram", es un medio de transporte de pasajeros que circula por la superficie en áreas urbanas, en las

propias calles, sin separación del resto de la vía ni senda o sector reservado. En algunos casos la vía férrea del tranvía puede transitar por vías públicas exclusivas y hasta cubrirse de hierba, integrándola aún más al paisaje urbano.



Figura N° 5: Tranvía del Este, Argentina

1.6.2.2 METRO O TREN LIGERO (LRT)

El término Tren ligero, procedente del inglés Light Rail Transit (LRT), describe las transformaciones que se estaban llevando a cabo en los Estados Unidos y Europa en materia tranviaria.

Se adoptó el término LRT para todos los sistemas modernos de tranvía, mientras a los tradicionales se los siguen llamando tranvía, tram, o streetcar.

El Metro ligero, así como el Tren ligero, se diferencia de un tranvía por las características de la infraestructura. Son de mayor capacidad y velocidad que sistemas tranviarios que circulan por la vía pública.

El metro ligero discurre por debajo en túneles o en la superficie donde incluye segmentos parcial o totalmente segregado del tránsito vehicular, con carriles reservados, vías apartadas y en algunos casos por túneles en el centro de la ciudad construidos para las normas de tránsito rápido. El sistema de transporte ferroviario de pasajeros del tren ligero es de capacidad media a escala regional y metropolitana, por lo general de menor capacidad que el transporte por tren y metro. El tren ligero permite la conexión entre zonas peatonales en núcleos urbanos y zonas rurales, creando además nuevos potenciales de desarrollo.

1.6.2.3 METRO

Se denomina metro (de ferrocarril metropolitano) o subterráneo (de ferrocarril subterráneo) a los «sistemas ferroviarios de transporte masivo de pasajeros» que operan en las grandes ciudades para unir diversas zonas de su término municipal y sus alrededores más próximos, con alta capacidad y frecuencia, y separados de otros sistemas de transporte. Las redes de metro se construyen frecuentemente soterradas (Madrid), Superficial (México) aunque a veces se disponen elevadas (Chicago) e incluso, en zonas normalmente alejadas del centro o de expansión urbana reciente, a nivel de calle pero con plataforma reservada (condición necesaria para ser considerado metro).



Figura N° 6: Tren Eléctrico, Lima

Estos sistemas operan sobre distintas líneas que componen una red, deteniéndose en estaciones no muy distanciadas entre sí y ubicadas a intervalos generalmente regulares. El servicio es prestado por varias unidades de vagones eléctricos que circulan en una formación sobre rieles. Normalmente se integran con otros medios de transporte públicos y, a menudo, son operados por las mismas autoridades de transporte público.

El metro es un sistema de transporte más rápido y con mayor capacidad que el tranvía o el tren ligero, pero no es tan rápido ni cubre distancias de largo alcance como el tren suburbano o de cercanías. Es indiscutible su capacidad para

transportar grandes cantidades de personas en distancias cortas con rapidez, con un uso mínimo del suelo.

1.6.3 COMPARACION

En base a información de diversas fuentes se elaboró el siguiente cuadro comparativo de las características de los modos de transporte descritos anteriormente:

Cuadro N° 1: Comparación de modos de transporte público
(Fuente: Elaboración propia)

Característica	Buses		Ferroviario		
	Trolebús	BRT	Tranvía	Tren Ligero	Metro
Vehículo					
Alimentación	Eléctrica aérea	Gas/Diesel	Eléctrica (aérea o tercer riel)		
Tipo	Bus Articulado		1-2 coches	2-4 coches	3-10 coches
Vida Útil	7 a 10 años		30 - 50 años		
Vía					
Carriles por sentido	1	1 a 2	1	1	1
Tipo	Segregado / semaforizado		compartido/segregado/ semaforizado		Segregado
Velocidad comercial	asfalto/concreto		15 a 30Km/h		30 a 40Km/h
Material	asfalto/concreto		vía férrea		
Vida Útil	7 a 10 año		30 - 50 años		
Capacidad (pasajeros)					
Del vehículo	150		100-180	110-500	600-2,000
Por sentido (hora)	4,000-10,000	10,000-35,000	4,000-15,000	6,000-40,000	20,000-80,000
Uso de Espacio Vial (m) *					
En el trayecto	8	8 a 14	8	8	0 a 10
En estaciones	12	12 a 20	12	12	4 a 18
Espacio entre estaciones	300 a 500		500 a 1,000		700-2,000
Costos en Millones de dólares (Mils US\$)					
Ejecución (Km)	3 a 5	5 a 12	8 a 10	10 a 15	30 - 120 **
Operación y mantenimiento (30 años)	1,000	1,250	500	600	850

* En uso del caso del metro el uso de espacio vial en el recorrido es cero para el caso de subterráneo. Para el subterráneo también, en zona de estaciones el espacio usado es el correspondiente a las escaleras de acceso. En el caso de metro elevado el espacio usado es de 18m. El uso de espacio en los BRT varía en función a la cantidad de carriles usados.

** En el cuanto a costos, el metro en superficie ronda los 30 Mlls US\$, en elevado 50 Mlls US\$, en trinchera cubierta (soterrado) 65 Mlls US\$ y en subterráneo de 80 a 120 Mlls US\$, estos costos incluyen material rodante. En el caso de los BRT el rango está en función a la cantidad de carriles segregados.

El criterio fundamental para elegir el modo de transporte para una ruta determinada es la capacidad (=N° de vehículos por hora x por capacidad de un vehículo), como vimos en el cuadro N° 1, el metro es el que cuenta con mayor capacidad y mayor velocidad en comparación con los otros modos.

Donde el BRT 2x1 se refiere corredores de un carril por sentido y BRT 2x2 son de 2 carriles por sentido, lo que incrementa su capacidad respecto al primero.

La velocidad está influenciada por el tipo de carril y el espaciamiento de estaciones. Los buses, tranvías y algunos LRT tienen carriles segregados pero con intersecciones a nivel semaforizadas, así mismo la distancia entre estaciones es menor lo que afecta su velocidad y tiempo de recorrido. En el caso de los metros, son viaductos separados del tráfico y tiene distancias mayores entre estaciones, lo que favorece el desarrollo de velocidades.

Otro aspecto es el uso del espacio vial, para alcanzar mayores capacidades un BRT debería usar 4 carriles y en zonas de estaciones llega a ocupar hasta 20m, lo que cubriría toda una sección de una calle. En cambio un metro en subterráneo no interfiere con el tránsito en superficie.

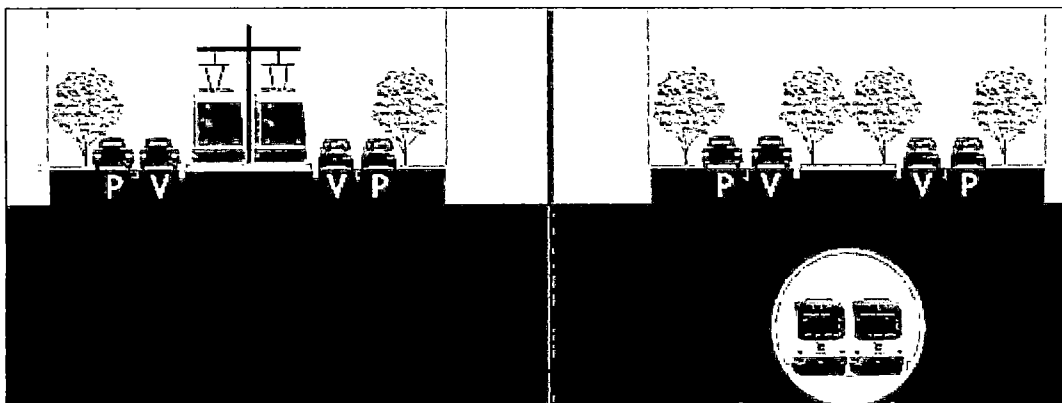


Figura N° 7: Uso de espacio vial

La del cuadro anterior se desprende que los modos ferroviarios tienen mayores bondades en cuanto a vida útil y capacidad. Si bien su costo de implementación inicial es elevado, a largo plazo (30 años) es menor al de un sistema de buses.

También existen otras consideraciones de seguridad y medio ambiente que abogan a favor de los sistemas ferroviarios al presentar menor cantidad de accidentes, no ser contaminantes y fuentes de energía renovables (electricidad).

Todas estas consideraciones deben tomarse en cuenta, antes de elegir un modo de transporte como solución para un caso determinado.

1.7 ORGANIZACION DEL TRANSPORTE PÚBLICO

1.7.1 OBJETIVOS

Un sistema de transporte público debe operar de manera organizada para lograr condiciones de eficiencia del servicio y calidad para los usuarios. Se presentan a continuación una serie de objetivos que deben ser aplicados con carácter general para optimizar una red de transporte urbano. Desde el punto de vista del planteamiento estratégico los objetivos básicos son:

- **Racionalizar la oferta en un enfoque global del sistema de transportes:** Este objetivo pretende garantizar el funcionamiento integrado y coordinado del conjunto de los modos de transporte (Metro, BRT, resto de rutas), evitando concurrencias innecesarias entre los mismos, en la medida que significan duplicidad de recursos.

Los criterios aplicables a este objetivo son los siguientes:

- Garantizar la coordinación e integración entre redes, facilitando las conexiones entre ellas.
- Suprimir duplicidades no justificadas entre los sistemas de transporte masivo y el resto de rutas.
- Suprimir situaciones de competencia entre las diferentes rutas, modificando itinerarios o suprimiendo algunas de ellas.

- Potenciar ejes transversales de conectividad interna, reduciendo las necesidades actuales de transbordo.
 - Corregir trazados con disfuncionalidades o con funciones no claramente definidas.
 - Suprimir posibles rutas con demanda diaria muy reducida, cuando exista un servicio alternativo.
 - Aumentar la capacidad de los puntos de intercambio (cuando existan), modificando el itinerario de las rutas.
 - Diversificar destinos centrales, evitando la excesiva acumulación de líneas en puntos concretos, facilitando nuevas posibilidades, en especial a núcleos periféricos.
- **Mejorar y equilibrar territorialmente las condiciones de accesibilidad al transporte público:** Este objetivo trata de armonizar las condiciones de accesibilidad al transporte colectivo de los distintos segmentos de población, tanto desde el punto de vista geográfico como socioeconómico. Los criterios aplicables a este objetivo son:
 - Facilitar para cualquier punto una opción de transporte colectivo sin superar una cierta distancia (por ejemplo de 500 metros)
 - Disponer de una ruta con intervalo en hora punta no superior a 20 minutos, en cualquier punto.
 - Dotar a cada zona de, al menos, una ruta que permita la conexión con el sistema de transporte masivo.
 - En su caso, suprimir situaciones de inaccesibilidad.
 - Asegurar accesibilidad a equipamientos de atención primaria.
 - Alcanzar índices de accesibilidad comparables para zonas de características sociales, demográficas y urbanísticas similares.
 - **Mejorar la calidad del servicio:** Este objetivo, aunque va implícito en los anteriores puntos, pone de manifiesto la acepción que este concepto tiene desde el punto de vista del usuario. Los criterios son los siguientes:

- Reducir tiempos de acceso al sistema de transporte público.
- Adecuar la distancia mínima entre paradas.
- Reducir los índices de ocupación en hora punta.

1.7.2 JERARQUÍA DE LOS MODOS DE TRANSPORTE PUBLICO

De los visto en el ítem 1.6.3., se desprende que el metro cuenta con mayor capacidad de transporte de pasajeros (80,000 pasajeros/hora/sentido), siguiendo el LRT y el BRT (hasta 40,000 pasajeros/hora/sentido).

Los sistemas de transporte se deben organizar desde los modos de mayor capacidad (metro) hacia los modos de menor capacidad (LRT, BRT, buses, etc.), donde los primeros sirven en los ejes principales de mayor demanda, estructurando la ciudad y los modos de menor capacidad alimentan y distribuyen los viajes desde y hacia los modos de mayor demanda.

Para este ítem consideraremos los modos que operan en la ciudad (BRT, buses alimentadores y regulares) y los que están proyectados operar (metro).

1.7.3 RELACIÓN ENTRE SISTEMAS DE TRANSPORTE

A continuación se describen 3 posibles niveles de organización del metro con el transporte público (sistema de buses regulares, buses alimentadores y buses troncales) y como debería interaccionar para una operación ordenada.

1.7.3.1 EL METRO Y EL SISTEMA DE BUSES REGULARES

El sistema de buses regulares opera de acuerdo a la demanda de los pasajeros en vías troncales, colectoras y locales. Cuando opere el Metro, se requerirá crear un sistema de transporte comprensivo efectivo, para mitigar la congestión del tránsito y para asegurar buenos aspectos ambientales.

a) Las rutas de buses regulares, que operarán en la misma vía que la ruta ferroviaria, serán reubicadas a otras vías.

b) Las rutas de buses regulares deben estar conectadas con la estación ferroviaria para asegurar el sistema de transporte comprensivo efectivo.

c) Es necesario introducir el Sistema de Tarifas Integradas entre el sistema ferroviario y los buses regulares en las estaciones y terminales ferroviarias para asegurar la transferencia fluida entre los dos sistemas.

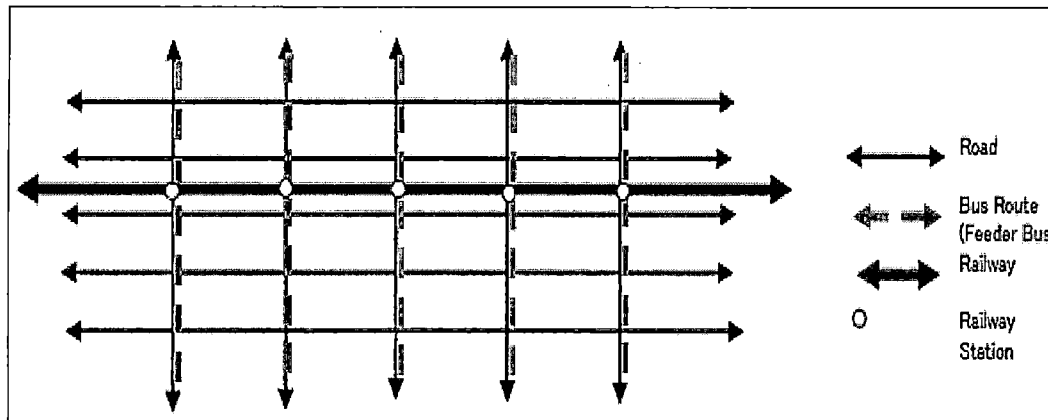


Figura N° 8: Relación entre el Sistema Metro y el Sistema de Buses

1.7.3.2 EL METRO Y EL SISTEMA DE BUSES ALIMENTADORES

- El bus alimentador debe estar conectado con cada estación terminal ferroviaria para poder considerar la accesibilidad de los pasajeros.
- Las rutas de los buses alimentadores deben estar cubiertas con áreas de estaciones y terminales ferroviarias a su alrededor.
- El bus alimentador debe mantenerse como un sistema de transporte de apoyo del transporte ferroviario.

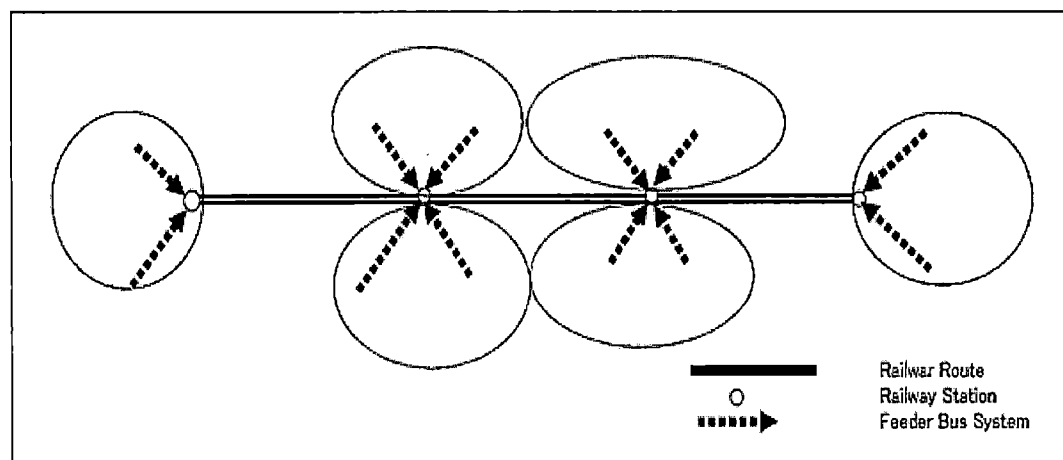


Figura N° 9: Relación entre el Sistema Metro y el Bus Alimentador

d) Es necesario introducir el Sistema de Tarifas Integradas entre el Metro y los buses alimentadores en las estaciones y terminales ferroviarias para asegurar una transferencia fluida entre los dos sistemas.

1.7.3.3 EL METRO Y EL SISTEMA DE BUSES TRONCALES

- a) Las rutas de buses troncales no deben estar en paralelo a las del metro.
- b) 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.

1.7.4 ESTACIONES DE TRANSFERENCIA

Definido como operaria la red, que atienda la demanda de la ciudad mediante transporte masivo (metro) y sistemas alimentadores buses, la integración requiere de puntos de transbordo, entre el sistema de buses y el sistema metro.

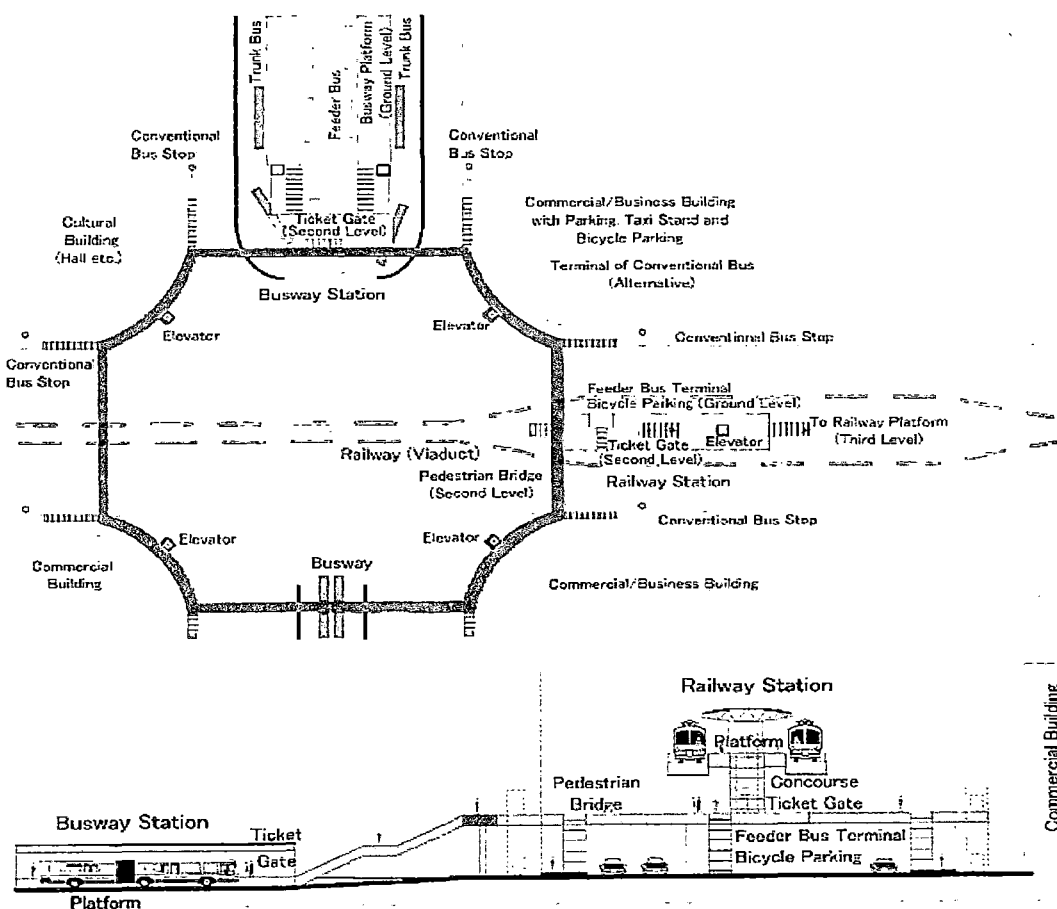


Figura N° 10: Esquema de conexión entre estación de Metro y de bus

La figura muestra la relación entre las estaciones de Metro y los paraderos de buses para crear una red integrada de transporte, la estación debe estar equipada con boleterías, una oficina de boletos y un bulevar en el segundo nivel para la separación a desnivel de pasajeros y vehículos.

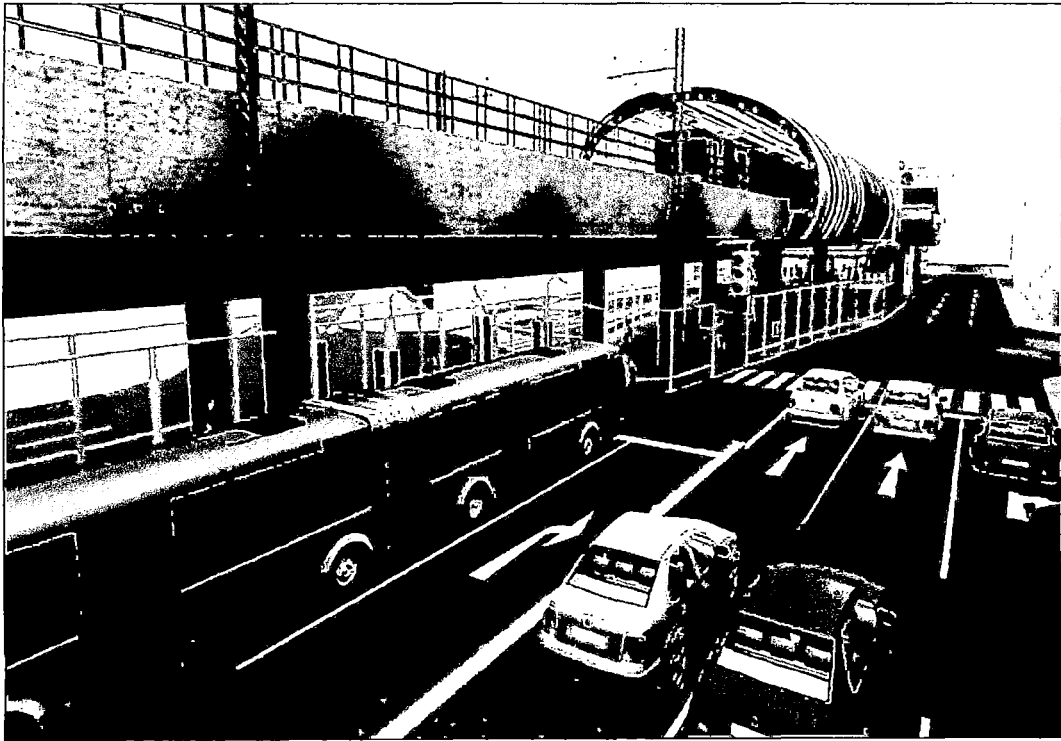


Figura N° 11: Vista de Estación de Transferencia Grau

Las estaciones de buses y metro requieren para su diseño de ciertas consideraciones técnicas, tanto en diseño vial (para los requerimientos de los vehículos que transitan por ella) como en diseño de espacios, en función a la demanda esperada (para requerimientos de los pasajeros).

Estas consideraciones para el diseño del sistema metro y de buses, se ven en los anexos de la presente tesis.

CAPITULO II: MODELACION DE TRANSPORTE URBANO

2.1 MODELACIÓN

2.1.1 MODELOS

Los modelos buscan describir el comportamiento de la naturaleza, es decir, hallar leyes que ligen los diversos fenómenos que la conforman.

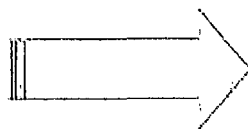
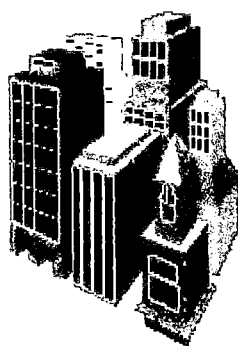
Los modelos son instrumentos que permiten predecir el comportamiento de ciertas variables, para apoyar las labores de planificación. No se necesita representar la realidad en todos sus detalles para decidir un curso de acción. Es preferible ignorar los aspectos que no son relevantes para el análisis.

Alimentados con información de la realidad, los modelos pueden predecir cómo se comportara el sistema de transporte analizado, bajo distintas hipótesis de implementación del proyecto.

2.1.2 CLASES DE MODELOS

2.1.2.1 MODELOS FÍSICOS

Son adecuados para tratar ciertos problemas físicos, pero están claramente limitados al aspecto de diseño. Por ejemplo maquetas de arquitectura.



MODELO-FISICO

VALIDACION = ESCALA 1/20..

REALIDAD

Figura N° 12: Modelo fisico

2.1.2.2 MODELOS ABSTRACTOS

En estos casos, la situación real se representa por símbolos, de este modo son más útiles para el planificador, ya que trasladan su atención desde los aspectos tridimensionales del diseño a la representación de relaciones funcionales y a los procesos básicos de cambio en los sistemas analizados.

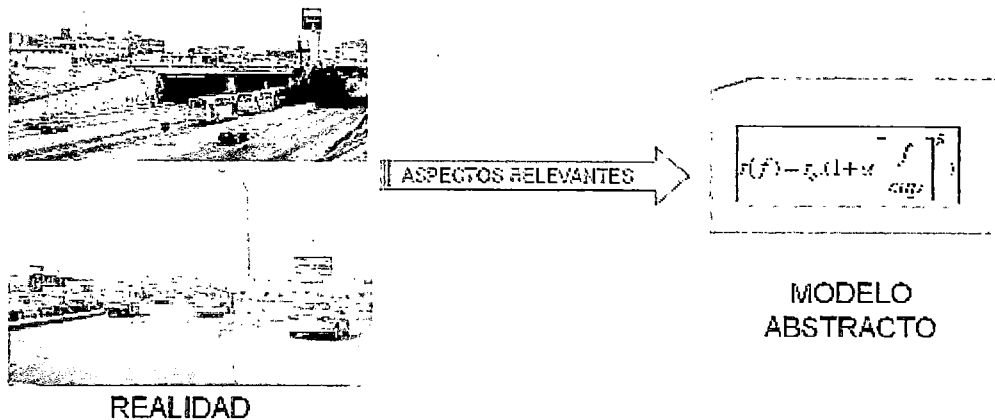


Figura N° 13: Modelo abstracto

En transporte, los fenómenos que interesan estudiar son por ejemplo: número de viajes producidos y atraídos por zona, probabilidad de usar un modo de transporte, etc. Para explicar estos fenómenos se recurre a variables como: características socioeconómicas, niveles de servicio de los modos de transporte, etc. Sin embargo, los modelos de transporte son usados no sólo para explicar los fenómenos mencionados sino también para predecir comportamientos futuros.

El objetivo del modelo es explicar de la mejor manera posible un fenómeno en un momento dado, y se recurre variables que ayuden a este propósito. Si el objetivo del modelo es predecir el comportamiento futuro del fenómeno a explicar, entonces se debe privilegiar la inclusión de variables explicativas cuya evolución en el tiempo se pueda determinar razonablemente. Buena parte del arte de modelar radica en la habilidad con que se resuelve este conflicto de objetivos.

2.1.3 FORMULACIÓN DEL MODELO

Requiere la definición de un fenómeno (una variable) que necesita ser explicado y por otra parte, la definición de un conjunto de variables explicativas que determinan las características del fenómeno que interesa analizar.

- Propósito con que está construyendo el modelo.
- Variables que se debieran incluir especificando cuales son controlables por el modelador.
- Nivel de agregación que debiera utilizar.
- Tratamiento del tiempo.
- Teoría que se está representando en el modelo.
- Técnicas estadísticas y matemáticas disponibles para construir el modelo.
- Métodos para calibrar y probar (validar el modelo).

2.1.4 ENFOQUE DE MODELACIÓN

El enfoque de modelación que se adopte tiene mucho impacto, como veremos:

- a) El contexto en que se toman las decisiones:** involucra la adopción de una perspectiva particular y selección de un ámbito o nivel de cobertura del sistema de interés.
- b) Perspectiva.** La elección define el tipo de decisiones para ser considerada (estratégicas, tácticas u operacionales).
- c) Ámbito.** La selección determina el nivel de análisis; ¿es solo transporte público? ¿Cuántas opciones deben ser consideradas para satisfacer a distintos grupos de interés?
- d) Precisión o nivel de exactitud:** puede ser crucial para diferenciar entre un buen proyecto y uno no tan bueno, particularmente cuando la decisión no es obvia, hay que tener mucho cuidado el aplicar el “**sentido común**”.
- e) Disponibilidad de información:** incluye el problema de estabilidad temporal de los datos y las dificultades asociadas a predecir sus valores a futuro. En muchos casos, la disponibilidad de información es el factor clave para decidir el enfoque de modelación.
- f) Recursos disponibles para el estudio:**
 - Financiamiento: datos, instalaciones computacionales, software y personal calificado o entrenado en tareas de modelación.
 - Tiempos disponibles para efectuar el estudio.
 - Nivel de comunicación con quienes deben tomar decisiones.
- g) Duración del estudio:** Cuanto tiempo dura la recolección de datos, presupuesto adecuado.

- h) Horizonte de predicción:** definición de año base, ¿hay tiempo disponible para eso? La predicción en modelos estratégicos es de 20 años, tener en cuenta en el plan que debe ser flexible y de capacidad de adaptación.
- i) Límite del área de estudio:** Debe tenerse en cuenta el área real de influencia y de interés (no necesariamente la división política), debe diferenciarse al área de interés con el área de detalle, tener en cuenta que en 20 años se espera que el área de estudio se desarrolle.
- j) Recursos:** Se necesita conocer cuánto personal estará disponible para el estudio, facilidades computacionales, software, etc.

2.1.5 TIPOS DE MODELOS EN TRANSPORTE Y SU APLICACIÓN

2.1.5.1 MODELOS ESTRATÉGICOS:

Este nivel es de manejo de políticas y se trabaja con un nivel agregado de análisis y están orientados a ser implementados en largo plazo, por ejemplo:

- Integración uso de suelos – planeamiento sistemas de transportes.
- Aplicación de medidas en oferta o demanda para aliviar la congestión, por ejemplo: Introducción de carriles, mejoras en transporte público, etc.
- Conceptos de corredores y servicios.
- Planeamiento de infraestructura y de equipamiento

2.1.5.2 MODELOS TÁCTICOS

El planeamiento a nivel táctico se trabaja dentro de estructura del plan estratégico. En este nivel los análisis relativos son más detallados, como en los siguientes casos:

- Diseños de corredores de transporte público, de rutas de sistemas de transporte masivos tipo BRT, trenes ligeros o sistemas metro.
- Esquemas de gestión de tráfico basados en precios e innovaciones tecnológicas
- Planeamiento y programación de rutas.
- Tarifación vial.

2.1.5.3 MODELACIÓN OPERATIVA

El planeamiento a nivel operativo se trabaja con viajes, vehículos y sistemas de control, cubre las actividades que son llevados a cabo durante varias veces dentro de un día, como por ejemplo:

- Sistemas avanzados de control y gestión de tráfico.
- Asignación detallada dentro de un día.
- Conteo de pasajeros
- Control de vehículo (programación)

2.2 COMPONENTES DEL MODELO DE TRANSPORTE

2.2.1 ÁREA DE ESTUDIO

Antes de realizar una investigación, se debe definir un área de estudio. En general el límite asociado a algún centro urbano se le conoce como "cordón externo". El área de estudio se divide, mediante cordones internos, con el fin de agrupar los datos de modo de hacerlos comprensibles, posibles de analizar y adecuados para la asignación de viajes.

- Zona externa:** Es aquella región que se encuentra fuera de un cordón externo que enmarca una zona representativa de la ciudad.
- Zona interna:** Es decir, zonas dentro del cordón externo, estas son, aquellas subdivididas en zonas de área central y fuera de ella.

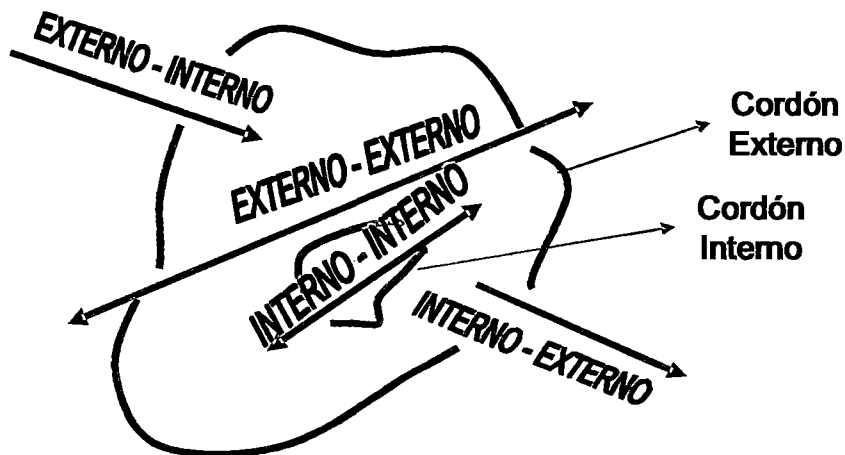


Figura Nº 14: Esquema del área de estudio

La primera especificación necesaria para construir modelo de demanda, es definir el contexto espacial de su aplicación. En términos generales se puede decir que el área de estudio debería cubrir todos los lugares, donde se producen o se atraen los viajes que utilizan el sistema de transporte que se desea analizar.

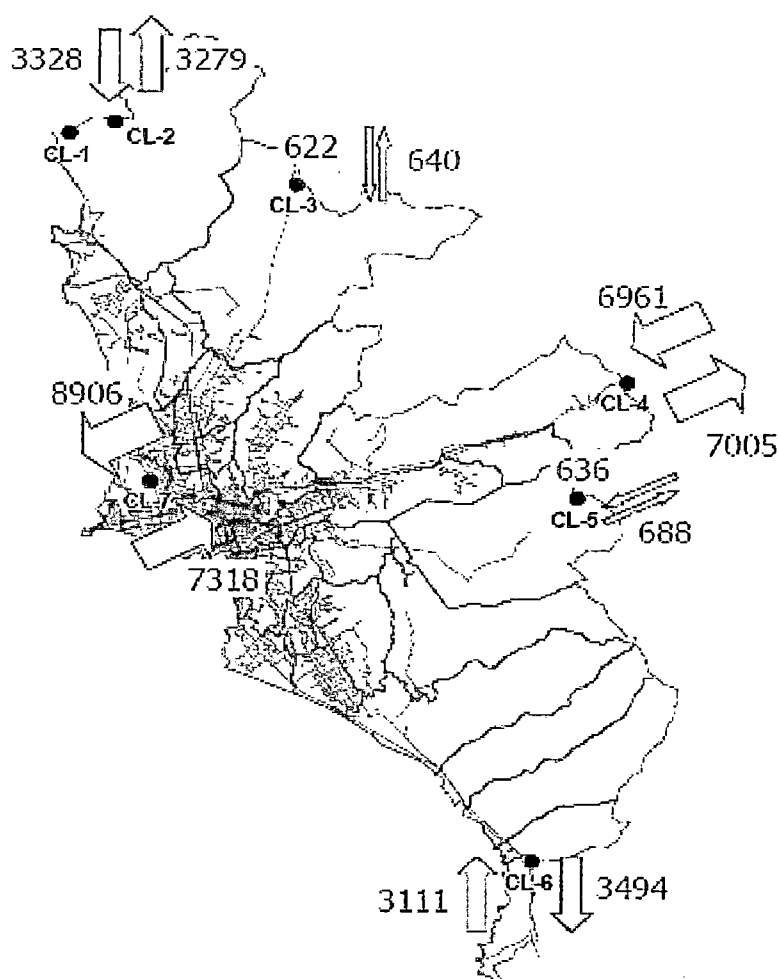


Figura N° 15: Cordón externo del área Metropolitana de Lima

Aunque en transporte urbano el área de estudio está normalmente asociada con los límites de la ciudad, muchas veces es necesario considerar las influencias externas (por ejemplo, transporte interurbano de pasajeros y de carga).

El modelo explica (o trata de explicar) la operación del sistema de transporte dentro del área de estudio, cuyo perímetro físico está definido por un cordón externo y las influencias externas deben ser tratadas como datos exógenos del problema, que el modelo debe considerar, pero que no puede explicar.

2.2.2 ZONIFICACIÓN

Definido el contexto espacial, el área de estudio se divide en zonas más pequeñas, que constituirán en adelante la unidad básica del análisis de

transporte. El sistema de zonas se utiliza para congregar los hogares individuales, oficinas y otros lugares de trabajo o servicios, en grupos manejables desde el punto de vista de modelación.

La primera característica deseable de las zonas es su homogeneidad en usos de suelos y características socioeconómicas de la población, dado que éstas son dos variables fundamentales para explicar demanda de viajes.

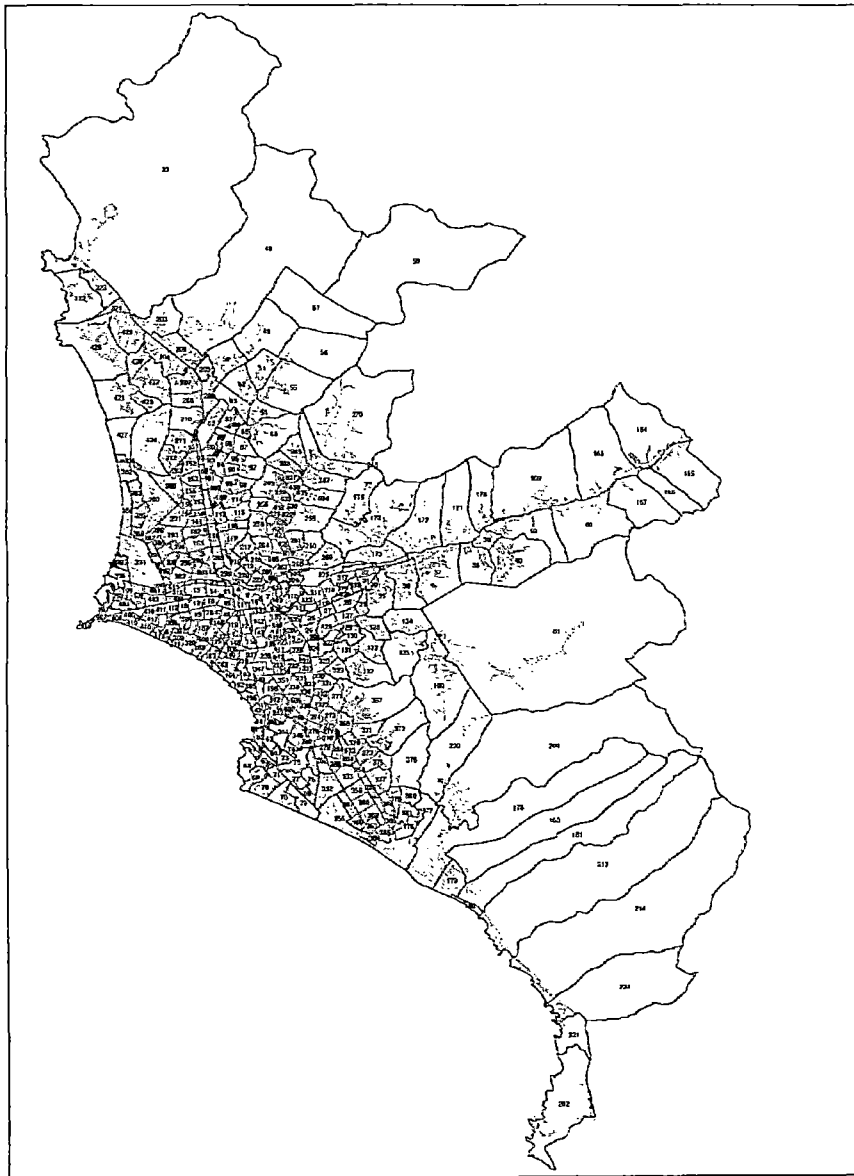


Figura Nº 16: Zonificación de Lima Metropolitana

La definición geográfica de las zonas debe respetar las divisiones administrativas y políticas de la ciudad y las divisiones geográficas del Censo de Población que se realizan periódicamente. De esta manera será posible obtener con facilidad datos básicos para el análisis de transporte, tales como el número de hogares por zona estratificados por ingreso, posesión de automóvil, tamaño familiar, etc. Además, en torno al Censo de Población suelen desarrollarse estudios de proyección de sus datos, información también útil para el análisis de transporte.

La delimitación de zonas de tránsito debe evitar en lo posible que una vía principal forme parte de uno de sus límites, esto debido a la dificultad posterior de asignarles viaje, es recomendable que una vía principal este contenida en una zona de tránsito. Si esta vialidad es un límite Distrital y se cumple las características de los criterios de zonificación, esto significa que ambas municipalidades o parte de ellas tienen comportamientos similares y se deben desagregar, o sea que habría distrito sector A, etc.

El número de zonas es otra definición delicada. A mayor número de zonas, el análisis de transporte es más preciso y detallado, pero también son mayores los requerimientos de información del modelo. Por otro lado, un número demasiado pequeño de zonas podría conducir a análisis demasiado agregados, reñidos con los objetivos de un estudio de transporte. Por ejemplo, un número demasiado reducido de zonas resultará en áreas zonales muy grandes (difícilmente homogéneas) lo que a su vez redundará en un gran número de viajes intrazonales; dado que la unidad de análisis básico es la zona, los modelos de asignación no pueden tratar tales viajes, y el análisis completo pierde credibilidad.

La cantidad de zonas ideal es cada hogar, pero es poco práctico, luego sería cada manzana lo que sería más razonable pero aún requiere muchos datos. Entonces, el criterio que se usa en modelación es el espacio que una persona puede caminar, que es de 5 cuadras o 500 metros a la redonda, lo que sería el mínimo tamaño de una zonificación.

Es recomendable que la zonificación distinga adecuadamente zonas singulares de la ciudad, que no poseen un comportamiento de viajes similar al de zonas residenciales, comerciales o industriales. Según la experiencia en el desarrollo

de diversos estudios de transporte, es aconsejable identificar como una zona independiente a las siguientes singularidades:

- Estaciones de sistemas masivos de transporte público.
- Cuarteles Militares.
- Cerros.
- Sectores de estadio.
- Universidades relevantes.
- Grandes centros comerciales.
- Grandes hospitales.
- Cementerio y otros sectores que el analista estime pertinente.

La ventaja de ello radica en que las zonas resultantes son homogéneas en términos de uso de suelos y en viajes generados y atraídos. Su tratamiento no es diferente al de otras zonas, con la salvedad de que en éstas no es necesario que existan hogares, y para estimar la cantidad de viajes en muchos casos se requerirá de estudios específicos de producción – atracción de viajes.

Zonificación y tipo de modelación

Un modelo de transporte es una importante herramienta de planeación, que es requerida por los tomadores de decisiones para tener respuestas sobre determinados proyectos o también por algún inversionista privado para tener una primera aproximación o identificar oportunidades.

Por otro lado, los modelos de transporte no están muy actualizados y si lo están tardan días en dar una respuesta a los tomadores de decisiones, en ese sentido se debe pensar en elaborar dos tipos de modelos de transportes, a saber:

- Modelo estratégicos de respuesta rápida, que tendría alrededor de 500 zonas de tránsito.
- Modelo táctico-operativo, que sería un modelo más detallado que tendría entre 1200 a 1500 zonas de tránsito.
- Ambos tendrían la misma red vial y de rutas transportes y solo se modifica los conectores centroides para dar una conectividad razonable.
- Las matrices de viajes deben ser compatibles totalmente en forma agregada o desagregada.

2.2.3 RED VIAL

Para efectos del modelo de transporte la red vial básica, está representada por:

Nodos: es el conjunto de puntos que representa las intersecciones de calles y los centroides de las zonas (localización del origen y destino de los viajes).

Arcos: es el conjunto de líneas que representa las calles de la ciudad.

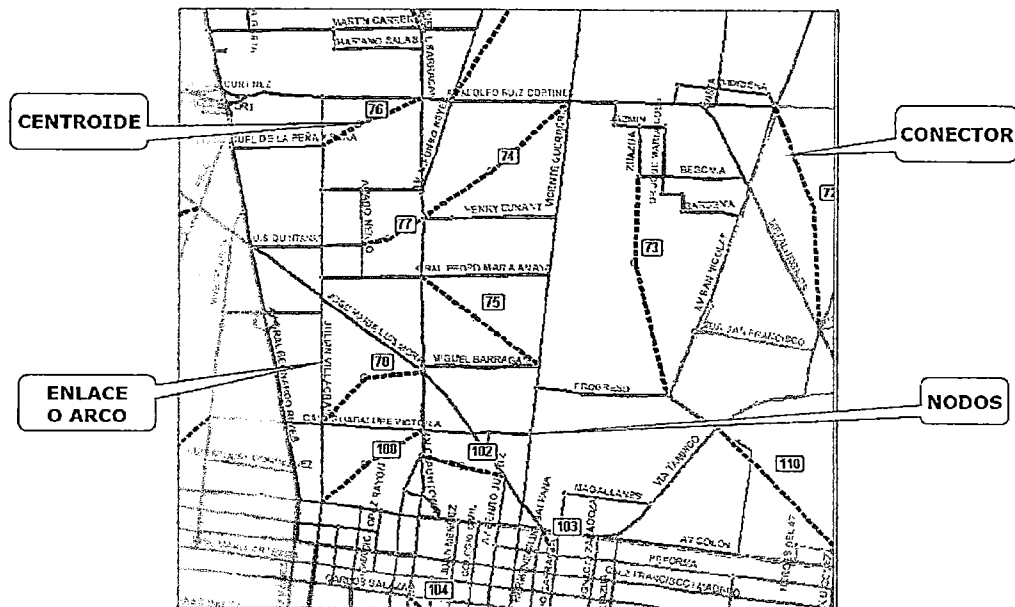


Figura N° 17: Componentes de la Red Vial

La definición de los arcos y nodos debe guardar un equilibrio entre la simplificación de la red y su representatividad real, se recomienda tener en cuenta lo siguiente:

- La red vial no debe ser tan desagregada que puede ser muy real pero puede causar fuertes dificultades al momento de calibrar el modelo.
- La red no puede ser tan agregada que ya no representa la realidad y de forma similar causa dificultades al momento de calibrar.
- La conectividad debe ser una simplificación razonable de la red vial real y debe resaltar aspectos importantes.
- Se debe tener en cuenta la funcionalidad de la red vial a representar y si existe alguna diferenciación importante a considerar, esta debe

realizarse en redes paralelas (por ejemplo. Carriles centrales rápidas y vías auxiliares, etc.).

El Cuadro N° 2 muestra una clasificación sugerida, basado en los diferentes estudios realizados en la ciudad.

Cuadro N° 2: Clasificación Vial
 (Fuente: Elaboración propia)

Arcos	Tipo	Descripción
Vías	Peatonal	Vías similares y puentes peatonales.
	Local	Calles, jirones y otros de rango local.
	Colectora	Avenidas secundarias.
	Arterial	Avenidas principales.
	Expresa Metropolitana Expresa Regional	Paseo de la Republica, Javier Prado. Evitamiento, Panamericana Sur y Norte.
Viaductos	BRT	Corredores segregados para rutas de BRT
	Metro y tren	Viaductos elevados, a nivel o subterranos
Conectores	Centroides	Conectan los centros de las zonas con las vías
	Transporte Masivo	Acceso o salida de Metro o BRT

2.2.4 SISTEMA DE RUTAS

Existe también una red para cada uno de los modos de transporte público, que representan los servicios ofrecidos a los usuarios sobre la red.

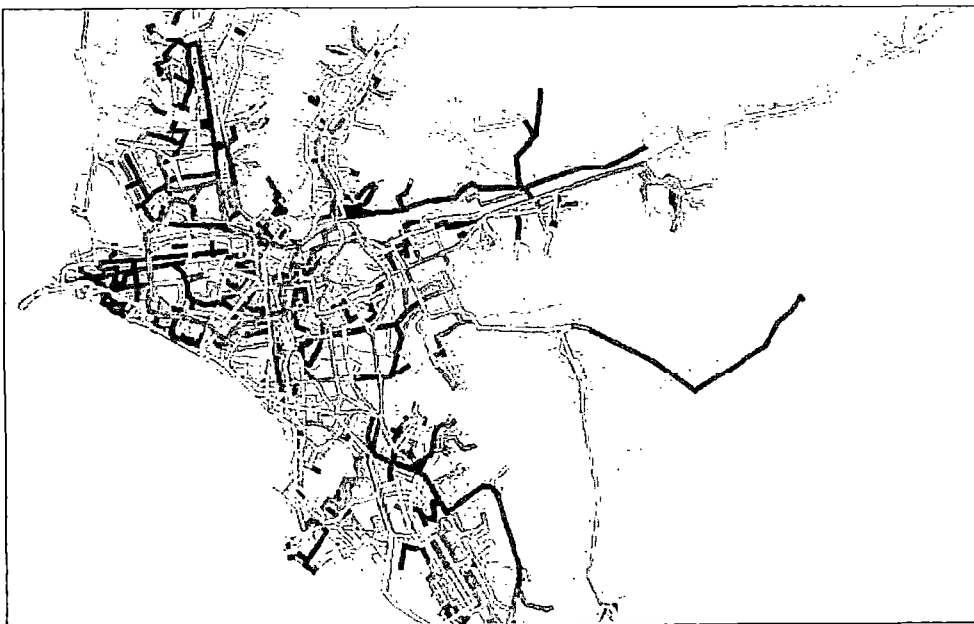


Figura N° 18: Sistema de rutas de Lima Metropolitana

2.2.5 MODOS DE TRANSPORTE

La relación de modos se muestra en el Cuadro N° 2.02 donde a los "modos original" se les conoce como sistema de transporte convencional, el "modo integrado" se obtiene a partir de cómo es su comportamiento sobre la red vial.

El modo (1) Mototaxi, es usado en viajes cortos, como aproximación a un paradero de transporte público, no tiene ruta ni intervalo determinada pues es fijada por la demanda.

El modo (2) colectivo tiene una ruta determinada pero no un intervalo determinado, depende de la demanda. Compiten directamente con las rutas de transporte público convencional, son más rápidos y más caro que el transporte público convencional, pero más barato que un servicio de taxi.

Cuadro N° 3: Modos de transporte
 (Fuente: CTLC, 2009)

Modo Integrado	Modo Original
No motorizado	Caminata
	Bicicleta
Transporte Privado	Automóvil
	Taxi (*)
Transporte publico	Mototaxi (*)(1)
	Colectivo (*)(2)
	Combi
	Microbús
	Ómnibus
Transporte Público en red independiente	BRT
	Metro y tren

Naturalmente, no siempre es necesario utilizar todos estos modos en simultáneo. De hecho, dependiendo de su importancia relativa, es aconsejable ignorar algunos de ellos para simplificar el análisis.

Existen otros modos, como el transporte escolar, que tienen una participación importante en los viajes con un propósito determinado, lamentablemente, por dificultades de modelación no es posible incluir este modo en el análisis.

Cada modo de transporte público requiere una red de rutas que se construye a partir de la descripción de los recorridos físicos y de las frecuencias de los servicios de transporte.

2.3 INFORMACION REQUERIDA POR EL MODELO

Una vez definido el tipo de modelo, debemos saber la información a recopilar en campo, las cuales se enumeran a continuación.

2.3.1 INFORMACIÓN DEL USUARIO

2.3.1.1 ENCUESTA ORIGEN-DESTINO EN HOGARES (EODH)

La principal fuente de información es una encuesta origen destino de viajes realizada en hogares (EODH). Las razones de esta proposición se resumen como sigue:

- i. La EODH permite tener una visión general de las características del sistema de transporte y de sus patrones de comportamiento. Es muy importante en ciudades donde existe escasa información histórica.
- ii. La diversidad y completitud de la información obtenida en una EODH, representan una base de datos útil para muchas tareas adicionales de análisis de transporte.

La recolección de información no es independiente del tamaño de la ciudad y del número de habitantes. La logística necesaria para abordar una encuesta de gran tamaño, amerita un tratamiento especial, para lo cual se debe desarrollar una metodología de diseño e implementación del proceso de recolección de toda la información necesaria para caracterizar el sistema de transporte urbano.

2.3.1.2 ENCUESTAS ORIGEN DESTINO INTERCEPTACIÓN (EODI)

Existe una diversidad de métodos para realizar EODI; dentro de los más conocidos son los siguientes:

- a) **Encuesta Directa:** Consiste en detener a los vehículos en la vía en ciertos puntos de control y hacerles preguntas predeterminadas acerca de su viaje (destino, origen y propósito del viaje como mínimo). El método es útil para obtener información que no es fácil de recopilar por observación directa. La encuesta directa debe ser muy corta, precisa y no sujeta a interpretaciones por parte del encuestado ni del encuestador. Su procesamiento es fácil y directo. Tiene la desventaja de que puede provocar molestias al usuario por la demora en su viaje que la encuesta significa.

- b) Encuesta a pasajeros:** Esta modalidad es aplicable a pasajeros de modos de transporte público, tales como micro, ómnibus. Consiste en abordar a una muestra aleatoria de pasajeros, ya sea a bordo del vehículo o en una instalación terminal, entrevistándolos para obtener información acerca del viaje que están realizando y acerca de sus características socioeconómicas.
- c) Método de las placas:** Consiste en ubicar observadores a la orilla de la vía, en todas las entradas y salidas del área de estudio, a fin de que anoten el número de la placa (y a veces el tiempo de pasada) de cada vehículo. Las rutas seguidas por los vehículos pueden ser posteriormente deducidas al hacer calzar los números de las placas. Esta técnica es apropiada para seguir desplazamientos de tránsito en situaciones caracterizadas por un gran número de orígenes y destinos enlazados por un sistema de calles complejo. La gran desventaja del método es que se requiere un gran esfuerzo para el análisis y procesamiento de los datos.

El método recomendado es la encuesta directa para todo tipo de vehículo y la encuesta a pasajeros en los modos de transporte público, salvo que los requerimientos del proyecto le aconsejen el uso de un método alternativo.

2.3.1.3 ENCUESTAS DE PREFERENCIA DECLARADA (EPD)

Consiste en un conjunto de metodologías que se basan en juicios declarados por los individuos acerca de sus preferencias sobre diferentes situaciones hipotéticas. De esta manera es posible estudiar el comportamiento de los individuos mediante la descripción de situaciones en determinados contextos.

Es el caso de estudios sobre alternativas de transporte (un nuevo modo de transporte o un nuevo trazado de camino), estudios sobre la valoración de atributos no medibles como la comodidad, la seguridad o el impacto ambiental, o estudios en que existe correlación inevitable entre atributos. Por lo tanto, este tipo de encuesta puede ser aplicada a la elección de: rutas, modos de transporte, destinos de viaje, localización y valoración subjetiva del impacto ambiental, etc.

2.3.2 INFORMACIÓN DE OFERTA DE TRANSPORTE

2.3.2.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA RED VIAL

La información referente a la oferta vial de transporte son las características físicas de la vialidad: longitud, ancho de calzada, número de carriles y estado del

pavimento, sentido de circulación, pasos a desnivel y giros permitidos, vías de contraflujo y las horas en que estos operan, tramos de la red en túnel.

Se debe identificar las restricciones de circulación de vías exclusivas para autos o vehículos ligeros o para ciertos tipos de camiones o carga peligrosa, así también para sistemas de vías exclusivas para transporte público (BRT o Metro).

2.3.2.2 VIALIDAD RELEVANTE DE CAMINATA

Para los sistemas de transporte público masivo (BRT y Metro), es importante identificar las longitudes de los arcos de caminata que dan acceso y salida de las estaciones de estos sistemas y si son acceso/salida por caminata, escaleras mecánicas, elevadores, etc. Igualmente se debe medir los tiempos medios de recorrido o estimar valores de velocidades razonables para su modelación. En el caso de los conectores centroide se recomienda en lo posible tengan todos estos conectores longitudes similares.

2.3.2.3 CAPACIDAD VIAL

De las características físicas del sistema, se puede estimar la capacidad en cada tramo de la red. La capacidad se define como el volumen máximo que puede pasar por una sección determinada en un periodo de tiempo determinado. La capacidad se define en términos de vehículos/hora.

2.3.2.4 INTERSECCIONES CON SEMÁFOROS

Es importante actualizar esta información y hacer una validación en campo. Los datos importantes que se debe tener son:

- Ubicación exacta de la intersección, recomendable en sistema de información geográfica.
- Los tiempos de cada ciclo semafórico.
- Si existe algún sistema de semáforos coordinados, etc.

2.3.2.5 TIEMPOS DE RECORRIDO DE VIAJE EN AUTOS Y TRANSPORTE PÚBLICO

Con el fin de obtener las velocidades de operación de la red vial y evaluar las condiciones en las que operan, se deben desarrollar mediciones de tiempos de recorrido por medio del método del vehículo flotante, el cual consiste en elegir un automóvil aleatoriamente dentro de un grupo de vehículos y seguirlo en el tramo de interés, imitando todas las actitudes del mismo, dejando pasar tantos vehículos como los que se pasen. Se toman los datos mediante el uso de un

aparato de GPS. Los recorridos se llevaran a cabo para días entre semana en los mismos períodos de modelación. El tamaño de muestra debe ser no menos de 3 mediciones por sentido, tipo de vialidad y por cada período.

Al mismo tiempo es importante realizar mediciones de tiempos de viaje en las rutas de transporte público en vías de tránsito mixto. Esta medición normalmente se realiza en conjunto con otra actividad como Subida /Bajada de pasajeros, etc.

El objetivo de hacerlo en forma conjunta es poder construir un modelo que relacione los tiempos de autos y las rutas de transporte público según tipo de vehículo y luego generalizar para el resto de la red vial de tráfico mixto.

2.3.3 SISTEMA DE RUTAS TRANSPORTE PÚBLICO

Se debe conocer el sistema de transporte y sus características operacionales generales, tales como empresas, rutas, tipo y número de vehículos e intervalos de las rutas. La conformación de las rutas define la cobertura. El tipo y número de vehículos y los intervalos definen la oferta del transporte. Es importante también contar con información de terminales y puntos de transferencia.

2.3.3.1 INVENTARIO DE RUTAS DE TRANSPORTE PÚBLICO

El inventario de todas las rutas de transporte público se debe realizar utilizando GPS para determinar el recorrido exacto de las mismas, además permitirá medir los lugares de paradas, demoras y tiempos de viaje.

2.3.3.2 ESTUDIO DE FRECUENCIA DE PASO

Se toma información de la hora de paso, ruta y tipo de vehículo. Los resultados de este estudio son validados con el estudio de aforo vehicular de transporte público, lo cual permite asegurar la calidad de la información recopilada.

2.3.4 INFORMACIÓN DE TRÁNSITO

2.3.4.1 AFOROS DE VEHÍCULOS

Los volúmenes de tránsito pueden ser entendidos como la utilización de la vialidad por la demanda de transporte, su medición se debe realizar cada 15 minutos por sentido. La información debe estar siempre clasificada por tipo de vehículo y ser lo más desagregada posible, una clasificación que puede proponerse es la siguiente:

- Motocicleta
- Automóviles de uso particular.
- Taxis (distinguiendo los formales e informales de ser posible).
- Colectivos o taxi colectivos
- Mototaxi.
- Combi (Con ruta de transporte público urbano).
- Microbús (Con ruta de transporte público urbano).
- Ómnibus Convencional (Con ruta de transporte público urbano).
- Ómnibus Articulado (Con ruta de transporte público urbano).
- Combi/Microbus (Servicio Escolar u otro servicio).
- Ómnibus (Servicio Escolar u otro servicio incluye interprovincial).
- Camiones Pequeños de 2 ejes (Capacidad de carga hasta 3.5T.)
- Camiones Grandes de 2 a más ejes (Capacidad de carga más de 3.5 T.)

Esta desagregación de los aforos vehiculares permitirá abordar muchos tipos de proyectos, tanto en sistemas de transporte público o sistemas de transporte privado. Algunos aspectos a considerarse:

- En algunos lugares existe una fuerte presencia de vehículos de mototaxi y cumplen una función por lo que siempre se debe considerar.
- La presencia de vehículos de transporte escolar es importante en las horas de entrada/salida de los estudiantes y se debe diferenciar estos tipos de vehículos porque pueden generar distorsión de los vehículos de transporte público.
- Igualmente se debe identificar los vehículos de servicios turísticos.
- En los accesos a la ciudad es relevante la presencia de vehículos de transporte público interprovincial y se debe identificar por separado.
- Separar los camiones pequeños de 2 ejes es importante para ser considerados en los proyectos de autopistas urbanas de peaje.

2.3.5 INFORMACIÓN DE DEMANDA EN RUTAS DE TRANSPORTE PÚBLICO

La demanda de transporte es la representación del deseo de desplazamiento de una persona de un punto de origen a un destino. Así, estos puntos tienen una ubicación en el espacio. Como es imposible la representación individualizada de la demanda, ésta se agrega en áreas. Lo interesante es que estas áreas sean

una agregación de las unidades estadísticas que en el mejor de los casos debe ser una manzana o zona de tránsito.

2.3.5.1 ESTUDIO DE OCUPACIÓN VISUAL DE TRANSPORTE PÚBLICO Y PRIVADO

Se debe realizar simultáneamente y en los mismos sitios que el de frecuencia de paso por ruta y aforos vehiculares, y permite estimar el número total de pasajeros que cruzan el tramo en intervalos de tiempo definidos (15 minutos).

El estudio consiste en apuntar para cada vehículo de transporte público y el privado la hora y minuto que pasó por el punto, el tipo de vehículo y la cantidad de personas que ocupan, por sentido y durante el período de modelación. Se debe utilizar el siguiente cuadro de conversión para poder obtener la cantidad de pasajeros observados en determinado punto de la red.

Cuadro N° 4: Ocupación dentro del vehículo de transporte público

(Fuente: Taryet, 2011)

Tipo de Vehículo	Ocupación dentro del vehículo (Pasajeros)					
	Completo	Sentado 100% De pie 50%	Sentados 100%	Sentados 50%	Casi vacío	Vacío
Ómnibus	77	50	33	17	8	0
Microbus	37	30	23	12	6	0
Combi	15	15	15	8	3	0

2.3.5.2 ESTUDIO DE ASCENSO (SUBIDA) Y DESCENSO (BAJADA) DE PASAJEROS

Tiene por objetivo conocer el polígono de cargas de las rutas de transporte estudiadas, además de los principales puntos de ascenso y descenso de pasajeros. Esta información permite revisar la ubicación de paradas o de los cierres de circuito, así como incrementar o reducir los recorridos, pero su utilización más común es la determinación de las secciones de máxima demanda.

Esta actividad se realizará con la participación de personal a bordo del vehículo. En cada punto de parada se anotará la hora, la ubicación, el número de pasajeros que suben y el número de pasajeros que bajan de la unidad.

Como parte de los resultados obtenidos en esta actividad, se puede obtener: la afluencia de usuarios a las principales paradas, polígonos de carga de las rutas, índices de rotación, tiempo de recorrido total de la ruta y entre paradas, velocidad de operación y comercial, etc.

2.3.6 INFORMACIÓN PARA PRONÓSTICOS

2.3.6.1 DATOS SOCIOECONÓMICOS

El dato socioeconómico básico para el estudio de la demanda, es la distribución de la población. Este dato está disponible en el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). Otro dato importante es la característica económica de esta población (los niveles de ingreso).

Los datos del INEI están disponibles para los años cuando se realiza el censo, de 1993 y 2007 a nivel de manzanas. Consecuentemente la información no está disponible en los años intermedios, siendo necesaria su estimación por parte de los planificadores. El INEI realiza también el censo económico que provee datos de empleo. La estimación puede ser hecha proyectando tasas de crecimiento basadas en las tendencias de los decenios anteriores, complementadas por un análisis simple de factores económicos de crecimiento de la ciudad. Este análisis puede ser mejorado con datos complementarios de uso del suelo.

2.3.6.2 TASA DE MOTORIZACIÓN

En la mayor parte de América Latina la posesión de auto es visto como símbolo de estatus e indicador de progreso. A pesar del bajo nivel de motorización de las ciudades latinoamericanas respecto a las europeas, la congestión puede ser muy significativa en grandes ciudades.

El desarrollo económico (que trae consigo un aumento de los ingresos), genera un incremento en la posesión de autos, originando un mayor uso del automóvil y reducción el uso de transporte público generando una afectación al medio ambiente y reducción en la calidad de vida.

Entonces, desde una perspectiva de pronóstico de posesión de automóvil, ésta se encuentra muy relacionada con el desarrollo económico de las ciudades.

2.3.6.3 USO DEL SUELO

Otra variable importante pero no siempre disponible y utilizada en la planeación es el uso del suelo. Este dato está disponible en los catastros de inmuebles para fines de impuestos. Los catastros generalmente contienen más información que la necesaria para fines de planeación; como valor de los inmuebles, nombre del dueño e impuestos pagados. Es interesante obtener una base de datos parcial que contenga datos agregados por manzana de los siguientes atributos:

- Manzana
- Tipo de inmueble:
 - Industria ligera / pesada
 - Comercios grande / pequeño
- Servicios públicos y privados
- Escuelas
- Hospitales
- área de terreno / área construida
- número de pisos

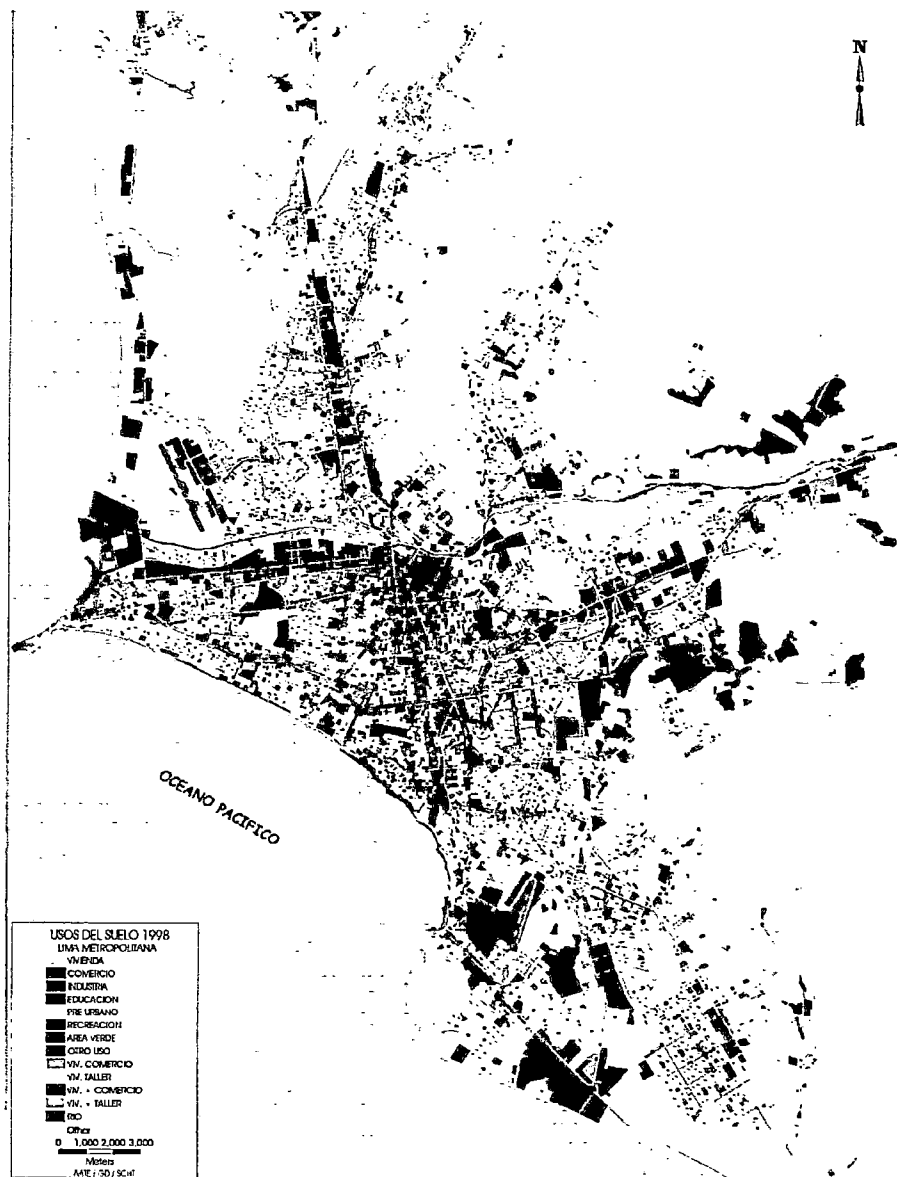


Figura N° 19: Usos de Suelo en Lima

2.3.6.4 ACTIVIDADES ECONÓMICAS Y PRODUCTIVAS RELEVANTES

La información relativa a la caracterización de las principales actividades económicas y productivas que nos permitan conocer y establecer una adecuada relación con los volúmenes y estructura espacial de los flujos que se registran entre las distintas zonas que el área de influencia involucra. Para tal efecto, deberá establecerse la localización geográfica de las principales actividades.

2.3.6.5 EQUIPAMIENTO

En transporte urbano cierta proporción de los viajes de personas que se realizan puede explicarse por las diferencias de equipamiento disponibles entre distintas zonas. Las variables de equipamiento que se recomienda considerar son los: servicios públicos, privados, comercio, locales de educación y salud, etc.

Estos servicios pueden ser expresados en términos cuantitativos utilizando variables tales como número de plazas en establecimientos educacionales, número de camas de hospital, m² en comercio y servicios, etc. y debe quedar claramente establecida su localización espacial.

2.3.6.6 ASPECTOS URBANO-AMBIENTALES

El objetivo de este diagnóstico es poder visualizar y describir en forma global la situación urbana del área en que se encuentra inserto el proyecto bajo análisis de tal manera de analizar la consistencia entre la función transporte de la vía bajo análisis y los usos de suelo adyacentes.

Además se pretende identificar el carácter y rol urbano del espacio objeto de la intervención, caracterizando adecuadamente los distintos elementos propios de la plataforma pública tales como usos de suelo, bordes constituyentes y actividad vehicular y peatonal, describiendo y analizando las características urbano-espaciales, la normativa urbana respectiva.

En síntesis producto de esta actividad se elaborará un plano de condicionantes que constituye una herramienta gráfica de importancia y máxima utilidad para la percepción de la interacción entre los componentes urbanos, viales y la normativa correspondiente.

2.3.6.7 TENDENCIAS

La modelación requiere realizar proyecciones, resulta conveniente lograr una apreciación del potencial de crecimiento de las actividades de mayor relevancia

en términos de generación y atracción de flujos. Ello puede quedar asociado a la evolución de la población, de su nivel de ingresos y/o a la materialización proyectos productivos o industriales cuya ejecución ya está decidida, o que podrían llevarse a cabo si el proyecto vial se materializa.

Parte de esta información se obtiene mediante consultas a autoridades públicas, empresarios locales, cámaras de comercio, asociaciones gremiales, etc. También debe obtenerse información socio-económica con el fin de vincular las actividades y estas variables económicas. En este contexto interesará, por ejemplo, variables como el nivel de PBI y su tasa de crecimiento.

2.3.6.8 TRANSPORTE PÚBLICO

Como consecuencia de la ejecución de los proyectos o del desarrollo futuro del sistema de actividades, se tendrá cambios importantes en los recorridos, frecuencias, tarifas u otras características de los servicios de transporte público de pasajeros.

2.4 MODELO SECUENCIAL DE 4 ETAPAS

Trabaja sobre la hipótesis de que los usuarios realizan secuencialmente un conjunto de elecciones que caracterizan sus viajes, en base de ciertos atributos personales y del sistema de transporte.

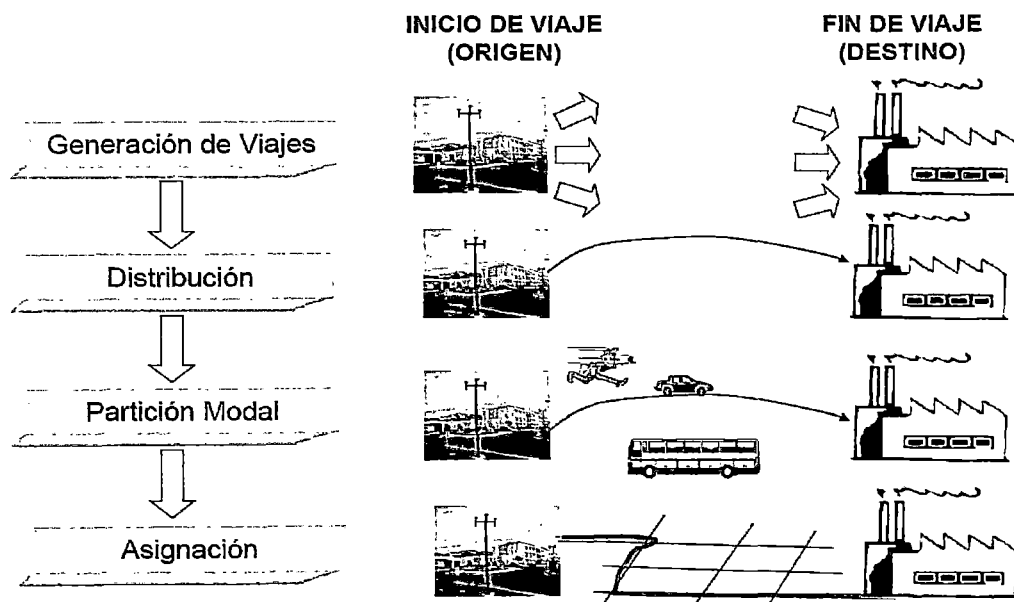


Figura N° 20: Modelo secuencial de 4 etapas

Estas elecciones tienen relación con las decisiones de viajar (generación de viajes) hasta un destino (distribución de viajes) en un modo de transporte (partición modal) y a través de una ruta determinada (asignación). La agregación de estas decisiones individuales, determina las características de operación de un sistema de transporte dado.

El modelo general consta de un conjunto de submodelos que reflejan las distintas etapas de la demanda y de la oferta de transporte.

La Figura N° 2.10, muestra un esquema general del modelo propuesto y sus diferentes etapas o submodelos.

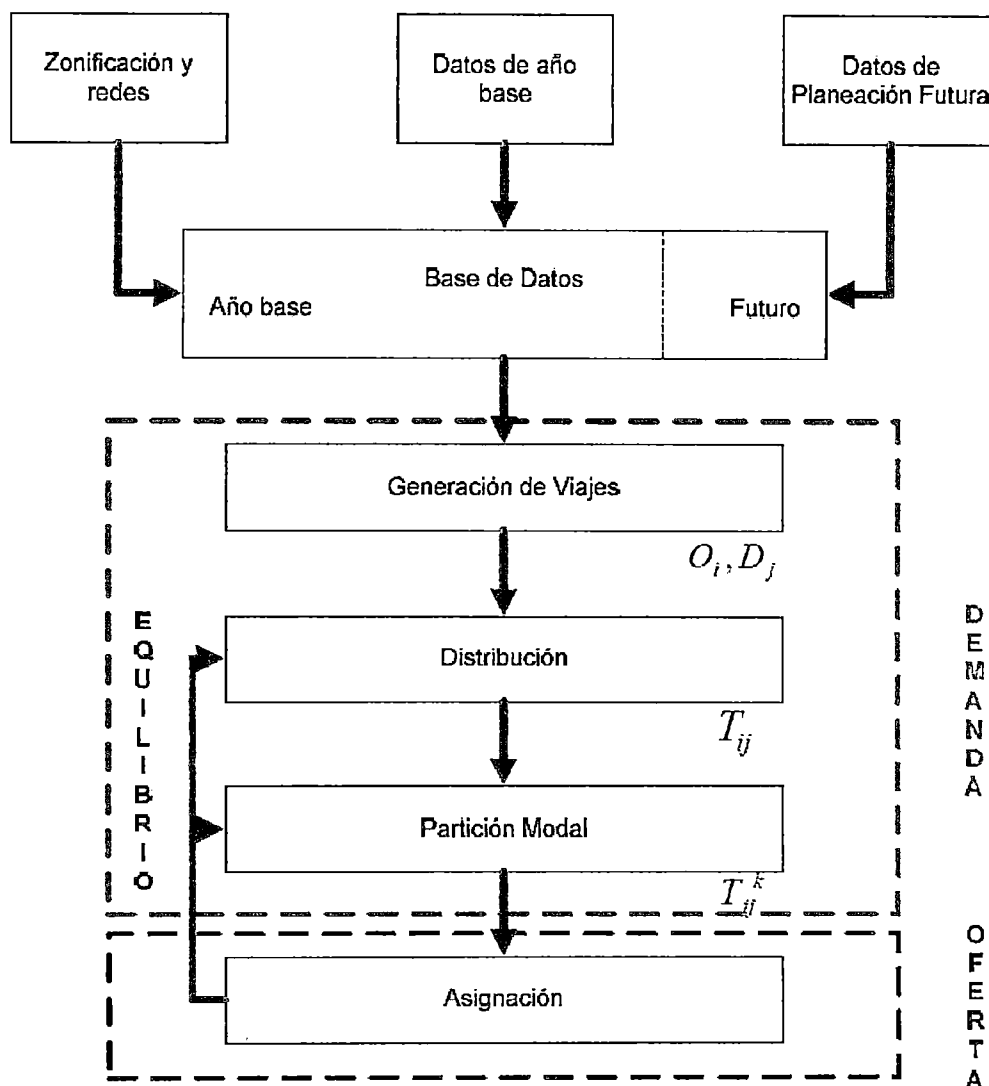


Figura N° 21: Esquema del Modelo secuencial de 4 etapas

El modelo de Generación determina, a base de la información socioeconómica y de población, los viajes producidos (O_i) por cada una de las zonas de análisis en que se divide el área de estudio. El modelo de Distribución construye una matriz de viajes (V_{ij}) entre parejas origen-destino de zonas. El modelo de Partición Modal, divide los viajes entre los distintos modos de transporte disponibles (T_{ij}^k). Finalmente las matrices de viaje por modo son asignadas a las redes correspondientes, obteniéndose de esta manera los flujos por arcos.

2.4.1 MODELO DE GENERACIÓN DE VIAJES

Las generaciones de viajes más relevantes pueden diferenciarse en tres tipos:

- i. Generación de viajes basados en el hogar de ida.
- ii. Generación de viajes basados en el hogar de retorno.
- iii. Generaciones de viajes no basadas en el hogar.

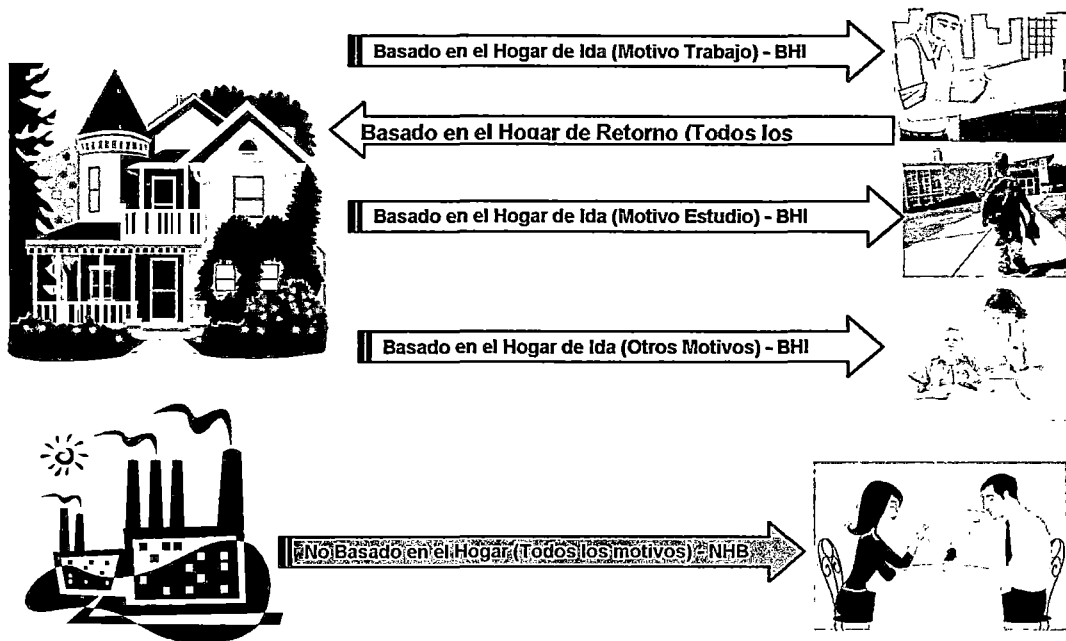


Figura N° 22: Generación – Atracción de Viajes

Los primeros serán estimados mediante modelos de Análisis de Categorías (AC), en tanto que para los segundos y terceros se puede utilizar modelos de regresión lineal múltiple (RLM). Es decir, los orígenes de una zona pueden ser expresados como sigue:

$$O_i^{pn} = O_{i(bhi)}^{pn} + O_{i(bhr)}^{pn} + O_{i(nbh)}^{pn}$$

Dónde:

O_i^{pn} : Número total de viajes con propósito p , categoría n en la zona i .

$O_{i(bhi)}^{pn}$: Número de viajes basados en el hogar de ida (bhi).

$O_{i(bhr)}^{pn}$: Número de viajes basados en el hogar de retorno (bhr).

$O_{i(nbh)}^{pn}$: Número de viajes no basados en el hogar de ida (nbh).

Esta distinción es importante por las siguientes razones. En primer lugar, la importancia de cada tipo de viaje depende del período de modelación. Es así como, los viajes basados en el hogar de ida se realizan principalmente en el período punta de la mañana. En segundo lugar, la generación de los viajes basados en el hogar de ida es explicada por las variables socioeconómicas asociadas al hogar del viajero. Por su parte, la generación de viajes no basados en el hogar y basados en el hogar de retorno puede ser explicada por aquellas variables asociadas a las actividades que se desarrollan en las zonas.

2.4.2 DISTRIBUCIÓN DE VIAJES

Los modelos de distribución permiten reproducir el número de viajes entre cada par origen/destino mediante modelos matemáticos basados en las variables socioeconómicas de cada zona de transporte y el coste generalizado del viaje entre ellas.

El modelo de distribución de viajes corresponde a uno del tipo gravitacional y su forma funcional es:

$$V_{ij} = (P_i * P_j)^a * (E_i * E_j)^b * CG_{ij}^c$$

Dónde:

V_{ij} : Número de viajes entre las zonas i y j

P, E : Variables Socioeconómicas en zona de origen i y destino j

CG_{ij} : Coste generalizado entre cada par de zonas ij

a, b, c : Parámetros de ajuste

2.4.3 PARTICIÓN MODAL

El modelo de partición modal divide la matriz de viajes proveniente de la etapa de distribución, en tantas matrices como modos de transporte existan disponibles

para los usuarios. Un modelo de partición modal será necesario para cada categoría de demanda, propósito de viaje y período de análisis.

Estos modelos están orientados a simular el proceso de elección de un individuo enfrentado a un conjunto de alternativas de elección. La hipótesis es que la probabilidad de que un individuo escoja una alternativa determinada es función de las características (socioeconómicas) del individuo y de la atractividad relativa de cada opción.

Para viajar entre un origen y un destino determinado, un usuario de la categoría "n" dispone de un conjunto finito de "m" modos de transporte alternativos. La elección de un modo específico dependerá de las características del usuario y de los atributos de los modos disponibles.

El objetivo del modelo de reparto modal es por tanto la caracterización de formulaciones matemáticas que permitan obtener el valor del tiempo y reproducir el proceso de elección modal Transporte público y privado.

Para ello, se utilizan modelos desagregados tipo logit basados en la definición de utilidades que dependen de los modos de transporte considerados y de las variables de elección del usuario. Para una alternativa "i" la expresión matemática de la utilidad es:

$$U_i = K + a * X_1 + b * X_2$$

Donde X son las características de elección del usuario y K una constante que recoge la parte no explicada por las variables de la elección del usuario.

Las características de elección del usuario para este tipo de modelo suelen ser variables como el tiempo y el coste, debiendo ser estos parámetros negativos, penalizando la elección del modo.

La probabilidad de elegir la alternativa "i" frente a la alternativa "j" viene dada por la siguiente formulación:

$$P_i = \frac{e^{U_i}}{e^{U_i} + e^{U_j}}$$

Donde P_i es la probabilidad de elegir el modo "i" frente al modo "j" y U la función de utilidad de la alternativa correspondiente.

2.4.4 MODELOS DE ASIGNACIÓN

A continuación se describe los métodos de asignación más comunes.

2.4.4.1 TRANSPORTE PRIVADO

Este proceso de asignación consiste en asociar la oferta y la demanda, mediante un proceso iterativo hasta alcanzar el principio de equilibrio. El equilibrio se obtiene cuando el costo de operación (tiempo) es igual, para todos los caminos alternativos sobre la red para cada par origen destino.

Los supuestos para el comportamiento de los usuarios son los siguientes:

- i. Los usuarios son individuos racionales ya que intentan maximizar su utilidad personal (o minimizar sus costos)
- ii. Tienen conocimiento perfecto de las condiciones de operación de la red en cualquier momento.

En una asignación por equilibrio, el tiempo de viajes se calcula como la suma del tiempo del auto sobre los enlaces y los tiempos en los giros.

El costo generalizado se modifica cuando en un enlace el usuario tiene un costo adicional, por ejemplo un peaje. Entonces, se puede expresar como tiempo+peaje*peso, donde el peso es un parámetro de calibración (inversa del Valor del Tiempo que depende de cada estrato de viajero).

Al iniciar el proceso de asignación se precarga con los volúmenes de transporte público, estos se asignan de forma previa a los enlaces mixtos (aquellos que comparten el transporte público y el privado) en autos equivalentes, con la finalidad de considerar la congestión aporta el transporte público.

Para propósitos de comparar los diferentes proyectos en la ciudad de Lima Metropolitana, se recomienda utilizar el método de asignación de equilibrio de usuario (UE) multimodal multiclase que se encuentra presente en todos los Software de planeación de transportes.

Aspectos adicionales a considerar:

- Funciones de demora (volumen/capacidad) en los enlaces.
- Funciones de demora en intersecciones.
- Puntos de semaforización en la red vial y reducción de capacidad de acuerdo al ciclo.

Los criterios de parada en la asignación:

- Número de iteraciones.
- Otros determinados por cada Software.

Se deben reportar estos criterios de parada, para los modelos estratégicos deben tener menor exigencia de convergencia que para el modelo táctico.

2.4.4.2 TRANSPORTE PÚBLICO

El concepto de estrategia óptima es una generalización del concepto de ruta. El tipo de estrategia del modelo considera lo siguiente: Debido al tiempo de espera involucrado en este sistema de transporte, el usuario puede escoger un conjunto de rutas factibles para llegar a su destino y aborda el vehículo que llegue primero y desciende en una parada o estación predeterminada, basado en el tiempo esperado de viaje de la parada hacia su destino; este proceso se repite hasta que el usuario llegue a su destino final. Dado que la red de transporte público tiene varios modos de transporte, durante la espera en la parada puede escoger otro conjunto de líneas factibles de otros modos distintos para llegar a su destino. La estrategia óptima es aquella que minimiza el tiempo total de viaje o el costo generalizado (CG).

Los tiempos considerados incluyen el de espera, en el vehículo y la caminata, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$CG = TV + pw.t_{espera} + pc.t_{caminata} + ptrans + pt.T_a$$

Dónde:

TV = Tiempo de viaje dentro del vehículo de transporte público.

pw = Peso del tiempo de caminata (a calibrarse)

t_{espera} = Tiempo de espera del usuario a la ruta o rutas.

p_c = Peso del tiempo de caminata (a calibrarse)

$t_{caminata}$ = Tiempo de caminata (en el origen y en el destino).

p_{trans} = Peso del trasbordo (a calibrarse).

p_t = Factor para convertir la tarifa en minutos.

T_a = Tarifa total del viaje

Para calcular el tiempo de espera en una parada donde hay un par de rutas factibles A y B y cada una de ellas tiene un intervalo de paso, está dado por:

$$t_{espera} = \frac{\lambda}{\frac{1}{Intervalo_A} + \frac{1}{Intervalo_B}}$$

Donde λ es el factor de tiempo de espera, es un parámetro para modelar diferentes percepciones del tiempo de espera o diferentes distribuciones de tiempos de paso de los vehículos.

La probabilidad de elegir una ruta, está dada también por el intervalo combinado de las rutas factibles en determinada parada. La probabilidad de usar la ruta A se puede expresar como:

$$P_A = \frac{\frac{1}{Intervalo_A}}{\frac{1}{Intervalo_A} + \frac{1}{Intervalo_B}}$$

2.5 CALIBRACION DEL MODELO

La calibración de modelos de demanda por transporte se realiza para los viajes urbanos, es decir, para aquellos viajes que tienen por origen y destino zonas urbanas (o internas).

En este sentido, resulta relevante que los viajes considerados para las etapas de modelación de demanda (Generación-Atracción, Distribución y Partición Modal) sean realizados a base de un conjunto consistente de información.

A continuación se indican los principales métodos de calibración de modelos de demanda.

2.5.1 CALIBRACIÓN DE MODELOS DE GENERACIÓN Y ATRACCIÓN

Los viajes para calibración de modelos de Generación y Atracción consideran valores poblacionales, es decir la muestra expandida y corregida por sus factores de corrección. Se usa la población en este caso porque los modelos buscan relacionar viajes con variables de usos de suelos, que consideran siempre totales zonales. A continuación algunos criterios recomendados:

- Viajes que tengan origen destino en zonas internas (urbanas)
- El viaje tenga una hora media de viaje en el período de análisis.
- El viaje tenga propósito consistente con la definición.
- El viaje pertenezca a un hogar al que se le pueda establecer categorías (nivel de ingreso y posesión de autos).
- Viajes que son realizados en modos 'modelables'
- No sean viajes intrazonales.
- Los viajes tengan un tiempo de viaje razonable.

Los factores de corrección son:

- Expansión según el criterio utilizado.
- Corrección por tamaño del hogar.
- Corrección por género y edad.
- Factor de corrección por sub reporte de viajes.

Entonces, los viajes que no tengan los criterios mencionados no se deben incorporar en el análisis.

Dado que la encuesta a hogares se obtiene de una muestra de la población, es necesario ajustar sus resultados a fin de que la represente en forma adecuada. Para ello es necesario someterla a un proceso de corrección y expansión, para obtener información representativa de la población.

El proceso de ajuste involucra, además de la expansión de la muestra, el efectuar los siguientes tipos de corrección a los resultados, los que son realizados como parte de la realización de la Encuesta:

- Corrección por tamaño del hogar.
- Corrección socio-demográfica.

La medición de flujos capta por lo general, la totalidad de los desplazamientos que pasan por un determinado punto, independientemente de las características de esos viajes. Al respecto, es necesario indicar que los desplazamientos captados incluyen viajes habituales y otros no habituales.

En general, la información de la encuesta domiciliaria, tiende a captar en mejor forma el primer tipo de viajes, puesto que por su habitualidad, es usual que las personas los reporten más fácilmente al ser entrevistadas; por otro lado, el segundo tipo de viajes está sub-reportado o simplemente no está reportado, dado que las personas normalmente los olvidan.

Para solucionar el problema planteado, es posible combinar la información de la encuesta a hogares con la de usuarios, para captar viajes no habituales. Este método plantea calcular un factor, contrastando la información de viajes detectada en la encuesta a hogares, con la información de pasajeros que cruza una (o más) línea(s) cortina. El método planteado tienen la ventaja de corregir directamente la encuesta a hogares, evitando en la medida de lo posible, inconsistencias posteriores de uso.

La implementación del método requiere definir línea(s) cortinas(s) en la ciudad (Línea cortina del río Rímac o la Panamericana Sur) y tener puntos de conteo y de tasas de ocupación. Sobre cada línea cortina, a base de los puntos de conteo, se calculan los flujos de pasajeros que las cruzan en los distintos modos, para el período definido. Por otro lado, a partir de la encuesta a hogares se calculan los viajes totales que sean comparables con los antes indicados.

Se debe tener especial cuidado en descontar los viajes detectados en la encuesta de cordón externo, que crucen las líneas cortinas definidas (fácilmente identificable al conocer los orígenes y destinos de los mismos); finalmente calcular un factor de corrección de viajes no reportados o sub-reportados, aplicable a los viajes motorizados de la Encuesta a hogares (aquellos viajes captados en los puntos de conteo de las líneas pantalla), por sentido y obtener, en caso que los valores sean similares, un factor único como un promedio ponderado por los flujos.

La ventaja de este método es que la línea cortina capta por definición a todos los viajes que la cruzan. El factor se aplica a viajes y no a hogares y debe incluirse como un factor adicional en la encuesta.

2.5.2 CALIBRACIÓN DE MODELOS DE DISTRIBUCIÓN

Se describe el Método de Factor de Crecimiento, que es el caso más sencillo, en el cual a toda una matriz se le afecta de un solo factor constante.

$$T_{ij} = f \cdot t_{ij}$$

Dónde:

t_{ij} = Matriz base

T_{ij} = Matriz final

f = factor

2.5.3 CALIBRACIÓN DE LA PARTICIÓN MODAL

En este caso se utiliza el Logit Multinomial cuya característica principal es la independencia entre las alternativas que enfrenta un individuo. Es decir, la probabilidad de elegir una alternativa de transporte es independiente de la presencia o atributo de cualquiera de las otras alternativas.

Sea los siguientes modos disponibles para un individuo:

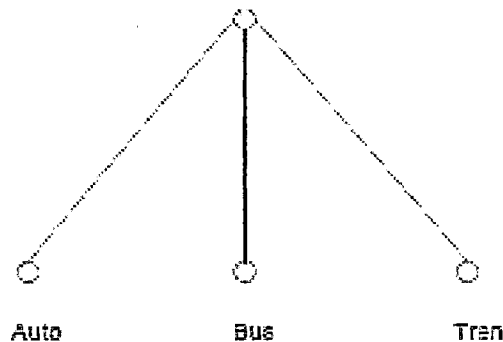


Figura N° 23: Modelo logit multinomial

Entonces:

La probabilidad de elegir viajes en Auto es:

$$P_{Auto} = \frac{e^{U_{Auto}}}{e^{U_{Auto}} + e^{U_{bus}} + e^{U_{Tran}}}$$

La probabilidad de elegir viajes en Bus es:

$$P_{Bus} = \frac{e^{U_{Bus}}}{e^{U_{Auto}} + e^{U_{bus}} + e^{U_{Tren}}}$$

La probabilidad de elegir viajes en Metro es:

$$P_{Tren} = \frac{e^{U_{Tren}}}{e^{U_{Auto}} + e^{U_{bus}} + e^{U_{Tren}}}$$

Donde:

U_{Auto} , U_{Bus} , U_{Metro} = Funciones de utilidad por cada modo de transporte.

P_{Auto} , P_{Bus} , P_{Metro} = Probabilidad de elección de los modos.

e = base de los logaritmos neperianos= 2.7182...

Este método es ampliamente utilizado por que es simple y fácil de implementarse. La mayor crítica que tiene esta metodología es cuando las alternativas no son independientes, para este caso tenemos el método de Logit Jerárquico.

2.5.4 CALIBRACIÓN DE LA ASIGNACIÓN EN TRANSPORTE PRIVADO

En todo proceso de calibración de un modelo de transporte, se debe iniciar por el transporte privado. La calibración de transporte privado tiene por objetivo reproducir la situación real de tiempos y volúmenes vehiculares en la red vial, verificando que los caminos en el modelo corresponden a las alternativas que efectivamente los usuarios utilizan para realizar sus desplazamientos.

Para lograr este objetivo, se debe utilizar los "tornillos" de ajuste que a continuación se menciona:

- i. **Precarga.** Las rutas de transporte público tiene rutas fijas por lo tanto siempre estarán presentes en la red vial en la cual este permitida su circulación. Entonces, antes que se asignen los autos existirá la presencia de los vehículos de transporte público, es decir, habrá una precarga. Sin embargo, esta precarga debe corresponder al flujo de vehículos reales de transporte público, por lo tanto es importante conocer el intervalo de paso de cada ruta, para establecer la cantidad de vehículos que circulan por la red vial y se tenga una precarga real. En otras palabras, se debe calibrar el flujo vehicular de transporte público y por añadidura se debe haber calibrado el intervalo de paso de cada ruta.

- ii. **Camiones de carga:** Si se tiene matrices de camiones se puede incorporar igualmente como precargas. En otros casos, agregar el flujo de camiones de acuerdo a flujos aproximados obtenidas en aforos vehiculares.
- iii. **Vehículos equivalentes:** Tanto al precarga de vehículos de transporte de público como la de camiones deben estar en vehículos equivalentes.
- iv. **Capacidad de las vialidades:** Deben ser consistentes con el período de modelación y deben considerar todos los efectos tal como la semaforización, pendientes, cantidad de carriles, etc.
- v. **Conversión de matrices de viaje:** Las matrices de viajes están generalmente en viajes-persona. Para el caso de asignación de transporte privado se asigna matrices en vehículos o autos. Entonces, es necesario realizar la conversión de viajes-persona a viajes-auto. Se puede obtener un vector de tasa de ocupación de pasajeros/auto (auto y taxi) por cada zona origen de viajes de la EODH y esto permite realizar la conversión, según período de modelación. Un recurso extremo es a partir de las encuestas en líneas cortinas de ocupación de auto (auto particular y taxi) determinar la tasa de ocupación promedio y aplicar directamente a las matrices de viajes-persona.

Finalmente, este proceso nos lleva a comparar los resultados finales siguientes:

Vehículos Transporte Público Modelo \approx Vehículos Transporte Público Reales

Aforos Autos Modelo \approx Aforos Autos Reales

Tiempo Recorrido Modelo \approx Tiempo Recorrido Reales

Caminos Modelo \approx Caminos Reales

En el caso de los parámetros de calibración, o sea, los “reales”, éstos deben ser medidos u observados directamente en campo, considerando la realización de aforos vehiculares y estudios de tiempos de recorrido para los dos primeros casos. Para la calibración de los caminos es necesario contar con conocimiento de cómo se realizan los desplazamientos en la red vial.

2.5.5 CALIBRACIÓN DE LA ASIGNACIÓN DE TRANSPORTE PÚBLICO

El objetivo de este proceso es, lograr reproducir en forma razonable los pasajeros y tiempos de viaje observados y modelados. Así también, el camino o el conjunto de rutas que determinados viajes utilizan para realizar entre un Origen – Destino.

Los “tornillos” a utilizar para la calibración son:

- i. Se debe previamente haber obtenido una relación para tráfico mixto la relación de tiempo en transporte público y el de transporte privado. Esto se obtiene a partir de mediciones de tiempo de viaje tanto de transporte privado como de transporte público. Entonces se debe obtener una función de la siguiente característica.

$$t_{transporte_publico} = kt_{transporte_privado}$$

Donde $kt_{transporte_privado}$ se puede diferenciar según tipo de ruta, corredores mixtos, tipo de vehículo (Combi, Microbús y Ómnibus), etc.

- ii. Los pesos de los diferentes componentes del tiempo viaje en transporte público. Estos pesos se obtienen a partir de una EPD. Sin embargo, podría modificarse dentro de un rango razonable.
- iii. Los intervalos efectivos de las rutas.- Los tiempos de espera están en función del intervalo de una ruta. Entonces, para el caso de rutas que tengan un intervalo real más de 15 minutos, es recomendable utilizar este valor como el umbral máximo. Esto es por sencilla razón de que el usuario al conocer el intervalo de la ruta, el arribo no será aleatorio y su tiempo de espera no está asociado al intervalo real de la ruta.

Entonces, para calibrar el modelo de transporte público, se debe comparar:

$$\begin{aligned} \text{Volumen Pasajeros Modelo} &\approx \text{Volumen Pasajeros Reales} \\ \text{Tiempo Recorrido Modelo} &\approx \text{Tiempo Recorrido Reales} \\ \text{Tiempo Caminata Modelo} &\approx \text{Tiempo Caminata Reales} \\ \text{Tiempo Espera Modelo} &\approx \text{Tiempo Espera Reales} \\ \text{Número Transbordos Modelo} &\approx \text{Número Transbordos Reales} \end{aligned}$$

Como se puede observar, existe un mayor número de datos de comparación entre el modelo y la situación real, lo que resulta en un proceso más complejo de calibración que en el caso del transporte privado.

Los criterios para la comparación de datos observados en la red son aplicables para los siguientes casos de comparación:

- Aforos de vehículos.
- Flujo de Pasajeros en tramos de la red vial o de sistemas de rutas.
- Tiempos de viaje en tramos de la red vial.

Los datos en la red a comparar puede ser lo más desagregado que sea posible por ejemplo: tipo de vehículo, por ruta, tipo de vía, etc.

Indicador GEH: Estadístico GEH por enlace, aceptado por la mayoría de los consultores como un indicador de calibración sobre la red. Su formulación es:

$$GEH(i) = \sqrt{\frac{(C_i - A_i)^2}{(C_i + A_i)/2}}$$

Donde: C_i es el dato observado y A_i es el dato asignado por el modelo en el enlace i .

Los criterios de aceptación son:

- El valor de $GEH \leq 4$ para líneas cortinas, un corredor de interés de estudio.
- Al menos el 60% tengan $GEH \leq 5$.
- El 90% de casos el $GEH \leq 10$
- El 100% de casos menor $GEH \leq 12$

Un GEH mayores todavía puede ser aceptado, cuando estos estén muy lejanos de la zona de mayor interés de estudio. La razón para introducir este estadístico en la calibración es la incapacidad que tiene la diferencia absoluta o la diferencia relativa para hacer frente a un amplio rango de flujos. Por ejemplo, una diferencia absoluta de 100 autos/día tiene gran relevancia si el flujo está en el

orden de 200 autos/día, pero podría considerarse sin importancia para flujos del orden de varios miles de autos al día. De manera similar, un error del 10% sobre 100 autos/día podría no ser tan relevante, mientras que un error del 10% sobre 3,000 autos/día podría significar la diferencia entre construir un carril extra o no.

Estadístico %RMSE: El Root Mean Square Error, es la raíz cuadrada de las diferencias al cuadrado entre la predicción (asignación) y el análisis de los datos observados divididos entre el número de observaciones. Su formulación es:

$$\%RMSE = 100 * \frac{\sqrt{\sum (C_i - A_i)^2 / (N - 1)}}{\sum C_i / N}$$

Dónde: C_i es el dato observado y A_i es el dato asignado por el modelo en el enlace i , N es número de observaciones.

El criterio de aceptación es: %RMSE ≤ 30%

Esta medición también se puede hacer, respecto a la línea cortina o corredor de interés. Se puede aceptar valores mayores de %RMSE, siempre y cuando que estos corresponden al conjunto los valores que estén muy alejados de la zona de mayor interés del estudio.

Diagrama de dispersión y estadístico R^2 : Es el coeficiente de determinación R^2 , es consecuencia de los niveles de ajustes del GEH y %RMSE y se debe verificar los siguientes rangos de valores. Sea:

$$Dato_{modelo} = A + B * Dato_{observado}$$

El criterio de aceptación es: Estadístico $R^2 > 0.80$ y $A=0$ y $B=0.85 - 1.15$

CAPITULO III: SITUACION DEL TRANSPORTE PUBLICO EN LIMA

3.1 LIMA METROPOLITANA

3.1.1 UBICACIÓN

Lima es una ciudad de la parte centro-occidental del Perú, capital del país. Está situada en la costa central del Perú, a orillas del Océano Pacífico. Forma el área urbana más extensa del país, Lima Metropolitana, la cual se extiende sobre los valles de tres ríos (Chillón, Rímac y Lurín).

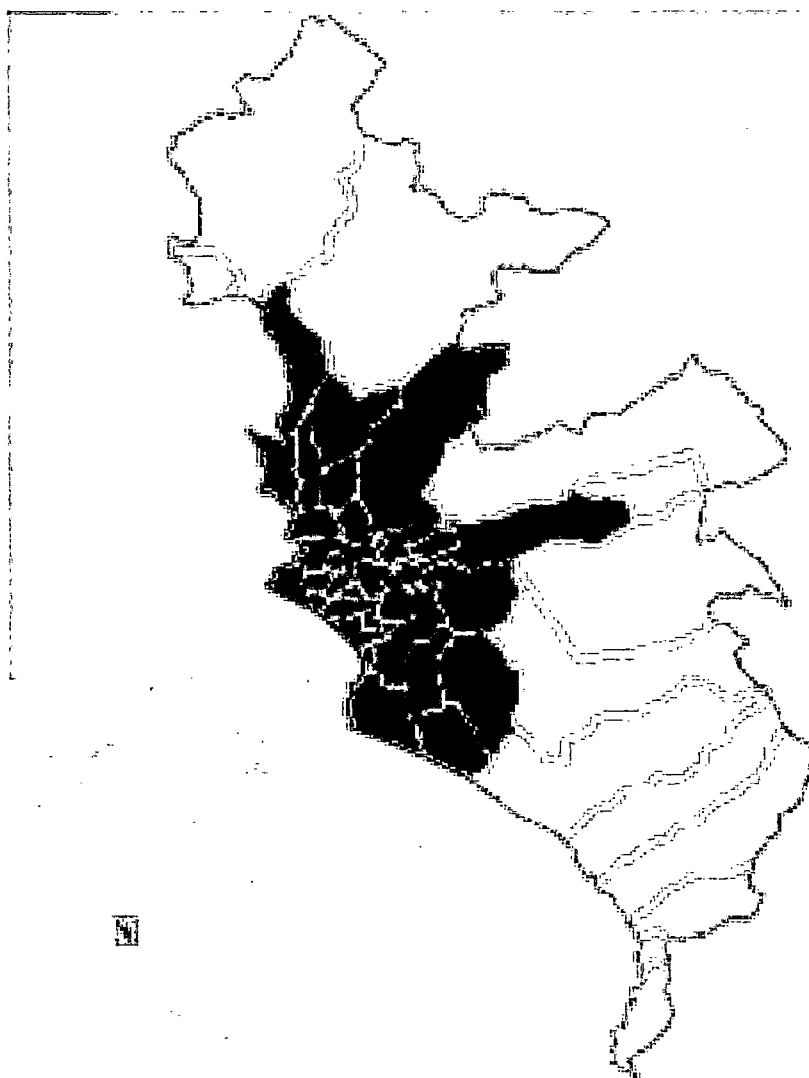


Figura Nº 24: Ubicación de Lima Metropolitana

3.1.2 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

El área metropolitana de la ciudad está conformada por las provincias de Lima y Callao. La provincia de Lima se divide en 43 distritos, repartidos en 4 conos según su ubicación geográfica (Cono Centro, Cono Este, Cono Norte y Cono Sur). Por otro lado, la provincia del Callao, ubicada en el sector oeste de la ciudad, está conformada por 6 distritos.

La siguiente figura presenta los distritos de la ciudad agrupados por conos:

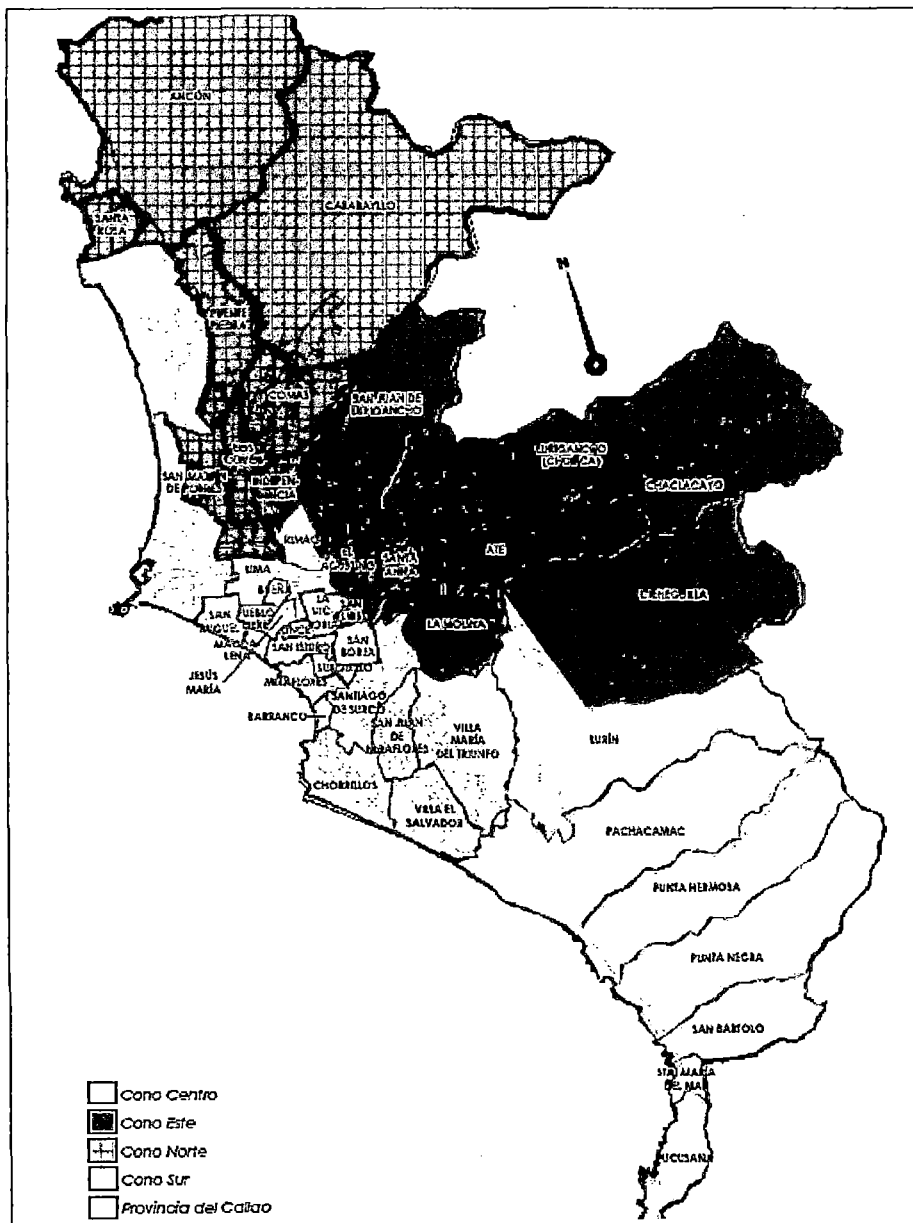


Figura N° 25: Distribución de Lima Metropolitana en Distritos y Conos

3.1.3 POBLACIÓN Y CRECIMIENTO

Según el Censo de Población y Vivienda de 2007, el área metropolitana de Lima y Callao tiene una población de 8.48 millones de habitantes. De esta cantidad, 7.6 millones (89.7%) corresponden a Lima y 876mil (10.3%) a la provincia constitucional del Callao.

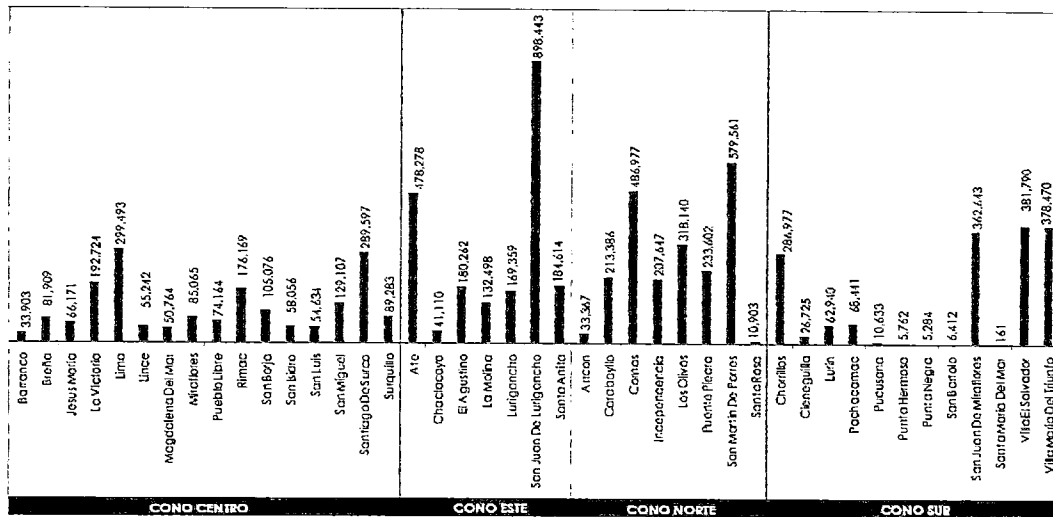


Figura N° 26: Distribución de la población por distritos

La población en la provincia de Lima ha crecido a una tasa anual de 2.1% entre los años 1993 y 2007, mostrando una evolución menos acelerada que en el período 1981-1993.

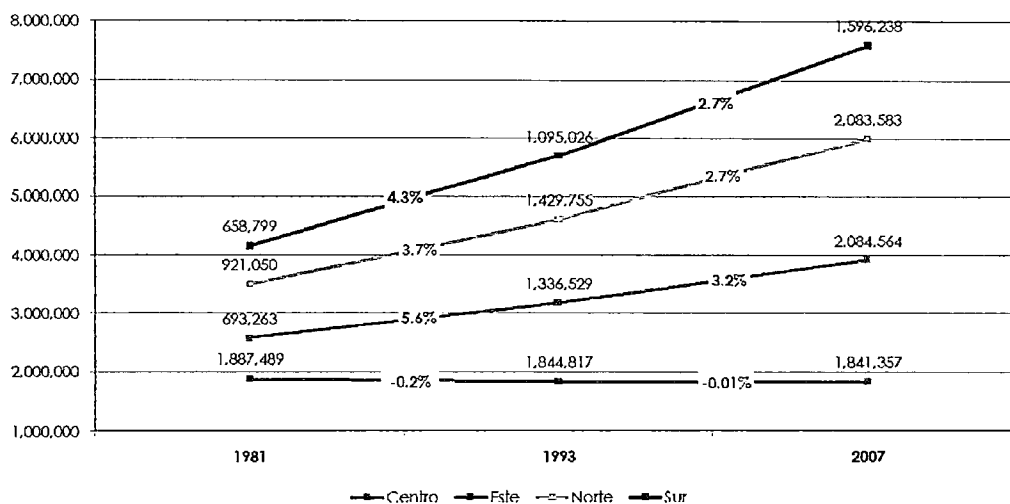


Figura N° 27: Evolución de la población por cono

En el caso de los conos, se observa un paulatino decrecimiento de la población en la zona Centro, y un crecimiento más acelerado en el Cono Este, donde se encuentra el distrito de San Juan de Lurigancho.

3.1.4 DENSIDAD DEMOGRÁFICA

La Provincia de Lima abarca una superficie de 2,672 kilómetros cuadrados, de las cuales unos 730 corresponderían propiamente a la zona urbana de Lima. La densidad media de toda la provincia es de 3,174 habitantes por kilómetro cuadrado, pero este valor no refleja la realidad territorial: mientras que en la zona urbana central distritos como Breña y La Victoria superan los 20,000 habitantes por kilómetro cuadrado, en los distritos más vastos del cono sur se llegan a registrar densidades inferiores a un habitante por hectárea.

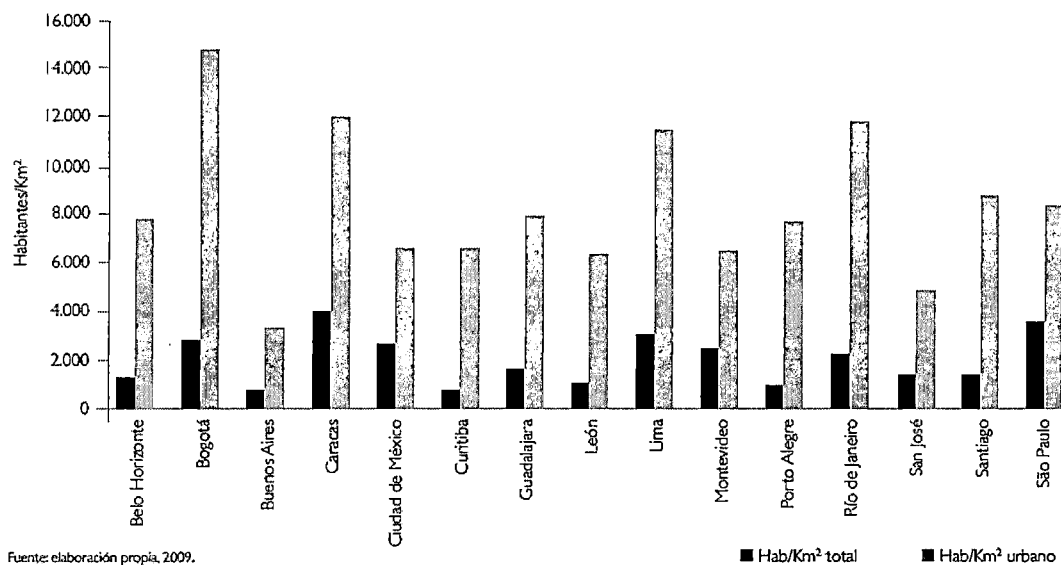


Figura N° 28: Densidad demográfica en ciudades de Latinoamérica

De la gráfica se aprecia que Lima tiene una densidad urbana cercana a ciudades como Caracas y rio de Janeiro, superior a ciudades como México DF, Sao Paulo, Santiago, Buenos Aires, Belo Horizonte, Porto Alegre y Guadalajara, todas ellas ya cuentan con una línea o una red de metro, excepto Lima que en los últimos años se ha densificado producto del crecimiento económico del país.

3.1.5 CAPACIDAD ECONÓMICA DE LA POBLACIÓN

Según cifras del INEI, el nivel de peruanos que vivían en situación de pobreza alcanzó el 51,6% y un 19.2% el de pobreza extrema. Se estima que la quinta parte (20.4%) de la población pobre del Perú reside en Lima Metropolitana (que representa el 36.6% de la población de la ciudad), así como el 5.1% de la población en condiciones de pobreza extrema (3.4% de la población metropolitana).

El salario medio en Lima se encuentra alrededor de los 2,500 nuevos soles mensuales, cantidad se ha encontrado en aumento durante el último quinquenio. En el cuadro siguiente se representa el salario medio según la categoría ocupacional para el período 2005-2009.

Cuadro N° 5: Promedio ingresos trabajador en Lima (2005-2009)

(Fuente: MTP, 2010)

AÑO	2005	2006	2007	2008	2009
Ejecutivos	12,785.65	12,990.50	13,178.25	14,081.85	14,680.00
Empleados	2,342.00	2,344.10	2,372.60	2,450.15	2,507.30
Obreros	976.5	1,003.50	1,012.50	1,098.00	1,125.00
Total	2,326.45	2,322.65	2,334.45	2,406.70	2,491.50

3.2 OFERTA DE TRANSPORTE

3.2.1 VIALIDAD

La malla viaria del Área Metropolitana de Lima-Callao, presenta una estructura en la que los principales ejes de movilidad se dan en sentido en Norte-Sur, extendiéndose por las zonas periféricas, y conectándolas con el centro histórico administrativo de la ciudad o con el centro financiero de la misma.

Uno de los potenciales con que cuenta la Lima Metropolitana de cara a la optimización y potenciación del transporte urbano, consiste en una generosa oferta viaria, con un número importante de corredores, que cuentan con una amplia calzada, con capacidad para dos o más carriles por sentido.

Junto a ello, debe destacarse el hecho de que la ciudad esté estructurada en corredores, hecho que representa una ventaja ante la posibilidad de definición de cuencas funcionales de transporte.

Históricamente, la expansión paulatina del área metropolitana se produjo hacia el sur y hacia el Puerto del Callao y se conformaba como una estructura urbana tentacular y hasta hace unos años monocéntrica, cuando la concentración de servicios en el Centro Histórico se desplazó hacia el sureste cercano (San Isidro y Miraflores), conformando un eje financiero y comercial. Ello explica el desarrollo de la vía expresa del Paseo de la República, para dar servicio a la demanda hacia estas zonas.

Hasta 1990, la infraestructura vial principal de Lima se limitaba a la Vía Expresa (Paseo de la República) y a la Vía de Evitamiento, que se hizo para desviar la Panamericana Sur hacia el este de la ciudad y evitar que el tránsito pesado cruzara la ciudad. Más reciente es la Vía Expresa de Javier Prado.

La puesta en servicio de las vías expresas del Paseo de la República, Javier Prado Este y el Circuito de Playas, ha mejorado notablemente la comunicación entre los distritos de Miraflores, San Isidro, Barranco, La Molina, Lima, La Victoria y San Borja, facilitando al mismo tiempo el acceso al Aeropuerto Internacional Jorge Chávez, al cual se puede acceder de forma rápida también siguiendo el Circuito de Playas.

Sin embargo, los problemas de tránsito en el Área Metropolitana de Lima continúan a pesar de las grandes obras viales realizadas. En el centro de la ciudad (Plaza Grau, Wilson, Abancay), y en las principales vías arteriales aún existen graves problemas de congestión en las horas pico.

Gran parte de estos problemas, se deben a la falta de continuidad en algunos corredores principales, especialmente la Vía Expresa del paseo de la República (que se trunca a la altura de plaza Grau), así como en otros corredores como el de la Av. Aviación, Av. Abancay, Av. Universitaria u otros ejes que presentan ciertas discontinuidades ya sea en forma de truncamiento o bien de variación drástica de la capacidad o calidad del trazado y pavimentación.

El caso de las transversales Este-Oeste es particularmente significativo, dado que se dan pocos ejes estructurantes de primer nivel, a excepción de la Av. Javier Prado, aunque su carácter expreso se limita a su tramo este. Otros ejes transversales como el de las Av. Argentina, Av. Colonial, etc., ven mermada su jerarquía ya que su continuidad se altera en cierto modo en los accesos al Cercado de Lima a través de Avenidas como Emancipación o Nicolás de Piérola.

Esta ausencia de conectividad, se refleja en que muchas vías no se conectan entre sí por otras de similar jerarquía, sino que por el contrario, conforman una malla cuyos enlaces dependen de avenidas colectoras.

Por otra parte, si bien es cierto, que esta falta de continuidad queda en cierto modo paliada por una importante oferta viaria en los corredores de segunda categoría jerárquica, ello también implica la creación de itinerarios de conexión bastante anárquicos hasta llegar a los corredores principales.

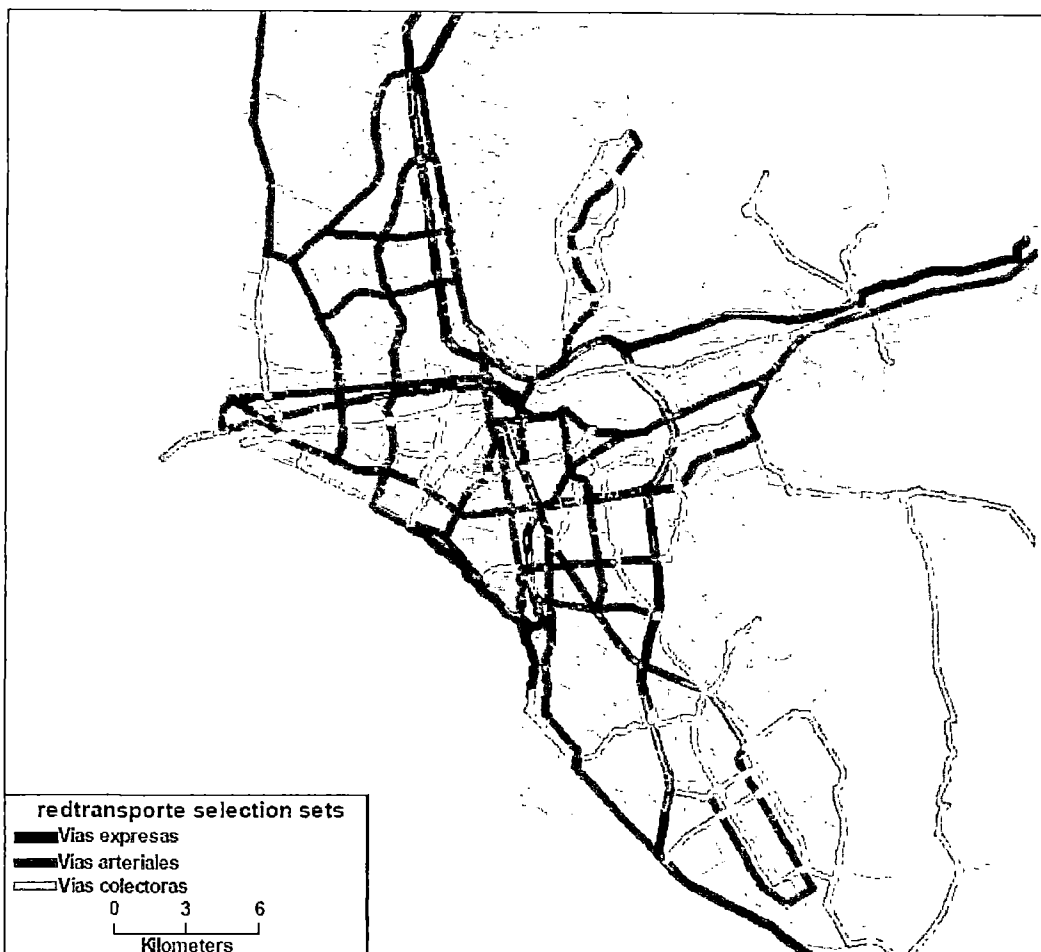


Figura N° 29: Jerarquía de la red vial principal

A nivel de Latinoamérica, Lima a pesar de su mayor extensión y densidad presenta una malla vial similar a la de Santiago y menor al de otras ciudades que además de su red vial cuentan con sistemas de transporte masivo.

Cuadro N° 6: Oferta vial en ciudades de Latinoamérica
(Fuente: CAF, 2010)

Ciudad	Vías (Km.)
México DF	63,726
Buenos Aires	44,944
Sao Paulo	37,728
Río de Janeiro	15,371
Lima	12,355
Santiago	11,396
Belo Horizonte	11,370
Guadalajara	11,045
Bogotá	7,749
Caracas	2,758
Montevideo	3,011

Del enfoque general de Lima y Latinoamérica pasaremos al enfoque específico de la vialidad a lo largo de la Línea 1. Esta vialidad asociada al eje del metro se puede descomponer en 5 tramos:

- San Juan de Lurigancho / Próceres de la Independencia
- Conexión Próceres / Aviación
- Avenida Aviación hasta Óvalo Higuiereta
- Tomás Marsano / Santiago de Surco
- Pachacutec

La Av. Próceres se configura en la mayor parte de su trazado (desde el cruce con Pirámide del Sol hacia el norte) con una doble calzada (2 carriles para transporte particular, 2 para transporte público) por sentido. Desde el cruce de Próceres de la Independencia con la Av. Pirámide del Sol hasta la Av. Aviación el transporte público se divide en dos rutas principales:

- La que cruza el Puente Nuevo, utilizando el par vial Pirámide del Sol / Chinchaysuyo para continuar por Mariátegui y Riva Agüero llegando a Aviación por 28 de julio
- La que continúa por 9 de octubre hasta la Avenida Abancay, llegando por la Avenida Grau a la Avenida Aviación.

En el Puente Nuevo y el par vial se dispone de tres carriles por sentido, que se mantienen por la Av. Mariátegui, reduciéndose a dos por sentido en Riva Agüero, sección que se mantiene en el tramo de 28 de julio hasta la Av. Aviación.

Por el otro itinerario, Próceres de la Independencia se mantiene con la misma sección hasta que en el cruce con el malecón Checa se convierte en 9 de octubre, donde la sección se reduce a dos carriles por sentido. Al acercarse al cruce del río la sección se hace variable, incrementándose el número de carriles, que son 3 por sentido sobre el puente y cuatro por sentido en la Av. Abancay. La Av. Grau dispone de una calzada central deprimida con dos carriles por sentido para el transporte público, mientras que en superficie se mantiene una sección variable de 2-3 carriles por sentido hasta la Av. Aviación.

La Av. Aviación se configura con 2 carriles por sentido con separador, en algunos tramos y cruces se amplían uno y hasta dos carriles adicionales.

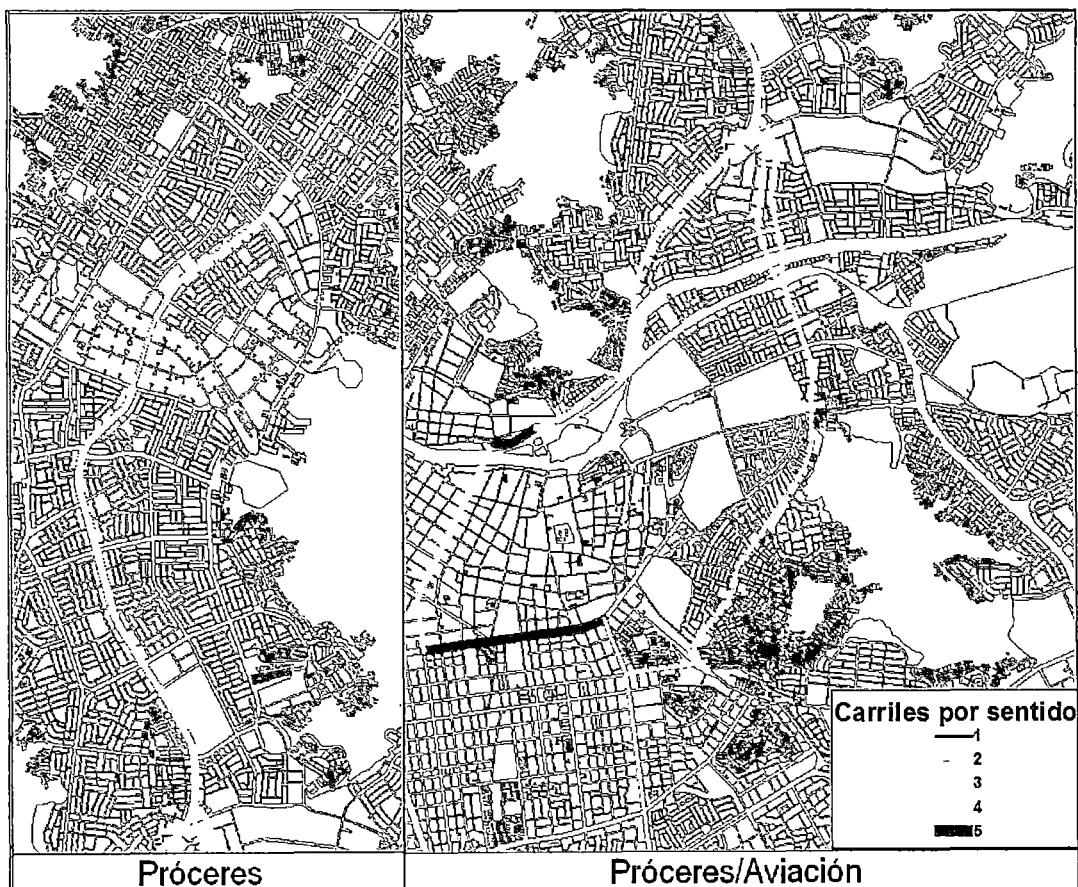


Figura N° 30: N° carriles Próceres conexión Aviación

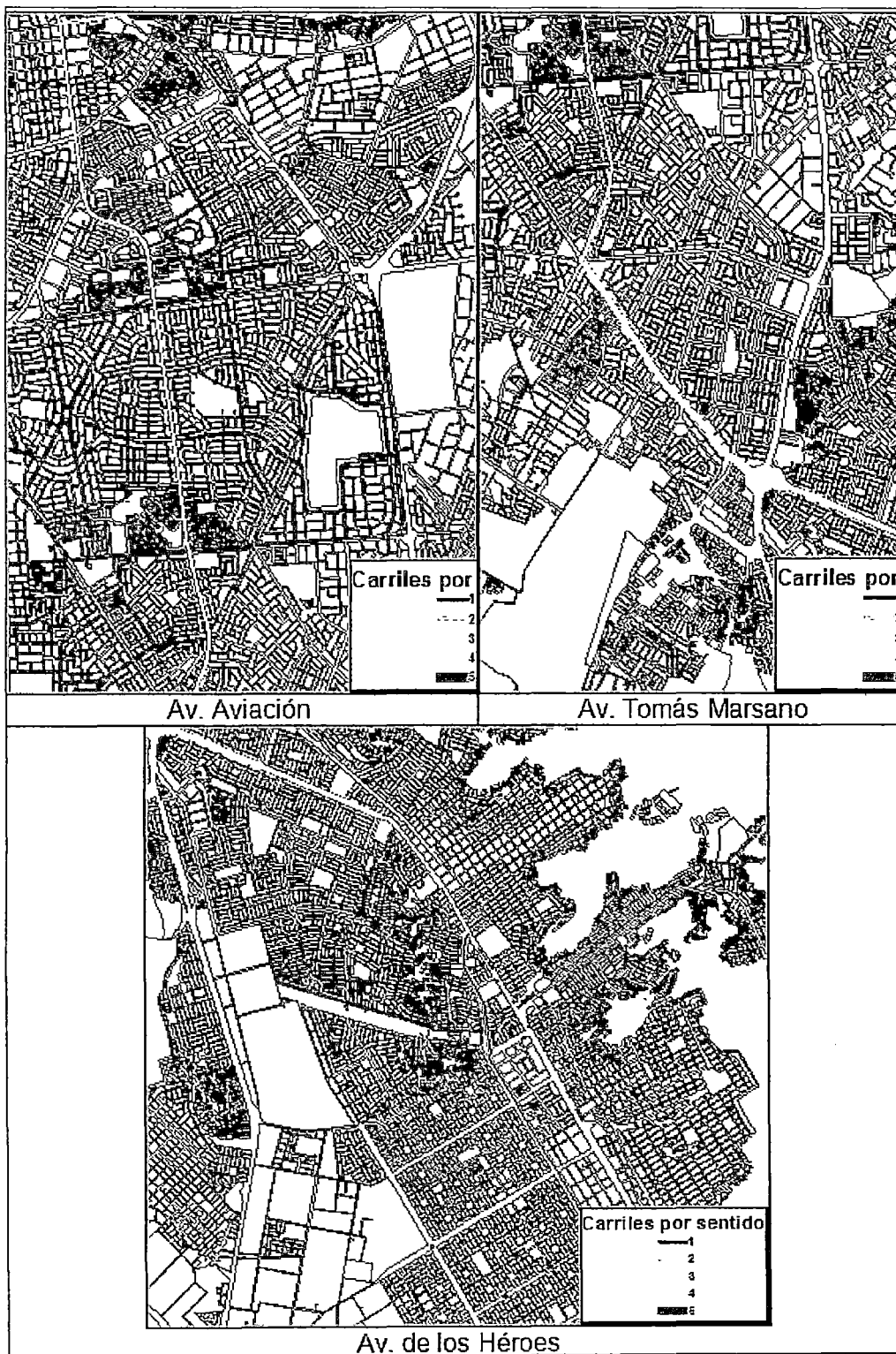


Figura Nº 31: N° carriles Aviación/ Marsano/ De los Héroes

3.2.2 DISPOSITIVOS DE CONTROL DE TRANSITO

Lima presenta un bajo nivel de semaforización en comparación con otras ciudades de Latinoamérica, a pesar que nuestra ciudad cuenta con mayor extensión de red vial que ciudades como Guadalajara o Santiago.

Cuadro N° 7: Oferta semafórica en ciudades de Latinoamérica
(Fuente: CAF, 2010)

Ciudad	Intersecciones Semaforizadas
México DF	3,056
Buenos Aires	7,200
Sao Paulo	7,562
Río de Janeiro	3,683
Lima	996
Santiago	2,200
Belo Horizonte	1,173
Guadalajara	1,300
Bogotá	1,123
Caracas	496
Montevideo	500

A continuación se muestran las intersecciones semaforizadas a lo largo del corredor de la Línea 1 del Metro de Lima.



Figura N° 32: Cruces semaforizados Próceres de la Independencia

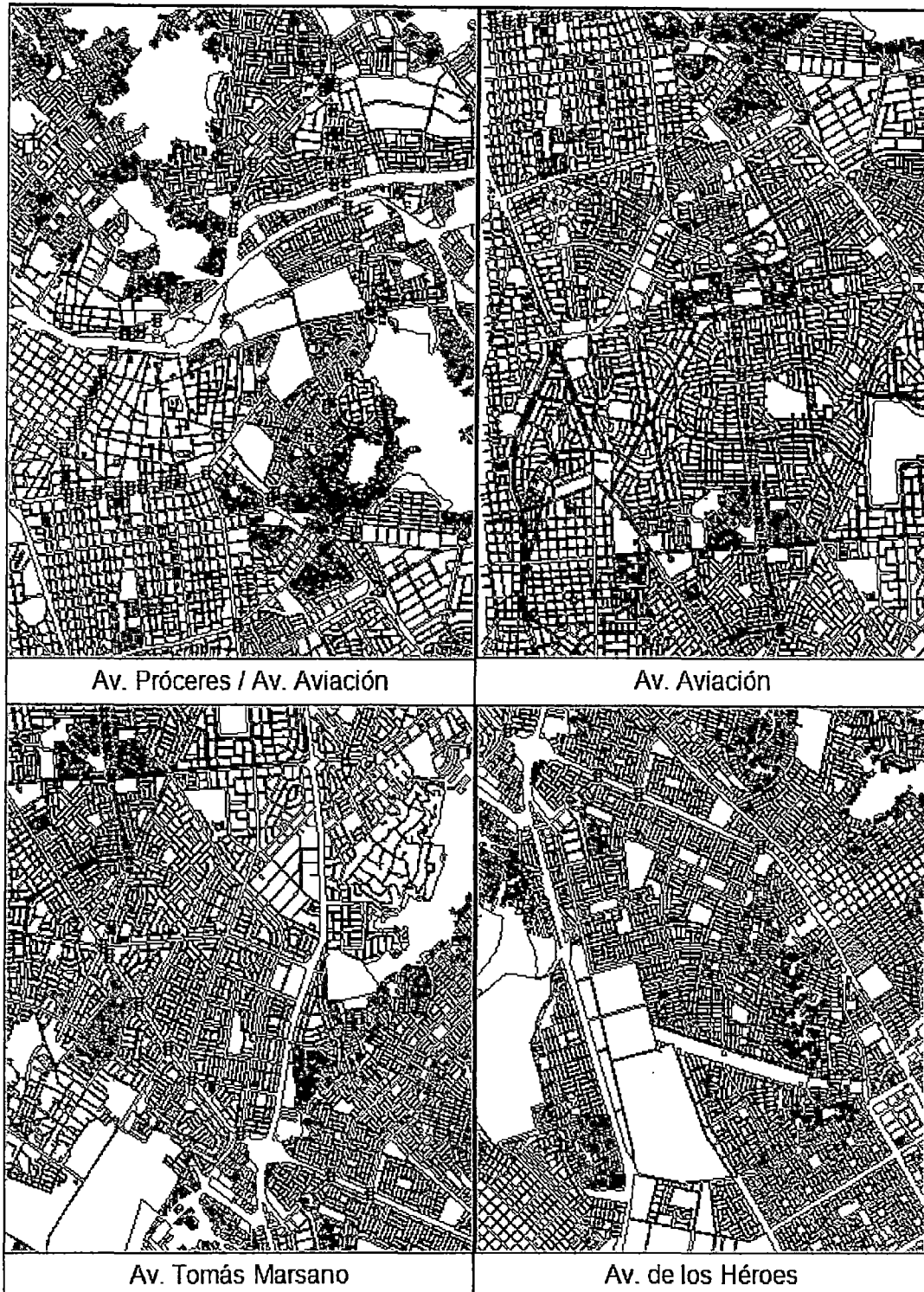


Figura N° 33: Cruces semaforizados Aviación/ Marsano / De los Héroes

Se aprecia una baja cantidad de semáforos tanto en San Juan de Lurigancho como en el sur (Av. Los Héroes).

3.2.3 TRANSPORTE PUBLICO

3.2.3.1 PRESTATARIOS DEL SERVICIO

El Sector del Transporte Público Urbano de pasajeros en Lima, ha experimentado notables cambios en las últimas dos décadas, especialmente a raíz de la aplicación de políticas de desregulación y la libre importación de vehículos usados (el Decreto Legislativo N° 651, promulgado de Julio de año 1991, declaró el libre acceso a las rutas de transporte urbano e interurbano y la libre competencia de las tarifas. Posteriormente dicha ley fue ratificada bajo el "Decreto Legislativo No. 25477" el 28 de Abril de 1992).

Ello conllevó un empeoramiento general del servicio de transporte público colectivo, tanto desde el punto de vista de la calidad como de la organización operacional y racional del sistema, que ha ayudado a incrementar la congestión vehicular de la ciudad, los niveles de contaminación y de accidentalidad.

En la actualidad, el desorden en el Mercado de Transporte ha deteriorado la manera de gerenciar a las Empresas de Transporte, los cuales tienen como principal objetivo, el de obtener "el mayor número de unidades afiliadas", implicando la desintegración progresiva de las auténticas empresas de transporte (propietarias de los vehículos).

En realidad, el sector transporte está actualmente conformado mayormente por pseudo empresas (concesionarios comisionistas) cuyo único interés, es el cobro de una "cuota" por el uso de su principal activo (la autorización de transporte público o titularidad de las rutas) a sus vehículos afiliados, siendo mayor el beneficio cuanto mayor sea el número de vehículos que opera en la ruta. A su vez, cuanto más larga es una ruta, más autobuses requerirá, más comisiones cobrará la empresa, lo cual ha ido progresivamente llevando el sector del transporte público a un escenario insostenible, irracional y no rentable.

Estas empresas, se constituyen como sociedades anónimas en su mayoría, siendo sociedades de responsabilidad limitada o sociedades anónimas cerradas solo en un 15% de los casos.

Aunque estas empresas se cobijan bajo una organización, los propietarios de los vehículos funcionan de forma individual, administrando su vehículo independientemente como una "empresa rodante". Es decir, se considera que

los propietarios de las unidades vehiculares “asociadas” son íntegramente responsables de sus activos particulares y de la calidad del servicio, sin que los representantes legales de las empresas tengan ningún tipo de responsabilidad.

El principal incentivo de los propietarios (que bajo el contexto actual, constituyen el grupo mayoritario), es obtener el máximo de ingresos de forma inmediata y minimizar las pérdidas. Debe mencionarse que la venta generada por ventas de pasajes, debe ser distribuida entre un elevado número de participantes (empresa, propietario, chofer, cobrador). Por éste motivo, no es mucho el beneficio que los propietarios pueden obtener a diario, lo cual, lleva a la reflexión de que, la denominada “lucha por el pasajero”, cada vez más se debe a una cuestión de supervivencia, minimizando las pérdidas por pagos de salarios, mantenimiento, combustible, etc. más que por obtener un beneficio destacable.

Todo ello, ha llevado a una progresiva y alarmante atomización del sector del transporte público, una creciente informalidad en el manejo empresarial del sector, y en la generación de deseconomías para las empresas operadoras de los servicios, que ha ayudado, adicionalmente, a que las empresas pierdan el principal objetivo que debe regir su funcionamiento y que debe centrarse en la calidad del servicio prestado al pasajero, perdiendo el rumbo del negocio, sin enfocar su actividad hacia el cliente y la calidad del servicio como factores vitales en un ambiente competitivo como lo haría un negocio moderno.

En el marco de este sistema atomizado, sin embargo, las empresas de transporte se agrupan en gremios de transportistas, conformados en su mayoría por representantes de las actuales empresas operadoras. En la actualidad, sus funciones se circunscriben a la coordinación entre autoridad y operador por solicitudes efectuadas por este último. Sin embargo, estas pueden generar una presión en la autoridad competente, con la amenaza de paros o huelgas que perjudiquen a la población.

Las principales asociaciones o gremios de empresas identificadas que operan en el sector son:

- CEMTU Perú, Corporación de Empresas de Transportistas Urbanos del Perú.
- ASETUP, Asociación de Empresas de Transporte Urbano de Perú.

- CGT, Confederación General del Transporte.
- AMETUR, Asociación Metropolitana de Empresas de Transporte Urbano.
- Asociación Central de Empresas Constituidas.
- ASETRAP, Asociación de Empresas de Transporte.
- CONATRAP, Confederación General de Empresas de Transporte Público.
- ASETUM, Asociación de Empresarios de Transporte Urbano Masivo del Perú.

3.2.3.2 ESTRUCTURA TARIFARIA

En la actualidad el sistema tarifario vigente en Lima se sustenta en el Decreto Legislativo N° 651, promulgado de Julio de año 1991, que declaró el libre acceso a las rutas de transporte urbano e interurbano y la libre competencia de las tarifas. Posteriormente dicha ley fue ratificada bajo el "Decreto Legislativo No. 25477" el 28 de Abril de 1992.

Aunque las empresas de transporte fijan las tarifas libremente, en Lima actualmente rige una tarifa regular (S/. 1.00), y diferenciada en función de la distancia o bien del periodo horario.

A modo de ejemplo, un viaje entre San Juan de Miraflores y Los Olivos puede costar S/. 2,50 Nuevos Soles, mientras que un recorrido entre Rímac y Miraflores no suele pasar de S/. 1,40 Nuevos Soles. Entre San Juan de Lurigancho y Miraflores la tarifa puede oscilar también entre S/. 1.80 y S/. 2.50 nuevos soles.

La tarifa actual también difiere a lo largo del día (siendo distinta en hora punta que en hora valle), llegando a cobrarse una tarifa de S/. 0.50 Nuevos Soles en la hora valle en los sentidos de circulación de menor demanda (esta misma tarifa también puede ser cobrada en la hora punta en función de la distancia y/o negociación entre el usuario y el operador). Al no estar integrada tarifariamente la red de transporte público colectivo, los pasajeros deben pagar una tarifa al cambiar de ruta en el caso de precisar trasbordo para llegar a su destino.

Es interesante remarcar como en la actualidad, el gasto en transporte público, supone un 18% de la renta de cada familia en el área metropolitana (frente al

14% de 1988). El siguiente cuadro compara la incidencia del costo de transporte público colectivo en los presupuestos de familias de bajos ingresos, entre distintas ciudades de América Latina.

Cuadro N° 8: Incidencia del costo transporte (1988 - 2004)
(Fuentes: CAF, 2010)

Ciudad	75 pasajeros por mes como % del salario mínimo, 1988	75 pasajes por mes (40 en casos de tarifa integrado) como % del salario mínimo, 2004
Sao Paulo	15%	25%
La Paz	50%	20%
Santiago	42%	23%
Lima	14%	18%
México DF	3%	16%
Bogotá	9%	20%* (normal) 13% (Transmilenio)
Quito	8%	10%* (popular) 8% (Trole, Ecovía)
Buenos Aires	12%	17%

Nota: * valor aproximado, por la variación en la tarifa.

El valor relativamente alto del pasaje, relativo a los ingresos de los usuarios del transporte colectivo crea, en ocasiones, condiciones propicias para una negociación directa entre el conductor o cobrador y el pasajero, quien puede lograr que le aplique un precio inferior.

Adicionalmente, a varias categorías de pasajeros les son concedidas formalmente excepciones al pago del pasaje, o el derecho de viajar pagando una fracción del valor que normalmente rige para los pasajeros adultos. En Lima, las categorías con derecho a descuentos o a viajar gratuitamente, se basan en las decisiones tomadas por el Gobierno Central. Actualmente, las siguientes 6 categorías de personas se encuentran exentas de pagar las tarifas de buses.

- Niños menores de seis años
- Militares, Policías y Bomberos
- Estudiantes primarios y secundarios: reducción a media tarifa
- Estudiantes universitarios: reducción a media tarifa

El problema principal relacionado con ese tipo de privilegios es que el costo correspondiente no es pagado por las autoridades, municipales o nacionales, que lo concede, sino que es cargado al resto de los pasajeros, que pagan tarifas

superiores para compensar el subsidio recibido por los ciudadanos que beneficiados.

3.2.3.3 RUTAS DE TRANSPORTE

Las rutas que cubren el servicio de transporte público en Lima Metropolitana están servidas por una flota de ómnibus, microbuses y camionetas rurales.

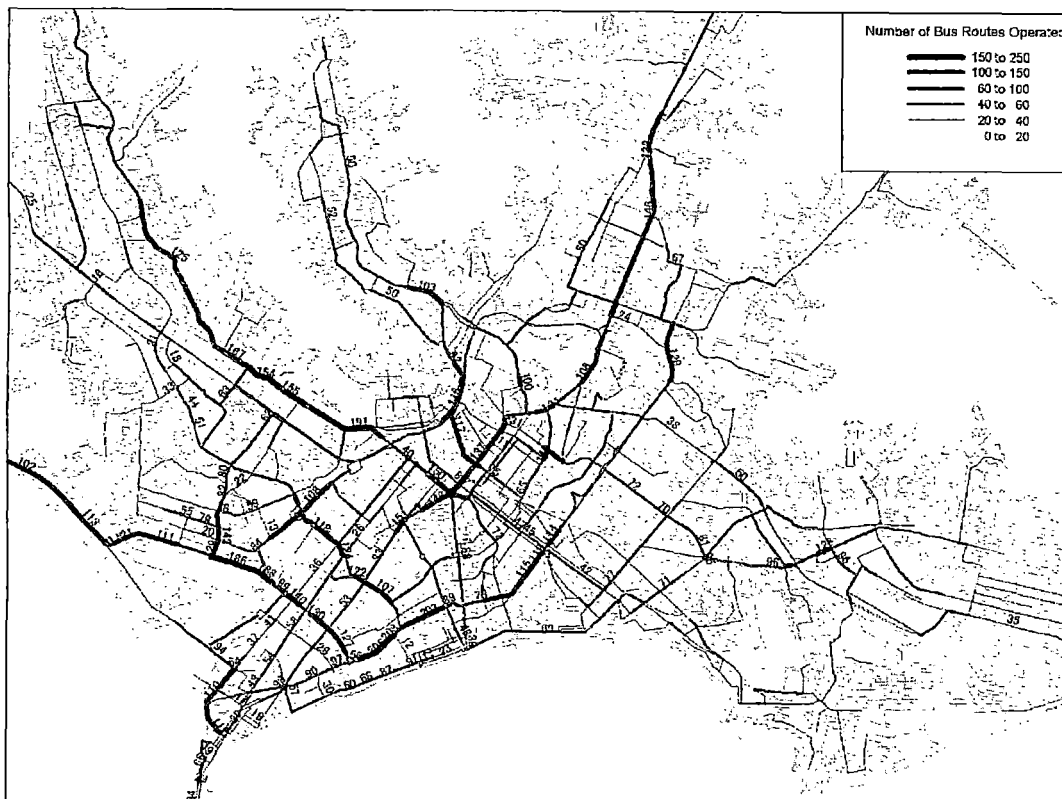


Figura N° 34: Numero de rutas de transporte en los principales ejes de Lima

Cuadro N° 9: N° de rutas de Transporte Público (1973 - 2007)

(Fuente: Elaboración propia)

Rutas	1973	1988	1998	2004	2007
Ómnibus	75	76	351	***	***
Microbuses	68	130	207	***	***
Camionetas Rurales	***	40	123	***	***
Total	143	246	681	694	664

Del cuadro se aprecia que hubo un crecimiento vertiginoso de la oferta de rutas de transporte entre 1973 y 1998, el mismo que prácticamente se ha estabilizado desde entonces.

La división entre rutas de transporte de un modo específico (ómnibus, microbuses y camionetas rurales), se hace más difícil a partir de 1998, debido a que las flotas de las empresas de transporte no son uniformes.

Hay que señalar que se pasó de la sub-oferta en los años 80 a la sobreoferta en los 90, debido a las políticas de liberación de rutas de transporte público, con lo que apareció la informalidad en el servicio y el uso generalizado de combis y microbuses.

En cuanto al entorno de la Línea 1 del Metro de Lima, hay que señalar que el 30% de las rutas de Lima Metropolitana, y su respectiva flota, pasan por el eje de la Línea 1. De cara al posterior proceso de racionalización, las 199 rutas se han agrupado en 19 categorías de acuerdo con su funcionalidad. La tabla a continuación muestra las categorías y el número de rutas de cada una de ellas.

Cuadro N° 10: Categorización de rutas en el entorno de la Línea 1

(Fuente: Taryet, 2011)

Categoría	Funcionalidad	Rutas
1A	Sureste - Noreste	8
1B	Sureste - Noreste por Aviación	8
1C	Sureste - Noreste por Panamericana	3
2A	Sureste - San Isidro	9
2B	Sureste - Av. Aviación	8
2C	Sureste - Av. Aviación - Norte	9
2D	Sureste - Chorrillos	14
2E	Sureste - Evitamiento	18
2F	Sureste - Panamericana	13
2G	Sureste - Marsano	24
3A	Av. Aviación	12
4A	Noreste - Av. Aviación	4
4B	Noreste - Sur	4
4C	Noreste - Brasil	10
4D	Noreste - Callao	8
4E	Noreste - Centro	13
4F	Noreste - Este	7
4G	Noreste - Norte	7
5A	Internas Sureste	20
TOTAL		199

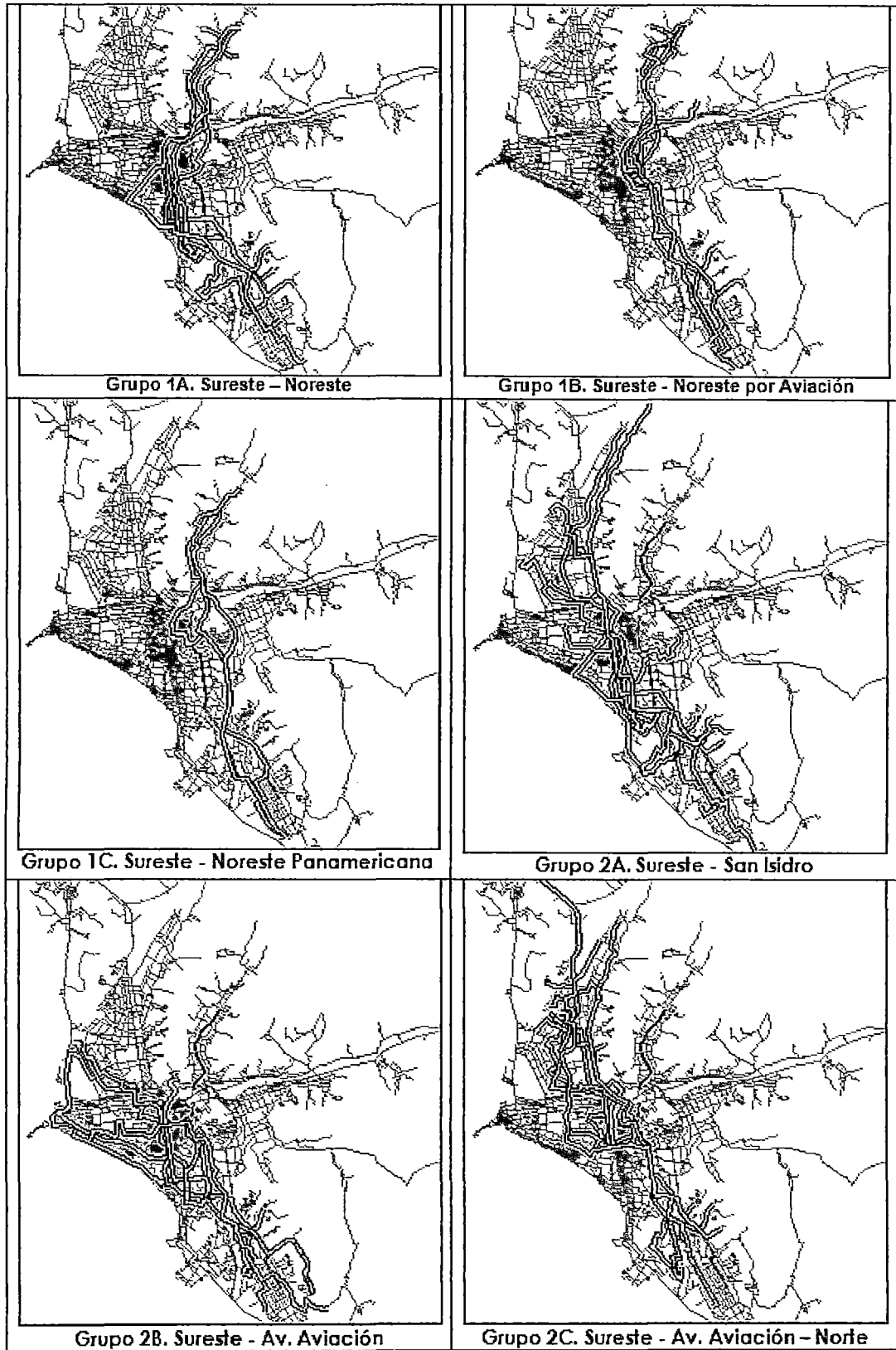


Figura Nº 35: Grupo de rutas 1A, 1B, 1C, 2A, 2B y 2C

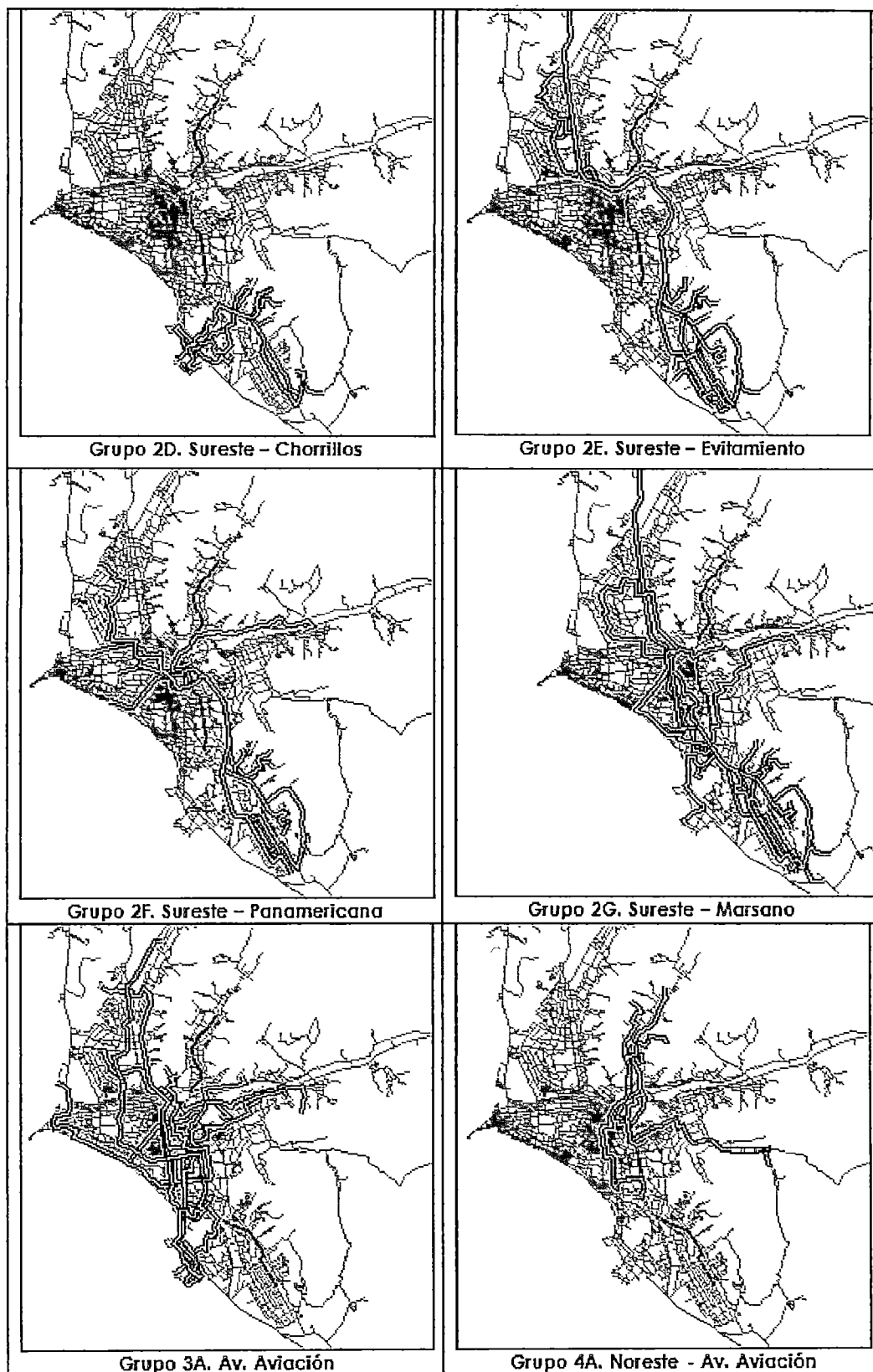


Figura Nº 36: Grupo de rutas 2D, 2E, 2F, 2G, 3A y 4A

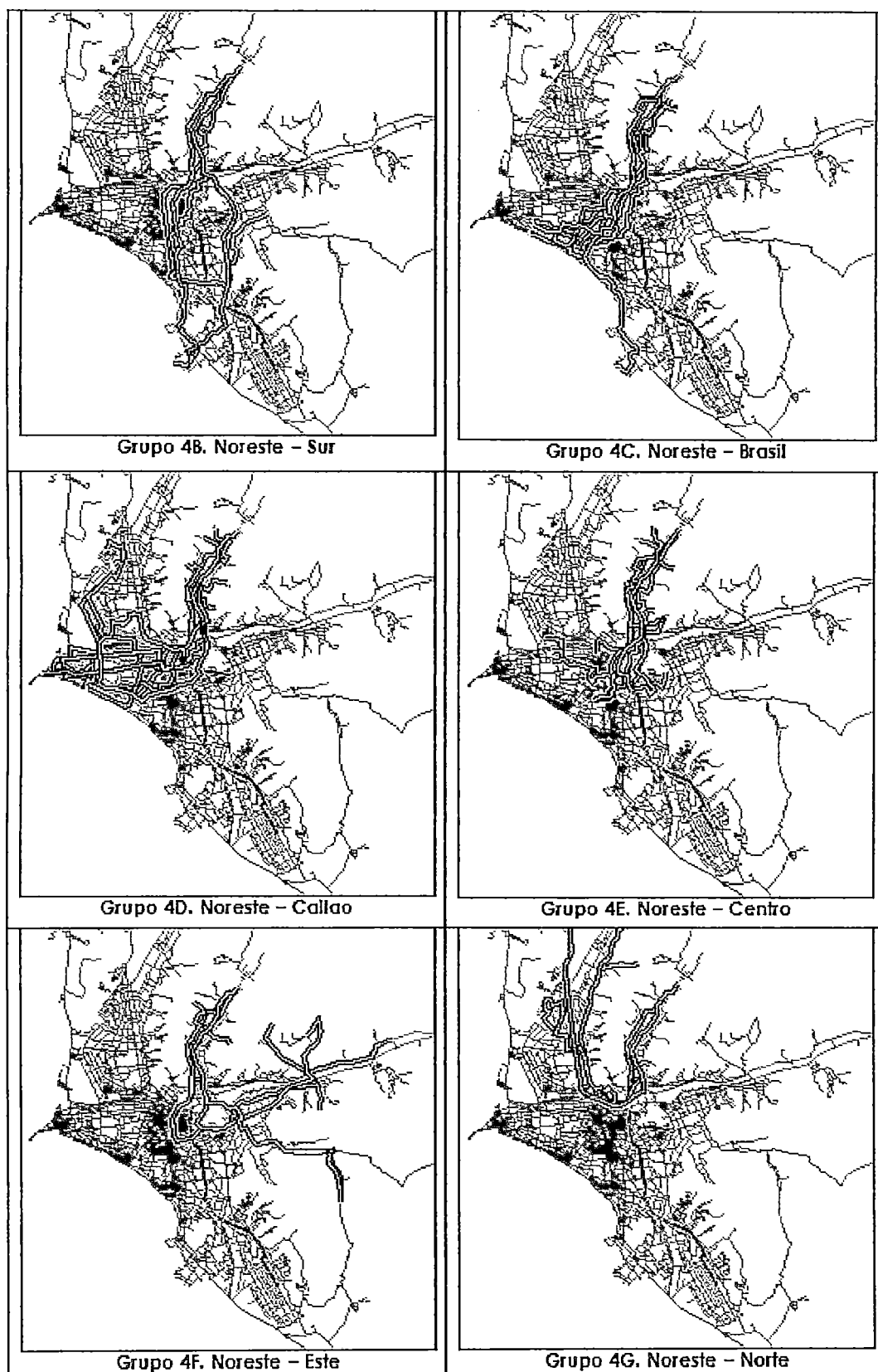
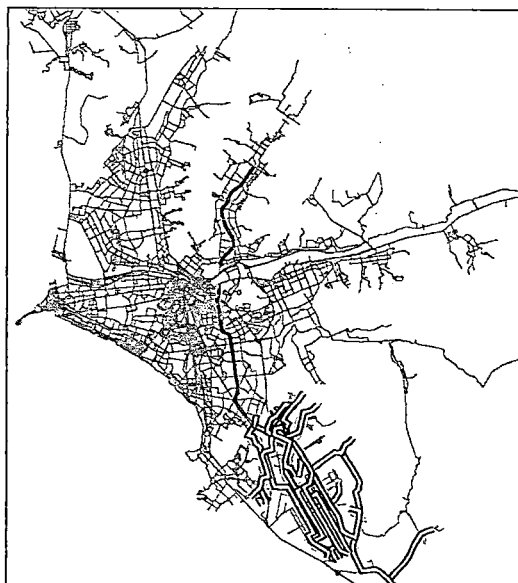


Figura N° 37: Grupo de rutas 4B, 4C, 4D, 4E, 4F y 4G



Grupo 5A. Internas Sureste

Figura N° 38: Grupo 5A

3.2.3.4 PARQUE AUTOMOTOR DE TRANSPORTE PUBLICO

De las unidades bajo la competencia de la Municipalidad de Lima, el 42% son camionetas rurales, mientras que el 43% microbuses. Los ómnibus suponen el 15% restante de la flota. En lo que hace referencia a la flota bajo jurisdicción de Callao, prácticamente no se identifican ómnibus, estando la flota constituida fundamentalmente por camionetas rurales (70%) y microbuses (30%).

Cuadro N° 11: N° de vehículos de Transporte Público (1973 - 2007)

(Fuente: Elaboración propia)

Vehículos Transporte Publico	1973	1988	1998	2004	2007
Ómnibus	2,100	4,683	16,311	6,526	4,235
Microbuses	4,630	3,351	9,018	11,000	14,489
Camionetas Rurales	***	2,300	4,495	14,068	17,339
Total	6,730	10,334	29,824	31,594	36,062

Adicionalmente, la Gerencia de Transporte Urbano de la MML, dispone del Padrón Vehicular, actualizado al 2004, y muestra una edad promedio de los vehículos de 17 años, siendo los ómnibus los que cuentan con mayor edad (20 años), y las camionetas rurales, las que cuentan con la menor (16 años). Por

otra parte, el promedio de edad de las camionetas rurales inscritas en el Callao es ligeramente superior a las de Lima (18 años).

Estas cifras sitúan a Lima como una de las ciudades con antigüedad de las unidades de transporte público más elevado (Quito cuenta con un promedio de 9 años, Bogotá 14 años, Santiago, Curitiba y Sao Paulo, un promedio de 4 años).

La siguiente caracterización de la oferta, corresponde a las rutas a lo largo de la vía por donde discurre la Línea 1. La siguiente tabla muestra corresponde a la flota de un conjunto de 199 rutas que tienen influencia directa sobre el proyecto.

Cuadro N° 12: N° de vehículos de Transporte Público, Eje Línea 1

(Fuente: Elaboración Propia)

Vehículos Transporte Publico	2009
Ómnibus	1,892
Microbuses	6,017
Camionetas Rurales	4,471
Total	12,380

3.3 DEMANDA DE TRANSPORTE

3.3.1 EQUIPAMIENTOS URBANOS GENERADORES DE TRAFICO

En un estudio reciente elaborado por el Consorcio Systra-Ingeroup con motivo de elaborar un estudio de factibilidad para una línea de metro subterráneo en Lima, se realizó un análisis de las actividades urbanas que generan viajes, ubicándose 6100 locales que son focos atractores de demanda (Centro de educación superior, hospitales, servicios de ocio, deportivos, instituciones administrativas, grandes mercados, industrial y servicios, instituciones financieras, hoteles y embajadas, terminales de transporte), se establece que la concentración de actividades urbanas se distribuye en:

- Un 49% en el Cono centro
- Un 34% en el Cono Sur que incluye San Isidro, Miraflores, Santiago de
- Surco y Borja
- Solo un 9% en el Cono Norte.

- El Distrito Cercado de Lima participa con un 18% de la actividad urbana total, San Isidro 9%, y Callao 5%

Presencia estudiantil

- 60% de los estudiantes en el cono centro
- 29% Cono Sur y solo 11% en el Cono norte

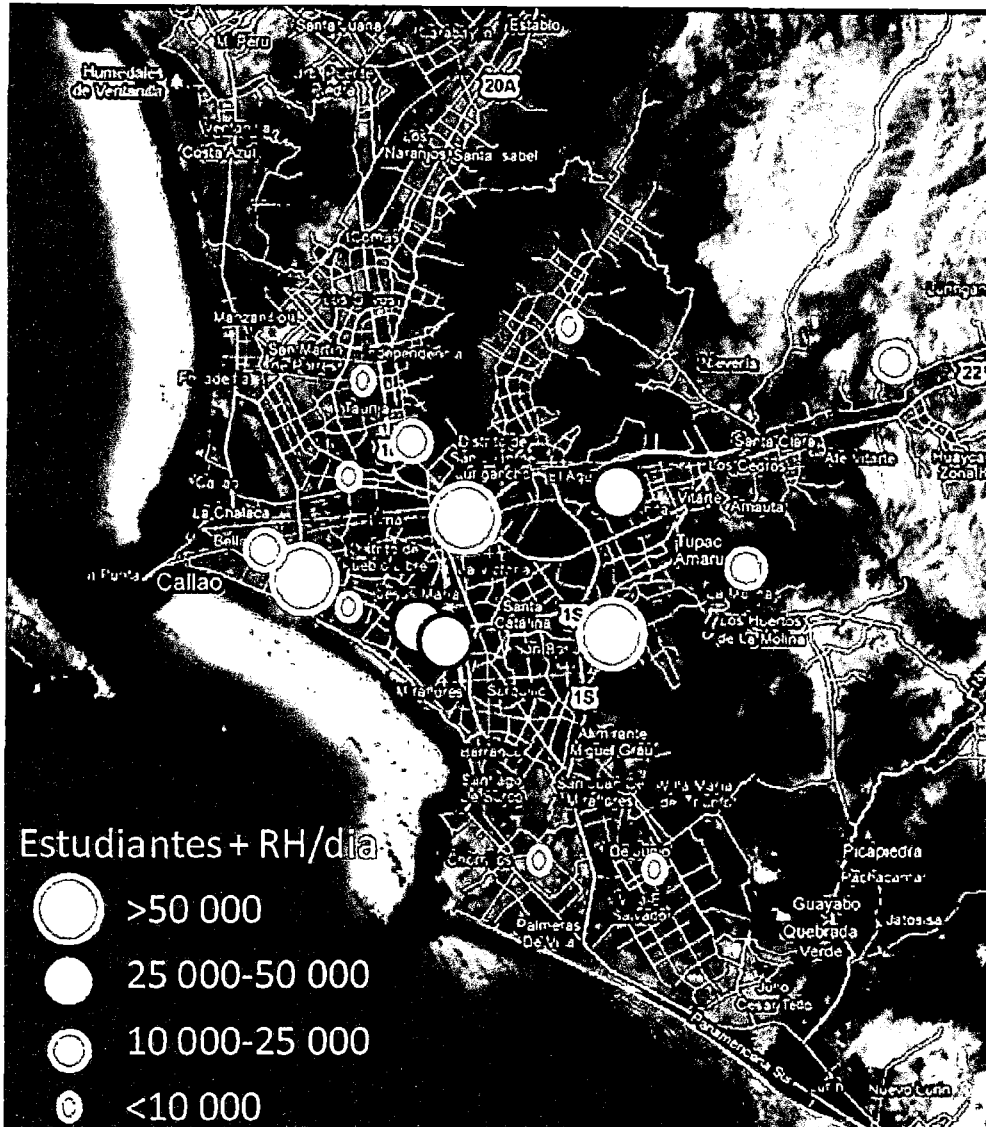


Figura N° 39: Concentración de estudiantes en Lima

Hospitales

El 72% de la actividad sanitaria de nivel metropolitano (hospitales y clínicas) se encuentra en el cono centro, 16% Cono Sur y solo 13% en el Cono norte.

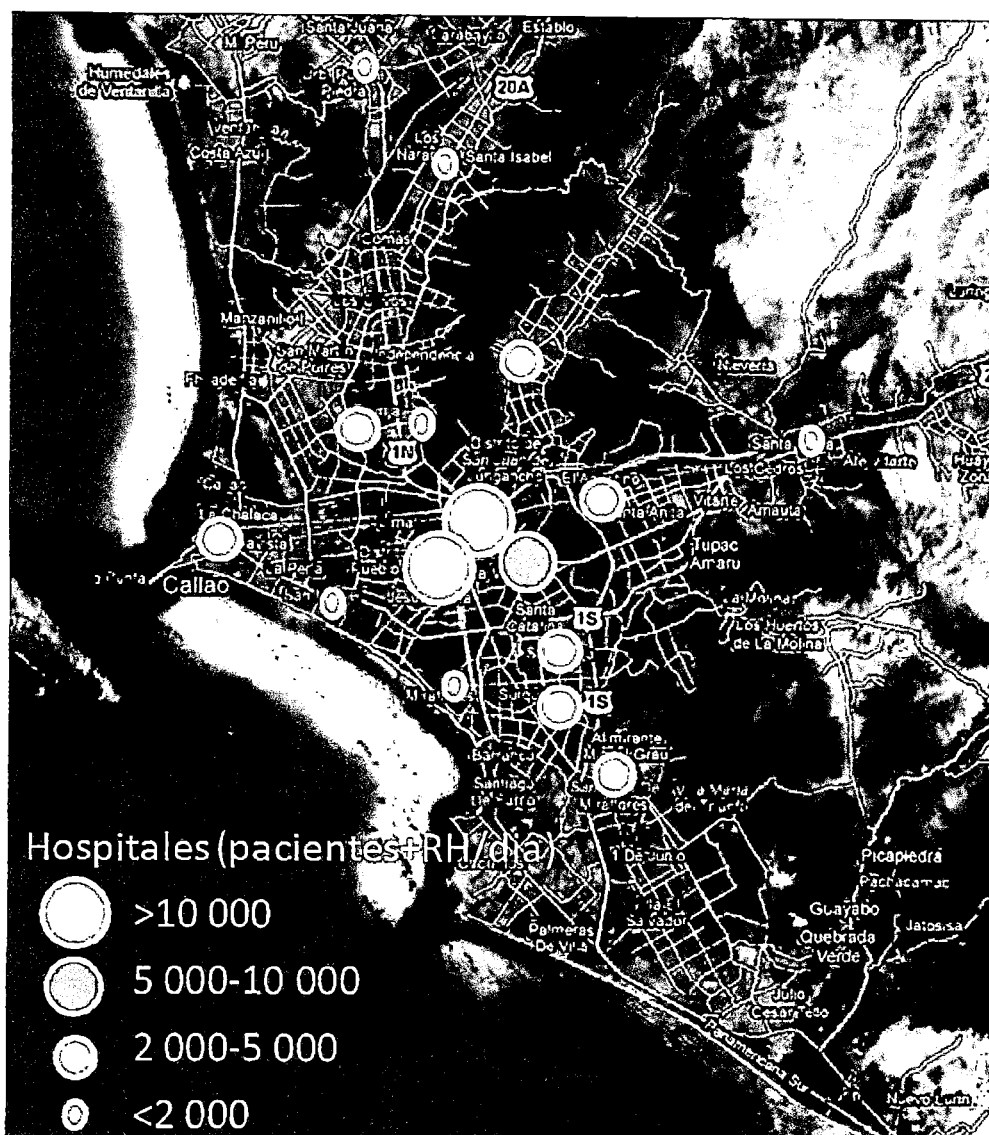


Figura N° 40: Concentración de Hospitales en Lima

Equipamientos comerciales

- Grandes centros comerciales de estándar internacional y grandes mercados populares de nivel metropolitano.
- Superan una frecuentación diaria de 60 000 personas.
- Una implantación comercial bastante centrífuga entorno al centro ampliado de Lima: 2 centros comerciales implantados en la franja sur del Cono Norte, 1 al Este, 3 en el cono centro y 1o a la franja norte del cono sur.

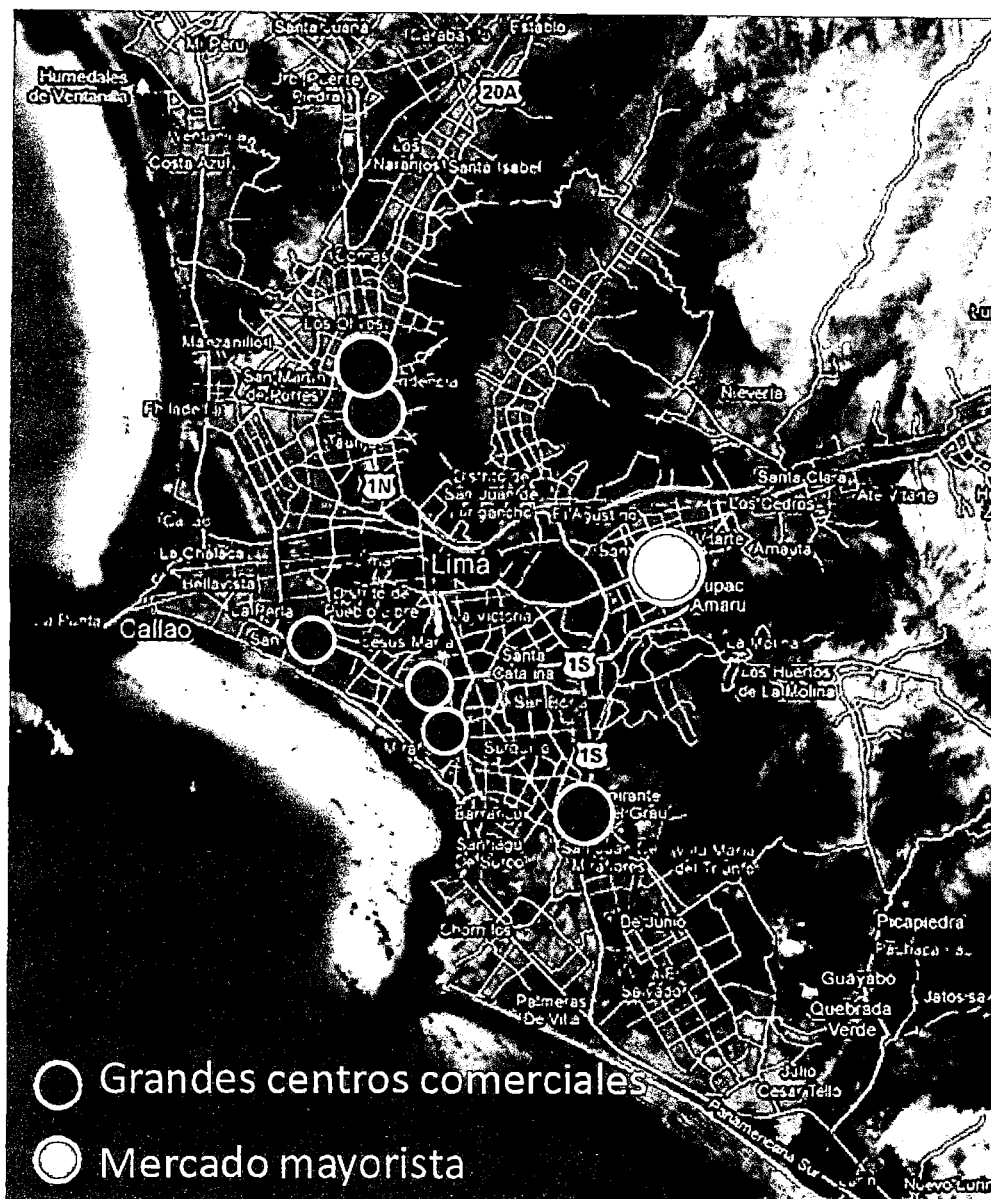


Figura Nº 41: Concentración de centros de comercio en Lima

Terminales de transporte

- Se refieren a: Terminales terrestres, Terminales aeronáuticos y Terminales marítimos
- Existe una implantación de los terminales de pasajeros a lo largo de las vías principales del Área Metropolitana de Lima y Callao: Panamericana Norte y los previstos sobre la Panamericana Sur y Carretera Central.

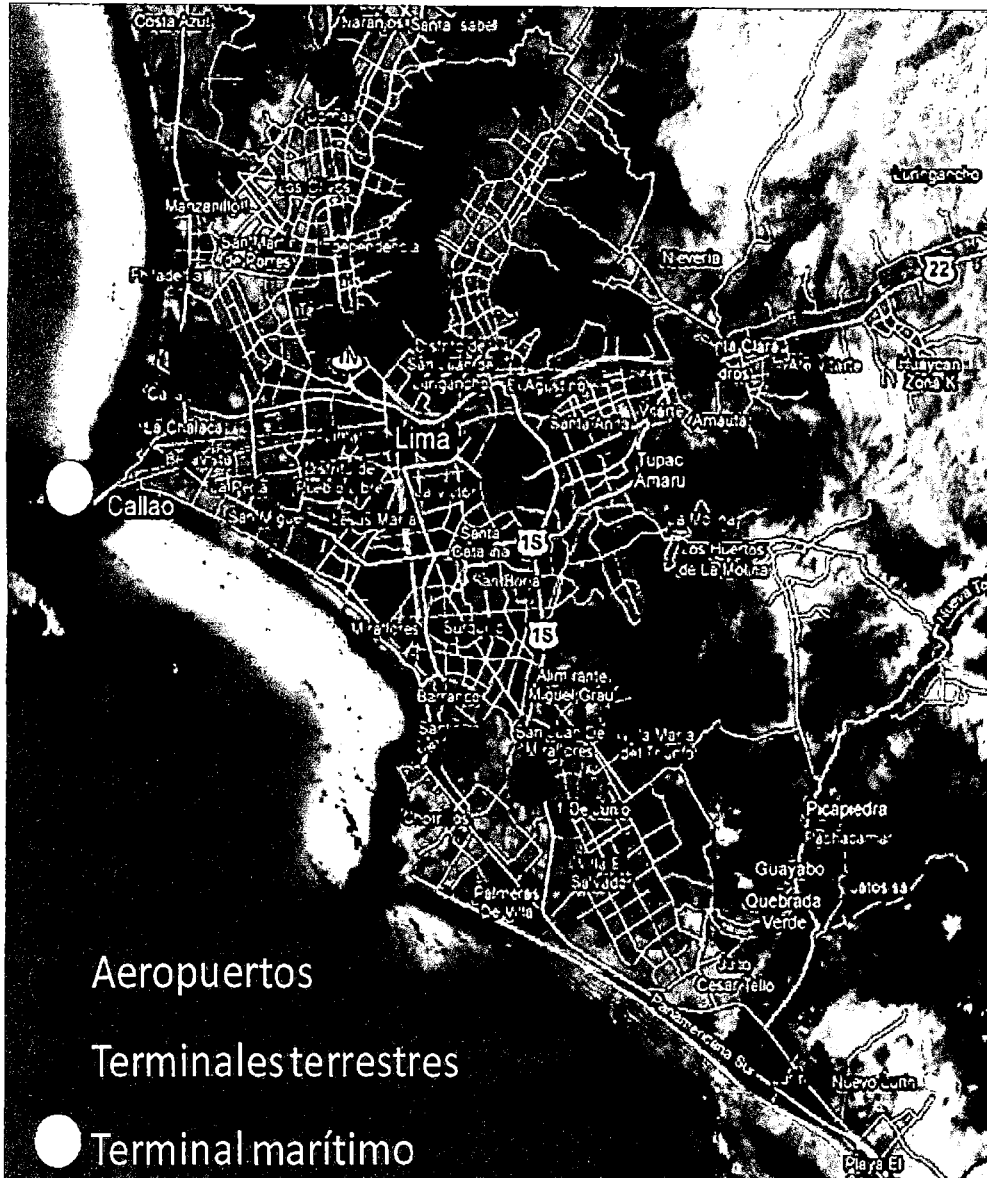


Figura N° 42: Concentración de terminales en Lima

De las gráficas anteriores se aprecia En los últimos años ha habido una generación de centros periféricos (Norte, Sur y Este), sin embargo aún no se consolida y el centro sigue agrupando la mayor cantidad del equipamiento aún se ubica en el centro de Lima y que provoca la concentración de viajes.

También podemos distinguir que en el entorno de la Línea 1, se concentran mayormente centros de salud y educativos que generan viajes.

3.3.2 LÍNEAS DE DESEO

Las líneas de deseo muestran las principales relaciones de viajes. En este caso, se han generado líneas de deseo por distritos a partir de las matrices origen/destino. Se presentan así líneas de deseo (total diario) en transporte público en la hora punta mañana (HPM), excluyendo las relaciones con menos de 2,000 viajes/día.

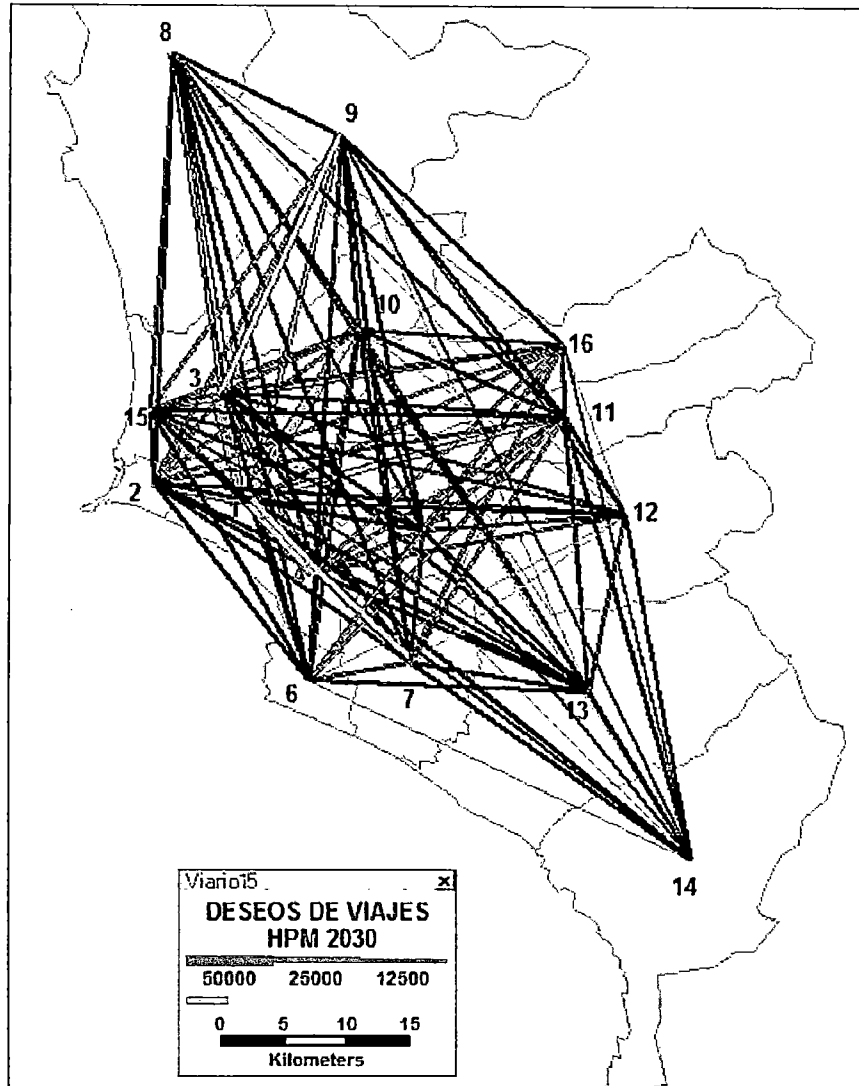


Figura N° 43: Deseos de viaje en Lima proyectados al año 2030

En las figuras siguientes se muestran las líneas de deseo entre los distritos por los que la Línea 1 del Metro hace sus recorrido, lo que muestra que existe una relación de viajes y por ende demanda de transporte que requiere ser cubierta en este eje.

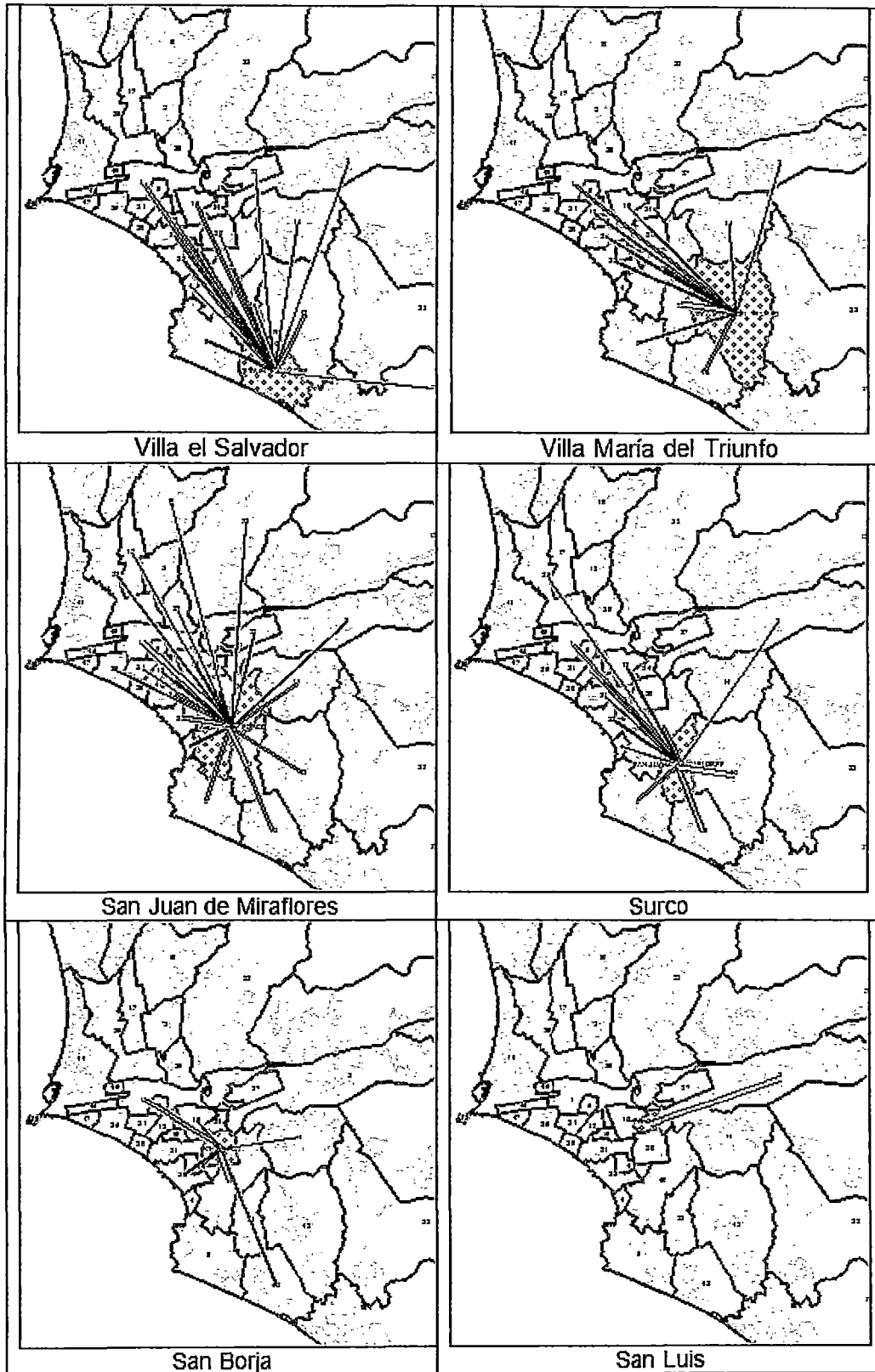


Figura N° 44: Líneas de deseo en el Cono Sur y Centro

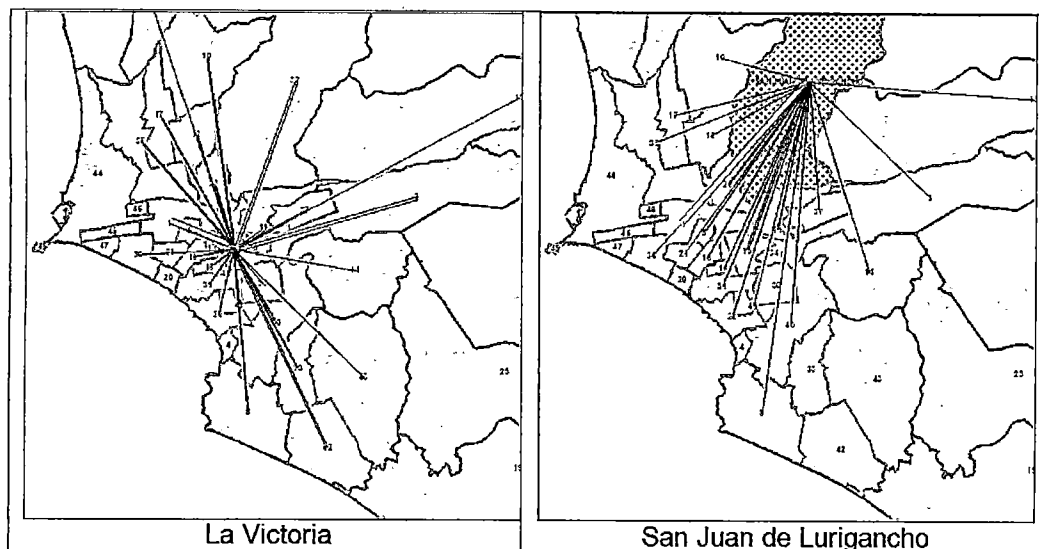


Figura N° 45: Líneas de deseo en La Victoria y SJL

3.3.3 VIAJES

De acuerdo al resultado de la encuesta Viaje Persona realizada por el Plan Maestro, la demanda total de transporte en el área del estudio se estima en 16.5 millones de viajes por día, de los cuales 12.2 millones de viajes, como se muestra a continuación.

Cuadro N° 13: Evolución de la demanda de viajes (2004 - 2007)

(Fuente: Elaboración propia)

Viajes	2004	2007
Transporte publico	9,365,138	8,705,000
Transporte privado	2,753,433	3,540,000
Total	12,118,571	12,245,000

Desde el año 2004 al 2007, la cantidad de viajes en la ciudad se incrementó en 126,429 viajes. En el transporte privado se aprecia un incremento de 786,567 viajes diarios, mientras que en el transporte público hay una disminución de 660,138 viajes. Lo que se justifica debido al auge económico de los últimos años, aunado a las facilidades de adquisición de vehículos particulares, además de la proliferación de rutas de colectivos.

En el siguiente cuadro, se aprecia que la mayor cantidad de viajes se realizan en transporte público (más del 70%), desde el año 1973. El uso de transporte

privado disminuyo (al 18%) en las décadas del 80 y 90 y ha vuelto a incrementarse (28.9%), siguiendo la tendencia observada en el cuadro anterior.

Cuadro N° 14: Porcentaje de viajes según modo (1973 - 2007)

(Fuente: Elaboración propia)

Viaje por Modos	1973	1988	1998	2004	2007
Modos Públicos	72.0%	81.2%	81.5%	77.3%	71.1%
Modos Privados	28.0%	18.8%	18.5%	22.7%	28.9%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

El siguiente cuadro resalta el incremento de los viajes con motivo compras o recreación, que confirma que a mayor poder adquisitivo de la población, mayor cantidad de viajes con motivos diferentes a los usuales de trabajo y estudio.

Cuadro N° 15: Porcentaje de viajes según motivo (1973 - 2007)

(Fuente: Elaboración propia)

Motivo de viajes en transporte publico	1973	1988	1998	2004	2007
Hogar a Trabajo	54%	43.7%	53.2%	66.2%	46.00%
Hogar a Estudio		25.3%	25.6%	21.5%	11.90%
Hogar a Compras	***	***	6.3%	12.3%	25.40%
Hogar a Otros destinos	32%	23.2%	12.6%		16.70%
No desde Hogar	14%	7.8%	2.3%		
Total	100%	100%	100%	100%	100%

Un modelo de previsiones de tráfico fue desarrollado en 2005 para la elaboración del Plan Maestro. La versión del modelo de demanda más actualizado de la ciudad que es la versión actualizada en 2010 el estudio del Sistema Integrado de Transporte (SIT). En base al cual presentamos proyecciones de demanda en Lima a largo plazo en hora punta y en un día laborable.

Las proyecciones de evolución de la población realizadas por la SEDAPAL (Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima) para el Área Metropolitana de Lima Callao. Al nivel total, las proyecciones de la SEDAPAL son muy consistentes con las del Plan Maestro (2004).

Cuadro N° 16: Proyecciones de Población al año 2030

(Fuente: Systra-Ingeruop, 2011)

DISTRITOS	2007	2015	2020	2025	2030
Gerem. Serv. Norte	3 136 629	3 549 259	3 807 153	4 065 047	4 322 941
C. S. Comas	2 215 482	2 445 084	2 588 585	2 732 086	2 875 588
C. S. Callao	921 147	1 104 175	1 218 568	1 332 960	1 447 353
Gerem. Serv. Centro	2 849 786	3 119 827	3 288 602	3 457 378	3 626 153
C. S. Ate Vitarte	1 057 011	1 179 957	1 256 797	1 333 638	1 410 479
C. S. Breña	894 332	936 153	962 294	988 429	1 014 566
C. S. San Juan Lurig.	898 443	1 003 717	1 069 514	1 135 311	1 201 107
Gerem. Serv. Sur	2 268 116	2 606 713	2 807 424	3 008 136	3 208 848
C. S. Surquillo	1 003 199	1 087 651	1 140 433	1 193 216	1 245 998
C. S. Villa Salvador	1 264 917	1 519 062	1 666 991	1 814 920	1 962 850
TOTAL DISTRITOS ADMINISTRADOS	8 254 531	9 275 798	9 903 179	10 530 560	11 157 941

Considerando en primera aproximación un aumento de la generación de la demanda proporcional al crecimiento de la población, se calculan las matrices de demanda para el año 2030.

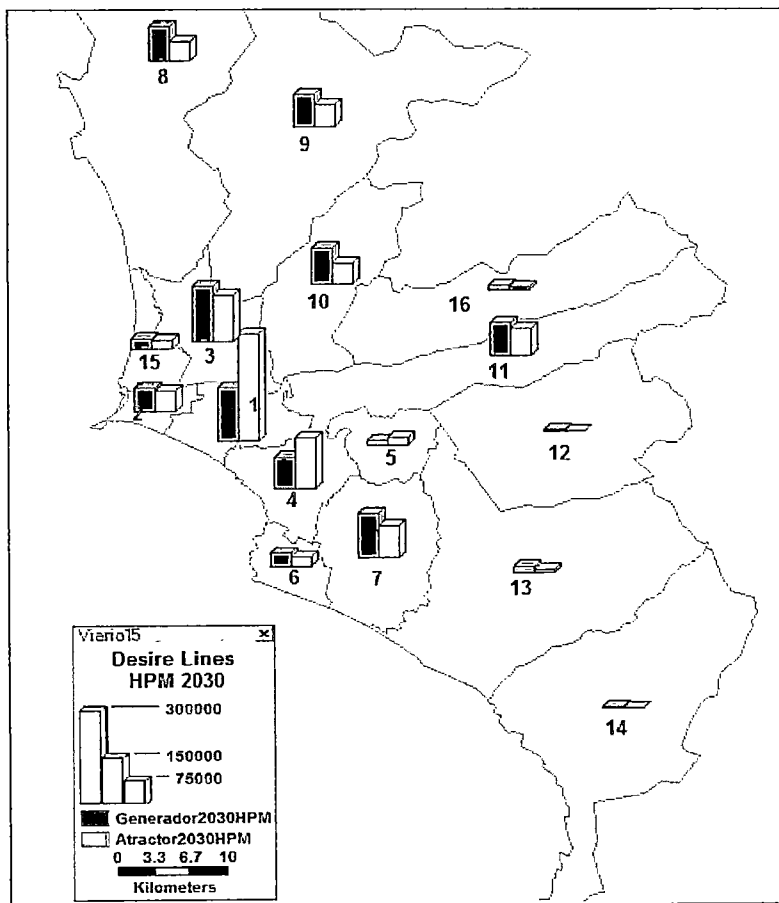


Figura N° 46: Generación - atracción de viajes en Lima

Cuadro N° 17: Generación y atracción de viajes de transporte público HPM
(Fuente: Systra-Ingeruop, 2011)

ZONAS	2009		2030		Crecimiento	
	GENERADOR	ATRACTOR	GENERADOR	ATRACTOR	GENERADOR	ATRACTOR
1	153 974	286 191	173 032	345 558	12%	21%
2	67 881	57 968	78 830	70 002	16%	21%
3	165 016	129 483	176 678	152 708	7%	18%
4	83 812	132 206	105 538	164 733	26%	25%
5	12 533	18 547	19 127	25 271	53%	36%
6	41 592	26 231	43 713	30 241	5%	15%
7	111 895	85 915	148 957	114 973	33%	34%
8	56 762	36 110	112 751	65 098	99%	80%
9	79 968	56 815	104 689	75 414	31%	33%
10	88 382	55 261	114 794	70 381	30%	27%
11	84 606	69 852	106 977	88 643	26%	27%
12	3 000	96	5 245	132	75%	38%
13	8 498	6 146	19 575	12 924	130%	110%
14	2 618	809	6 039	1 662	131%	105%
15	26 157	25 107	32 302	30 783	23%	23%
16	12 104	12 060	15 846	15 570	31%	29%
Total	998 798	998 798	1 264 092	1 264 092	27%	27%

Se nota que las zonas 1 (Lima Centro) y 3 (Olivos / Independencia) son las más importantes en términos de generación y atracción de viajeros (sea en 2009 o en 2030). La zona 3 representa 14%-16% de la generación de viajes (HPM) y la zona 1, 28% de la atracción de viajes. Las zonas 13 y 14 (parte sur del área metropolitana) son las que conocen el mayor crecimiento entre 2009 y 2030 – en términos relativos (110% - 130%). La zona 8 (parte norte del área metropolitana) genera lo mas de viajes nuevos entre 2009 y 2030 (+55,000 viajes).

A nivel global, el crecimiento de la demanda de transporte público es de 27% entre 2009 y 2030.

El crecimiento de la demanda de transporte público entre 2009 y 2030 se evalúa en un 50%. Estos resultados son coherentes con las estimaciones del Plan Maestro de Transporte Urbano (para el año 2025).

Según estimaciones de Systra-Ingeroup la demanda total de viajes motorizados en la ciudad ascendería a 17'766,000, de los cuales 12'788,000 se realizarían en transporte público.

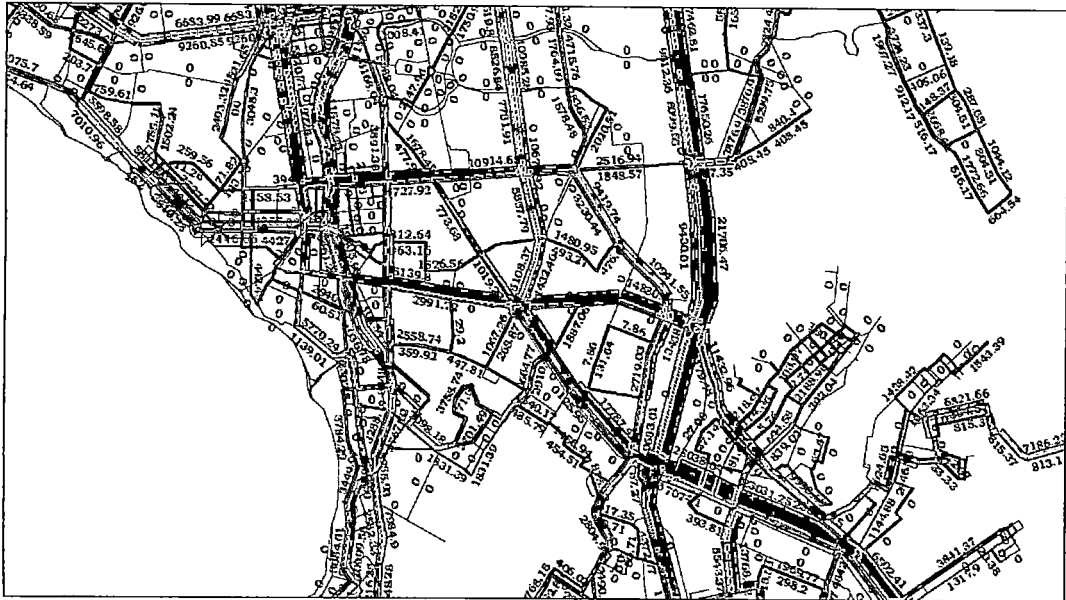


Figura N° 47: Flujos de pasajeros en HPM, modo bus, Cono Sur, 2030

Para el caso de la demanda en el entorno de la Línea 1, el cálculo se ha realizado considerando los índices de ocupación observados en la encuesta de frecuencia y ocupación vehicular desarrollada para el proyecto. Por otro lado, el número de pasajeros ha sido obtenido utilizando el factor de conversión obtenido en el estudio SIT desarrollado el 2010 para Protransporte.

Cuadro N° 18: Viajes diarios en el entorno de la Línea 1, 2009

(Fuente: Elaboración propia)

Tipo de Vehículo	2009
Ómnibus	876,143
Microbuses	2,368,911
Camionetas Rurales	1,584,157
Total	4,829,211

De esta manera esta cantidad de viajes representa aproximadamente un 30% de los viajes que se realizan en Lima, debido a que agrupa una serie de viajes en diversas rutas, que si bien se encuentran en el eje de la Línea 1, tienen diversos destinos de viaje.

Los datos por ruta, tipo de unidad y cantidad de viajes se encuentran en el Anexo.

De lo analizado, se desprende que la demanda de viajes no es estática sino que varía en función al incremento poblacional, a mayor cantidad de población mayor número de viajes. Dado que la tendencia es ascendente se deben proponer modos de transporte capaces de atender demandas actuales y futuras de la población.

3.3.4 VELOCIDADES

La demanda también se puede analizar en términos de la velocidad que ofrecen los corredores, una menor velocidad indica un mayor uso vehicular y por ende una mayor demanda de la vialidad por parte de los usuarios.

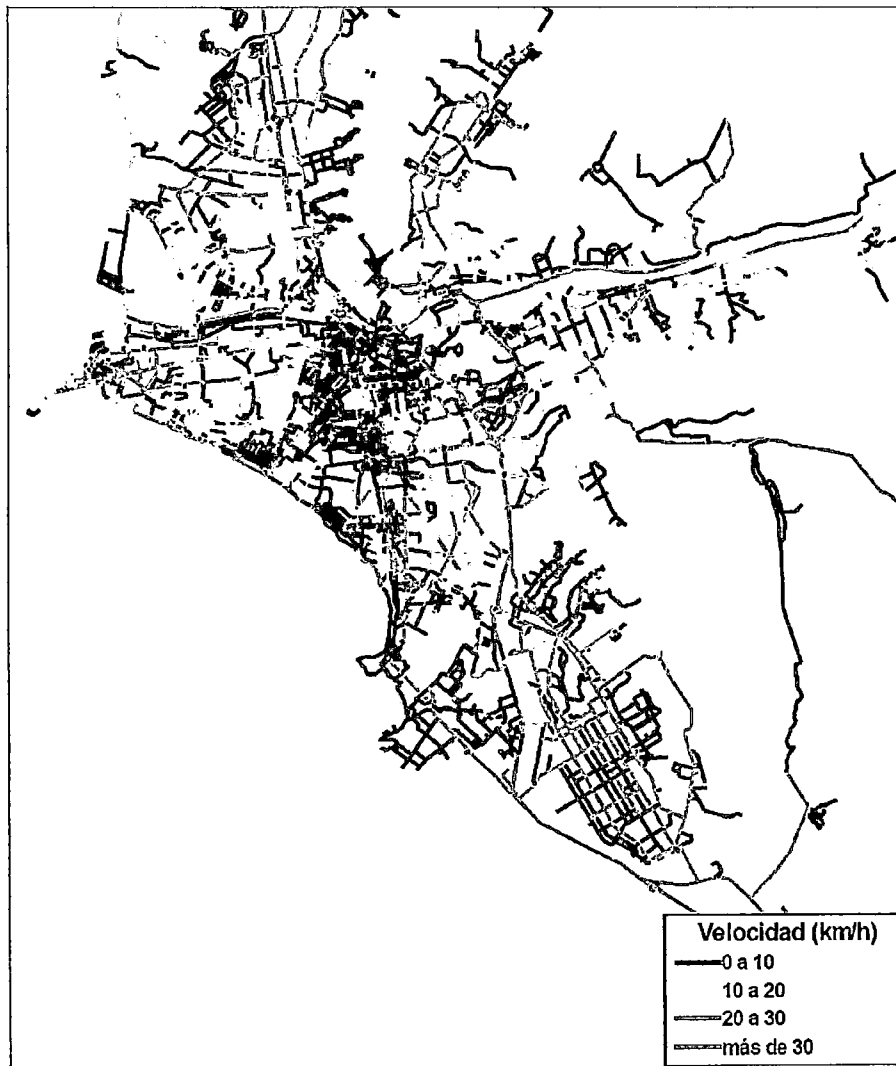


Figura N° 48: Velocidad de viaje en HPM

Como se aprecia en la imagen la mayor parte de la red vial principal presenta velocidades menores a los 10Km/h, lo que indica los niveles de congestión que se presentan en la hora punta por super poblamiento de las vías, lo que genera sobre tiempo de viajes y pérdida de horas hombre. Esto justifica la inversión en proyectos de transporte masivo que trasladan mayor cantidad de personas a mayor velocidad.

La caracterización de los tiempos de viaje en el corredor de la Línea 1 viene afectada por la situación actual de obras en buena parte del mismo, condicionando tanto los resultados de las mediciones como el diagnóstico de la situación actual.

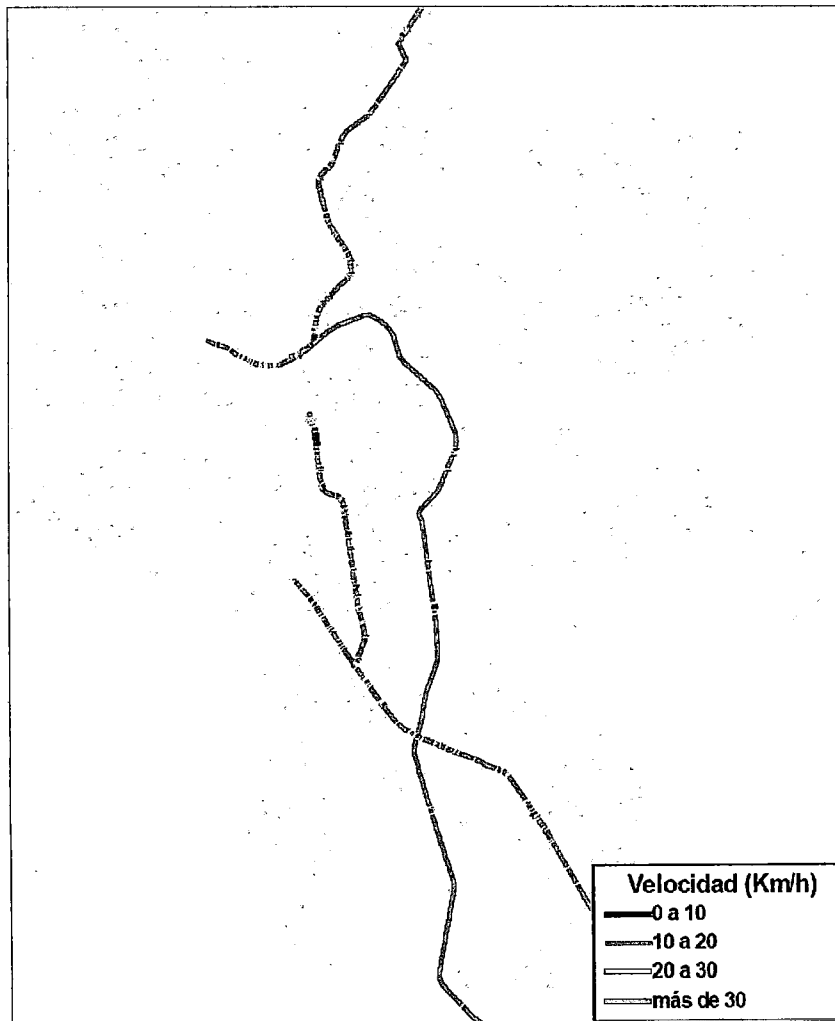


Figura N° 49: Velocidad de viaje en HPM en el entorno de la Línea 1

CAPITULO IV: EL PROYECTO DEL METRO DE LIMA

4.1 ANTECEDENTES

Existen indicios que en la época del gobierno del Gral. Sánchez Cerro (1930-1933), existió ofertas de entidades extranjeras para la implantación de un servicio de metro en la ciudad.

En 1953 ingeniero argentino A. Mariñelerena y la Societe Generale de Traction et d' Explotation, operadora del metro de Paris, presentan 2 sendos proyectos de tren subterráneo para Lima, ambos son analizados por el concejo limeño, que toma partido por la propuesta francesa. En 1957 se descarta el proyecto por supuestos problemas para construir en el subsuelo limeño. En 1962 el proyecto francés se actualiza y se anuncia su próxima construcción, el costo se estimaba en 1500 millones de soles.

4.1.1 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE TRAFIKKONSULT (1966)

El estudio fue contratado por la Municipalidad de Lima siendo Alcalde el Dr. Luis Bedoya Reyes. Se inicio el 22 de Enero de 1966, presentándose el informe correspondiente al 20 de junio del mismo año.

Comprendió los siguientes aspectos:

- Análisis de la situación del tránsito de Lima.
- Examen de las propuestas previas.
- Proyecciones del desarrollo de la población.
- Un programa básico para el transporte rápido masivo (T.R.M.) futuro.
- Pronóstico del volumen de tránsito para 1985.
- Requisitos de eficiencia de sistema de T.R.M. y comparación entre los sistemas alternativos.
- Comparación económica entre la operación de ómnibuses y el sistema de T.R.M. para un sector de Lima.

- Descripción del sistema de T.R.M. propuesto.
- Cálculo del costo de construcción y equipos.
- Estimado del costo anual de operación.
- Métodos de financiamiento.
- El periodo intermedio mientras se obtenga un sistema de T.R.M.

El esquema de líneas propuesta es el que se indica en el cuadro:

Cuadro N° 19: Líneas propuestas (1966)
 (Fuente: AATE)

Línea	Long. (km)	Estaciones
Línea 1, Chorrillos – San Martín de Porres: Av. Panamá, Paseo de la República, Abancay este, Universidad Nacional de Ingeniería	23.7	21
Ramal: Av. Abancay, Amazonas, Ancash, Ate Norte del Cerro Agustino	6.0	4
Línea 2, Callao – Mercado Mayorista: Av. Saenz Peña, Av. Colonial, Plaza Dos de Mayo, Nicolás de Pierola, Av. Grau, Av. Aviación, Urb. San Roque	24.2	21
Línea 3, Magdalena – Canto Grande: Av. Brasil, Plaza Bolognesi, Paraguay, Chota, Av. Tacna, Rímac, Canto Grande	13.6	13
Total	67.5	59

De los 67.5 km. de la red sugerida, recomendaron construir primero la Línea Chorrillos–San Martín de Porres en el Tramo Chorrillos–Centro de Lima.

El costo total de la red estimado por el estudio fue de US\$ 244.5 millones, lo que daba un costo unitario de US\$ 3.85 millones por kilómetro.

El estudio de prefactibilidad efectuado cumplió satisfactoriamente en lo que respecta a los alcances de un estudio de esa naturaleza. Demostró la necesidad

de construir un sistema de metro para el área metropolitana del tipo convencional.

Finalizado el estudio de pre-factibilidad (Junio 1966), el Municipio de Lima recibió ofertas de varias firmas de prestigio internacional para la continuación de los estudios. Recibidas las propuestas, el Concejo Provincial de Lima designó una comisión integrada por representantes de la Oficina Nacional de Planeamiento y Urbanismo que la presidió, Instituto de Planificación, Ministerio de Fomento y Obras Públicas, dirección de Tránsito, Concejo Provincial del Callao y del Propio Concejo Provincial de Lima.

En noviembre de 1967 la Comisión presentó su informe que incluía los requisitos que debía cumplir el consultor y el programa del trabajo, recomendando solicitar a las firmas preseleccionadas reajustaran sus propuestas en base a los requisitos y programa aludidos lo que permitiría compararlas con suficiente precisión que garantizara el mejor resultado de los estudios.

4.1.2 ESTUDIO DEL METRO DE LIMA (1972)

Efectuado el Concurso Público Internacional, se firmó contrato con la firma que ocupó el primer lugar, señores Consorcio Metro Lima conformado por las firmas consultoras Electrowatt Ings., Deutsche Eissenbahn Consulting GmbH, Laemeyer International GmbH y la firma nacional P y V Ingenieros S.A.

4.1.2.1 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

- Planificar y proponer un Sistema Integral de Transporte Público de Pasajeros para el futuro teniendo en cuenta los factores urbanísticos y económicos de la metrópoli.
- Mejorar lo más favorablemente posible la situación presente del transporte, proponiendo la racionalización del mismo.
- Justificar desde los puntos de vista técnico-económico y financiero la necesidad, si así se determinare, De la operación de un Sistema de Transporte Rápido Masivo determinando la Etapa Prioritaria y fijándola cronológicamente, así como la ampliación ulterior de este sistema, si se requiriera.

4.1.2.2 METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

Un primer estadio del estudio lo constituyó las que denominaron investigaciones primarias, que incluyeron encuestas en hogares, encuestas y conteos de tránsito y un estudio de demanda de estacionamiento, así como aquellas denominadas investigaciones secundarias sobre población, lugares de trabajo y de enseñanza, agrupaciones socioeconómicas, información sobre condiciones geográficas, red vial y red de transporte.

Un segundo estadio, llamado análisis, consistió en establecer los datos de la estructura en el año 1972 así como la generación de los viajes para el mencionado año.

El Pronóstico constituyó el tercer estadio, estableciéndose los datos de la estructura para 1980 y 1992; ello permitió determinar la generación, la repartición modal y distribución de viajes para 1992. Con estos datos se estructuró una red de transporte público, realizándose la asignación de viajes.

El último estadio lo constituyo el proyecto y su factibilidad: en base a todo lo anterior, se preparó un Anteproyecto del Sistema propuesto de Transporte Rápido Masivo y se determinó la racionalización del transporte convencional de superficie a fin de permitir el estudio de factibilidad económico-financiera.

4.1.2.3 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO

Se definió la necesidad de implantar una red de Transporte Rápido masivo (Metro) en los principales corredores de transporte de la Metrópoli, como elemento principal de un sistema debidamente integrado con el convencional de superficie: es decir que la concepción futura de los transportes en Lima incluyas un ferrocarril metropolitano (Metro) como sistema rápido de transporte masivo de pasajeros. Se recomendó como fase inicial la racionalización del transporte público convencional de superficie y esto en forma imperativa, desde los puntos de vista técnico y social.

Teniendo una proyección de 20 años (1972–1992), recomendaron:

4.1.2.4 SISTEMA METRO

La construcción a 1992 de más o menos 60 Km. con una inversión calculada en esa fecha (1974) de US\$ 855 millones, distribuidos tal como se muestra:

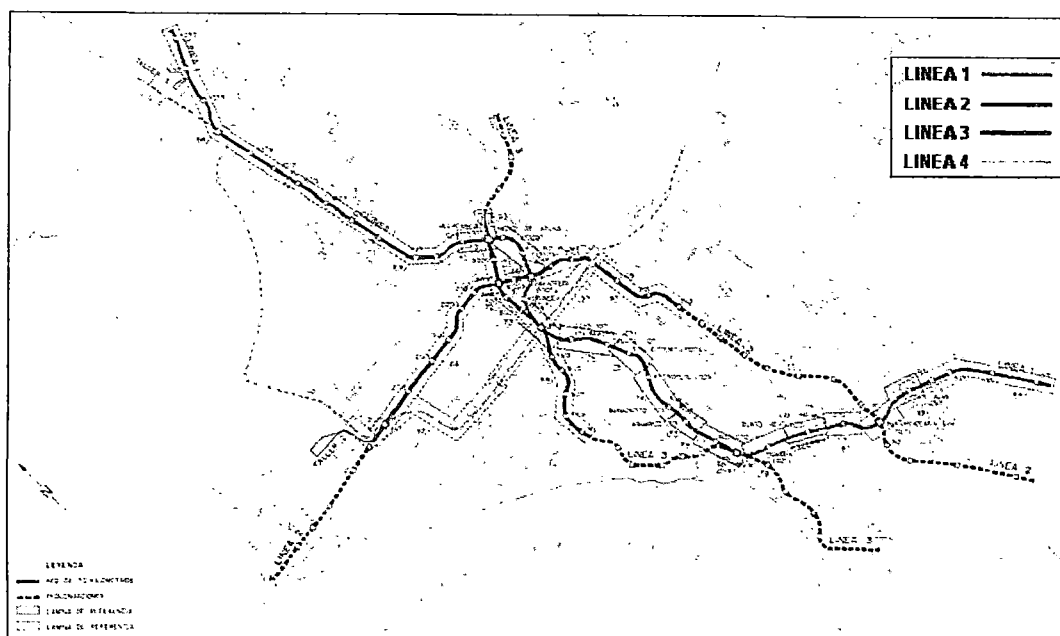


Figura N° 50: Líneas de metro de Lima propuesto

Cuadro N° 20: Líneas de metro de Lima propuestas (1973)

(Fuente: AATE)

Líneas	Longitud (Km.)	Costo (US\$ millones)
Línea N° 1, Comas – Villa El Salvador: Av. Tupac Amaru – La Capilla – Av. Abancay – Paseo de la República, Av. Garcilazo de la Vega, Av. Arequipa, Roca Muelle, Vía Expresa, paseo de la República, futura prolongación del Paseo de la República, cruce autopista Panamericana Sur, Av. Pachacutec.	38	478
Línea N° 2, San Borja – Maranga: Av. Colonial, Av. Argentina, Plaza Unión, Av. Emancipación – Av. Aviación hasta llegar a Av. San Borja	13.1	240
Línea N° 3, Rímac – San Isidro: Av. Tacna, Av. Garcilazo de la Vega, Av. Salaverry, Los Castaños (Golf Club)	7.4	137
Total	58.5	855

Se estableció una etapa prioritaria de la Línea 1, de 20 Km, que correspondió al tramo comprendido entre el distrito del Rímac y el de Villa El Salvador, con un costo de US\$ 194 millones. Para la definición de la elección del tramo de la

Línea N° 1, como etapa prioritaria, fue necesario recurrir a otros criterios además de la magnitud de la demanda.

Pero el factor decisivo fue el análisis financiero, con un menor periodo de construcción y menores costos de inversión. Se recomendó iniciar la construcción de la etapa prioritaria de la Línea N° 1 a comienzos de 1975 y ponerla en funcionamiento en 1982; debiendo la totalidad de la Línea N° 1 estar lista en 1986, la Línea N° 2 en 1990 y la Línea N° 3 en 1993.

La capacidad del sistema de Transporte Rápido Masivo fue diseñada para 60,000 pasajeros hora-dirección, secuencia mínima de trenes de 90 seg., equivalente a 40 trenes por hora con carga máxima por tren de 1500 pasajeros. El tren debía ser birriel con ruedas de acero sobre rieles de acero y características básicas siguientes:

- Tren de 6 vagones compuesto por 2 unidades triples.
- Longitud total 128.5 m.
- Ancho 3.07 m.
- Velocidad máxima 90 km/h.
- Velocidad viaje 37 km/h.
- Tensión de tracción 1500 vol.
- Corriente continua por tercer riel.
- Suministro de energía eléctrica de la red de 220 kv. De Electrolima a una red de propia del Metro de 22 kv.
- Trocha normal 1.435 m.
- Radio mínimo 300 m.
- Distancia promedio entre estaciones 1,050 m.
- Superestructura: Lecho convencional de balasto con durmientes de madera.
- Talleres: Uno en Surco y otro en el Callao (Aeropuerto)

4.1.2.5 SISTEMA CONVENCIONAL DE SUPERFICIE

Se proyectó una red racionalizada de transporte convencional de superficie que, conjuntamente con el sistema Metro, conformara un sistema integral balanceado de transporte urbano; el de superficie prestaría servicio de alimentación y

distribución al Metro. Se proyectaron 60 líneas de buses (34 principales, 4 expresos y 22 alimentadoras) para suplir el servicio de dicha época (1972) prestado por 26 líneas (75 buses, 68 micros y 63 colectivos). Se recomendó el equipamiento mostrado en el cuadro.

Cuadro N° 21: Propuesta de Líneas de Buses (1973)
 (Fuente: AATE)

Año	Bus	Talleres	Depósitos
1972	3,200		
1979	7,500	3	24
1984	9,400	4	30
1992	12,000	6	40

Se recomendó tres etapas para la racionalización y la creación de una entidad que tuviera a cargo el transporte urbano de pasajeros, conformada por la asociación de empresas debidamente reguladas, permitiendo con ello establecer una tarifa única y boletaje de transferencia, teniendo como funciones principales:

- Reordenamiento de rutas.
- Selección de un tipo uniforme de vehículo.
- Asesoramiento administrativo y técnico.
- Establecimiento de una tarifa única.

4.2 AUTORIDAD AUTONOMA DEL METRO ELECTRICO (AATE)

En el año 1986, el Estado Peruano asumió el compromiso de implementar en el Área Metropolitana de Lima y Callao un Sistema Eléctrico de Transporte Rápido Masivo, que permitiera articular de manera integral la dinámica de viajes de las zonas periféricas y de alta concentración poblacional de la Ciudad. Declarando de necesidad pública y preferente interés social la construcción de la infraestructura de transporte necesaria para tal fin.

La Autoridad Autónoma del Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao (AATE) fue creada mediante DS N° 001-86-MIPRE, el 20 de febrero del

1986, la misma que tomaría fuerza de ley, con la promulgación de la Ley N° 24565 del 30 de octubre de 1986, encargándose del proyecto del Metro en Lima; constituyendo en la actualidad un Proyecto Especial del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).

4.3 LINEA 1: VILLA EL SALVADOR – SAN JUAN DE LURIGANCHO

4.3.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROYECTO

- La longitud total de la Línea 1 sería 34.5Km.
- La cantidad total de estaciones en la Línea 1 serían 26.
- Viaducto a Nivel y en Elevado.

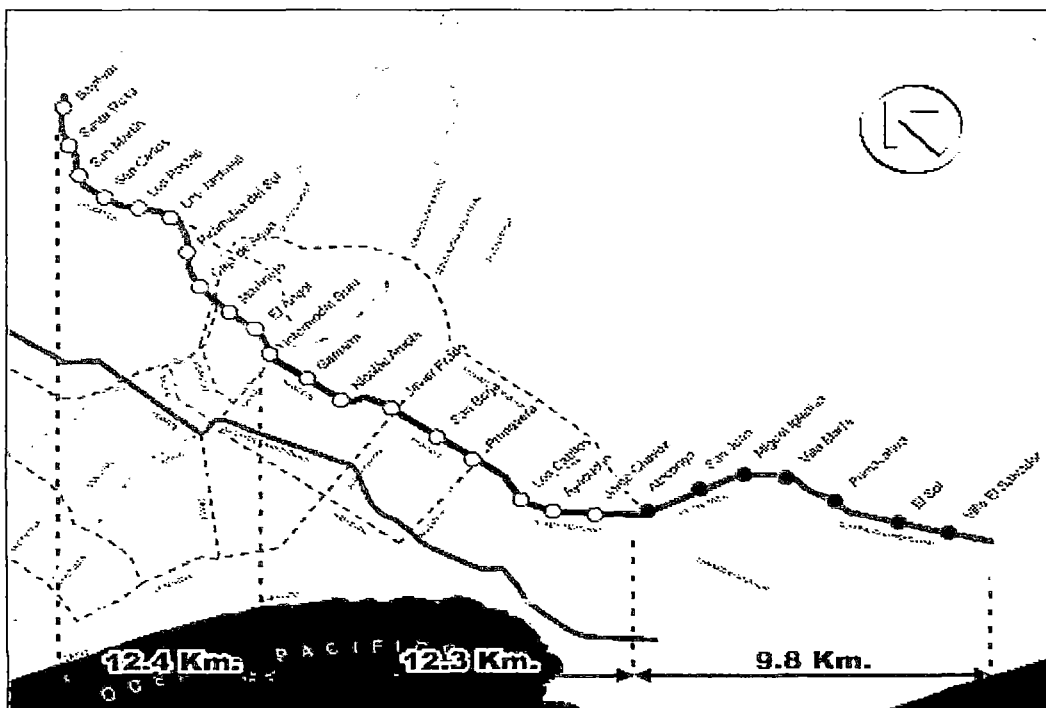


Figura N° 51: Línea 1 (VES – S JL)

4.3.2 POBLACIÓN BENEFICIADA

La población beneficiada por este proyecto, en general, es la ciudad de Lima en su totalidad (8'482,619 habitantes) dado la integridad de la línea con el sistema integrado de transporte el cual comprende los distintos modos.

En términos específicos consideramos como población beneficiada a los pobladores de los distritos que atraviesa el proyecto de la Línea 1:

Cuadro N° 22: Población Beneficiada por el Proyecto

(Fuente: INEI, 2007)

Distritos	Población
San Juan de Miraflores	362,643
Villa El Salvador	381,790
Villa María del Triunfo	378,470
La Victoria	192,724
Cercado de Lima	299,493
San Borja	105,076
San Luis	54,634
Santiago de Surco	289,597
Surquillo	89,283
El Agustino	180,262
San Juan de Lurigancho	898,443
Total	3,232,415

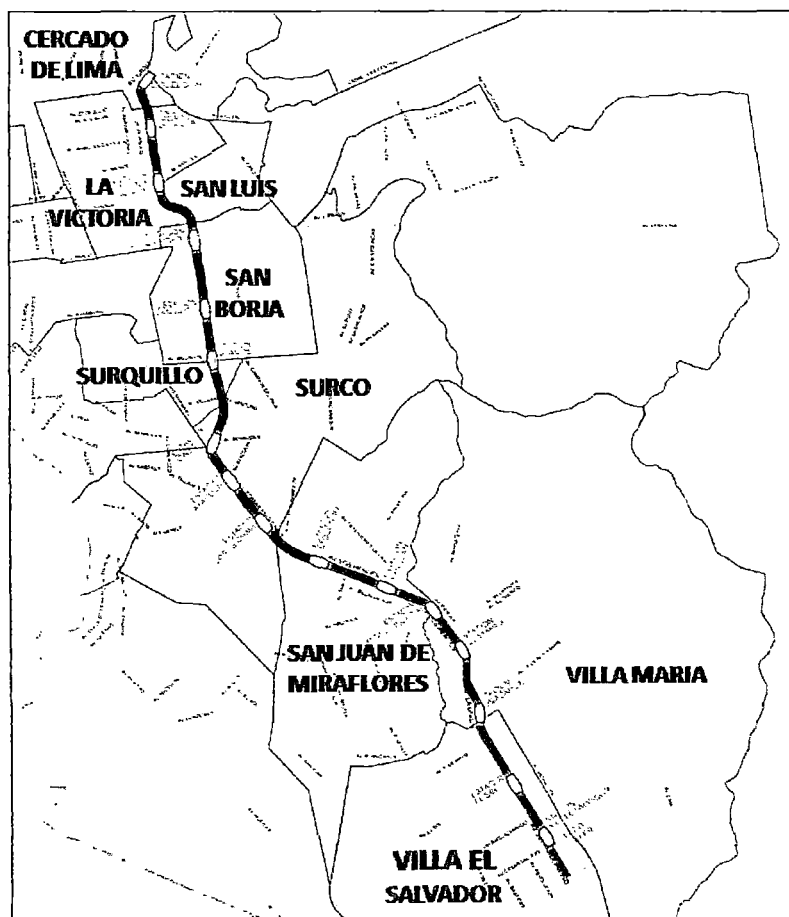


Figura N° 52: Distritos Beneficiados entre Villa El Salvador y la Av. Grau

4.3.3 LINEA 1, TRAMO 1 – ETAPA 1: VILLA EL SALVADOR - ATOCONGO

4.3.3.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL TRAMO

- Longitud aproximada: 9.8km, incluye cola de vía en Villa El Salvador.
- Cuenta con 7 estaciones de pasajeros, de las cuales 6 son a nivel y la séptima (Atocongo) es en elevado.
- La inversión efectuada en este tramo se estima en \$ 255 millones.
- El recorrido entre la estación inicial de Villa el Salvador y la estación de Atocongo se realiza en un tiempo de 12 minutos.

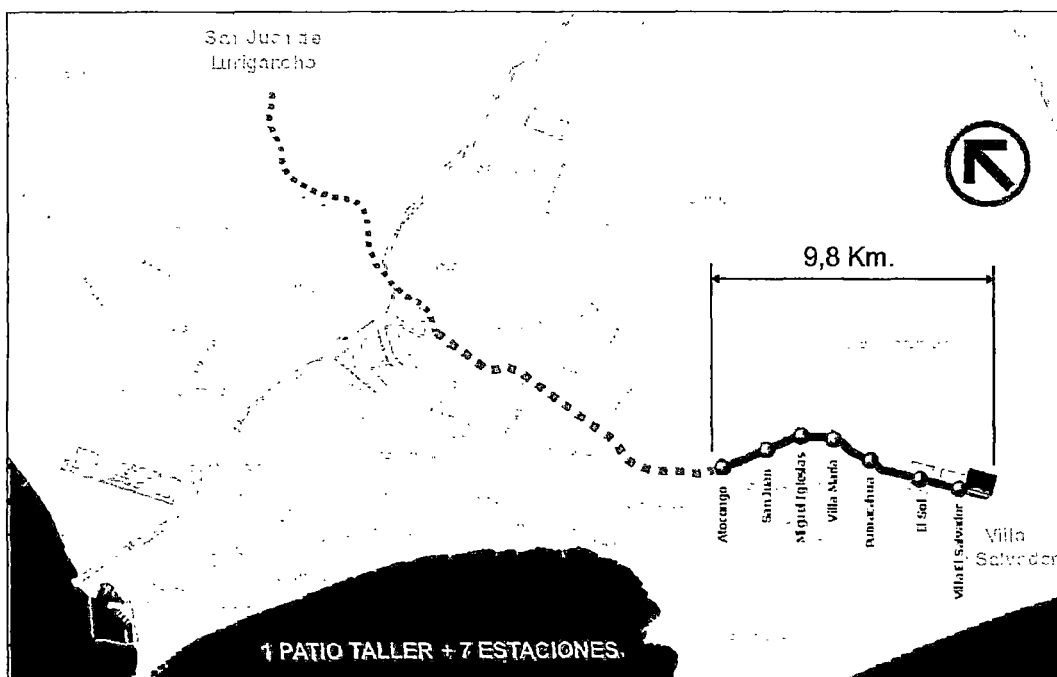


Figura N° 53: Línea 1, Tramo 1 – Etapa 1

4.3.3.2 PATIO TALLER DE VILLA EL SALVADOR

La función principal del patio es el mantenimiento y la reparación del material rodante, vías, y equipamiento electro-mecánico.

El Patio Taller tiene un área de 144,000 m², con una capacidad para 220 vagones, considerando 164 vagones para atender la proyección de demanda para 2040 (intervalo de operación cada 2 minutos).

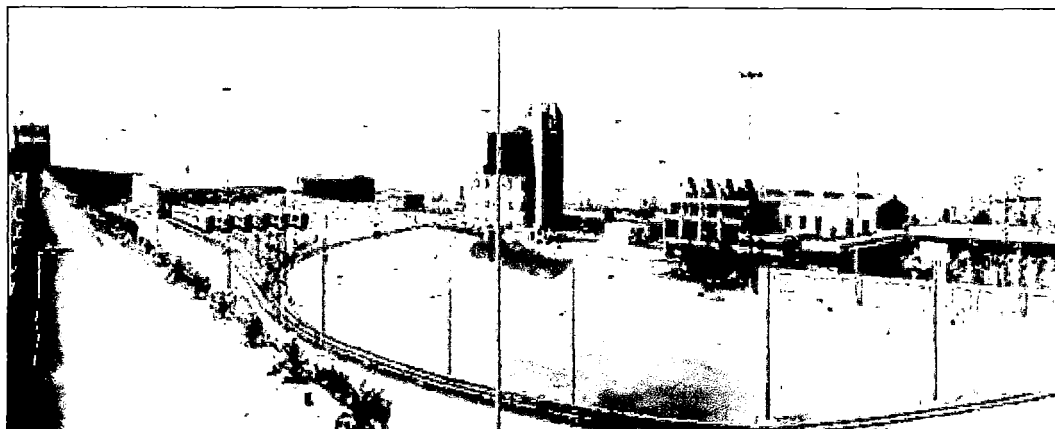


Figura N° 54: Patio Taller de Villa El Salvador

4.3.3.3 VIADUCTO

- Se inicia en el Patio Taller de Villa El Salvador (Km. 0.00), y tiene una longitud de 10.8 Km., de recorrido hasta Santiago de Surco.
- Entre el Km. 0.00 y el Km. 7.834, el viaducto es en superficie y desde este punto hasta el Km. 10.841 es en elevado (3.00 Km.).

4.3.3.4 EQUIPAMIENTO ELECTROMECAÁNICO

El Equipamiento Electromecánico está comprendido por los equipos y subsistemas que conforman los Sistemas de: Alimentación Eléctrica, Catenaria o Línea de Contacto, Señalización, Automatización, Telecomunicaciones, Servicios Auxiliares, Vía Férrea y Control de Pasajeros.

4.3.3.5 MATERIAL RODANTE

La composición del material rodante utiliza la formación M+M+T.

Una unidad de Tracción (UDT) está compuesta de 2 coches motrices acoplados continuamente (M20 +M21)

Composición del Metro: UDT + M22-M22 + UDT

- M20: coche motriz con motores de tracción y cabina de Conductor
- M21: coche motriz con motores de tracción y equipo chopper
- M22: coche remolcado.

4.3.4 LINEA 1, TRAMO 1 – ETAPA 2: ATOCONGO – AV. GRAU

El tramo a construir y equipar es continuación de un tramo ya terminado, cuyo trazo se inicia en la zona sur de la ciudad (Villa El Salvador), donde está ubicado también el patio taller, y llega actualmente hasta la Estación Jorge Chávez (kilómetro 10.811), aunque solamente está equipado hasta el puente Atocongo (kilómetro 9.200) sobre la autopista Panamericana Sur.

4.3.4.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL TRAMO

- La longitud aproximada de este segundo tramo es de 12.3km, incluyendo cola de vía de Av. Grau. La longitud del trayecto entre Villa El Salvador y Grau es de 22.1Km.
- Este tramo cuenta con 9 estaciones de pasajeros, todas en elevado.
- La inversión a efectuar en este tramo es de \$ 410 millones, que incluye el mejoramiento del tramo 1.
- Se estima un tiempo de 27 minutos entre la estación inicial de Villa el Salvador y la estación de la Av. Grau.

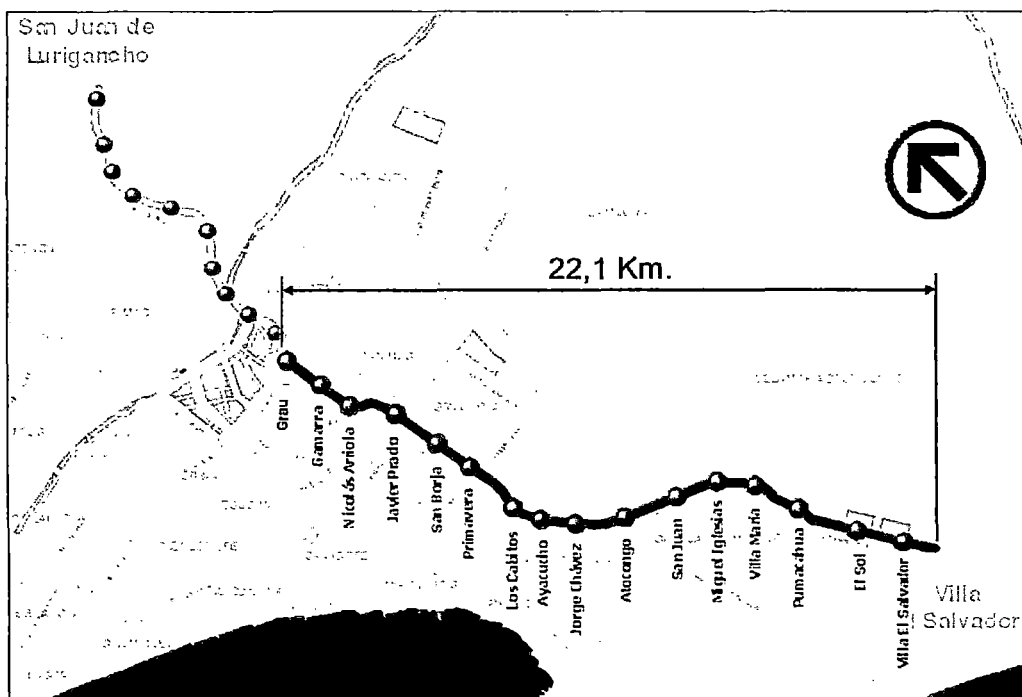


Figura N° 55: Línea 1, Tramo 1 – Etapa 2

4.3.4.2 LICITACIÓN DEL PROYECTO

- **Supervisión**
 - Otorgamiento de la Buena Pro: 23 de Octubre 2009
 - Postor Ganador: Consorcio CESEL POYRY
 - Propuesta Económica: US \$ 13'386,258.32
 - Firma del Contrato: 10 de Noviembre 2009
 - Plazo de Prestación: 21 meses (18 meses para la ejecución de la obra y tres meses para la liquidación de la obra).

- **Obra Civil y Electromecánica**
 - Otorgamiento de la Buena Pro: 2 de Diciembre 2009
 - Oferta Económica: US \$ 410'205,001.38
 - Postor Ganador: Consorcio Tren Eléctrico Lima, (Odebrecht y Graña & Montero).
 - Firma del Contrato: 23 de Diciembre 2009
 - Plazo de Prestación: 18 meses.
 - Entrega de Terreno: 04 de Enero 2010

- **Licitación de Operación**
 - La operación del Metro de Lima entre Villa El Salvador y San Juan de Lurigancho.
 - Buena Pro: 22 de Febrero del 2011
 - Consorcio Metro Lima – Línea 1 (Graña y Montero S.A. – Ferrovías S.A.C.)
 - Plazo de Concesión: 30 años
 - Material Rodante: 19 trenes Nuevos + 5 trenes Reacondicionados.

4.3.5 LINEA 1 – TRAMO 2: AV. GRAU – SAN JUAN DE LURIGANCHO

4.3.5.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL TRAMO

- Longitud aproximada de este nuevo tramo es de 12.4km. La longitud total de la Línea 1 sería 34.5Km.
- Este tramo contaría con 10 estaciones de pasajeros. La cantidad total de estaciones en la Línea 1 serían 26.

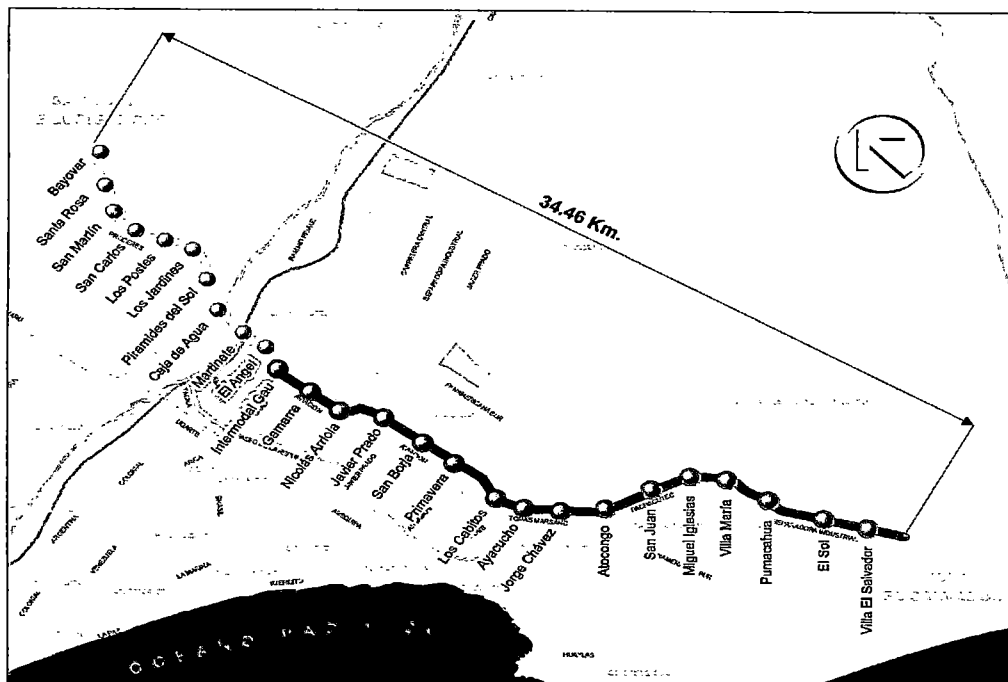


Figura N° 56: Línea 1, Tramo 2

- Se prevé la construcción de 1 patio de maniobras.
- Se requiere la construcción de un puente sobre el río Rimac.
- Se estima un tiempo de 45 minutos entre la estación inicial de Villa el Salvador y la estación final de Bayovar.
- El derecho de vía está aprobado mediante ordenanzas 975 y 1101.

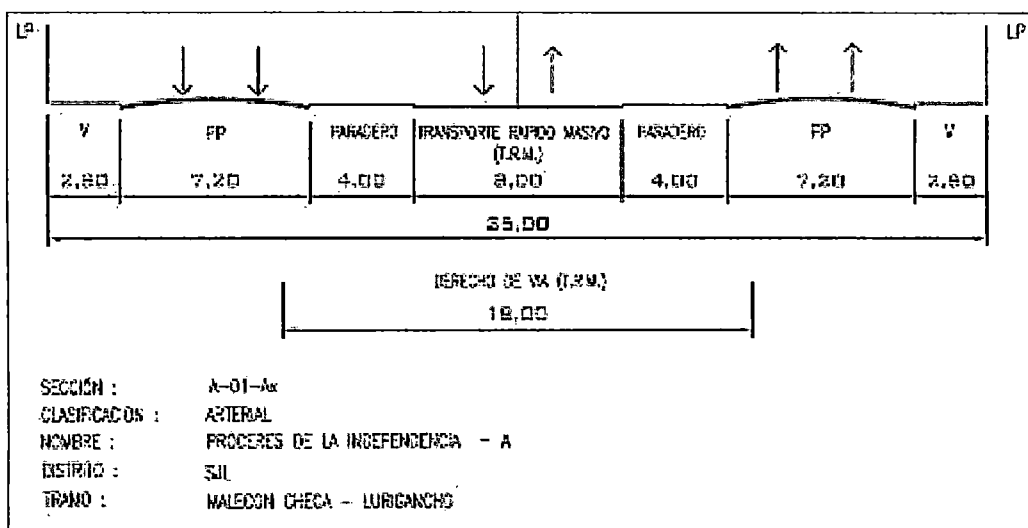


Figura N° 57: Derecho de vía Línea 1, Tramo 2

4.3.5.2 PATIO DE MANIOBRAS

La ubicación de un nuevo Patio de maniobras se encuentra hacia el final del recorrido, en la Av. Bayovar.

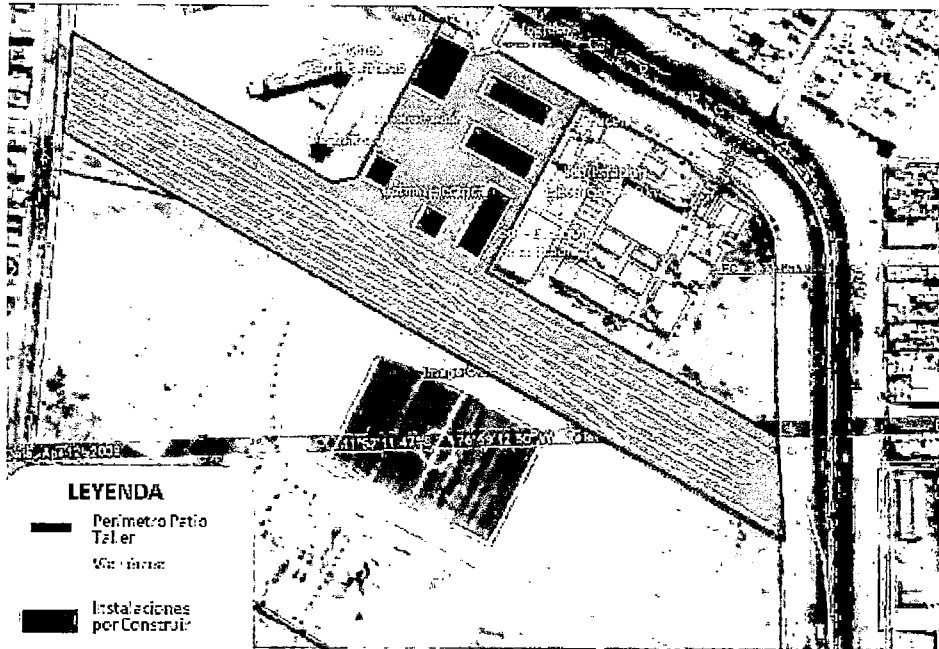


Figura N° 58: Patio de Maniobras en Bayovar

4.3.5.3 LICITACIÓN DEL PROYECTO

- **Supervisión**
 - Otorgamiento de la Buena Pro: 26 de Abril 2011
 - Postor Ganador: Consorcio CESEL POYRY
 - Propuesta Económica: US \$ 26'778,769.47
 - Plazo de Prestación: 33 meses (30 meses para la ejecución de la obra y tres meses para la liquidación de la obra).

- **Obra Civil y Electromecánica**
 - Otorgamiento de la Buena Pro: 13 de Junio 2011
 - Postor Ganador: Consorcio Tren Eléctrico Lima, (Odebrecht y Graña & Montero).
 - Propuesta Económica: US \$ 583'480,359.26
 - Plazo de Prestación: 30 meses.

- **Licitación de Operación**

- La operación del Metro de Lima entre Villa El Salvador y San Juan de Lurigancho.
- Buena Pro: 22 de Febrero del 2011
- Consorcio Metro Lima – Línea 1 (Graña y Montero S.A. – Ferrovías S.A.C.)
- Plazo de Concesión: 30 años
- Material Rodante: 19 trenes Nuevos + 5 trenes Reacondicionados.

4.3.6 TRATAMIENTO DE RUTAS

Dentro del Proyecto del Metro de Lima, en diferentes estudios se toco el reordenamiento de rutas en el entorno de la Línea 1. Actualizándose la información y planteándose el tipo de tratamiento, lo cual sirve de base para la presente tesis, y que se resume a continuación:

4.3.6.1 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA LÍNEA 1 (2004)

En dicho estudio, en el Anexo 6 (“Propuesta de Tratamiento de Rutas de Transporte Público en el Área de Influencia de la Primera Etapa de la Línea 1 del Tren Urbano”), el tratamiento brindado a las rutas de Transporte Público Convencional dependió principalmente de los segmentos de itinerarios que sirven a la población en competencia al itinerario del Tren Urbano.

Para los diversos casos existentes se presentan los criterios de:

A) Rutas que no tienen relación alguna con la Línea 1 del Tren, sus itinerarios no cruzan ni recorren alguna parte del itinerario del Tren. Estas rutas se mantienen como están y no sufren ninguna variación solo para el caso del presente estudio.

B) Rutas que tienen alguna relación con la Línea 1 del Tren. Los itinerarios coinciden en algún segmento el itinerario del Tren o recorren vías que pueden afectarlo, tienen origen y/o destino en puntos de la ciudad diferentes al del Tren. Esas rutas se mantienen, con alguna modificación para mejorar el funcionamiento del Sistema de Transporte.

C) Rutas que tienen alguna relación con la Línea 1 del Tren. Sus itinerarios son diferentes al itinerario del Tren, tienen origen y/o destino en puntos de la ciudad diferentes. Esas rutas se mantienen, en algunos casos con alguna pequeña

extensión de itinerario para que llegue a la estación del Tren más cercano y servir como alimentación natural.

D) Rutas adyacentes al derecho de vía de la Línea 1 del Tren. Se propone modificarlos. Si la ruta es desviada, se pueden utilizar las siguientes avenidas para salir de la zona, dependiendo de la ruta a analizar.

E) Rutas que utilizan gran parte de las vías adyacentes al derecho de vía de la Línea 1, o Rutas que más de la mitad del total de su recorrido sea igual al recorrido de la Línea 1. Estas líneas desaparecen. Los extremos no servidos por el Tren pueden pasar a incorporarse a las rutas de alimentación natural.

F) Rutas cuyos orígenes y destinos se encuentran dentro del cono sur. Estas Rutas se modifican de tal manera que alimente a la estación más cercana del Tren Urbano.

Se analizó cada una de las rutas afectadas, caso por caso. En los siguientes cuadros se resumen las rutas analizadas según los criterios optados.

Cuadro N° 23: Tratamiento de Rutas según Estudio de Factibilidad
 (Fuente: Elaboración propia)

Descripción	Nº Rutas
Modificación del recorrido (B)	80
Extensión del recorrido (C)	8
Eliminación o Absorción por el Sistema del Tren Urbano, (los extremos pueden ser ruta Alimentadoras) (D y E)	21
Reestructuración de rutas del Cono Sur (F)	12
TOTAL	121

4.3.6.2 ESTUDIO DE CORREDORES COMPLEMENTARIOS (2006)

El objetivo del Estudio de Corredores Complementarios (ECC) elaborado por ALG-INOCSA, fue brindar asistencia técnica al Instituto Metropolitano PROTRANSPORTE de Lima y a la Gerencia de Transporte Urbano (GTU), en el desarrollo de un proyecto de reestructuración de las rutas de transporte público urbano en los horizontes de corto y mediano plazo, dentro del ámbito de influencia de los denominados Corredores Complementarios al COSAC.

El Estudio sintetizó el reordenamiento de rutas a nivel de Lima Metropolitana en 9 paquetes las rutas, a ser implementadas en reemplazo de las existentes.

Cuadro N° 24: Paquetes de rutas propuestos en el ECC

(Fuente: Elaboración propia)

Paquete	Descripción
1	COSAC-Chorrillos/COSAC-Cono Norte
2	Tren Eléctrico
3	Cono Este
4	Oeste - Centro/Miraflores
5	TGA/Avenida Brasil
6	Universitaria - Los Olivos/Olivos - Cono Este
7	Ancón - Ventanilla/Panamericana Sur
8	Lurigancho
9	Lurigancho - Cono Este/La Molina

Para nuestro caso nos interesa básicamente el paquete 2 y el 8:

- El paquete 2 corresponde a las rutas del tren eléctrico, que en su recorrido abarcan los tramos 1 y 2 del tren, es decir, desde Villa El Salvador hacia la Av. Grau.
- El paquete 8 corresponde a las rutas sobre San Juan de Lurigancho, que es la posible ampliación de la Línea 1 el tren en el futuro.

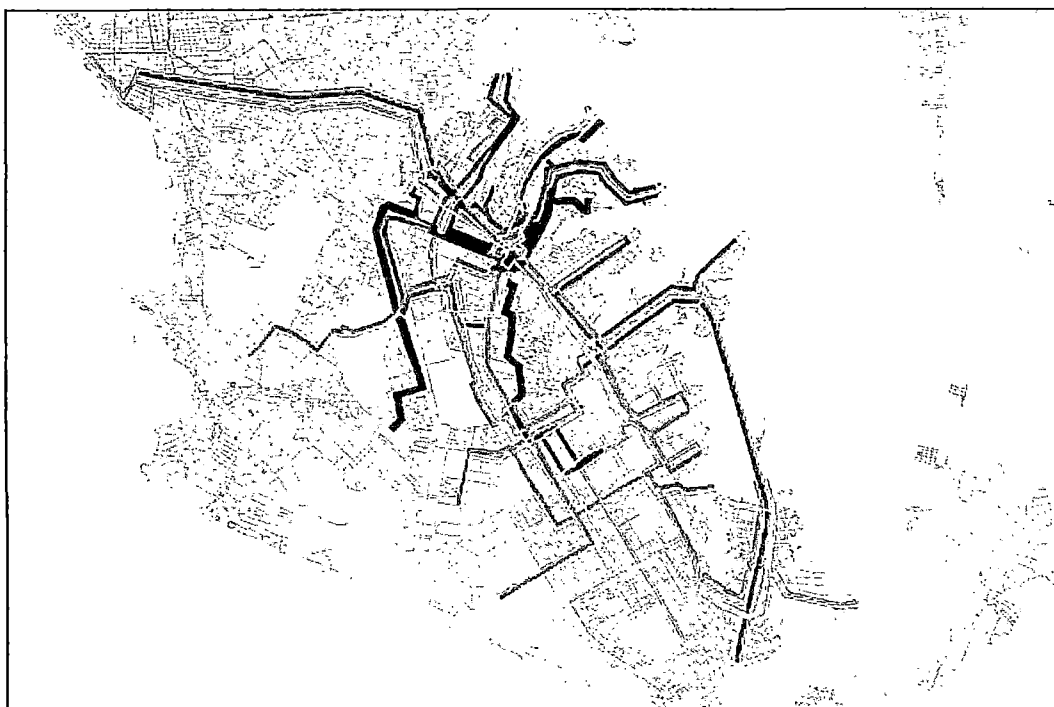


Figura N° 59: Rutas Paquete 2

El estudio de corredores complementarios dio como resultado la definición de 20 rutas alimentadoras en el cono sur las cuales no se modifican para los escenarios planteados en el 2007 y 2012, las rutas definidas por este estudio son:

- 19 rutas alimentadoras con un total de flota de 855 unidades entre ómnibus y microbús
- 1 ruta masiva (M-10s) con 46 unidades articuladas.

De las rutas cuales se ha visto necesario priorizar las primeras 19 rutas, es decir no se considera la ruta masiva M-10s.

4.3.6.3 ESTUDIO DE DEMANDA (2007)

Se basó en la información de los dos estudios descritos anteriormente. Señalando que, para evitar duplicación de servicios o evitar la competencia con los nuevos servicios se modificó y/o eliminó rutas convencionales en atención a las propuestas realizadas en su momento por diversos estudios para el COSAC 1 y la Línea 1 del tren Urbano.

En el caso de la Línea 1 del Tren Eléctrico, adopto como alimentadoras del cono sur las rutas propuestas en el paquete 2 del ECC y para el tratamiento de las demás rutas en el área de influencia del tren se basó en los criterios vistos., dando como resultados:

Cuadro N° 25: Tratamiento de Rutas según EDD
(Fuente: Elaboración propia)

Descripción	N° Rutas
Modificación del recorrido	62
Extensión del recorrido	6
Eliminación	21
Reestructuración de rutas del Cono Sur	20
TOTAL	109

4.4 LA RED DEL METRO DE LIMA

Como se ha visto, desde principios de siglo pasado se tuvieron propuestas para implementar una red de metro en la capital hasta 1973.

Tras el inicio de la construcción de la Línea 1 en los años 80, siguió latente la posibilidad de implementar a Lima con una red de metro, no solo una línea, sino una red, a continuación se describen los principales estudios y sus propuestas para solucionar la problemática del transporte público.

4.4.1 ESTUDIO COMPLEMENTARIO (1998)

Elaborado por el Consorcio Sogelerg – Cal y Mayor – Cesel.

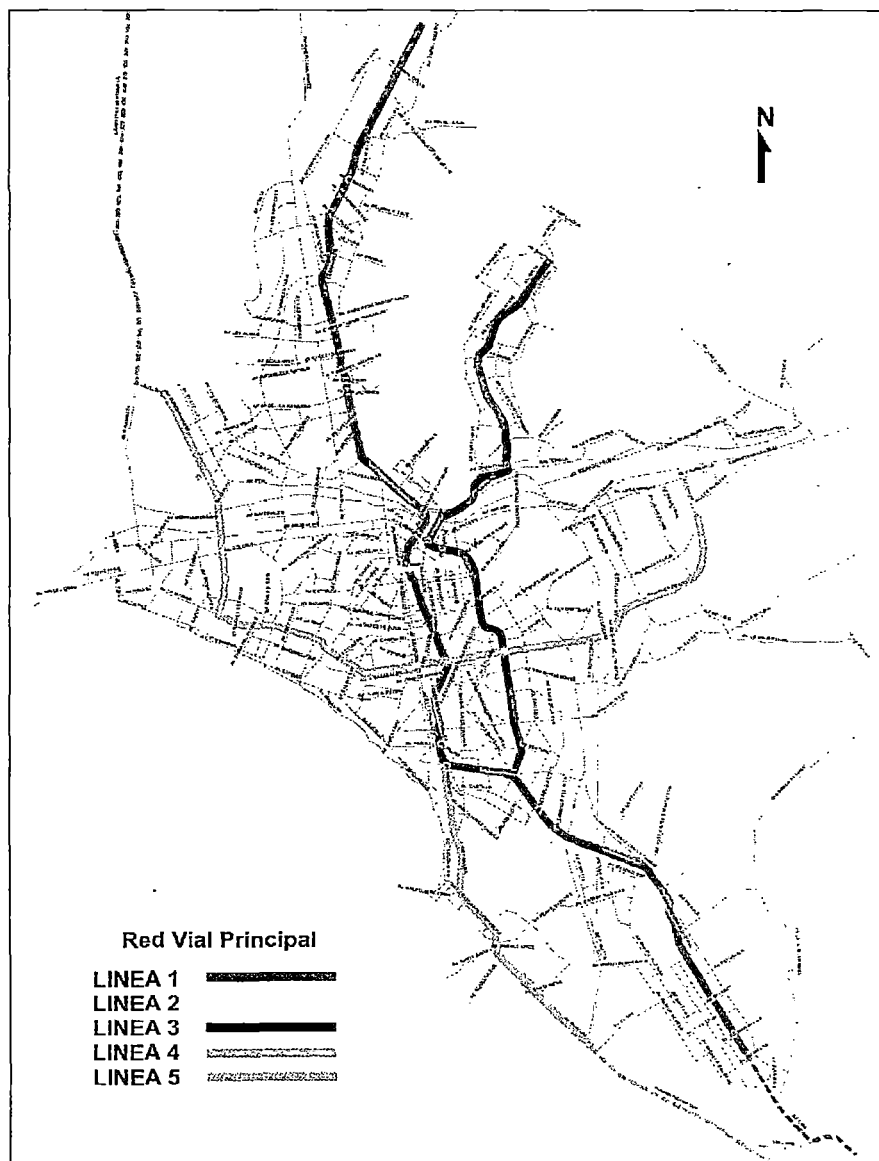


Figura N° 60: Red Futura de Transporte Masivo a largo Plazo

El estudio proponía que la estructura de la red futura de transporte masivo debe tener las funciones de:

- Articular la demanda de los conos Norte, Sur, Este y Noreste, el Callao y los centros y subcentros urbanos de servicios y de negocios.
- Promover que los movimientos en la ciudad se den de forma rápida y lo más directa posible, reduciendo en lo posible el número de transbordos.
- Permitir una operación eficiente, evitando líneas con tramos centrales muy cargados y puntos extremos con demanda muy baja.
- Articularse con la red de carriles exclusivos, formando una red de transporte consistente, que facilite los desplazamientos en la ciudad.

Tomando en consideración estas funciones que debe cumplir la red, así como el comportamiento de los corredores de transporte de la ciudad y su dinamismo de crecimiento.

4.4.2 PLAN MAESTRO DE TRANSPORTE URBANO (2005)

4.4.2.1 RED A MEDIANO PLAZO:

En el capítulo 12 del PMTU, se examinaron un total de 15 alternativas de Red de Transporte en el Área de Estudio. Como resultado del examen, se seleccionó el Plan N, que está conformado por 4 líneas ferroviarias. Se ha propuesto que el plan de desarrollo de la red ferroviaria hasta el 2025 realice estas 4 Líneas debido a la escala de costos de inversión.

Cuadro N° 26: Plan de Desarrollo de las 4 Líneas por Etapa
(Fuente: PMTU, 2005)

Línea	Sección
Línea 1	1 ^{ra} etapa: Construid (9.2 km) 2 ^{da} etapa: Atocongo - Hospital 2 de Mayo (11.7 km): En marcha 3 ^{ra} etapa: Hospital 2 de Mayo - Bayóvar (13.0 km)
Línea 2	Garibaldi – Las Torres (29.0 km)
Línea 3	1 ^{ra} etapa: Garibaldi - Javier Prado (16.2 km) 2 ^{da} etapa: Javier Prado - S. Industrial (11.9 km)
Línea 4	1 ^{ra} etapa: E. Faucett – Panamericana Norte (14.5 km) 2 ^{da} etapa: Panamericana Norte – Carabaylo (10.1 km)

4.4.2.2 RED A LARGO PLAZO:

La línea de metro troncal para viajeros diarios propuesta por el Plan Maestro de Transporte Urbano (PMTU) está conformada por siete líneas cubriendo Lima y Callao metropolitana y su área aledaña. Este planeamiento de la red metro sólo cubre el área metropolitana, sin embargo, se recomendaba considerar la extensión al área suburbana como un sistema de operación de tren de mediana distancia en el futuro con la evaluación del movimiento de la demanda de pasajeros.

Cuadro N° 27: Plan de Desarrollo de las 7 Líneas

(Fuente: PMTU, 2005)

Línea	Característica
Línea 1	<u>Creación del corredor Norte-Sur (33.90 km)</u> El propósito de la línea es crear un corredor norte-sur que viaje a través de la ciudad empezando desde Villa El Salvador ~ Atocongo (sección existente) ~ Hospital 2 de Mayo (sección actual) y llegando a Bayóvar (sección planeada) en San Juan de Lurigancho.
Línea 2	<u>Creación del corredor Este-Oeste (29.00 km)</u> Esta línea conecta a Garibaldi, en el Callao, y Las Torres. Actualmente, se está implementando el estudio de factibilidad de servicios para viajeros diarios por medio del apoyo financiero del US TDA para el propósito de crear el corredor este-oeste.
Línea 3	<u>Creación de Operación Circular (28.10 km)</u> Esta línea pretende crear una operación circular que conecte a la línea 2, Garibaldi en el Callao y S. Industrial. El propósito principal de esta línea es la reducción de la congestión crónica del tránsito en la Av. Javier Prado.
Línea 4	<u>Reforzamiento del Corredor Ferroviario Norte (24.60 km)</u> Esta línea conecta a Faucett en San Miguel (se conecta con la Línea 3) y Carabayllo en el distrito de Comas pasando por el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez. El flujo del tránsito vial entre el distrito norte de Comas /Puente Piedra y el centro de la ciudad se reducirá por medio de la construcción de esta línea.
Línea 5	<u>Corredor Ferroviario Complementario para el Norte y Sur (26.60 km)</u> Esta línea que corre paralelo a la carretera Panamericana desde el distrito de Puente Piedra está ubicada al lado norte atraviesa el centro de la ciudad y llega hasta Atocongo con el uso de algunas secciones de la Línea 2 existente. Esta línea será construida cuando la operación de buses se paralice por la congestión del tránsito vial en esta ruta.
Línea 6	<u>Transporte Complementario para la Línea 2 Línea 3 (24.40 km)</u> La función de esta línea se propone como complementaria para ambas líneas y para la reducción de la congestión del tránsito en esta vía.
Línea 7	<u>Corredor Ferroviario Complementario para el Norte y Sur (24.2 km)</u> Se iniciará la construcción de esta línea cuando la capacidad del transporte de buses haya alcanzado su máxima capacidad.

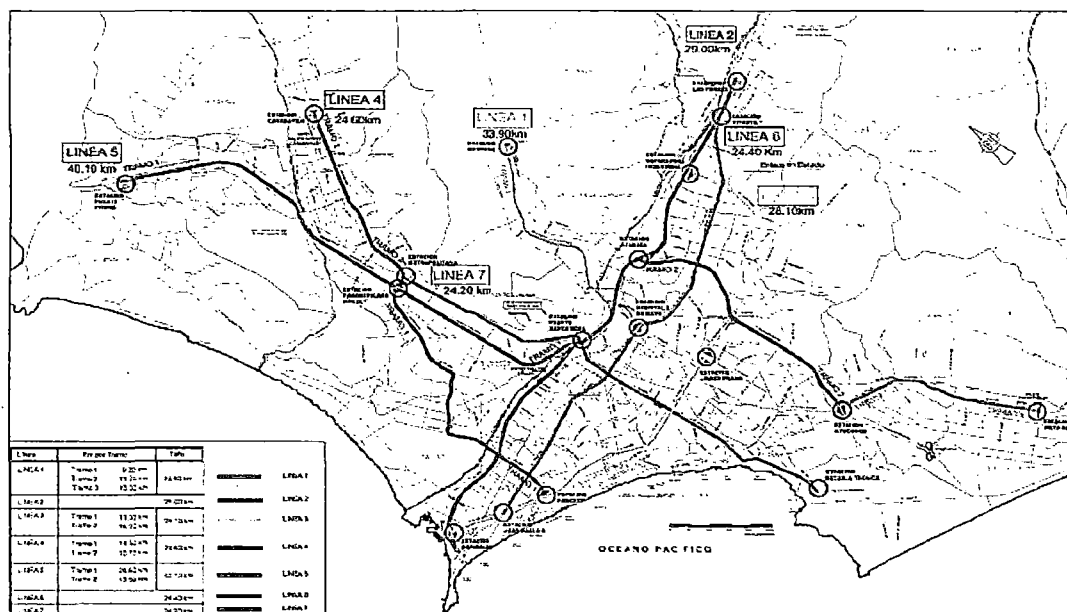


Figura Nº 61: Red Futura de Transporte Masivo a largo Plazo

4.4.3 RED BASICA DEL METRO DE LIMA

A fines del 2010 mediante Decreto Supremo 059-2010-MTC, se aprueba la Red Básica del Metro de Lima (RBML) la cual se sustenta en el "Informe sobre Actualización del Trazado de la Red Básica del Metro de Lima" desarrollado por Cesel Ingenieros en Octubre del 2010, en base al "Estudio Complementario de la Red del Metro de Lima" presentado a la AATE en el año 1998 por la Asociación Sogelerg Ingenierie SNC – Cal y Mayor – Cesel S.A.

La RBML tiene como objetivo principal la optimización del espacio público para beneficiar el traslado de la mayor cantidad de pasajeros en el menor tiempo posible en la ciudad, buscando integrar adecuadamente los otros modos de transporte.

La RBML está conformada sobre la base de cinco (05) Líneas, cuyos trazos preliminares son:

- Línea 1: Avenida Separadora Industrial, Avenida Pachacutec, Avenida Tomás Marsano, Avenida Aviación, Avenida Grau, Jirón Locumba, Avenida 9 de Octubre, Avenida Próceres de la Independencia, Avenida Fernando Wiese.

- Línea 2: Avenida Guardia Chalaca, Avenida Venezuela, Avenida Arica, Avenida Guzmán Blanco, Avenida 28 de Julio, Avenida Nicolás Ayllón, Avenida Víctor Raúl Haya de la Torre (Carretera Central).
- Línea 3: Avenida Alfredo Benavides, Avenida Larco, Avenida Arequipa, Avenida Garcilaso de la Vega, Avenida Tacna, Avenida Pizarro, Avenida Túpac Amaru, Avenida Rosa de América, Avenida Universitaria.
- Línea 4: Avenida Elmer Faucett, Avenida La Marina, Avenida Sánchez Carrión, Avenida Salaverry, Avenida Canevaro, Avenida José Pardo de Zela, Avenida Canadá, Avenida Circunvalación, Avenida Javier Prado.
- Línea 5: Avenida Huaylas, Avenida Paseo de la República, Avenida República de Panamá, Avenida Miguel Grau.

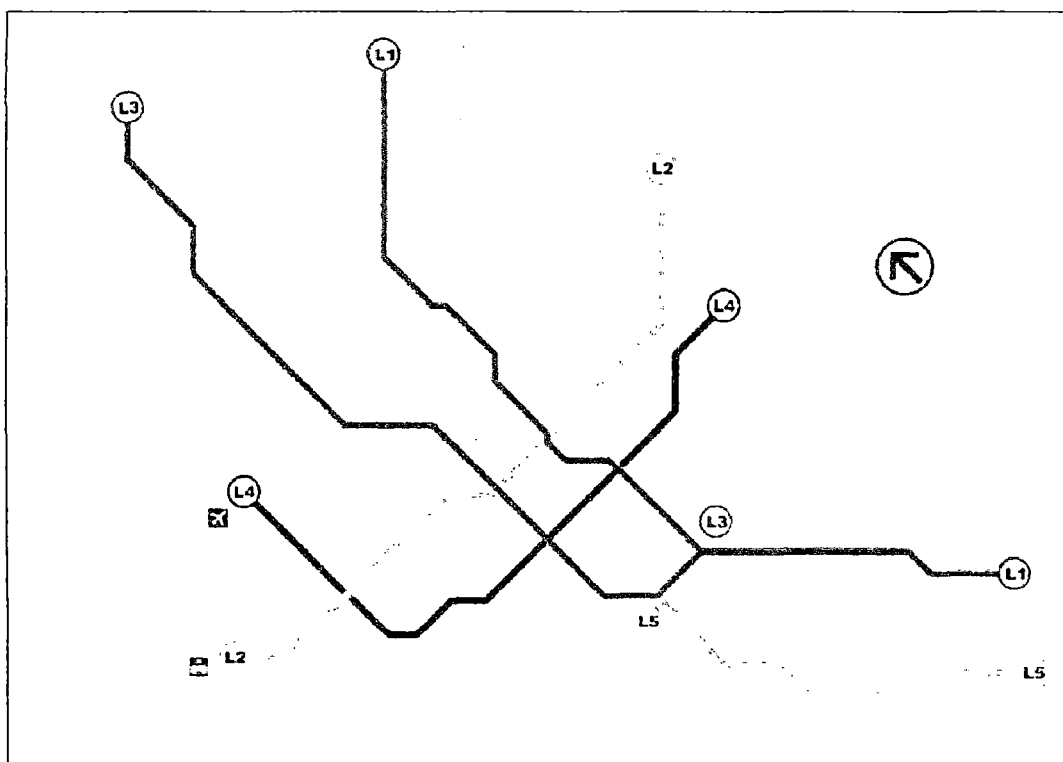


Figura N° 62: Red Básica del Metro de Lima - 2010

CAPITULO V: RACIONALIZACION DE RUTAS

5.1 MODELO BASE ADOPTADO

5.1.1 PLANTEAMIENTO GENERAL DEL SISTEMA

El diseño de la Línea 1, se plantea como un sistema de Transporte Masivo de Pasajeros con integración física y operativa entre el Metro de Lima, el Transporte Público Convencional y las rutas alimentadoras.

El Metro operará en viaducto elevado extendiendo su recorrido al tramo ya existente desde la Estación Atocongo hasta la estación Grau por las avenidas Tomás Marsano y Aviación.

Este sistema brinda la posibilidad al usuario de movilizarse con una mejor calidad de servicio desde y hasta cualquier punto de la ciudad integrándose a otros modos y medios de transporte con que cuenta Lima Metropolitana.

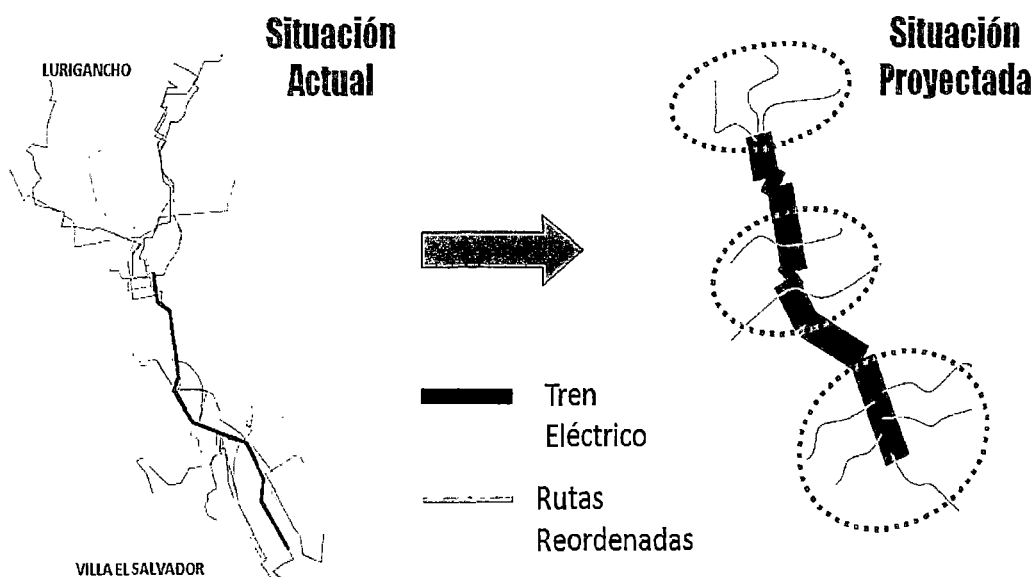


Figura Nº 63: Esquema de Racionalización de Rutas

5.1.2 DEFINICIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

Dado que la Línea 1 comprende dos etapas, se ha estimado conveniente dividir el área de influencia del estudio considerando las etapas de implementación

como escenarios: Tramo 1, considerando el tramo Villa El Salvador – Av. Grau; y Tramo 2, considerando la totalidad de la Línea 1 desde Villa El Salvador hasta San Juan de Lurigancho.

La siguiente figura muestra el área de influencia directa del Tramo 1 (Línea verde) y la del Tramo 2 (Línea verde más línea Azul) así como su relación con las rutas de transporte público que se traslapan con su trazo.



Figura Nº 64: Área de Influencia de la Línea 1

Además mediante Ordenanza Nº 1142 se declaró la intangibilidad del servicio de transporte público en el área de influencia del Metro de Lima. Esta ordenanza, en

su Artículo 1, declara como zona intangible para los servicios de transporte público, el Área de Influencia de la Línea 1 del “Proyecto Especial Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao, definida como una franja delimitada por una línea imaginaria distante cuatrocientos (400) metros a cada lado del eje de la línea 1.

El artículo 2, de dicha ordenanza menciona que la administración de los servicios públicos de transporte de pasajeros en las zonas de intangibilidad indicadas estará a cargo de la Gerencia de Transporte Urbano - GTU, debiendo contar con opinión favorable de la Autoridad Autónoma del Proyecto Especial Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao – AATE.

5.1.3 CRITERIOS A APLICAR EN LA RACIONALIZACIÓN

Se indican a continuación los criterios a aplicar en la reordenación de rutas, de acuerdo con una serie de problemas diferentes. Se trata de criterios aplicables con carácter general a la reordenación de rutas para su adaptación a un Sistema de Transporte Masivo (STM) estructurado por la línea 1 del Metro;

a) Concurrencia con el STM: itinerario completo o con alta coincidencia

- Supresión de la ruta cuando la demanda sea transferible a los sistemas de capacidad y el cambio de modo no sea penoso para el usuario.
- Ajuste de frecuencias cuando la demanda sea transferible parcialmente a los sistemas de capacidad.

b) Concurrencia con el STM en tramos periféricos

- Acorte de la penetración central dependiendo de su alcance, de la longitud resultante y de las condiciones de transbordo.
- Modificación del itinerario en el tramo coincidente cuando haya disponibilidad de viario alternativo o sea importante el itinerario coincidente como destino de viaje.
- Modificación de la zona periférica de destino cuando se pueda realizar aporte en la zona de coincidencia.

c) Concurrencia con el STM en tramos intermedios

- Modificación del itinerario en el tramo coincidente cuando haya disponibilidad de viario alternativo o sea importante el itinerario coincidente como destino de viaje.
- Acorte a la línea evitando duplicidad si hay condiciones adecuadas de transbordo a los sistemas de capacidad, condiciones adecuadas para el intercambio modal y la longitud resultante sea adecuada.

d) Concurrencia con el STM en relación origen-destino

- Acorte de la ruta cuando la longitud resultante sea adecuada y cuando no sea la única alternativa de acceso en el tramo suprimido a la zona terminal.

e) Concurrencia de rutas en eje central

- Acorte de la terminal en algunas de las rutas de menor afectación si el nivel de afectación de la demanda en el tramo suprimido no es muy significativo.
- Diversificación de itinerarios alternativos si el nivel de afectación de la demanda en el tramo suprimido no es muy significativo.

f) Concurrencia de rutas en ejes periféricos (rutas periféricas)

- Fusión de líneas coincidentes e incremento de frecuencias cuando haya disponibilidad de viario para atender conjuntamente la demanda exterior.

g) Sobreoferta de rutas (en zonas periféricas)

- Supresión de la ruta cuando exista otra oferta alternativa.
- Reducción de frecuencias siempre que el nivel de servicio resultante sea capaz de absorber la demanda.
- Acorte de penetración central siempre que el nivel de servicio resultante sea capaz de absorber la demanda y según el nivel de afectación de la misma.

h) Áreas de inaccesibilidad (centrales o de borde)

- Modificación puntual del itinerario en tramos suficientemente atendidos cuando haya disponibilidad de viario y la afectación de la demanda en el tramo modificado no sea significativa.

- Creación de una nueva ruta cuando no se pueda cubrir con otras existentes y según la disponibilidad del viario.

i) Áreas de inaccesibilidad (periféricas)

- Prolongación de rutas para dar cobertura a los nuevos asentamientos según la disponibilidad de viario y la posibilidad de cobertura con rutas existentes.
- Modificación de itinerarios dando cobertura a áreas no servidas cuando haya disponibilidad de viario y la afectación de la demanda en el tramo modificado no sea importante.
- Creación de una nueva ruta cuando no sea viable a partir de rutas existentes y según la entidad de la ruta resultante.

j) Áreas de insuficiente accesibilidad directa (zonas periféricas)

- Incremento de frecuencias según el nivel de utilización de la ruta.
- Prolongación de rutas de enlace a centros de actividad de adecuada significación.
- Diversificación de destinos por rutas.
- Creación de rutas de cobertura según la entidad de la línea resultante.

k) Áreas de insuficiente nivel de accesibilidad indirecta (zonas periféricas)

- Incremento de frecuencias según el nivel de utilización de la ruta.
- Modificación o prolongación de itinerarios según la disponibilidad del viario.
- Creación de nuevas rutas para conectar con estaciones/paradas de los sistemas de capacidad si la entidad de la ruta resultante es adecuada.
- Prolongación central de las rutas con el fin de aumentar la conectividad con los ejes viarios estructurantes si la capacidad de las terminales lo permite.

5.1.1. MODELO DE DEMANDA

Para construir el modelo se utiliza como base de partida, la información procedente del Plan Maestro de Transporte Urbano de Lima (JICA – 2004), con los tratamientos posteriores que se hicieron en el “Estudio de demanda del tren

eléctrico de Lima”, realizado en el año 2007 y el estudio de “Concesión del sistema eléctrico masivo de Lima y Callao, Línea 1, tramo Villa El Salvador-San Juan de Lurigancho” realizado en el año 2010, así como información del estudio para la “Consolidación del Sistema Integrado de Transporte de Lima” (SIT) elaborado para Protransporte el 2010).

Estos últimos dos ejercicios de modelación actualizados que constituyeron la base del “Estudio de Racionalización de Rutas de la Línea 1”, elaborado el presente año 2011, por la empresa consultora Taryet para la AATE.

El punto de partida de la presente tesis, corresponde a este último modelo del año 2011, en términos de zonificación, redes de transporte, matrices de viajes.

El período horario adoptado para la modelación es de 16 h (6:00-22:00 h) de un día medio laborable del año base 2010.

5.2 INFORMACIÓN TÉCNICA

El objetivo es construir la base de datos necesaria que permita construir el modelo de transporte.

5.2.1 BASE DE DATOS DE ESTUDIOS

Se parte de los últimos estudios realizados, sobre todo en el “Estudio para la Consolidación del Sistema Integrado de Transporte Público de Lima”, elaborado en el periodo 2009/2010, complementado con la información recogida en el Estudio de Demanda de la Línea 1 del tren realizado en el mismo periodo para Proinversión, con la consideración de que ambos recogen los esfuerzos realizados por la Secretaría Técnica del Consejo de Transporte de Lima y Callao en toma de datos a lo largo de 2009.

5.2.2 BASE DE DATOS DE RUTAS DE TRANSPORTE PÚBLICO

5.2.2.1 RUTAS CONVENCIONALES DE TRANSPORTE PÚBLICO

Las rutas de transporte público, al igual que el grafo, fueron inicialmente proporcionadas por la Gerencia de Transporte Urbano (GTU) de la Municipalidad de Lima y la Gerencia General de transporte Urbano (GGTU) de la Municipalidad Provincial del Callao.

Los principales modos existentes son camionetas rurales, microbús y ómnibus. Para efectos de modelación se utilizó los siguientes valores de Unidad Coche Pasajero (UCP) los cuales se obtuvieron del PMTU:

Cuadro N° 28: Valores de Unidad Coche Pasajero (UCP)
(Fuente: PMTU, 2004)

Vehículo	UCP
Auto/Taxi/ Colectivo	1.00
Combi	1.25
Microbús	2.50
Bus	3.00
Camión Pequeño	1.50
Camión Grande	2.50

5.2.2.2 RUTAS TRONCALES Y RUTAS ALIMENTADORAS DEL COSAC1

El trazado y las paradas del COSAC 1, así como sus rutas alimentadoras en el Sur y el Norte, se muestran en las figuras a continuación:



Figura N° 65: Trazado del COSAC 1

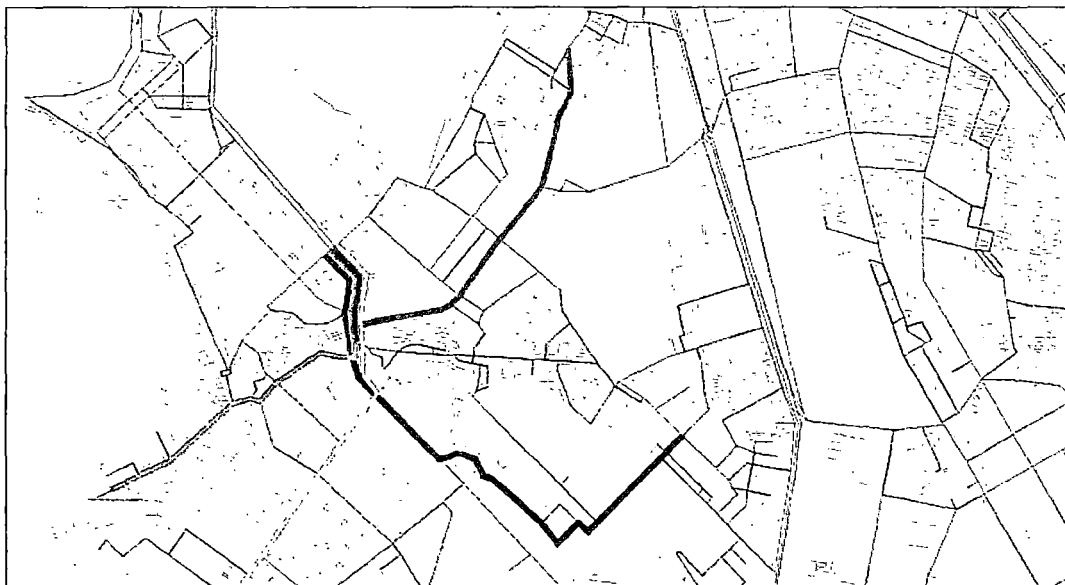


Figura N° 66: Trazado de alimentadoras del COSAC 1 en el Sur

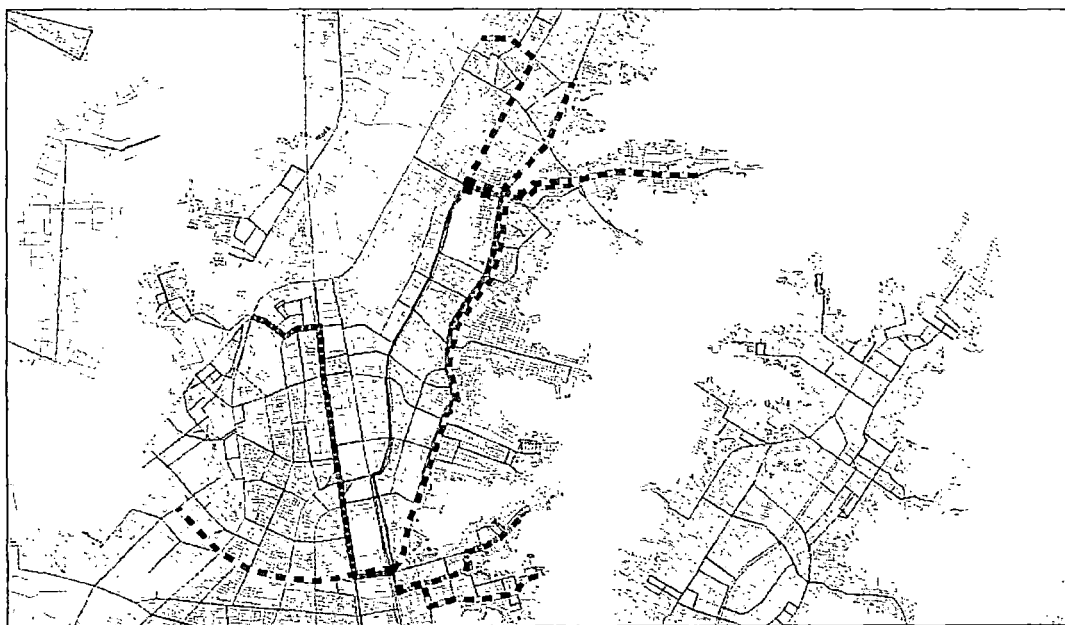


Figura N° 67: Trazado de alimentadoras del COSAC 1 en el Norte

5.2.2.3 RUTAS DEL METRO DE LIMA

El primer tramo de análisis del Metro de Lima el que llega hasta la Av. Grau. Posteriormente, la prolongación se realiza hasta SJL hasta la estación Bayovar.

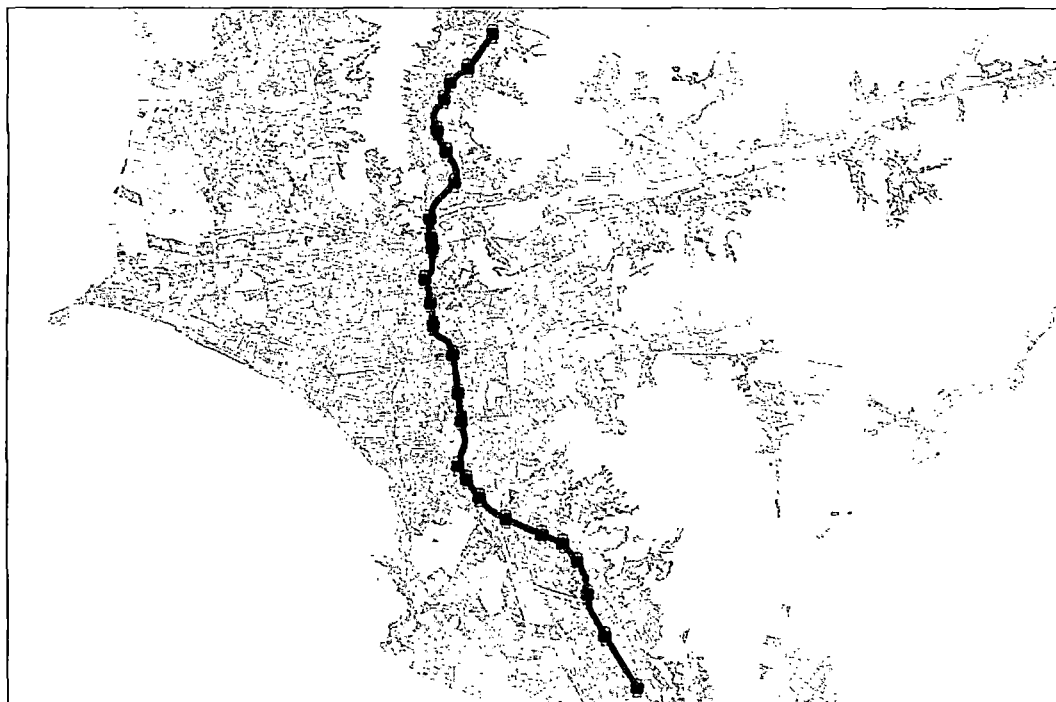


Figura N° 68: Línea 1 del Metro de Lima

5.2.3 INFORMACIÓN SOCIOECONÓMICA DEL ÁMBITO DE ESTUDIO

Esta información es la contenida en los siguientes informes:

- Información de los Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda y de otras fuentes como la Encuesta Nacional de Hogares (ENAHU) 2007
- Informe "Perfiles zonales de la Gran Lima 2007", publicación de APOYO Opinión y Mercado, S.A..
- Informe "Marco Macroeconómico Multianual 2008-2010 (actualizado al mes de agosto de 2007)". Publicado por el Ministerio de Economía y Finanzas de la República del Perú.

5.3 TRABAJO DE CAMPO

El objetivo es recopilar información necesaria que permita validar o mejorar el ajuste de los modelo de transporte y cumplir con el objetivo principal de la racionalización de las rutas, mejorando el conocimiento de la situación actual.

Para el estudio de Racionalización de Rutas se realizaron los siguientes trabajos:

Para el conocimiento de la situación actual de las rutas y viario afectado en el proceso:

- Recopilación de información de la infraestructura de la red vial
- Verificación de los recorridos de las rutas actuales en el área de influencia de la Línea 1 del SETMLC.
- Estudios de embarque y desembarque de pasajeros de transporte público
- Estimación de tiempo de recorrido de transporte público
- Encuesta a operadores de rutas en el área de influencia de la Línea 1 del SETMLC, como información básica para identificación y evaluación de los impactos del Plan de Racionalización de Rutas.

Dirigidos a la revisión y actualización del modelo de demanda se recopiló la siguiente información:

- Conteos de vehículos clasificados (transporte público y privado)
- Estudio de frecuencias de paso y ocupación visual de los vehículos de transporte público.
- Encuestas origen – destino en el área de influencia de la Línea 1 del Sistema Eléctrico de Transporte masivo de Lima y Callao (SETMLC).
- Encuestas de preferencias declaradas en el área de influencia de la Línea 1 del SETMLC

Parte de los resultados del primer grupo se vieron en el análisis de la oferta y demanda en el entorno de la Línea 1, en el capítulo 3 de la presente tesis.

A continuación se resumen los principales trabajos del segundo grupo:

5.3.1 CONTEOS DE VEHÍCULOS Y PASAJEROS

Se realizó un aforo completo de vehículos y un estudio de ocupación visual de una muestra de los mismos.

Los puntos estratégicos para realizar dichos trabajos de campo han sido seleccionados entre los ya aforados en alguno de los estudios antecedentes, los puntos medidos han sido los siguientes:

Zona noreste: se han establecido puntos de control en las principales vías de acceso y salida de la cuenca de San Juan de Lurigancho.

- NE1 Av. Próceres de la Independencia /Altura Metro
- NE2 Av. Lima / Entre Avenidas Las Flores y Próceres
- NE3 Puente Grau / Puente Nuevo
- NE4 Av. 9 de Octubre / Antes a los accesos a Caja de Agua
- NE5 Av. Próceres de la Independencia entre El Sol y Basadre
- NE6 Av. Bayovar / Intersección con Héroes del Cenepa
- NE7 Av. Próceres de la Independencia con Héroes del Cenepa
- NE8 Av. Pachacutec altura Urb. Montenegro
- NE9 Av. Las Flores con Los Jardines Oeste
- NE13 Av. Malecón Checa altura de Av. Próceres
- NE14 Av. Riva Agüero entre Ca. Bolognesi y Ca. Junin
- NE15 Puente las Lomas río Rímac

En diez (10) de los puntos el conteo se realizará en un periodo de 16 horas de un día hábil entre las 06:00 y 22:00 horas. En los dos (2) puntos restantes el conteo comprenderá un periodo de 8 horas de un día hábil: entre las 06:00 y las 10:00 horas; y entre las 18:00 y las 22:00 horas. En todos los puntos, la ocupación visual se ha realizado en un periodo de 8 horas: entre las 06:00 y 10:00 horas; y entre las 18:00 y las 22:00 horas.

Zona central: se han establecido dos puntos de control en la Av. Aviación para valorar el estado actual de circulación de tráfico.

- C15 Av. Aviación entre Canadá y Javier Prado
- C16 Av. Aviación altura Óvalo Higuiereta

En todos los puntos, el conteo se ha realizado en un periodo de 16 horas de un día hábil entre las 06:00 y 22:00. La ocupación visual se ha realizado en un periodo de 8 horas de un día hábil: entre las 06:00 y 10:00 horas; y entre las 18:00 y las 22:00 horas.

Zona sur: Se han establecido puntos de control en las principales vías de acceso y salida de la cuenca sur conformada por los distritos de San Juan de Miraflores, Villa María del Triunfo y Villa El Salvador.

- S2 Av. Pedro Miotta / Acceso salida Pan. Sur
- S3 Av. Vargas Machuca / Acceso salida Pan. Sur - Chorrillos
- S4 Puente Pumacahua / Acceso salida Pan. Sur
- S5 Av. Pachacutec / Museo de Sitio Pachacamac
- S6 Av. Pachacutec / Intersección Velasco Alvarado
- S7 Av. Pachacutec / Estación Tren Villa María
- S8 Panamericana Sur frente a Sodimac
- S9 Av. San Juan altura Av. Billinghamurst
- S10 Av. Pastor Sevilla con Av. Velasco Alvarado
- S11 Av. Micaela Bastidas con Av. Velasco Alvarado
- S12 Av. Revolucion con Av. Velasco Alvarado
- S13 Av. Central con Av. Velasco Alvarado
- S14 Av. Allende altura del Puente Benavides
- S15 Av. Iglesias con Las Torres
- S16 Av. San Juan altura Ca. Corales
- S17.1 Av. Santo Toribio con Ca. San Antonio (este es el par vial de Mariategui)
- S17.2 Av. Jose Carlos Mariategui con Ca. San Antonio
- S18 Av. Tello con Ca. San Antonio
- S19 Av. Villa Maria con Ca. Santa Cruz
- S20 Av. El Triunfo con Ca. Santa Cruz
- S21 Av. 26 de Noviembre con Ca. Heraldos Negros
- S22 Av. 27 de Diciembre con Ca. Heraldos Negros
- S23.1 Av. Atocongo con Pachacutec
- S23.2 Av. Pachacutec estación Atocongo

En los puntos: S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S23.1 y S23.2 el conteo se realizará en un periodo de 16 horas de un día hábil entre las 06:00 y 22:00 horas. En los puntos restantes el conteo comprenderá un periodo de 8 horas de un día hábil: entre las 06:00 y las 10:00 horas; y entre las 18:00 y las 22:00 horas.

En todos los puntos, la ocupación visual se ha realizado en un periodo de 8 horas: entre las 06:00 y 10:00 horas; y entre las 18:00 y las 22:00 horas.

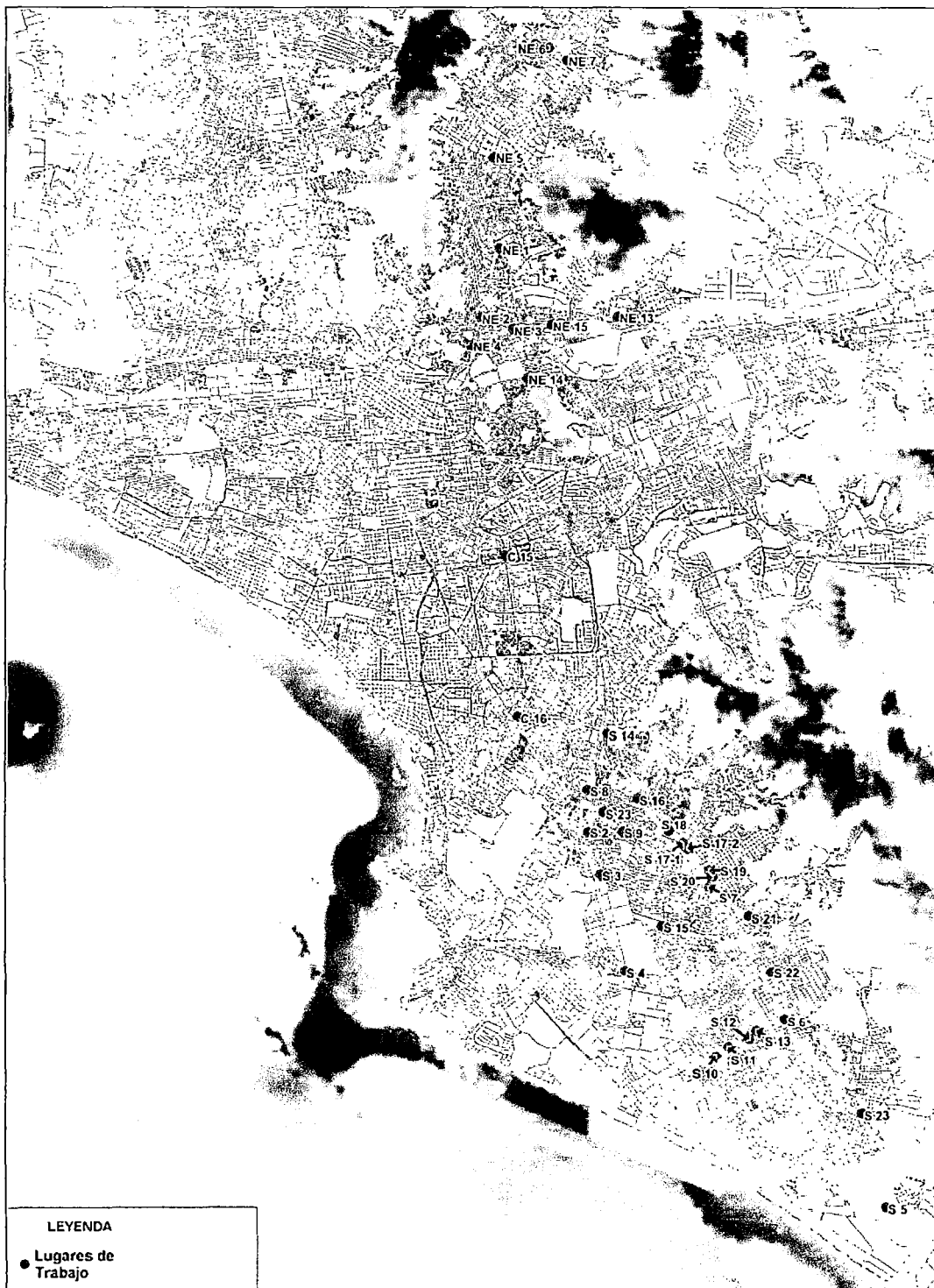


Figura N° 69: Puntos de Aforo – Puntos Notables

Para los vehículos de transporte público, se ha registrado el tiempo (hora y minuto) en que pasa la unidad, tipo y ocupación de la unidad. Los criterios para cada registro han sido los siguientes:

- Ruta o Servicio. Se registró la ruta que circulaba por el punto, según código de las rutas descrito en el inventario de rutas.
- Tipo de Unidad. Se han clasificado en tres tipos de unidades A (autobús), M (microbús) y C (camionetas rurales).
- Ocupación de la Unidad. Se ha empleado la calificación según la ocupación de la unidad mostrada en el cuadro 2.

Los resultados de estos conteos se tradujeron en cantidad de vehículos y viajes, que se describieron en los ítems de oferta y demanda en el entorno de la Línea 1, en el capítulo 3 de la presente tesis.

5.3.2 ENCUESTAS ORIGEN-DESTINO (PREFERENCIAS REVELADAS)

Se realizaron encuestas a usuarios de transporte público, taxi y autos. Las preguntas a formular han tratado los siguientes aspectos:

- Origen del viaje
- Destino del viaje
- Actividad en origen y destino: motivo de viaje
- Modo de acceso y dispersión
- Frecuencia de viaje
- Sexo
- Edad
- Ocupación
- Nivel de renta
- Tiempo de viaje
- Coste del viaje

Esta encuesta permitió verificar y/o completar las matrices de orígenes y destinos de los usuarios de transporte público existentes. Se han realizado 2.186 encuestas en cinco (5) puntos de alta movilidad a lo largo del eje de estudio para realizar las encuestas origen destino:

- Paraderos frente al Centro Comercial Metro en la Av. Próceres de la Independencia (San Juan de Lurigancho)
- Centro Comercial de Gamarra (entre Bauzate y Meza y Unanue)
- Paraderos en la intersección de las avenidas Aviación y Javier Prado
- Paraderos frente a la estación Atocongo de la Línea 1 del SETMLC en la Av. Los Héroes (San Juan de Miraflores)
- Salida de Lurín (Plaza de Lurín)

Como resultado de estas encuestas se muestra que los principales orígenes y destinos de viaje son con motivo Hogar y Trabajo.

Cuadro N° 29: Origen – Destino de Viajes en la Línea 1
(Fuente: Elaboración propia)

Motivo	Origen		Destino	
Hogar	1,397	63.9%	612	28.0%
Trabajo	490	22.4%	901	41.2%
Compras	79	3.6%	271	12.4%
Estudios	87	4.0%	83	3.8%
Ocio	31	1.4%	60	2.7%
Otros	102	4.7%	259	11.8%
Total	2,186	100.0%	2,186	100.0%

De esta encuesta se obtuvo que el precio costo promedio pagado por el viaje en transporte público era S/ 1.8, en auto particular era S/. 4.9 y en taxi S/. 5.5. Otro dato importante es el tiempo de viaje.

Cuadro N° 30: Tiempo de viaje según modo en la Línea 1
(Fuente: Elaboración propia)

Tiempo	T. publico	Taxi	Auto
menos de 15 min	53	29	38
Entre 15 y 30 min.	166	73	48
Entre 30 y 1 hora	660	129	54
Entre 1 y 2 horas	710	35	15
Dos horas o mas	169	1	6
Total	1,758	267	161
Prom. viaje (min)	125.2	33.2	34.7

El tiempo promedio de viaje en transporte público es mayor al que tomaría el recorrido de toda la línea 1 (45 min.), los viajes en auto y taxi si bien son menores, en cuanto a costos son mayores a la tarifa del metro (S/. 1.50)

5.3.3 ENCUESTAS DE PREFERENCIAS DECLARADAS (EPD)

Estas encuestas son complementarias de las realizadas en los últimos años a lo largo del mismo corredor y con los mismos objetivos, tanto en los estudios de demanda del Tren Eléctrico como en el SIT.

Se realizaron encuestas de elección discreta, en las que el encuestado escoge entre dos alternativas de viaje. El proceso de elección es claro: el encuestado escoge entre dos opciones la que le parece mejor para su viaje. Esta encuesta está más próxima a las elecciones reales de viaje de los individuos; y si en el diseño se consigue que las alternativas que se presenten sea realistas proporcionan estimadores robustos de las funciones de utilidad. La principal desventaja es que para la estimación de los modelos hay que utilizar software específico, puesto que cada elección no proporciona directamente la probabilidad de elección de un modo, sino únicamente que opción se escoge.

Las EPD se realizaron en los mismos puntos que las encuestas origen destino:

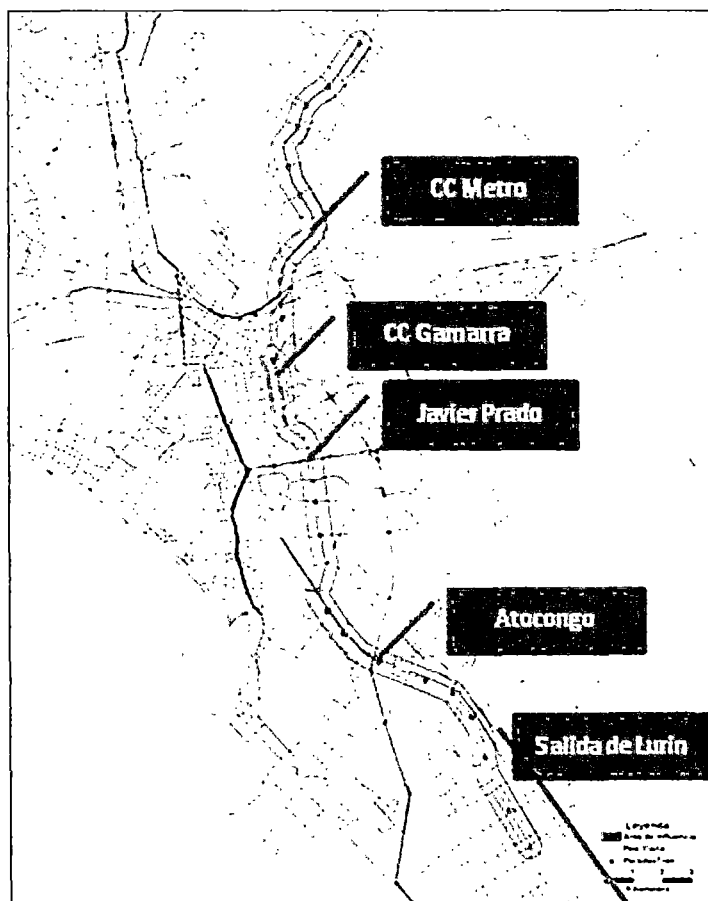


Figura Nº 70: Puntos de Encuestas EPD/EOD

5.3.3.1 PLANTEAMIENTO

Se seleccionó el procedimiento de elección discreta para el diseño de las EPD, empleando el software específico Alogit para la calibración de los parámetros, con el objeto de evitar en parte problemas que se presentan con los otros métodos, como son la necesidad de construir un gran número de alternativas (encuestas de ordenamiento), y el empleo de escalas semánticas o la diferente interpretación de la seguridad de elección entre individuos distintos (encuestas de escalamiento).

Para que las EPD proporcionen resultados válidos, las alternativas planteadas deben ser relevantes para el usuario y próximas a su experiencia personal. En el caso del corredor que nos ocupa, esta premisa significaba que necesariamente las encuestas habían de realizarse cuando el encuestado estaba en el trayecto o en el comienzo o final de su viaje. Para que el modelo reprodujera el comportamiento de los usuarios en lo que a elección modal se refiere, en este estudio se programó la siguiente campaña:

- 900 EPD a los usuarios de transporte público, en los principales paraderos situadas en el corredor de estudio.
- 300 EPD a los usuarios de transporte privado, en los principales centros de generación y atracción de viajes situados en el corredor de estudio.

5.3.3.2 CONTENIDO DE LA ENCUESTA

Se diseñó con el objetivo de que permitiera analizar la demanda potencialmente captable por el Metro desde los modos de transporte existentes.

Se preguntó a las personas que en la actualidad realizan viajes que sería posible realizar, en su totalidad o en parte, en el futuro nuevo modo de transporte, sobre su disposición a elegir el Metro en cada uno de los escenarios planteados en función de los niveles que tomen los diversos atributos.

A los usuarios se le planteaba la elección entre su medio de transporte actual y la alternativa Metro con diferentes escenarios de precio, tiempo y frecuencia. Para reforzar el reconocimiento de la alternativa que se presentaba al encuestado, se le mostraba una fotografía del Metro durante la entrevista.

Los escenarios de elección planteados (variables considerados y los niveles de los mismos) fueron los siguientes:

- **Variables consideradas:**
 - Ahorro de tiempo de viaje.
 - Tarifa.
 - Frecuencia (tiempo de espera máximo).
- **Valores adoptados para ahorro de tiempo:** Se plantearon ahorros de tiempo del 10, 20 y 40% sobre el tiempo actual de viaje completo.
- **Valores adoptados para Tarifa:** Se propusieron tarifas de 1.2, 1.8 y 2.3 soles para el Metro + alimentadoras en el caso de que tenga que utilizarlas. Este abanico de tarifas ha permitido contemplar todos los escenarios posibles de precio con y sin alimentadoras.
- **Valores adoptados para Frecuencias:** En los cuestionarios se preguntó por frecuencias de paso de los trenes por las estaciones de 4, 5 y 6 minutos.
- **Escenarios:** En cada encuesta se recogió información de 9 escenarios diferentes (tiempo/frecuencia/tarifa). Utilizando el programa SPEED se diseñaron los escenarios, que fueron los siguientes:

Cuadro N° 31: Escenarios de las EPD
 (Fuente: Taryet, 2011)

Escenario	Ahorro de tiempo	Tarifa	Frecuencia de paso
1	10%	1,8	5 min
2	10%	2,3	6 min
3	10%	1,3	4 min
4	20%	1,8	4 min
5	20%	2,3	5 min
6	20%	1,3	6 min
7	40%	1,8	6 min
8	40%	2,3	4 min
9	40%	1,3	4 min

Para cada escenario, la pregunta era si utilizaría el Metro para realizar el viaje. Las respuestas posibles eran las siguientes:

- Sí, siempre
- Sí, algunas veces
- No, nunca
- No sabe / no contesta

Junto con la propia encuesta de preferencias declaradas, se realizaron una serie de preguntas adicionales orientadas a caracterizar tanto el viaje como al usuario que lo realizaba:

- **Caracterización del viaje** (la encuesta sólo se hacía para viajes que puedan realizarse en el Metro):
 - Modo empleado para la realización del viaje: Transporte público (bus, microbús, camioneta rural, etc.), Taxi o Vehículo privado.
 - Origen: distrito; calle, AA.HH., lugar de referencia.
 - Destino: distrito; calle, AA.HH., lugar de referencia.
 - Motivo de viaje: Trabajo, Estudios u otros.
 - ¿Con qué frecuencia realiza el viaje?: Diariamente, de forma ocasional.
 - Tiempo de viaje: tiempo total de viaje entre origen y destino.
 - ¿Cuántos transbordos realiza?: esta pregunta únicamente se realizaba a los usuarios del transporte público.
 - ¿Cuánto paga por el viaje?: esta pregunta no se le realizaba a los usuarios del vehículo privado debido a que los usuarios desconocen en general el coste real del viaje en este modo.

- **Caracterización del usuario:**
 - Sexo, Edad
 - Ocupación. Las categorías del Plan Maestro agregadas: Directivo o profesional, Empleado de oficina, Obrero, trabajador, independiente sin calificar, vendedor, Policía / fuerzas armadas, Chofer, guardia, Estudiante, Ama de casa, Empleada de hogar, Desempleado, Otros
 - Nivel de Ingresos: A, B, C, D y E.

- **Planteamiento**

En este trabajo, se aplicó la metodología desarrollada por la empresa para la realización del trabajo de campo con microordenadores de mano que recogen directamente la información en soporte magnético. Este método atiende a dos objetivos básicos de toda operación de campo:

 - Automatizar el proceso, para disminuir el riesgo de error.
 - Acelerar el proceso, para disponer la información lo antes posible.

El tratamiento de la información se ha realizado con el software ALOGIT, específico para el tratamiento de las EPD (con el se diseñaron los escenarios (SPEED) y se analizaron los resultados (ALOGIT)).

5.3.3.3 RESULTADOS

El cuadro a continuación resume las elecciones de los usuarios respecto al cambio de su modo habitual de transporte hacia el metro.

Cuadro N° 32: Elección de usuarios según escenarios de las EPD
 (Fuente: Taryet, 2011)

Auto						
Escenario	Ahorro de tiempo	Tarifa	Frecuencia de paso	Cambia seguro	Cambia probable	No cambia
1	10,0%	1,8	5 min	41,3%	12,0%	46,7%
2	10,0%	2,3	6 min	30,0%	8,7%	61,3%
3	10,0%	1,3	4 min	49,3%	12,7%	38,0%
4	20,0%	1,8	4 min	32,2%	16,1%	51,7%
5	20,0%	2,3	5 min	23,3%	12,7%	64,0%
6	20,0%	1,3	6 min	42,4%	13,9%	43,7%
7	40,0%	1,8	6 min	32,2%	15,4%	52,3%
8	40,0%	2,3	4 min	26,2%	12,1%	61,7%
9	40,0%	1,3	5 min	45,6%	12,8%	41,6%
Taxi						
Escenario	Ahorro de tiempo	Tarifa	Frecuencia de paso	Cambia seguro	Cambia probable	No cambia
1	10,0%	1,8	5 min	75,7%	10,8%	13,5%
2	10,0%	2,3	6 min	64,9%	10,1%	25,0%
3	10,0%	1,3	4 min	85,6%	5,6%	8,8%
4	20,0%	1,8	4 min	65,3%	15,1%	19,5%
5	20,0%	2,3	5 min	58,8%	8,8%	32,4%
6	20,0%	1,3	6 min	77,2%	8,8%	14,0%
7	40,0%	1,8	6 min	67,3%	13,9%	18,7%
8	40,0%	2,3	4 min	58,2%	10,4%	31,5%
9	40,0%	1,3	5 min	80,8%	8,8%	10,4%
Transporte Publico						
Escenario	Ahorro de tiempo	Tarifa	Frecuencia de paso	Cambia seguro	Cambia probable	No cambia
1	10,0%	1,8	5 min	47,4%	20,5%	32,1%
2	10,0%	2,3	6 min	27,5%	15,7%	56,8%
3	10,0%	1,3	4 min	81,5%	6,9%	11,6%
4	20,0%	1,8	4 min	29,7%	14,8%	55,5%
5	20,0%	2,3	5 min	14,8%	7,9%	77,3%
6	20,0%	1,3	6 min	57,7%	16,5%	25,8%
7	40,0%	1,8	6 min	34,0%	18,7%	47,3%
8	40,0%	2,3	4 min	17,7%	11,2%	71,2%
9	40,0%	1,3	5 min	67,0%	14,1%	18,8%

Se aprecia que en ahorros de tiempo mayores y menores tarifas, la elección de cambio hacia el metro es mayor.

5.4 RECALIBRACIÓN DEL MODELO

Debe señalarse que el objetivo no es la generación de un nuevo modelo, sino la recalibración del modelo elaborado por el Plan Maestro de Transporte Urbano de Lima. Esto supone hacer los ajustes que en su momento se hicieron en el modelo del Plan Maestro con información actualizada en los estudios realizados en el año 2010 para Proinversion y Protransporte.

La realización de ajustes no contemplados en el ejercicio inicial de modelación con información limitada, como es el caso actual, puede provocar alguna distorsión no deseada en los resultados, ya que estos ajustes forzados suelen llevar finalmente a retocar las matrices origen/destino.

El escenario ideal habría sido un proceso de toma de datos amplia y detallada y la generación de un nuevo modelo adaptado, pero este escenario excede los alcances de esta tesis. No obstante, se ha realizado un esfuerzo para generar el ajuste deseado con los conteos y encuestas, procurando la mínima distorsión posible en las matrices Origen/Destino.

El proceso seguido ha sido el siguiente:

5.4.1 REZONIFICACIÓN EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

La zonificación del Plan Maestro (427 zonas) se adecuó al Proyecto de la Línea 1 del Metro en su ámbito de influencia, con el criterio de que existiera una única estación en cada zona del corredor objeto de estudio, pasando a 447 zonas.

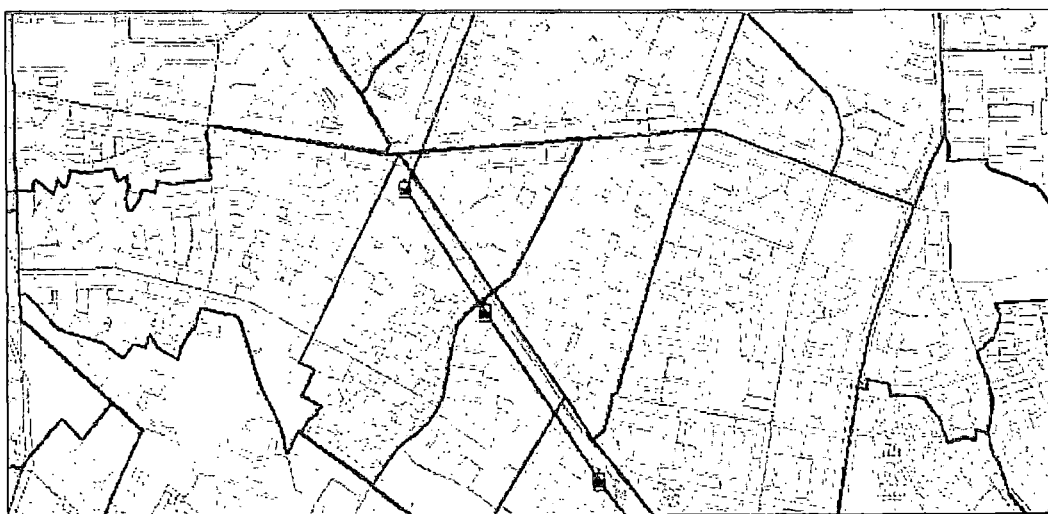


Figura Nº 71: Zonificación en el entorno del Óvalo de Higuiereta

5.4.2 ADECUACIÓN DE LAS MATRICES A LA NUEVA ZONIFICACIÓN

La adecuación de las zonas de tránsito al proyecto de estudio, hizo necesario la correspondiente división de las matrices de viajes, para su adecuación a la misma.

Esta partición se hizo de acuerdo a relación existente entre las características físicas y socioeconómicas de cada una de las zonas originales y las correspondientes zonas nuevas.

5.4.3 ACTUALIZACIÓN DE LA RED VIAL

El grafo está basado en el proporcionado por la Gerencia de Transporte Urbano (GTU), compuesto por 9.315 enlaces y 5.972 nodos. Tras las modificaciones introducidas, finalmente se ha obtenido un grafo de 9.767 arcos y 6.230 nodos. La clasificación de la red se ha realizado de acuerdo a la adoptada en el PMTU.

Del total de nodos, se ha clasificado 466 de ellos como centroides, de acuerdo a la nueva zonificación. Estos centroides están asociados a los 1.053 arcos clasificados como conectores.



Figura N° 72: Detalle conectores y centroides

Igualmente, la asignación de valores a cada arco se ha realizado en función de la clasificación de tipo de vía propuesta en dicho Plan. En los arcos de la red se ha incluido datos como el número de carriles, la velocidad base, la capacidad y los parámetros Alfa y Beta de las funciones de demora.

Cuadro N° 33: Principales características de la red viaria
 (Fuente: Taryet, 2011)

Tipo Vía	Capacidad (PCU/Hora/Carril)	Carriles	Velocidad (Km/h)	Alfa	Beta
Arterial	1,200	2, Variable	45	3.75	3.35
Colectoras	960	2, Variable	30	1.10	3.20
Expresas Metropolitanas	1,400	3	75	2.55	2.65
Expresas Regionales	1,400	3	80	2.55	2.65
Locales	840	2, Variable	25	1.38	2.35

5.4.4 AJUSTE A LOS AFOROS DE LAS FRECUENCIAS DE PASO

Las frecuencias incorporadas en la base de datos son frecuencias teóricas. Por ello se procede a su ajuste para reproducir los aforos de unidades de transporte público por tipos en los puntos de control.

Como las rutas transitan por varios puntos de control, el proceso es iterativo hasta alcanzar un ajuste apropiado en los mismos. En general ha sido preciso entre 10 y 12 iteraciones para obtener los ajustes finales.

Para el año 2004 se han utilizado las cortinas de Panamericana Sur y del Río Rímac junto con otros 17 puntos de observación para los que había información tanto de hora punta como de total diario.

Para el año 2007 sólo se disponía de los puntos de control de las cortinas, realizándose este ajuste con esos puntos.

Para el año 2011 sólo se disponía de los puntos de control mencionados en el ítem 5.3.1, realizándose este ajuste con esos puntos.

5.4.5 ASIGNACIÓN DE TRANSPORTE

Lo que comprende:

- Precarga de las rutas en la red
- Cálculo de tiempos del transporte público
- Asignación del transporte público y privado

- Revisión de las matrices OD y actualización de los valores

Una vez realizado este proceso, el modelo está preparado para los pasos obtener las demandas en según los escenarios que se planteen. El modelo se usa para determinar la demanda susceptible de ser captada por el Metro.

5.5 DEFINICION DE ESCENARIOS

5.5.1 GENERALIDADES

Se estima que el proyecto del tren eléctrico en su tramo correspondiente a Villa El Salvador hasta Plaza Grau se entrará en servicio pleno en el año 2013. Hasta esa fecha, se prevé una operación parcial con una frecuencia de un tren cada 16 minutos. El segundo tramo comprendido entre Estación Grau y San Juan de Lurigancho se estima entrará en servicio en el año 2015.

Bajo estos supuestos, existe un escenario probable, en el cual hasta el año 2013 habrá un período de transición de la operación actual a una operación más eficiente que culmine en la fecha de operación plena del tren eléctrico en el 2013. Durante este período de transición, el servicio de transporte público por bus también deberá pasar por un período de transición hacia un esquema empresarial debidamente formalizado, eficiente y coordinado con la operación del tren eléctrico.

Cuadro N° 34: Cronograma de eventos para la Operación de la Línea 1
 (Fuente: Elaboración propia)

No	EVENTO	AÑO						N
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	
1	Operación tramo uno Fase I tren eléctrico Villa El Salvador - Grau							
2	Racionalización del sistema de transporte Convencional Etapa I							
3	Operación Tramo uno Fase II del tren eléctrico Villa el Salvador - Grau							
4	Racionalización del sistema de transporte Convencional Etapa II							
5	Operación Tramo dos Grau - San Juan de Lurigancho							

La utilización del modelo se centra en el análisis de la racionalización en el entorno de la línea 1 del Tren Eléctrico, condicionado a los años:

- Año 2011 con la línea 1 del Metro de Lima operativa hasta la estación de Grau, operando con una flota de 5 trenes.
- Año 2013 con la línea de tren eléctrico operativa hasta la estación de Grau, operando con una flota de 16 trenes.
- Año 2015 con la línea de tren eléctrico operativa hasta San Juan de Lurigancho, operando con una flota de 24 trenes.

5.5.2 COMPONENTES

En este apartado se presentan los escenarios desarrollados para la configuración del futuro sistema de rutas en el entorno de la línea 1 del Metro.

Sin reordenación: No se realiza ningún tipo de intervención sobre las rutas, las cuales están en competencia la Línea 1 del Metro de Lima.

Escenario I: Se plantea como un escenario de actuaciones mínimas, restringiéndose a las actuaciones precisas referidas a la competencia con el sistema de transporte masivo, añadiendo una garantía de alimentación en las cuencas naturales norte y sur de la línea 1 del Metro. Este primer escenario se presenta como una alternativa posible, pero no deseable, en el sentido de que es necesaria una transformación más profunda, en línea con las necesidades de desarrollo del sistema de transporte de la ciudad y los planteamientos desarrollados en los últimos estudios realizados hacia la consolidación de un sistema integrado de transporte en la ciudad.

Escenario II: contempla una racionalización profunda centrada en las cuencas de alimentación; el eje central (Marsano / Aviación) requiere una actuación sobre toda la ciudad. Esta racionalización profunda plantea un diseño nuevo para el sistema de transporte en esas áreas (cuencas de alimentación) más un planteamiento de protección del eje del Metro en el resto del área de influencia. Este segundo escenario no aborda la modificación del sistema tarifario.

Escenario III: Contempla una integración tarifaria que compense al usuario por el incremento del número de transbordos que la implantación de los sistemas de transporte masivo trae consigo.

Estos escenarios se pueden contrastar con un escenario base en el que el sistema de rutas no se modifica sobre la situación actual, como referencia y comparación, para determinar los beneficios de la implementación del metro.

Información más detallada sobre el tratamiento de las rutas en cada escenario se adjunta en los anexos.

5.6 EVALUACION DE ESCENARIOS

Los siguientes apartados resumen los principales resultados de los escenarios de racionalización, teniendo en cuenta los siguientes aspectos a valorar:

- Demanda
- Flota necesaria
- Cobertura del sistema

El apartado referido a la demanda de los escenarios se complementa con la información de la demanda por estaciones de la línea 1 de Metro, incluyendo un escenario adicional para la situación de puesta en marcha, con un intervalo promedio de 15 minutos (5 trenes operando).

El apartado referido a la flota se completa con el balance completo de cada uno de los escenarios, y, en el caso de los escenarios II y III, con una propuesta de calendario de renovación de flota.

5.6.1 DEMANDA. PASAJEROS Y TRANSBORDOS

La tabla a continuación presenta los valores globales de viajes y transbordos para el conjunto del sistema. Se observa que se pasa de un 20% de transferencias en la situación actual a más de un 30% con la racionalización completa.

Cuadro N° 35: Viajes totales Lima
 (Fuente: Taryet, 2011)

Año	Concepto	Sin reordenar	Escenario I	Escenario II	Escenario III
2013	Matriz de viajes	9.319.842	9.319.842	9.319.842	9.319.842
	Viajes totales	11.120.872	11.285.270	11.644.368	12.336.334
	Transbordos	19,32%	21,09%	24,94%	32,37%
2015	Matriz de viajes	9.633.481	9.633.481	9.633.481	9.633.481
	Viajes totales	11.538.761	12.022.232	12.074.862	12.687.339
	Transbordos	19,78%	24,80%	25,34%	31,70%

Los viajes en la línea 1 del Metro se presentan a continuación, en función del escenario de racionalización planteado.

Cuadro N° 36: Viajes por escenario de la Línea 1 (2011 – 2015)

(Fuente: Taryet, 2011)

Año	Sin reordenar, 5 trenes	Sin reordenar	Escenario I	Escenario II	Escenario III
2011	18.683				
2013		43.026	121.937	184.495	171.484
2015		156.980	392.658	374.112	356.175

Se aprecia que las mayores demandas, cantidad de viajes, se obtienen en el año 2015, en que el Metro opera desde Villa El Salvador a San Juan de Lurigancho.

La operación parcial del metro con 5 trenes, a intervalos mayores a 15 minutos, hace que la demanda baje, debido a que el tiempo de espera en las estaciones hace poco atractivo el sistema para los usuarios.

Los escenarios II y III al realizar un reordenamientos de rutas sobre la Vía de Evitamiento (que suponen una competencia a la Línea 1 en destinos de viaje al centro de Lima), presentan demandas menores al escenario I que tiene un reordenamiento parcial de rutas.

La tabla siguiente muestra los valores de demanda que se presentarían en las rutas de bus consideradas en el área de estudio en los diferentes escenarios, según tipo de vehículo.

Cuadro N° 37: Pasajeros/día en las rutas del área de estudio

(Fuente: Taryet, 2011)

Año	Escenario	C. Rural	Micro	Ómnibus	Ómnibus Nuevo	Ómnibus Articulado Nuevo	Total
2013	Sin reordenación	1.550.834	2.304.512	1.000.514			4.855.861
	Escenario I	1.491.977	2.318.034	952.651			4.762.663
	Escenario II	356.614	775.507	521.437	2.151.612	601.990	4.407.159
	Escenario III	311.084	644.716	577.651	3.051.480	1.032.156	5.617.087
2015	Sin reordenación	1.582.808	2.334.637	1.023.158			4.940.603
	Escenario I	1.328.969	1.863.072	640.006	804.739		4.636.786
	Escenario II	366.620	800.283	379.404	2.266.419	525.215	4.337.942
	Escenario III	328.347	700.941	339.040	3.246.395	666.877	5.281.601

A continuación se presentan los pasajeros subidos y bajados en las estaciones de la línea 1 del Metro en los diferentes escenarios.

Cuadro N° 38: Pasajeros/día en la Línea 1. Escenario sin reordenación
(Fuente: Taryet, 2011)

Estación	2011, 5 trenes			2013			2015		
	Suben	Bajan	Total	Suben	Bajan	Total	Suben	Bajan	Total
Villa El Salvador	616	473	1089	1675	2524	4199	2077	3434	5512
El Sol	1911	2110	4020	2434	4418	6852	3265	5880	9145
Pumacahua	7	324	332	8	20	28	8	21	29
Villa Maria	1674	22	1696	3184	504	3688	4270	839	5109
Miguel Iglesias	323	103	426	1749	871	2620	1994	1685	3679
San Juan	905	220	1126	1541	1563	3104	2369	2604	4973
Atocongo	1745	34	1780	2630	1260	3890	3568	1733	5301
Jorge Chávez	1613	1669	3282	4852	2635	7487	5751	3394	9145
Ayacucho	2031	457	2488	2816	1292	4108	4347	3754	8101
Cabitos	839	665	1504	2041	953	2994	4904	4892	9796
Primavera	679	567	1246	1878	2027	3905	9265	6582	15846
San Borja	1354	1070	2424	2656	2477	5133	4521	3815	8335
La Cultura	1281	1778	3059	3851	3719	7569	10856	10143	20999
Arriola	467	265	732	1650	1683	3333	4288	6555	10843
Gamarra	2255	8068	10323	8335	13936	22271	28549	42812	71361
Grau	981	858	1840	1727	3144	4871	3057	2965	6022
El Ángel							634	3362	3997
Martinete							3587	3004	6592
Caja de Agua							12617	14386	27003
Pirámides del Sol							5932	4536	10468
Los Jardines							6646	5552	12199
Los Postes							4820	3986	8806
San Carlos							4184	2079	6263
San Martín							9113	13431	22545
Santa Rosa							0	0	0
Bayovar							16357	5536	21893
Total	18.683	18.683		43.026	43.026		156.980	156.980	

Cuadro N° 39: Pasajeros/día en la Línea 1. Escenarios 2013
(Fuente: Taryet, 2011)

Estación	2013, escenario I			2013, escenario II			2013, escenario III		
	Suben	Bajan	Total	Suben	Bajan	Total	Suben	Bajan	Total
Villa El Salvador	1049	5317	6365	5049	12965	18014	6184	16142	22326
El Sol	8754	27015	35769	12260	12828	25088	10008	5255	15262
Pumacahua	2861	2525	5386	2422	2166	4588	8	20	28
Villa Maria	4037	1550	5587	12595	6235	18829	10348	3302	13650
Miguel Iglesias	2459	1572	4031	14840	21876	36716	11552	16873	28425
San Juan	3926	5179	9105	4572	8271	12843	2801	1773	4574
Atocongo	2944	2316	5259	2246	3104	5351	2839	4509	7348
Jorge Chávez	7801	8408	16209	8084	8508	16592	6091	8278	14369
Ayacucho	6162	3899	10061	6510	4372	10882	5169	3972	9141
Cabitos	14312	7049	21360	9257	5624	14880	6225	5558	11783

Estación	2013, escenario I			2013, escenario II			2013, escenario III		
	Suben	Bajan	Total	Suben	Bajan	Total	Suben	Bajan	Total
Primavera	17604	6088	23692	11388	8519	19907	14849	7463	22312
San Borja	6465	6770	13235	5333	6627	11960	4963	6293	11256
La Cultura	10126	9837	19963	16203	14434	30637	15104	15126	30229
Arriola	4973	3151	8124	12413	10910	23323	9831	8789	18620
Gamarra	8658	15190	23848	13027	23331	36359	13649	38243	51892
Grau	19806	16071	35878	48297	34725	83022	51865	29889	81754
Total	121.937	121.937		184.495	184.495		171.484	171.484	

Cuadro N° 40: Pasajeros/día de la Línea 1. Escenarios 2015

(Fuente: Taryet, 2011)

Estación	2015, escenario I			2015, escenario II			2015, escenario III		
	Suben	Bajan	Total	Suben	Bajan	Total	Suben	Bajan	Total
Villa El Salvador	1478	6061	7538	6203	15668	21871	9206	21515	30721
El Sol	10937	28850	39786	15498	16295	31793	18013	9835	27847
Pumacahua	3376	3518	6893	2843	2671	5515	8	21	29
Villa María	4726	1838	6564	14399	7563	21962	15732	6738	22470
Miguel Iglesias	3103	2586	5690	17613	26443	44056	16472	20924	37396
San Juan	4833	6950	11783	6509	10390	16899	4406	4224	8630
Atocongo	4628	3453	8080	4445	5659	10104	5018	7746	12764
Jorge Chávez	8243	8963	17206	8404	9116	17519	6641	8618	15259
Ayacucho	7023	5072	12094	9025	6108	15133	7454	5848	13303
Cabitos	23101	10241	33341	12398	7174	19572	12988	10327	23315
Primavera	22955	17786	40741	18717	16861	35577	21705	12751	34456
San Borja	6122	6450	12572	6443	6925	13368	6114	8445	14559
La Cultura	22819	20634	43453	26536	22454	48990	21877	20593	42470
Arriola	13964	16557	30521	20750	21137	41887	17785	22579	40364
Gamarra	34303	48086	82389	34685	52526	87211	33706	56646	90353
Grau	43093	36333	79426	47241	44370	91611	37830	37528	75358
El Ángel	4832	6012	10843	7654	6820	14473	637	5169	5807
Martinete	3624	3425	7049	3505	3882	7387	4324	3641	7965
Caja de Agua	23604	25305	48909	20606	12372	32977	29828	17502	47330
Pirámides del So	15511	15580	31091	9337	8260	17598	11131	7165	18296
Los Jardines	7537	7331	14867	6720	5714	12434	6666	6569	13235
Los Postes	20632	20819	41451	12975	13116	26091	11432	14026	25458
San Carlos	13204	13517	26721	10172	10038	20211	9319	10189	19508
San Martín de Po	16478	14953	31432	9073	7389	16462	8148	6839	14987
Santa Rosa	0	0	0	3334	2981	6314	6580	7958	14538
Bayovar	72534	62339	134872	39028	32178	71206	33153	22779	55932
Total	392.658	392.658		374.112	374.112		356.175	356.175	

Los cuadros 38, 39 y 40 son desagregados de los resultados del cuadro 37, presentando viajes diarios.

El modelo desarrollado fue de tipo estratégico, y por los alcances del estudio se obtuvieron las demandas de pasajeros diarias por estación. Es posible a partir de estos datos estimar demandas en horas punta y valle, considerando porcentajes, basados en otros estudios. Por ejemplo la demanda en hora punta suele estar entre el 8 y 10% de la demanda diaria (14 horas).

Se pueden construir matrices de hora punta y valle, desagregando los datos de campo, lo cual requiere mayor inversión, sin embargo brindan mejores aproximaciones para el funcionamiento del sistema (modelos operativos).

En general los datos de pasajeros por estación en hora de mayor demanda (punta) se pueden dimensionar andenes y accesos (escaleras, torniquetes, etc.). Además sirve puede estimar la cantidad de vagones por tren necesarios para cubrir la demanda de pasajeros, considerando un máximo 6 pasajeros por metro cuadrado.

Las demandas obtenidas se pueden referenciar a demandas anuales, proyectando la demanda diaria considerando 320 días de operación y aplicando factores de ajuste para diferencias días típicos de fines de semana y/o feriados.

Con las demandas anuales, aplicando factores de crecimiento se puede estimar la cantidad de viajes en un horizonte mayor, por ejemplo 30 años de concesión.

5.6.2 NECESIDADES DE FLOTA

El diseño de las rutas permite dimensionar las necesidades de flota del sistema de acuerdo a la racionalización planteada. La tabla a continuación presenta las variaciones por tipo de vehículo a partir de la situación actual.

Cuadro N° 41: Necesidades de flota para los diferentes escenarios

(Fuente: Taryet, 2011)

Escenarios	Existentes			Panam.	Nuevos		
	C. Rural	Microbús	Ómnibus	Articulado	9 m	12 m	Articulado
Base	4.807	7.608	1.883				
Escenario I	2.385	4.474	1.087			884	
Escenario II	401	2.947	556	271	173	1770	211
Escenario III	401	2.947	556	337	147	2018	410

El conjunto de rutas analizadas en el área de estudio puede dividirse en tres grupos:

- Rutas externas, que ven su recorrido desviado/recortado por la interferencia con la línea 1 del Metro. La mayor parte del recorrido de estas rutas es ajeno al área de estudio, estarán afectadas por futuros procesos de racionalización, y la reducción de flota cuantificada es proporcional a la variación de recorrido de la ruta.
- Rutas del corredor Panamericana Sur – Evitamiento – Panamericana Norte. Son rutas en general muy próximas al área de estudio, que se verán afectadas por la próxima puesta en marcha de un corredor en ese eje. La disminución de flota corresponde a la salida de estas rutas del sistema y corresponde su tratamiento a la implantación del corredor mencionado. Se ha realizado una estimación de la flota necesaria para atender a este corredor.
- Rutas en el área de estudio. El balance de necesidades / reducción de flota afecta fundamentalmente a este conjunto de rutas, variando según los escenarios considerados.

Los principales números a tener en cuenta son los siguientes:

- Rutas externas. Son 89 rutas que utilizan en la actualidad 5,859 vehículos (912 Omnibus, 4,337 Micrubuses, 610 Camionetas rurales). El recorte promedio de longitud está en torno a 1/3, planteándose la hipótesis de que sería necesario para continuar operando estas rutas hasta su racionalización en otros procesos un total de 3,904 vehículos (556 Ómnibus, 2,947 Microbuses, 401 Camionetas rurales), pudiendo retirarse del sistema un total de 1,955 vehículos (356 Omnibus, 1,390 Microbuses, 209 Camionetas rurales)
- Corredor de las Panamericanas. Las 39 rutas que lo utilizan en la actualidad operan con un total de 2,790 vehículos (369 Omnibus, 1,272 Microbuses, 1,149 Camionetas Rurales). Se estima que el servicio en las panamericanas se podría prestar con un número próximo a los 300 vehículos articulados (271 estimados para el escenario II, 337 en el escenario III).

- Rutas inmersas en la racionalización. Las 97 rutas contempladas emplean 5,649 vehículos (602 Omnibus, 1,999 Microbuses, 3,048 Camionetas Rurales), flota que debe desaparecer en el proceso de racionalización, sustituida por la línea 1 del Metro más las nuevas rutas que se definen.

Las ilustraciones a continuación muestran los balances de los escenarios expresados en número de rutas que se crean/modifican/eliminan del sistema.

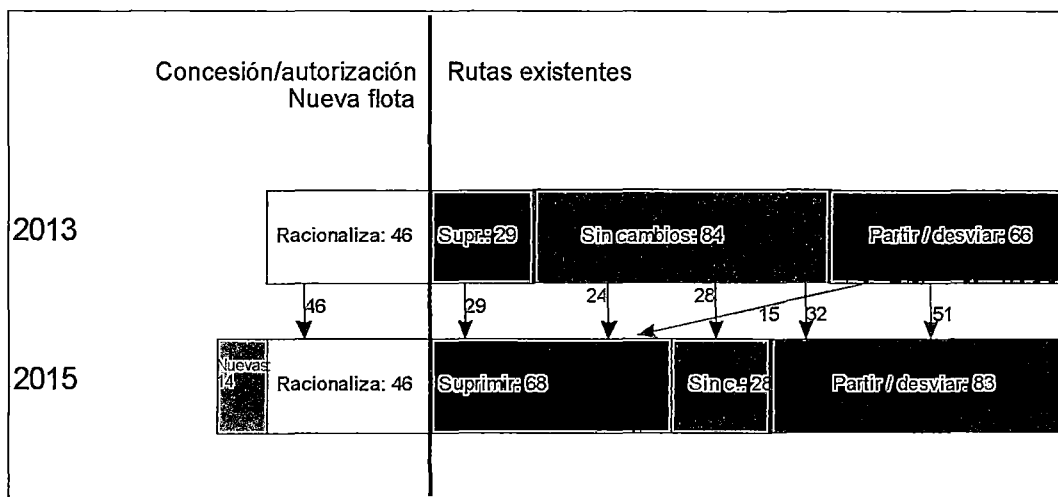


Figura Nº 73: Resumen (nº de rutas) para el escenario I

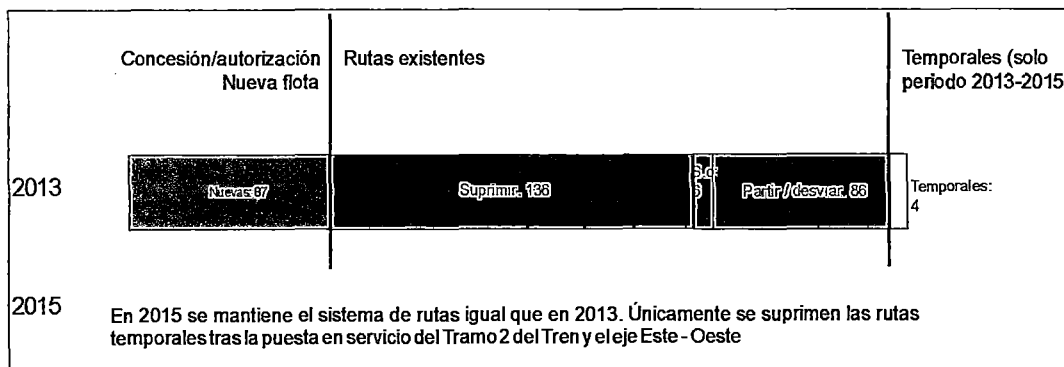


Figura Nº 74: Resumen (nº de rutas) para los escenarios II y III

Una secuencia de incorporación/retirada de flota para los escenarios II y III se presenta en las tablas a continuación.

Cuadro N° 42: Flota en uso durante la racionalización. Escenario II
 (Fuente: Taryet, 2011)

Año	Flota actual			Flota Nueva		
	C. Rural	Microbús	Ómnibus	9 Metros	12 Metros	Articulados
2013	1372	1999	602	35	354	42
2014	0	1699	602	70	708	84
2015	0	760	602	105	1062	126
2016	0	400	301	140	1416	168
2017	0	0	0	173	1770	211

Cuadro N° 43: Porcentaje de la flota actual en uso. Escenario II
 (Fuente: Taryet, 2011)

Año	C. Rural	Microbús	Ómnibus
2013	45%	100%	100%
2014	0%	85%	100%
2015	0%	38%	100%
2016	0%	20%	50%
2017	0%	0%	0%

El proceso se ajusta para mantener la capacidad (número de plazas) aumentando el tamaño medio del vehículo en uso.

Cuadro N° 44: Flota en uso durante la racionalización. Escenario III
 (Fuente: Taryet, 2011)

Año	Flota actual			Flota Nueva		
	C. Rural	Microbús	Ómnibus	9 Metros	12 Metros	Articulados
2013	2286	1999	602	0	605	82
2014	457	1699	602	37	1089	164
2015	0	700	602	74	1513	246
2016	0	240	301	111	1815	328
2017	0	0	0	147	2018	410

Cuadro N° 45: Porcentaje de la flota actual en uso. Escenario III
 (Fuente: Taryet, 2011)

Año	C. Rural	Microbús	Ómnibus
2013	75%	100%	100%
2014	15%	85%	100%
2015	0%	35%	100%
2016	0%	12%	50%
2017	0%	0%	0%

De los cuadros anteriores se aprecia que los escenarios II y III, generan mayores intervenciones sobre la operación actual del transporte público, es decir precisan de renovaciones de flotas y retiro de unidades, pasando de unidades de menor capacidad (C. Rural y Microbús) a buses (de 9m, 12m y articulados).

5.7 DESARROLLO DEL ESCENARIO ELEGIDO

Sobre la base de los resultados vistos en el ítem anterior, se ha elegido al Escenario II como el más apropiado para acometer el proceso de racionalización integral, lo que implica la instauración de una nueva red de rutas, a partir de la instauración y puesta en operación de la Línea 1.

Si bien no se trata propiamente de un sistema integrado - en la medida en que el Metro se encuentra a cargo de la AATE, que a su vez pertenece al MTC y que el servicio de transporte regular de pasajeros depende de la GTU y ésta de la MML (siendo similar la situación respecto de Callao) - el esquema planteado tiene vocación de formar parte de un sistema integrado.

Los sistemas integrados de transporte, presentan tres niveles de integración: física, tarifaria y de medios de pago. El objetivo general de la racionalización de las rutas de transporte urbano que se encuentran dentro del área de influencia del proyecto (400 metros a cada lado del eje de la Línea 1) consiste en garantizar la sostenibilidad operativa, económica, financiera y socio ambiental de la Línea 1.

En función a ello, la propuesta del Escenario II consiste en establecer un nuevo esquema de rutas en las cuencas norte y sur del área de influencia, así como interviniendo aquellas que presenten un alto índice de superposición con la Línea 1, lo cual implica un nuevo esquema de rutas.

Es así que el escenario II se presenta como uno intermedio entre una racionalización moderada (escenario I) y otra optimista (escenario III).

Si bien se mostró que el escenario II presenta menores demandas (en comparación al escenario I) para la Línea 1, sin embargo genera un mejor servicio, beneficiando a los usuarios del transporte público en Lima, en general.

Sobre los datos ya analizados se describen alcances de cómo se debería constituir el sistema de buses racionalizado.

5.7.1 CRITERIOS GENERALES

El principio básico a aplicar para redefinir el sistema de rutas es el de encontrar un punto de equilibrio entre tres factores: Accesibilidad, Calidad de servicio y Racionalidad económica de la explotación

Teniendo en cuenta estos tres factores, los planteamientos de una nueva oferta de transporte pueden considerarse incluidos en cuatro tipos de actuaciones diferentes:

- Temporalmente: Sobre el horario de servicio
- Espacialmente: Sobre la cobertura territorial y sobre el número de vehículos en cada línea
- Operativamente: Sobre la calidad del servicio

Considerando las dimensiones espacial y temporal, puede formarse el esquema adjunto que representa la relación existente entre criterios y actuaciones.

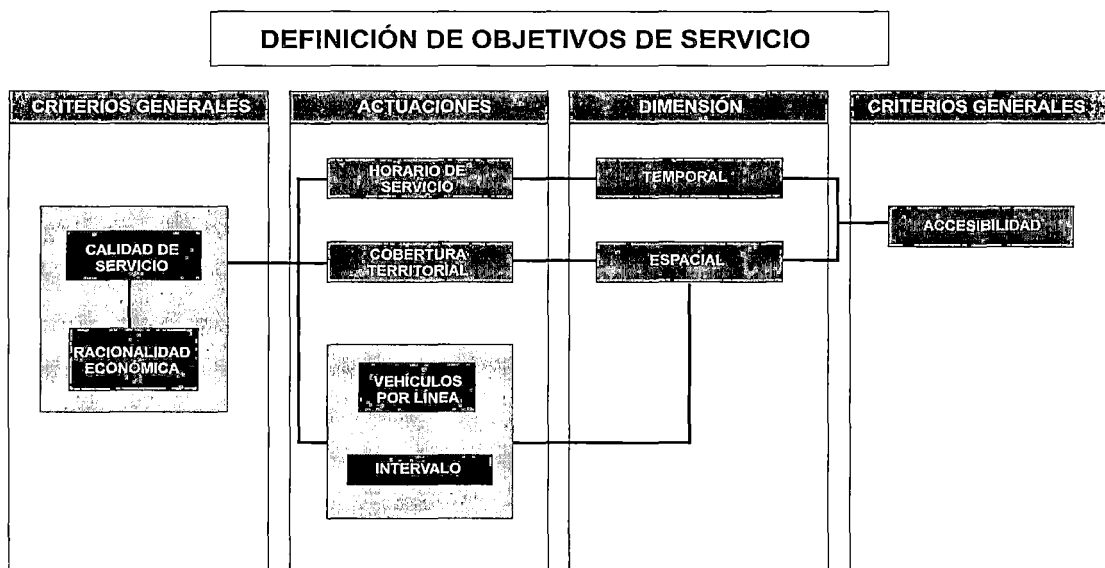


Figura N° 75: Objetivos de servicio

La dimensión temporal de la accesibilidad afecta al horario de servicio, lo que introduce como variable de análisis la delimitación entre los horarios del sistema y sus diferentes rutas, así como otros escenarios temporales (sábados, festivos, etc.).

La dimensión espacial de la accesibilidad resulta bastante más compleja y afecta al número de rutas en servicio, al itinerario de las mismas y al número de kilómetros de red en explotación, siendo ésta una de las cuestiones esenciales del problema que hay que resolver.

El objetivo básico a alcanzar es que la red de transporte público resulte accesible desde todos los puntos del ámbito del estudio y que las duplicidades de servicio se mantengan en situaciones justificadas en razón de la importancia de la demanda.

Bajo el enunciado de calidad de servicio se está considerando, básicamente, el número de vehículos en servicio en cada ruta o, lo que es lo mismo, la frecuencia de servicio o el tiempo de espera para el usuario, la velocidad comercial o el tiempo de viaje, la regularidad y el confort de los vehículos.

El objetivo básico a alcanzar sería el de maximizar los niveles de calidad, dentro de un marco de racionalidad económica de la operación.

5.7.2 CRITERIOS DE DETALLE

Un aspecto adicional a considerar en este caso es el de renovación de flota, unida a una cierta racionalidad económica, marcado por la necesidad, en el contexto del transporte público de Lima Metropolitana, de modernizar y rejuvenecer el parque utilizado en el sistema.

Como resultado de las encuestas a empresas y dada la coyuntura económica, sería factible el diseño de un programa de renovación de flota con horizontes de 3 años, cerca del 60% de la flota necesaria, y a 5 años, ya con el 100%. (en la práctica, 20% anual)

Cuadro Nº 46: Renovación de Flota

(Fuente: Taryet, 2011)

Año	Renovación	Flota resultante	
		Actual	Nueva
1	20%	80%	20%
2	20%	60%	40%
3	20%	40%	60%
4	20%	20%	80%
5	20%	0%	100%

5.7.3 ESQUEMA DE TRANSICIÓN DE LA OPERACIÓN

Como se ha visto, el primer tramo del tren eléctrico tiene previsto el inicio de la operación para a fines del presente año 2011. Por la disponibilidad de trenes la operación se realizaría con un tren cada 16 minutos lo que implica que la demanda de transporte en el tren será limitada. La operación con un número adecuado de trenes se estima que estaría aproximadamente en 127.000 pasajeros por día ordinario. Por lo tanto, existe un período en el cual los operadores del sistema convencional seguirán teniendo la gran parte del mercado de viajes.

En este contexto, se considera conveniente aprovechar el tiempo que tomará el tren eléctrico para entrar en plena operación para una transformación paulatina de servicio de transporte considerando los diversos componentes del mismo.

Los componentes de la transición tienen que ver con el marco institucional, legal y reglamentario a aplicarse, la estructuración de las empresas operadoras y el sistema operacional del conjunto tren eléctrico y operadoras privadas.

5.7.4 ESQUEMA INSTITUCIONAL

Por el lado de la institucionalidad pública, en la actualidad y en relación al presente proyecto, existen dos organismos que intervienen directamente en la regulación, control y operación del sistema de transporte ligado al proyecto del Metro. Uno es el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) quien es el responsable directo de la ejecución, gestión y operación del proyecto (concesión) y otro es la Municipalidad Metropolitana de Lima (MML) que tiene bajo su responsabilidad la planificación regulación y control del servicio de transporte de la ciudad.

Por esta razón, es importante el trabajo conjunto de las dos instituciones para el adecuado desarrollo del sistema de transporte de la ciudad. En la actualidad las responsabilidades de cada institución son las siguientes:

- MML: Planificación, ejecución, control y regulación del sistema de transporte de Lima en forma integral y con autonomía
- AATE: Entidad dependiente del MTC encargada específicamente de la construcción, gestión y operación del Metro.

Para la operación del metro, institucionalmente es necesario que las entidades tengan un nivel de coordinación indispensable para que puedan ofrecer el servicio de transporte integrado entre los modos de transporte controlados por cada una de las entidades. En el gráfico se presentan las relaciones que potencialmente deberían tener las dos instituciones mencionadas tanto en la parte operacional como del recaudo.

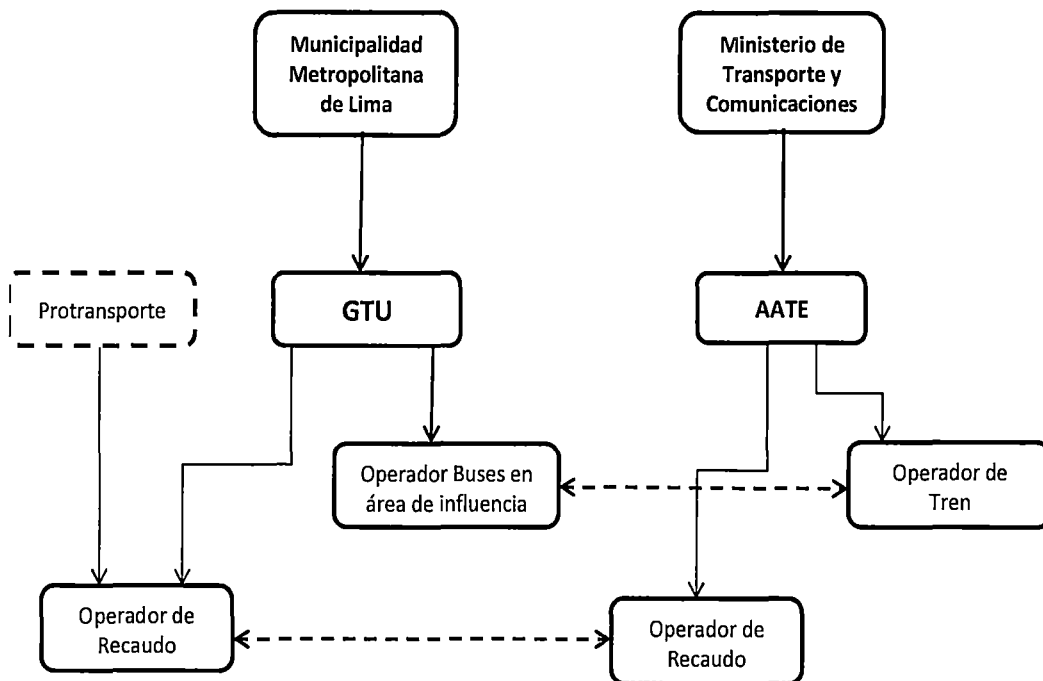


Figura N° 76: Relaciones Institucionales

Desde el punto de vista de las nuevas empresas de buses, el tema institucional es muy importante ya que deben migrar desde un esquema de operación unitaria y de afiliación actual a un sistema empresarial donde se consideren todas las opciones necesarias que permitan una operación eficiente.

La propuesta recomienda que el sistema de recaudo del sistema "Metropolitano", manejado por Protransporte y el de las nuevas líneas de buses del área del metro, sea único con lo que se daría un gran paso a la utilización de una sola tarjeta de transporte público de Lima. En el caso del metro, inicialmente este tiene su propia propuesta de recaudo que de alguna manera debería estar coordinada con los sistemas manejados por la MML.

5.7.5 CONDICIONES PARA LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO

Como condiciones al acceso a la prestación del servicio (o adecuación, para el caso de los operadores actuales), se proponen requisitos dirigidos a garantizar la prestación adecuada del servicio, entendiendo por “adecuada” aquella en la que se cumpla las condiciones generales señaladas anteriormente de accesibilidad, calidad del servicio y racionalidad económica. Ello implica la modificación sustancial –para el caso de los servicios comprendidos en el proceso de racionalización – de las condiciones actuales de prestación.

Para la asignación de paquetes de rutas, ya sea mediante la modalidad de adecuación de los operadores o licitación pública, el operador debe cumplir con las condiciones que se presentan a continuación. Dichas condiciones podrán variar en función a si se trata de un proceso de asignación directa como resultado del proceso de racionalización o de una licitación. La variación no obedece a la exigencia de una determinada condición en sí, sino a la oportunidad en que ella será exigida.

5.7.5.1 ORGANIZACIÓN EMPRESARIAL MÍNIMA

Se debe establecer paulatinamente determinados niveles de gerenciamiento de la empresa. Cabe recordar que ya se encuentra establecido en la normativa que deberá contar con la organización empresarial que requiera la prestación del servicio de transporte. Deberá además contar con un Gerente o Administrador declarado ante la autoridad competente.

Para el caso concreto se requerirá que los operadores cuenten con un área de administración, contabilidad y tesorería (propia o contratada). Asimismo, se exigirá contar con una gerencia de operaciones (que incluya mantenimiento).

5.7.5.2 EXPERIENCIA

La racionalización tiene por objeto, no solo realizar una modificación física de la ubicación de las rutas por donde actualmente se presta el servicio dentro del área de influencia de la Línea 1, sino iniciar el cambio en el concepto mismo de la prestación del servicio de transporte urbano.

Por ello, se trata de, al igual que permitir la adecuación de los operadores actuales, garantizar que se llegue al inicio de la operación del nuevo esquema

contando con los conocimientos suficientes en lo que respecta a prestación del servicio considerando: horario, frecuencias, control centralizado, entre otros.

Considerando ello, se establece como condición específica, la acreditación de experiencia mínima de cinco años en la prestación del servicio con los siguientes parámetros mínimos: caja única, fideicomiso mercantil y frecuencias fijas.

En el proceso de adecuación, cada paquete se asigna a una sola empresa –lo que a su vez implica que los operadores actuales deben incluirse en ella- bastará con que uno de los operadores actuales que conformen la nueva empresa acredite la experiencia requerida para dar por cumplida dicha condición.

5.7.5.3 DERECHOS LABORALES

Se exige la inclusión del personal, especialmente choferes y cobradores, dentro de la planilla de las empresas, con sus beneficios socio-laborales respectivos.

De esta forma se exige un nivel superior al actualmente establecido en la normativa vigente, que permite que el personal sea propio o terceros. La inclusión del personal en planillas, tiene por objeto eliminar la dependencia directa de los ingresos de los choferes y cobradores del número de pasajeros transportados, lo que en la práctica se traduce en exceso de trabajo, malas costumbres de manejo, inseguridad y accidentes

La jornada laboral máxima para conductores, establecida en la normativa nacional (RENAT). Así, no deberán realizar jornadas de conducción efectiva continua de más de cinco (5) horas, y deberán gozar de un tiempo de descanso entre cada jornada de conducción no menor de una (1) hora; en caso que la jornada de conducción efectiva sea menor de dos (2) horas, el tiempo de descanso será no menor de treinta (30) minutos. La duración acumulada de jornadas de conducción no deberá exceder de diez (10) horas en un período de 24 horas. Esta disposición podrá ser también aplicada a los cobradores. En caso ello no se opte por esto último, los cobradores no deberán trabajar más de ocho (8) horas diarias.

5.7.5.4 INCLUSIÓN DE PROPIETARIOS

Para efectos del otorgamiento de los paquetes de rutas, las empresas deberán incorporar a los propietarios de los vehículos que forman parte de la flota actual,

en la medida que el esquema de negocio varía y la operación será centralizada en una empresa por paquete de rutas y existirá administración y caja únicas.

Con dicho fin, se solicitará como condición para el otorgamiento de la autorización, la inclusión de los propietarios actuales como accionistas o trabajadores de la empresa operadora del paquete respectivo. El porcentaje mínimo de participación de los propietarios de los vehículos será de 40% de las acciones de la empresa operadora.

Esta composición del accionariado se deberá mantener por lo menos durante los primeros cinco (5) años de la operación, salvo que los propietarios incorporados decidan vender su participación

5.7.5.5 CAJA ÚNICA

Cada uno de los operadores autorizados deberá centralizar el manejo de sus ingresos y egresos en una caja única, a fin de permitir la administración adecuada de la empresa.

5.7.5.6 RECAUDO

Se parte del principio que el transporte urbano (servicio regular) de personas en la ciudad contará con un sistema de recaudo centralizado, dentro del cual deberán estar incluidas las distintas modalidades de prestación del servicio, como el servicio de transporte regular y el Metropolitano. A ello debe agregarse la existencia de los medios de pago propios del SETMLC, que deben ser integrados al resto del sistema de transporte de Lima y Callao, tal como ha sido previsto en el contrato de concesión de la Línea 1 del SETMLC.

Considerando el carácter progresivo de la implementación del sistema de recaudo es que se ha previsto, dentro de las condiciones de permanencia en la prestación del servicio, la inclusión de validadores de medios de pago. Si bien, en principio, ello tiene como primer objetivo permitir la interconexión con el SETMLC, la inclusión de dicha tecnología está contemplada también para facilitar la integración a futuro con el resto del transporte urbano de pasajeros de la ciudad, de esta forma, se facilitará la tarea del recaudo centralizado, pues sumado a la existencia de los validadores, se encontrará también la exigencia de caja única a cada operador, como se vio anteriormente.

5.7.5.7 FIDEICOMISO

El proceso de racionalización planteado, implica –como se ha visto hasta aquí- el replanteamiento de la organización integral de la prestación del servicio, pasando por aspectos no sólo operacionales sino, también, gerenciales. Es así que se ha planteado la exigencia de caja única para los operadores, con la finalidad de facilitar un manejo adecuado de los flujos de dinero, lo que en última instancia implica garantizar la rentabilidad de la prestación del servicio.

Con dicho fin se debe contar con un fideicomiso, el cual se encargará de distribución de los ingresos provenientes del servicio, así como del pago a los acreedores de los operadores.

La esencia del fideicomiso es garantizar el cumplimiento de las obligaciones contraídas por el operador, así como el pago efectivo de las sanciones (concretamente multas dinerarias) que pueda imponer la autoridad, lo que implica la internalización efectiva de dichos costos reduciendo los riesgos de incumplimiento.

5.7.5.8 ADQUISICIÓN DE FLOTA.

Los operadores deberán cumplir con un cronograma de renovación de flota, según el tipo de vehículo que corresponda a cada ruta (cuadro 5.19).

Respecto de la titularidad de la flota vehicular, en concordancia con la finalidad de fortalecer a los operadores, se plantea la exigencia de la propiedad de los vehículos para permanecer en el servicio. En ese sentido, debe entenderse que la renovación se efectuará con vehículos que sean propiedad del titular de la autorización para la prestación del servicio.

De esta forma se evitará la figura del “comisionismo” que tan nociva ha resultado para el servicio de transporte en la ciudad, al contribuir a la baja calidad de prestación del servicio, cuando no a los niveles de inseguridad vial:

Esta situación se podrá ir revirtiendo a través de la exigencia de flota propia, lo que es un elemento indispensable para la formalización de los operadores como empresas en sentido estricto, toda vez que de esta forma los bienes utilizados para la prestación del servicio forman parte del capital de aquélla.

Adicionalmente, con la finalidad de mitigar el impacto sobre los actuales propietarios de las unidades se ha previsto que la inclusión de parte de la flota actual –en función al requerimiento de cada ruta, conforme a lo establecido para cada paquete- sea un requisito obligatorio, a fin que el patrimonio de dicho grupo no pierda valor súbitamente y pueda ser incorporado como aporte dentro del nuevo esquema de operación.

La empresa titular de la autorización deberá presentar copias legalizadas de los contratos celebrados con las entidades de crédito u otros que acrediten fehacientemente la operación de contratación del veinte por ciento (20%) de flota nueva para el primer año.

Por otra parte, como condición de permanencia, los operadores deberán presentar –dentro de los 90 primeros días de cada año de la autorización- copias legalizadas de los contratos que acrediten la adquisición del 20% de la flota, durante el segundo, tercer, cuarto y quinto año, respectivamente.

5.7.5.9 CONDICIONES TÉCNICAS

Las condiciones técnicas se resumen a continuación:

- Contar con vehículos habilitados por la MML (Tarjeta de Circulación vigente), ya sean propios, o adquiridos bajo la modalidad de arrendamiento financiero u operativo.
- Los vehículos deben ser de la tipología vehicular conforme a lo establecido en el Reglamento Nacional de Vehículos y de las condiciones requeridas en el paquete al cual han sido asignados
- Contar con antigüedad máxima de quince (15) años, contados desde la fecha de su fabricación.
- Haber sido originalmente diseñados para el transporte de personas.
- Cumplir con las demás disposiciones establecidas en las normas técnicas vigentes.

Vehículos: Los vehículos nuevos que vayan siendo incluidos a la flota deberán cumplir, además de las condiciones señaladas anteriormente, con lo siguiente:

- Equipos de validación de medios magnéticos de pago, compatibles con los sistemas del SETMLC y del Metropolitano.
- Sistema de navegación GPS.
- Poseer tecnología Euro 4.
- Cumplir con lo dispuesto por la Norma Técnica Peruana 383.071, en todo lo que no se oponga al Reglamento Nacional de Vehículos y al Reglamento Nacional de Administración de Transporte.
- Tener instalada una alarma contra incendio en el vano motor, de manera tal que alerte al conductor de la unidad mediante luz testigo visual en el tablero y alarma sonora dispuesta en la cabina de conducción.
- Contar con un indicador sonoro intermitente dispuesto en la zona trasera del vehículo, el cual se activará en forma simultánea con la marcha atrás.
- Contar con cinturones de seguridad de tres (3) puntos en el asiento del conductor y de dos (2) puntos, como mínimo, en todos los asientos del vehículo, cumpliendo con lo dispuesto por el Reglamento Nacional de Vehículos y con lo dispuesto por la NTP 293.003.1974.
- Contar con un sistema de comunicación asignado permanentemente al vehículo, que permita su interconexión con las oficinas de la empresa, la GTU y la entidad encargada del control, de ser el caso, cuando éstas lo requieran. Este requisito podrá ser omitido si el sistema de control y monitoreo inalámbrico con que cuente el vehículo permite que exista interconexión entre el mismo y las oficinas de la Empresa Autorizada, lo que deberá ser acreditado ante la GTU.
- Contar con un dispositivo electrónico instalado en el salón del vehículo ya a la vista de los usuarios, que informe sobre la velocidad actual.
- Contar con extintores y botiquín, de conformidad con lo dispuesto en la NTP 833.032.2006 y demás normas que se encuentren vigentes.
- Otras que establezca la legislación vigente.

Conductores: Contar con conductores que posean licencia de conducir correspondiente a la clase A, categoría III-a.

Patios: Cada una de las empresas autorizadas deberá contar con, por lo menos, un patio para el estacionamiento, limpieza y mantenimiento de los vehículos que

componen su flota. Los patios deben contar, por lo menos, con el siguiente equipamiento:

- Túnel de lavado.
- Servicio de neumáticos.
- Taller de mantenimiento menor.
- Baterías.

5.7.5.10 CONDICIONES DE OPERACIÓN

- La prestación del servicio de transporte en los Paquetes de Rutas se rige por lo que señalen las órdenes de servicio de cada uno de ellos, las que determinan la flota, horarios, frecuencias, entre otros. Dichas órdenes de servicio forman parte de los títulos habilitantes (autorizaciones o concesiones).
- la jornada laboral máxima para los conductores es la establecida en la normativa nacional (RENAT). En ese sentido, no deberán realizar jornadas de conducción efectiva continua de más de cinco (5) horas, y deberán gozar de un tiempo de descanso entre cada jornada de conducción no menor de una (1) hora; en caso que la jornada de conducción efectiva sea menor de dos (2) horas, el tiempo de descanso será no menor de treinta (30) minutos. La duración acumulada de jornadas de conducción no deberá exceder de diez (10) horas en un período de 24 horas.
- A los cobradores también se les podrá aplicar la jornada señalada en el numeral anterior. De no ser así, la jornada máxima de los cobradores será de ocho (8) horas diarias.
- Las que se establecen en la Ordenanza N° 1338 de la Municipalidad Metropolitana de Lima, que reglamenta la prestación del Servicio Público de Transporte Regular de Pasajeros en Lima Metropolitana.

5.7.5.11 SERVICIO DE TRANSPORTE

Los operadores del servicio de transporte que, dentro del escenario de adecuación cuenten con autorización o, en su defecto, con contrato de

concesión, forman parte de este componente del escenario de racionalización de rutas.

Considerando que la modalidad en la que se desenvolverán los operadores será la misma, es decir, el servicio de transporte regular de pasajeros, ellos se encuentran dentro del ámbito de la Gerencia de Transporte Urbano de la MML.

Así, la GTU se encarga de otorgar las autorizaciones y de supervisar el cumplimiento de las condiciones de acceso y permanencia, en su condición de autoridad administrativa. En caso se opte por el esquema de concesiones, como se vio anteriormente, el Concejo Metropolitano acordará la convocatoria a licitación y la GTU llevará adelante el proceso, manteniendo las tareas de supervisión de las concesiones.

Entonces de acuerdo a lo expuesto el esquema institucional para la implementación de la racionalización implica la emisión de una ordenanza que apruebe el proceso de racionalización, defina los paquetes de rutas y establezca las condiciones para el acceso a la prestación, que en el presente caso es la adecuación de los operadores actuales:



Figura N° 77: Organización del sistema

CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

1. La metodología de la modelación así como los resultados obtenidos mediante los softwares, tienen diversas aplicaciones, no solo en el aspecto de transporte, sino también para modelos económicos-financieros, modelos que simulan la contaminación del aire, modelos de desarrollo de ciudades y uso de suelos, entre otras aplicaciones.
2. Los modelos de transporte, son herramientas técnicas que permiten estimar demandas de viaje, sin embargo como cualquier otra herramienta u metodología son susceptibles a los datos de ingreso y manipulación de resultados.
3. Si bien la modelación brinda una metodología de aplicación que da resultados, parte importante del trabajo es la concepción del enfoque que se le dará al modelo, el análisis de la situación actual y proyectada para el planteamiento de escenarios que sirvan para evaluar implementación y operación de proyectos como la Línea 1 del metro de Lima.
4. La racionalización de transporte conlleva a un uso eficiente de los recursos (vehículos, combustibles, etc.), en un balance entre las plazas de pasajeros ofrecidos y la cantidad de viajes demandado.
5. Una ciudad como Lima no puede ser solo servida por un sistema de buses, sino que en sus ejes de mayor demanda requiere de implementación de sistemas de transporte masivo.
6. La elección de un modo de transporte para una ruta determinada, se realiza en función a estudios donde la demanda y juegan un rol importante para una inversión adecuada de recursos de la ciudad y el beneficio de los usuarios. Así hemos visto que para el eje principal se tiene la operación del metro, en los ejes alimentadores se tienen operaciones de buses (de 9m, 12m y articulados), cada tipo asignado de manera eficiente en función a su capacidad y la demanda que van atender.

7. Las inversiones en transporte público tampoco se pueden medir solo en términos de costos de infraestructura, se deben evaluar los costos durante la vida útil de los proyectos, sus costos de operación, mantenimiento y renovación de equipos asociados.
8. Durante la evaluación de proyectos de transporte masivo también se deben considerar los beneficios económico-sociales (disminución de horas hombre perdidas, de contaminación, accidentes. etc.) que traen consigo a la ciudadanía en general.
9. Existen beneficios cualitativos generados de contar con un sistema metro que no son cuantificados en estudios, pero que son tangibles: la revaloración de los usos de suelo y la plusvalía asociada, la posibilidad de regeneración de espacios urbanos, la atracción de la inversión privada sobre todo en las inmediaciones de las estaciones que se vuelven polos de desarrollo, la imagen de desarrollo de la ciudad, el posicionamiento estratégico de la ciudad al brindar un transporte eficiente atrae las sedes de grupos económicos importantes, entre otros.
10. Los proyectos de sistema de transporte masivo no deben ser planificados, ni implementados con una visión de corto plazo o una falsa idea de bajo costos, dado que su implementación requiere de recursos y genera costos (horas hombre perdidas por congestión durante su construcción). Para ser sostenibles, los sistemas de transporte masivo deben atender las demandas actuales y sobre todo a largo plazo.
11. La implementación de nuevos sistemas de transporte, no debe ser superpuesta sobre la oferta actual, sino que debe contar con una planificación y coordinación, que permita la reingeniería del sistema (racionalización) y brinde servicio a los usuarios en condiciones de calidad.
12. Si bien racionalización puede generar una disminución en la demanda de la Línea 1 Metro de Lima, los viajes se absorben por el sistema de rutas implementado. Además en un sistema integral y planificado de transporte público debe buscarse el beneficio colectivo de los ciudadanos.
13. Desde el estudio del Metro de Lima del año 1972, se vislumbra una reordenación del sistema de transporte, no solo con sistema de metro sino con buses. Sin embargo, por factores económicos y políticos desde ese

entonces no se ha implementado un sistema racional que atienda los deseos de viaje de la población, lo que ha degenerado en el desorden que se experimenta actualmente.

14. La implementación del sistema racionalizado de transporte, no solo de la Línea 1, sino en la ciudad, requiere del esfuerzo técnico y político de las instituciones públicas competentes en transporte de la ciudad.
15. El transporte público en Lima ha involucionado desde los tranvías del siglo pasado al uso de camionetas rurales de la actualidad. La situación ha mejorado con la implementación de Metropolitano y sus alimentadoras. A puertas de la próxima operación de la Línea 1, el momento es el indicado para reorganizar el transporte en la ciudad, empezando por los ejes de estos dos sistemas de transporte.

6.2 RECOMENDACIONES

1. Bases de datos a nivel de ciudad como las generadas por el Plan Maestro, al igual que un censo de población, deben ser actualizados al menos cada 5 años, porque la información cuanto más se aleja de año base en que fue tomada, se torna más susceptible a errores. La información actualizada servirá para el seguimiento de los proyectos e índices adoptados para el planeamiento del sistema de transporte en la ciudad.
2. La información sobre rutas y costos debe ser actualizada constantemente por la Gerencia de Transporte Urbano (GTU) y trabajo de campo para verificar la operación de las rutas a ser tratadas.
3. La ciudad debería contar con una sola entidad encargada de la planificación y desarrollo de proyectos de transporte. Actualmente se cuenta con diversas instituciones de la Municipalidad de Lima (GTU, Protransporte, EMAPE, GPIP, IMP, INVERMET), de la Municipalidad del Callao (GGTU), y del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (CTLC y AATE), todas generando proyectos y planes de manera desarticulada, mientras los usuarios siguen sufriendo las consecuencias del actual sistema de transportes caótico.
4. El uso de modelos de transporte deberían ser requerido por las instituciones públicas (MEF, MTC, MML, etc.) para sustentar proyectos de

- envergadura que lo requieren, proyectos por ejemplo como el COSAC 1, la Línea 1 del Metro, La Línea Amarilla, Periférico Vial Norte, y otros proyectos a nivel nacional: Interoceánica Norte y Sur, Ferrocarril Yurimaguas – Iquitos, etc.
5. Particularmente Lima debería contar con un solo modelo de transporte estratégico (500 zonas de tránsito) que permita obtener respuestas rápidas a propuestas de proyectos o variaciones de los mismos a nivel nacional. Además contar con un modelo táctico-operativo (1,500 a 2,000 zonas), que permita tener resultados más en detalle para la toma de decisiones.
 6. El modelo de transporte de la ciudad debería ser enriquecido por personal de una única institución dedicado a su actualización en base a la información que generan otros proyectos de tránsito y transporte en la ciudad. Así mismo entregado a los consultores que puedan requerirlo para proyectos específicos y así alimentar el modelo.
 7. Es recomendable que el proceso de racionalización cuente con la participación de los operadores actuales, para que sean menores los impactos sociales por la implementación de un sistema de transporte ordenado.
 8. No se debe evaluar una línea de metro en función a todas las demandas de viaje de una ciudad, sino en función con a los viajes que atienden en el eje en que fueron diseñados.

BIBLIOGRAFÍA

1. AATE; Proyecto de Extensión de la Línea 1 del Tren Urbano de Lima, desde el puente Atocongo hasta la Av. Grau; Lima, Perú; 2004.
2. AATE; Modelo de Transporte Urbano (MTU-2001); Lima, Perú; 2001.
3. Asociación Sogelerg Ingenieros – Cal y Mayor Asociados – CESEL S.A. Ingenieros Consultores; Estudio Complementario de la Red de Metro de Lima; Lima, Perú; 1998.
4. CAF; Observatorio de Movilidad Urbana para América Latina; Panamericana Formas e Impresos; Caracas, Venezuela; 2010.
5. Caliper Corporation; Travel Demand Modelling with TransCAD 5.0 User's Guide; Boston, EE.UU; 2008.
6. Consorcio Metrolima; Estudio de Factibilidad Técnico Económico y Anteproyecto del Sistema de Transporte Rápido Masivo de Pasajeros en el Área Metropolitana de Lima y Callao; Lima, Perú; 1973.
7. Consorcio Tren Eléctrico Lima; Propuesta Técnica – Evaluación de Anteproyecto; GyM – Odebrecht; Lima, Perú; 2009.
8. CTLC – MTC; Actualización de la Base de Datos del Plan Maestro de Transporte Urbano; Lima, Perú; 2009.
9. CTLC – MTC; Metodología de Actualización del Modelo de Transportes del Área Metropolitana de Lima y Callao; Lima, Perú; 2009.
10. Hidalgo M., Neydo – Jiménez E., Cesar; Historia de los Tranvías de Lima (1851-1965); Lima, Perú; 2009.
11. JICA – CTLC – MTC; Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao; Lima, Perú; 2005.
12. INVERMET; Normas para el Diseño de Vías Urbanas; Lima, Peru; 1999.
13. MTC; Reglamento Nacional del Sistema Eléctrico del Transporte de Pasajeros en vías férreas que formen parte del Sistema Ferroviario Nacional; Lima, Perú; 2010.
14. Municipalidad de San Juan de Lurigancho: Memoria Institucional 2008; Lima, Perú; 2009.
15. Ortúzar, J. D. Modelos de Demanda de Transporte, 2da edición; Alfaomega Grupo Editor; México D.F., México; 2000.

16. Ortúzar, J. D. - Willumsen, L. G.; (2001). Modelling Transport, Third Edition: John Wiley & Sons, Ltd; Londres, Inglaterra; 2001.
17. Proinversion; Concesión del Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao, Línea 1, tramo Villa El Salvador – Av. Grau; Europraxis - ALG – Helios - TMB; Lima, Perú; 2009.
18. Proinversion; Elaboración de Estudio de Demanda para la concesión del Proyecto Especial Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao, en el tramo de la Línea 1, Villa el Salvador - Av. Grau; Taryet – Getinsa; Lima, Perú; 2007.
19. Protransporte; Estudio de Corredores Complementarios; Lima, ALG – INOCSA – TMB; Perú; 2006.
20. Protransporte; Estudio para la Consolidación del Sistema Integrado de Transporte Público; Taryet – Getinsa - Geoconsult; Lima, Perú; 2010.
21. Rail Consult; Plan Maestro para el Transporte Público en Lima; Lima, Perú; 2003.
22. Systra – Ingeroup; Estudio de Factibilidad para un Sistema Metro en el Area Metropolitana de Lima Callao; Lima, Perú; 2011.
23. Taryet; Estudio de Racionalización de Rutas de Transporte Público de Pasajeros en el Área de Influencia de la Línea 1 del Proyecto Especial Autoridad Autónoma del Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao; Lima, Perú; 2011.

ANEXOS

A. RUTAS ENTORNO DE LA LINEA 1

A1. TIPO DE FLOTA

N°	Ruta	Empresa	Flota			
			Ómnibus	Microbus	C. Rural	Total Flota
1	NM36	AGRUP. DE TRANS. EN CAMIONETAS S.A.(A.T.C.R. S.A.)	0	93	0	93
2	NM38	AGRUP. DE TRANS. EN CAMIONETAS S.A.(A.T.C.R. S.A.)	0	85	0	85
3	NO24	AGRUP. DE TRANS. EN CAMIONETAS S.A.(A.T.C.R. S.A.)	0	91	0	91
4	NM35	C.T. COMITE CIEN LTDA.	17	32	0	49
5	OO18	C.T. HUASCAR LTDA.	39	21	0	60
6	IO37	C.T. SAN MIGUEL - RIMAC LTDA.	10	38	0	48
7	IO30	COMUN.INTE.TUR.SERV.URANO TOURS S.A.	0	102	0	102
8	NO90	CONSORCIO C M N S.A.	0	2	83	85
9	SCR04A	E. T. UNIDOS CORACORA S.A.	0	2	49	51
10	EO65A	E.DE TRANS.Y SERV.PREFERENCIAL M I S.A. (E.T.S.P.M I S.A.)	0	91	0	91
11	SM19D	E.S.E.T. SAN JUDAS TADEO S.A.	0	0	85	85
12	SM28	E.S.E.T. SAN JUDAS TADEO S.A.	2	79	0	81
13	SM30	E.S.E.T. SAN JUDAS TADEO S.A.	1	62	0	63
14	EM16	E.S.T. 25 DE SETIEMBRE S.A.C.	0	72	0	72
15	IO69	E.S.T. SAN GERMAN S.A.	52	52	0	104
16	SCR05	E.S.T. SAN JUAN S.A.	0	0	35	35
17	SCR30	E.S.T. SAN JUAN S.A.	0	1	37	38
18	EO101	E.S.T. SANTA CATALINA S.A.	0	70	0	70
19	EO17	E.S.T. SANTA CATALINA S.A.	80	1	0	81
20	EO18	E.S.T. SANTA CATALINA S.A.	71	4	0	75
21	SM06	E.T SERV. MULT. NUEVO PERU S.A.	0	58	0	58
22	SO33	E.T SERV. MULT. NUEVO PERU S.A.	14	0	44	58
23	SO71	E.T SERV. MULT. NUEVO PERU S.A.	0	0	60	60
24	EM71	E.T. 12 DE ENERO S.A.	0	18	68	86
25	SCR07	E.T. 13 DE JUNIO S.A.	0	0	46	46
26	SO17	E.T. 1RO. DE NOVIEMBRE S.A.	2	38	0	40
27	NM12	E.T. 36 SAN MARTIN DE PORRES S.A.	55	28	0	83
28	IO78	E.T. 41 S.A.	61	17	0	78
29	NO56	E.T. CAMINOS DEL INCA S.A. ETCISA	0	73	0	73
30	SM19	E.T. CINCO ESTRELLAS S.A.	0	12	76	88
31	IO36	E.T. DIECISIETE DE JUNIO S.A.	19	35	0	54
32	NCR13	E.T. DOCE DE JUNIO S.A.	0	0	68	68
33	SM20B	E.T. EDILBERTO RAMOS S.A.C.	0	0	70	70
34	SO12	E.T. EDILBERTO RAMOS S.A.C.	0	1	116	117
35	EM36	E.T. EL CARMEN S.A. ETECSA	0	72	0	72
36	SM25	E.T. EL TRIUNFO S.A.	0	92	0	92
37	SCR12	E.T. ESFUERZOS UNIDOS S.A.	0	0	36	36
38	SO14	E.T. ESFUERZOS UNIDOS S.A.	0	95	0	95
39	ECR09	E.T. ESPECIAL SOLIDARIDAD S.A.	0	0	53	53
40	EM02	E.T. ESPECIAL SOLIDARIDAD S.A.	2	143	0	145
41	EM34	E.T. ESPECIAL SOLIDARIDAD S.A.	0	60	1	61
42	NO31	E.T. ESPECIAL SOLIDARIDAD S.A.	0	0	77	77
43	SM20A	E.T. EXPRESS PACHACAMAC S.A.	0	0	68	68
44	EM47A	E.T. FLORECIENTE S.A.C	0	0	99	99
45	IO77	E.T. GENERALES LA ARDILLA S.A.	23	17	0	40
46	IO34	E.T. INV. SERV. LA NUEVA ESTRELLA S.A.	0	83	0	83
47	SM42	E.T. JOSE GALVEZ S.A.	0	11	72	83
48	SO55	E.T. JOSE GALVEZ S.A.	0	0	55	55
49	SCR22	E.T. LA UNIDAD DE VILLA S.A.	0	0	42	42
50	SCR41A	E.T. LA UNIDAD DE VILLA S.A.	0	0	52	52

Continuación...

N°	Ruta	Empresa	Flota			
			Ómnibus	Microbus	C. Rural	Total Flota
51	SM49	E.T. LA UNIDAD DE VILLA S.A.	0	8	70	78
52	SO41	E.T. LA UNIDAD DE VILLA S.A.	3	72	0	75
53	SO55D	E.T. LA UNIDAD DE VILLA S.A.	0	0	58	58
54	EO01	E.T. LAS AGUILAS 75 S.A.	0	49	0	49
55	OO08	E.T. LAS AGUILAS 75 S.A.	24	41	0	65
56	OO17	E.T. LAS FLORES S.A.	82	20	0	102
57	EO65B	E.T. LOS CUATRO SUYOS S.A.	1	89	0	90
58	SO13	E.T. LOS LAURELES S.A.	12	45	0	57
59	IO80	E.T. LOS MILAGROS DEL SEÑOR DE PACHACAMILLA S.A.	0	73	0	73
60	EO64	E.T. LUIS BANCHERO ROSSI S.A.	45	7	0	52
61	SO11	E.T. LUIS BANCHERO ROSSI S.A.	0	80	0	80
62	NM27	E.T. MARISCAL RAMON CASTILLA S.A.	0	47	0	47
63	SMB5A	E.T. MILAGROSA VIRGEN DEL CARMEN DE LURIN S.A.	0	3	64	67
64	EO25	E.T. MONTENEGRO S.A.	0	39	0	39
65	EM40	E.T. NUEVO HORIZONTE S.A.	0	79	0	79
66	IO66	E.T. PATRON SAN SEBASTIAN S.A.	5	20	0	25
67	NO87	E.T. PERU S.A.	30	37	0	67
68	SO91	E.T. PRIMERO DE JUNIO S.A.	0	0	20	20
69	EM30	E.T. PROCERES S.A.	0	65	0	65
70	IM42	E.T. PROGRESO S.A.	10	33	0	43
71	SO67A	E.T. ROOSEVELT S.A.	0	3	32	35
72	SCR33	E.T. S. M. 26 DE MARZO S.A.	0	0	36	36
73	SO21	E.T. SANTA LUZMILA S.A.	11	16	0	27
74	EM41	E.T. SANTA ROSA DE JICAMARCA S.A.	1	118	0	119
75	EM41A	E.T. SANTA ROSA DE JICAMARCA S.A.	1	90	0	91
76	EO49	E.T. SANTA ROSA DE JICAMARCA S.A.	0	75	0	75
77	SO30	E.T. SANTO CRISTO DE PACHACAMILLA S.A.	72	32	0	104
78	SO31	E.T. SANTO CRISTO DE PACHACAMILLA S.A.	0	17	0	17
79	EO26	E.T. SANTO CRISTO S.A.	0	70	0	70
80	SO20	E.T. SEMIL S.A.	41	14	0	55
81	SO51	E.T. SERV. ESPERANZA NUEVA S.A. (ETSENSA)	0	2	23	25
82	SM19A	E.T. SERV. NUEVA JERUSALEN DE LA RINCONADA S.A.	0	0	110	110
83	SM09	E.T. SERV. SAN JUAN DE DIOS S.A.	0	115	0	115
84	SO35	E.T. SERV.COM.IMPOR.Y EXP.MACHU PICHU S.A.	1	99	0	100
85	SM38	E.T. SERV.MULTI.SAN GENARO S.A.	0	41	8	49
86	SO50	E.T. SERV.MULTI.SAN GENARO S.A.	0	0	72	72
87	EO100	E.T. SESENTITRES S.A.	0	44	0	44
88	SO49A	E.T. SIMON BOLIVAR S.A.	1	1	87	89
89	SM19B	E.T. SOL DE ORO S.A.	1	3	35	39
90	SM19C	E.T. SUR EXPRESS S.A.	0	4	80	84
91	SO51A	E.T. TABLADA 2000 S.A. (ETTADOSA)	0	1	49	50
92	SCR04	E.T. TABLADA EXPRESS S.A.	0	3	44	47
93	SCR39	E.T. TABLADA S.A.	0	0	32	32
94	SM46	E.T. TABLADA S.A.	0	0	46	46
95	IM22	E.T. TREINTITRES S.A.	59	19	0	78
96	IO96	E.T. UNIDOS CHAMA S.A.	1	56	0	57
97	SO04	E.T. UNIDOS CHAMA S.A.	57	10	0	67
98	IO49	E.T. UNIDOS DE PASAJEROS S.A. (ETUPSA 73)	63	4	0	67
99	NO07	E.T. UNIDOS DE PASAJEROS S.A. (ETUPSA 73)	90	7	0	97
100	SO24	E.T. UNIDOS DE PASAJEROS S.A. (ETUPSA 73)	74	13	0	87

Continuación...

N°	Ruta	Empresa	Flota			
			Ómnibus	Microbus	C. Rural	Total Flota
101	SCR06	E.T. UNIDOS DOCE DE NOVIEMBRE S.A.	0	2	33	35
102	SCR39A	E.T. UNIDOS DOCE DE NOVIEMBRE S.A.	0	0	22	22
103	EM13	E.T. UNIDOS S.A.	0	72	0	72
104	EO35	E.T. UNIDOS S.A.	91	0	0	91
105	SCR38	E.T. URBANO EL PARAISO S.A.	0	0	35	35
106	SM19E	E.T. URBANO EL PARAISO S.A.	0	0	85	85
107	SCR15	E.T. URBANO LIMATAMBO S.A.C. (ETULSAC)	0	15	0	15
108	SM37	E.T. URBANO LIMATAMBO S.A.C. (ETULSAC)	0	0	19	19
109	SO64B	E.T. URBANO MARIATEGUI S.A.	0	0	46	46
110	NO01	E.T. URBANOS LOS CHINOS S.A.	96	0	0	96
111	NO20	E.T. VIRGEN DE FATIMA S.A. EVIFASA	0	37	0	37
112	NO41	E.T. VIRGEN DE FATIMA S.A. EVIFASA	47	32	0	79
113	SM40	E.T. Y MULT.IMP.Y EXP.SAN FRANCISCO DE ASIS DE LOS OLIVOS S.	0	68	0	68
114	IO46	E.T. Y SERV. 45 S.A.	55	45	0	100
115	IO88	E.T. Y SERV. ALMIRANTE MIGUEL GRAU S.A.	0	56	0	56
116	EO07	E.T. Y SERV. ARCO IRIS S.A	4	46	1	51
117	SO92	E.T. Y SERV. EL PORVENIR S.A.	1	42	0	43
118	SO05	E.T. Y SERV. EL RAPIDO S.A.	84	5	0	89
119	SCR38A	E.T. Y SERV. ESPEC. 10 DE ENERO S.A. (ETRASE)	0	0	40	40
120	IO28	E.T. Y SERV. LOS ANGELES DEL PERU S.A. ETRAPERSA	0	53	0	53
121	EO69	E.T. Y SERV. MU. LOS MAGNIFICOS S.A. EYSERMULMA S.A.	0	48	0	48
122	SM35	E.T. Y SERV. MULTIPLES E. ZEVALLOS S.A.	0	0	61	61
123	EM74	E.T. Y SERV. NUEVA AMERICA S.A.	0	0	0	0
124	NM11	E.T. Y SERV. NUEVA AMERICA S.A.	0	52	0	52
125	NO101	E.T. Y SERV. NUEVA AMERICA S.A.	26	30	0	56
126	EO21	E.T. Y SERV. OCHO S.A.	27	37	0	64
127	EM73	E.T. Y SERV. PERALITOS S.A.	0	38	5	43
128	SO15	E.T. Y SERV. SALVADOR S.A.	4	116	0	120
129	SCR21	E.T. Y SERV. SALVADOR S.A.C.	0	48	0	48
130	SM33	E.T. Y SERV. SALVADOR S.A.C.	0	0	34	34
131	IO60	E.T. Y SERV. SAN JUAN BOSCO S.A.	1	34	0	35
132	EO96B	E.T. Y SERV. WESSE S.A.	41	15	0	56
133	SO67B	E.T. Y SERV. ESPECIALES SANTA MARIA S.A.	0	0	34	34
134	SM20	E.T. Y SERV. MULT.REAL DE VILLA S.A.C. (ETSEMURV S.A.C.)	0	0	68	68
135	SM46A	E.T. Y SERV. MULT.REAL DE VILLA S.A.C. (ETSEMURV S.A.C.)	0	0	46	46
136	SO12A	E.T. Y SERV. MULT.REAL DE VILLA S.A.C. (ETSEMURV S.A.C.)	0	0	64	64
137	SO58B	E.T. Y SERV. MULT.REAL DE VILLA S.A.C. (ETSEMURV S.A.C.)	0	0	67	67
138	SO12B	E.T. Y SERV. MULT.REAL STAR S.A.C.	0	1	63	64
139	EM54	E.T. Y SERVICIOS MULTIPLES SUR LIMA S.A.	0	56	0	56
140	SCR31	E.T. Y SERVICIOS MULTIPLES SUR PRIMERO DE JUNIO S.A.C.	0	0	34	34
141	EM48B	E.T. Y TURISMO CINCO ESTRELLAS S.A.	0	85	0	85
142	SO25	E.T.COMER.E IMPOR.MARTIR OLAYA S.A.	0	27	0	27
143	SO64C	E.T.CORAZON VALIENTE S.A. (ETRACOVASA)	0	0	46	46
144	EM05	E.T.HA.DE SERVICIOS MULTIPLES DE PROPIETARIOS UNIDOS HUASCAR	0	70	2	72
145	SM19G	E.T.LA ENCANTADA S.A.	6	0	0	6
146	SCR01	E.T.PUENTE DE LURIN S.A."EMTRANPLUSA"	0	0	58	58
147	SM21	E.T.S. SAN JUAN NUMERO CIENTO OCHO S.A.	0	56	0	56
148	SO93	E.T.S. VIRGEN DE LA PUERTA S.A.VIPUSA-TOURS	59	41	0	100
149	SCR17	E.T.S.M. VILLA ALEJANDRO S.A.	0	0	49	49
150	SCR05B	E.T.SERV.SAN PEDRO DE PAMPLONA S.A.	0	0	30	30

Final

N°	Ruta	Empresa	Flota			
			Ómnibus	Microbus	C. Rural	Total Flota
151	SM14	E.T.SERV.SAN PEDRO DE PAMPLONA S.A.	0	0	34	34
152	SM44	E.T.SERV.SAN PEDRO DE PAMPLONA S.A.	0	76	0	76
153	SO42	E.T.T. EL MARQUEZ S.A.	0	64	0	64
154	SO55C	E.T.TRABAJADORES CORAJE S.A.	0	1	70	71
155	SCR11	E.T.TURISMO SAN JUANITO S.A	0	0	44	44
156	SCR14	E.T.TURISMO SAN JUANITO S.A	0	1	45	46
157	SCR41	E.T.TURISMO SAN JUANITO S.A	0	0	56	56
158	SCR11B	E.T.UNION SAN JUANITO S.A.	0	0	41	41
159	SCR40	EMP. DE TRANSP. VIRTUAL EXPRESS S.A.	0	0	26	26
160	EM69	EMP. DE TRANSP. Y SERV. LA HUAYRONA S.A.	0	100	0	100
161	EO71	EMP. TRANSP. ALAS PERUANAS S.R.L	0	0	17	17
162	ECR21	EMP. TRANSP. INV Y SERVIC. NUEVA SOCIEDAD S.A - ETINSSA	0	0	67	67
163	SCR01A	EMP. TRANSP. Y SERV. VIRGENCITA DE PACHACAMAC S.A.	0	0	45	45
164	SCR38B	EMP. TRANS.SERV.ESP. CARMELITAS 2001 S.A.	0	1	53	54
165	NO53C	EMPRESA BUSINESS CORPORATION MILENIUM S.A.	1	61	0	62
166	SM19F	EMPRESA DE SERV. MULTIPLES EL CONDOR S.A.	10	0	8	18
167	EM47	EMPRESA DE SERVICIOS GENERALES CRUZ DE MOTUPE S.A.C.	0	0	93	93
168	SCR42	EMPRESA DE TRANSPORTE IMAGEN DE JESUS S.A. "E.T.IMAJESA"	0	0	38	38
169	SCR11A	EMPRESA DE TRANSPORTES DRICOJOMA S.A.C.	0	0	42	42
170	SCR14B	EMPRESA DE TRANSPORTES DRICOJOMA S.A.C.	0	1	44	45
171	EO125	EMPRESA DE TRANSPORTES HUASCAR S.A.	0	0	0	0
172	SM42B	EMPRESA DE TRANSPORTES KID GALAHAD S.A.	0	6	68	74
173	ECR33A	EMPRESA DE TRANSPORTES SANTA MARIA MARISCAL CACERES S.A.C.	0	0	78	78
174	ECR24	EMPRESA DE TRANSPORTES TURISMO HUANUCO S.A.C.	0	0	59	59
175	SO08	EMPRESA DE TRANSPORTES URBANO LINEA 4 S.A.	64	0	0	64
176	SM46B	EMPRESA DE TRANSPORTES Y SERVICIOS MULTIPLES TALIA S.A.C	0	0	46	46
177	EO113	EMPRESA DE TRANSPORTES Y SERVICIOS SESENTINCO S.A.	0	1	58	59
178	EO96A	EMPRESA DE TRANSPORTES Y TURISMO MANOS DE DIOS S.A.	0	0	60	60
179	ECR17	INVERSIONES Y SERVICIOS MULTIPLES SAN ILDEFONSO S.A.C.	0	0	51	51
180	NO104	LINEA PERUANA DE TRANSPORTES S.A. LIPETA.	61	0	0	61
181	EO126	MULTISERVICIOS E INV. VIRGEN DE COPACABANA S.A.	0	109	0	109
182	SO94	SAN FELIPE EXPRESS S.A.	71	2	0	73
183	NO53B	SCANDALO S.A.	0	58	0	58
184	NO53D	STARLET CONSORCIO S.A	0	62	0	62
185	SM42A	TRAGEPSA S.A.	0	38	2	40
186	IO20	TRANSUMA S.A.	0	78	0	78
187	NM46	TRANSPORTES 17 DE NOVIEMBRE S.A.	1	30	3	34
188	EM15	TRANSPORTES HUASCAR S.A.	0	60	1	61
189	EM23	TRANSPORTES HUASCAR S.A.	0	52	0	52
190	EM43	TRANSPORTES HUASCAR S.A.	7	70	0	77
191	IM26	TRANSPORTES HUASCAR S.A.	1	47	0	48
192	IO52	TRANSPORTES HUASCAR S.A.	0	60	0	60
193	EM48	TRANSPORTES NEGOCIACIONES SANTA ANITA S.A.	1	74	0	75
194	EM48A	TRANSPORTES NEGOCIACIONES SANTA ANITA S.A.	0	67	0	67
195	EM37	TRANSPORTES RAPIDO UNIVERSAL S.A.	0	114	0	114
196	JO11	TRANSPORTES RAPIDO UNIVERSAL S.A.	0	25	0	25
197	SM24	TRANSPORTES SAN IGNACIO S.A.	0	111	0	111
198	EO96C	TRANSPORTES VARA S.A.	0	0	53	53
199	EM63	TRANSPORTES Y SERVICE CANADA S.A.	0	6	69	75
GRAN TOTAL			1,892	6,017	4,471	12,380

A2. PASAJEROS TRANSPORTADOS POR DÍA

N°	Ruta	Empresa	Pasajeros (Diarios)			
			Ómnibus	Microbus	C. Rural	Total
1	NM36	AGRUP. DE TRANS. EN CAMIONETAS S.A.(A.T.C.R. S.A.)	-	41.469	-	41.469
2	NM38	AGRUP. DE TRANS. EN CAMIONETAS S.A.(A.T.C.R. S.A.)	-	26.531	-	26.531
3	NO24	AGRUP. DE TRANS. EN CAMIONETAS S.A.(A.T.C.R. S.A.)	-	28.404	-	28.404
4	NM35	C.T. COMITE CIEN LTDA.	9.618	12.842	-	22.460
5	OO18	C.T. HUASCAR LTDA.	24.515	9.364	-	33.879
6	IO37	C.T. SAN MIGUEL - RIMAC LTDA.	5.657	15.250	-	20.907
7	IO30	COMUN.INTE.TUR. SERV.URANO TOURS S.A.	-	40.934	-	40.934
8	NO90	CONSORCIO C M N S.A.	-	624	13.595	14.220
9	SCR04A	E. T. UNIDOS CORACORA S.A.	-	1.561	20.066	21.626
10	EO65A	E.DE TRANS.Y SERV.PREFERENCIAL M 1 S.A. (E.T.S.P.M 1 S.A.)	-	28.404	-	28.404
11	SM19D	E.S.E.T. SAN JUDAS TADEO S.A.	-	-	19.890	19.890
12	SM28	E.S.E.T. SAN JUDAS TADEO S.A.	1.131	31.703	-	32.835
13	SM30	E.S.E.T. SAN JUDAS TADEO S.A.	566	24.881	-	25.447
14	EM16	E.S.T. 25 DE SETIEMBRE S.A.C.	-	32.105	-	32.105
15	IO69	E.S.T. SAN GERMAN S.A.	11.441	8.115	-	19.556
16	SCR05	E.S.T. SAN JUAN S.A.	-	-	22.523	22.523
17	SCR30	E.S.T. SAN JUAN S.A.	-	892	17.316	18.208
18	EO101	E.S.T. SANTA CATALINA S.A.	-	21.849	-	21.849
19	EO17	E.S.T. SANTA CATALINA S.A.	35.202	312	-	35.514
20	EO18	E.S.T. SANTA CATALINA S.A.	40.168	1.605	-	41.773
21	SM06	E.T SERV. MULT. NUEVO PERU S.A.	-	23.276	-	23.276
22	SO33	E.T SERV. MULT. NUEVO PERU S.A.	6.160	-	7.207	13.367
23	SO71	E.T SERV. MULT. NUEVO PERU S.A.	-	-	16.848	16.848
24	EM71	E.T. 12 DE ENERO S.A.	-	10.033	19.890	29.923
25	SCR07	E.T. 13 DE JUNIO S.A.	-	-	24.219	24.219
26	SO17	E.T. 1RO. DE NOVIEMBRE S.A.	880	11.861	-	12.741
27	NM12	E.T. 36 SAN MARTIN DE PORRES S.A.	36.302	13.109	-	49.411
28	IO78	E.T. 41 S.A.	13.421	2.653	-	16.074
29	NO56	E.T. CAMINOS DEL INCA S.A. ETCISA	-	40.688	-	40.688
30	SM19	E.T. CINCO ESTRELLAS S.A.	-	5.618	18.673	24.292
31	IO36	E.T. DIECISIETE DE JUNIO S.A.	8.360	10.925	-	19.285
32	NCR13	E.T. DOCE DE JUNIO S.A.	-	-	19.890	19.890
33	SM20B	E.T. EDILBERTO RAMOS S.A.C.	-	-	20.475	20.475
34	SO12	E.T. EDILBERTO RAMOS S.A.C.	-	468	28.501	28.969
35	EM36	E.T. EL CARMEN S.A. ETECSA	-	40.131	-	40.131
36	SM25	E.T. EL TRIUNFO S.A.	-	36.921	-	36.921
37	SCR12	E.T. ESFUERZOS UNIDOS S.A.	-	-	23.166	23.166
38	SO14	E.T. ESFUERZOS UNIDOS S.A.	-	29.652	-	29.652
39	ECR09	E.T. ESPECIAL SOLIDARIDAD S.A.	-	-	15.503	15.503
40	EM02	E.T. ESPECIAL SOLIDARIDAD S.A.	754	38.258	-	39.013
41	EM34	E.T. ESPECIAL SOLIDARIDAD S.A.	-	24.079	211	24.289
42	NO31	E.T. ESPECIAL SOLIDARIDAD S.A.	-	-	16.216	16.216
43	SM20A	E.T. EXPRESS PACHACAMAC S.A.	-	-	19.890	19.890
44	EM47A	E.T. FLORECIENTE S.A.C	-	-	34.749	34.749
45	IO77	E.T. GENERALES LA ARDILLA S.A.	13.012	6.822	-	19.834
46	IO34	E.T. INV. SERV. LA NUEVA ESTRELLA S.A.	-	25.907	-	25.907
47	SM42	E.T. JOSE GALVEZ S.A.	-	6.131	21.060	27.191
48	SO55	E.T. JOSE GALVEZ S.A.	-	-	22.523	22.523
49	SCR22	E.T. LA UNIDAD DE VILLA S.A.	-	-	17.199	17.199
50	SCR41A	E.T. LA UNIDAD DE VILLA S.A.	-	-	27.378	27.378

Continuación...

N°	Ruta	Empresa	Pasajeros (Diarios)			
			Ómnibus	Microbus	C. Rural	Total
51	SM49	E.T. LA UNIDAD DE VILLA S.A.	-	4.459	20.475	24.934
52	SO41	E.T. LA UNIDAD DE VILLA S.A.	1.697	28.894	-	30.592
53	SO55D	E.T. LA UNIDAD DE VILLA S.A.	-	-	20.358	20.358
54	EO01	E.T. LAS AGUILAS 75 S.A.	-	21.849	-	21.849
55	OO08	E.T. LAS AGUILAS 75 S.A.	11.315	13.711	-	25.026
56	OO17	E.T. LAS FLORES S.A.	38.659	6.689	-	45.347
57	EO65B	E.T. LOS CUATRO SUYOS S.A.	440	27.780	-	28.220
58	SO13	E.T. LOS LAURELES S.A.	6.789	18.059	-	24.848
59	IO80	E.T. LOS MILAGROS DEL SEÑOR DE PACHACAMILLA S.A.	-	29.296	-	29.296
60	EO64	E.T. LUIS BANCHERO ROSSI S.A.	28.287	3.121	-	31.408
61	SO11	E.T. LUIS BANCHERO ROSSI S.A.	-	24.970	-	24.970
62	NM27	E.T. MARISCAL RAMON CASTILLA S.A.	-	14.670	-	14.670
63	SM35A	E.T. MILAGROSA VIRGEN DEL CARMEN DE LURIN S.A.	-	1.338	14.976	16.314
64	EO25	E.T. MONTENEGRO S.A.	-	12.173	-	12.173
65	EM40	E.T. NUEVO HORIZONTE S.A.	-	31.703	-	31.703
66	IO66	E.T. PATRON SAN SEBASTIAN S.A.	2.829	8.026	-	10.855
67	NO87	E.T. PERU S.A.	13.201	11.549	-	24.749
68	SO91	E.T. PRIMERO DE JUNIO S.A.	-	-	12.870	12.870
69	EM30	E.T. PROCERES S.A.	-	21.738	-	21.738
70	IM42	E.T. PROGRESO S.A.	9.429	22.072	-	31.501
71	SO67A	E.T. ROOSEVELT S.A.	-	2.007	11.232	13.239
72	SCR33	E.T. S. M. 26 DE MARZO S.A.	-	-	16.848	16.848
73	SO21	E.T. SANTA LUZMILA S.A.	6.223	6.421	-	12.644
74	EM41	E.T. SANTA ROSA DE JICAMARCA S.A.	660	55.247	-	55.907
75	EM41A	E.T. SANTA ROSA DE JICAMARCA S.A.	660	42.138	-	42.798
76	EO49	E.T. SANTA ROSA DE JICAMARCA S.A.	-	23.410	-	23.410
77	SO30	E.T. SANTO CRISTO DE PACHACAMILLA S.A.	31.681	9.988	-	41.670
78	SO31	E.T. SANTO CRISTO DE PACHACAMILLA S.A.	-	5.306	-	5.306
79	EO26	E.T. SANTO CRISTO S.A.	-	28.092	-	28.092
80	SO20	E.T. SEMIL S.A.	18.041	4.370	-	22.411
81	SO51	E.T. SERV. ESPERANZA NUEVA S.A. (ETSENSA)	-	2.452	14.801	17.253
82	SM19A	E.T. SERV. NUEVA JERUSALEN DE LA RINCONADA S.A.	-	-	25.740	25.740
83	SM09	E.T. SERV. SAN JUAN DE DIOS S.A.	-	35.895	-	35.895
84	SO35	E.T. SERV.COM.IMPOR.Y EXP.MACHU PICHU S.A.	440	30.901	-	31.341
85	SM38	E.T. SERV.MULTI.SAN GENARO S.A.	-	27.423	2.808	30.231
86	SO50	E.T. SERV.MULTI.SAN GENARO S.A.	-	-	25.272	25.272
87	EO100	E.T. SESENTITRES S.A.	-	23.544	-	23.544
88	SO49A	E.T. SIMON BOLIVAR S.A.	440	312	14.251	15.003
89	SM19B	E.T. SOL DE ORO S.A.	440	936	5.733	7.109
90	SM19C	E.T. SUR EXPRESS S.A.	-	1.605	16.848	18.453
91	SO51A	E.T. TABLADA 2000 S.A. (ETADOSA)	-	669	17.199	17.868
92	SCR04	E.T. TABLADA EXPRESS S.A.	-	2.341	18.018	20.359
93	SCR39	E.T. TABLADA S.A.	-	-	24.336	24.336
94	SM46	E.T. TABLADA S.A.	-	-	21.528	21.528
95	IM22	E.T. TREINTITRES S.A.	25.961	5.930	-	31.892
96	IO96	E.T. UNIDOS CHAMA S.A.	440	17.479	-	17.919
97	SO04	E.T. UNIDOS CHAMA S.A.	25.081	3.121	-	28.202
98	IO49	E.T. UNIDOS DE PASAJEROS S.A. (ETUPSA 73)	27.721	1.249	-	28.970
99	NO07	E.T. UNIDOS DE PASAJEROS S.A. (ETUPSA 73)	39.602	2.185	-	41.787
100	SO24	E.T. UNIDOS DE PASAJEROS S.A. (ETUPSA 73)	32.561	4.058	-	36.619

Continuación...

N°	Ruta	Empresa	Pasajeros (Díarios)			
			Ómnibus	Microbus	C. Rural	Total
101	SCR06	E.T. UNIDOS DOCE DE NOVIEMBRE S.A.	-	2.230	19.305	21.535
102	SCR39A	E.T. UNIDOS DOCE DE NOVIEMBRE S.A.	-	-	16.731	16.731
103	EM13	E.T. UNIDOS S.A.	-	28.894	-	28.894
104	EO35	E.T. UNIDOS S.A.	34.322	-	-	34.322
105	SCR38	E.T. URBANO EL PARAISO S.A.	-	-	12.285	12.285
106	SM19E	E.T. URBANO EL PARAISO S.A.	-	-	23.868	23.868
107	SCR15	E.T. URBANO LIMATAMBO S.A.C.(ETULSAC)	-	8.361	-	8.361
108	SM37	E.T. URBANO LIMATAMBO S.A.C.(ETULSAC)	-	-	8.892	8.892
109	SO64B	E.T. URBANO MARIATEGUI S.A.	-	-	21.528	21.528
110	NO01	E.T. URBANOS LOS CHINOS S.A.	42.242	-	-	42.242
111	NO20	E.T. VIRGEN DE FATIMA S.A.EVIFASA	-	11.549	-	11.549
112	NO41	E.T. VIRGEN DE FATIMA S.A.EVIFASA	26.590	12.842	-	39.432
113	SM40	E.T. Y MULT.IMP.Y EXP.SAN FRANCISCO DE ASIS DE LOS OLIVOS S.	-	21.225	-	21.225
114	IO46	E.T. Y SERV. 45 S.A.	24.201	14.046	-	38.247
115	IO8B	E.T. Y SERV. ALMIRANTE MIGUEL GRAU S.A.	-	17.479	-	17.479
116	EO07	E.T. Y SERV. ARCO IRIS S.A	1.760	14.358	164	16.282
117	SO92	E.T. Y SERV. EL PORVENIR S.A.	440	13.109	-	13.549
118	SO05	E.T. Y SERV. EL RAPIDO S.A.	36.962	1.561	-	38.522
119	SCR38A	E.T. Y SERV. ESPEC. 10 DE ENERO S.A. (ETRASE)	-	-	14.040	14.040
120	IO28	E.T. Y SERV. LOS ANGELES DEL PERU S.A. ETRAPERSA	-	21.269	-	21.269
121	EO69	E.T. Y SERV. MU. LOS MAGNIFICOS S.A. ETYSERMULMA S.A.	-	19.263	-	19.263
122	SM35	E.T. Y SERV. MULTIPLES E. ZEVALLOS S.A.	-	-	14.274	14.274
123	EM74	E.T. Y SERV. NUEVA AMERICA S.A.	-	-	-	-
124	NM11	E.T. Y SERV. NUEVA AMERICA S.A.	-	23.187	-	23.187
125	NO101	E.T. Y SERV. NUEVA AMERICA S.A.	11.441	9.364	-	20.804
126	EO21	E.T. Y SERV. OCHO S.A.	15.275	14.848	-	30.123
127	EM73	E.T. Y SERV. PERALITOS S.A.	-	38.124	2.633	40.757
128	SO15	E.T. Y SERV. SALVADOR S.A.	1.760	36.207	-	37.967
129	SCR21	E.T. Y SERV. SALVADOR S.A.C.	-	26.754	-	26.754
130	SM33	E.T. Y SERV. SALVADOR S.A.C.	-	-	9.547	9.547
131	IO60	E.T. Y SERV. SAN JUAN BOSCO S.A.	566	13.645	-	14.210
132	EO96B	E.T. Y SERV. WIESSE S.A.	30.927	8.026	-	38.953
133	SO67B	E.T. Y SERV.ESPECIALES SANTA MARIA S.A.	-	-	13.923	13.923
134	SM20	E.T. Y SERV.MULT.REAL DE VILLA S.A.C. (ETSEMURV S.A.C.)	-	-	19.890	19.890
135	SM46A	E.T. Y SERV.MULT.REAL DE VILLA S.A.C. (ETSEMURV S.A.C.)	-	-	21.528	21.528
136	SO12A	E.T. Y SERV.MULT.REAL DE VILLA S.A.C. (ETSEMURV S.A.C.)	-	-	17.971	17.971
137	SO58B	E.T. Y SERV.MULT.REAL DE VILLA S.A.C. (ETSEMURV S.A.C.)	-	-	39.195	39.195
138	SO12B	E.T. Y SERV.MULT.REAL STAR S.A.C.	-	535	17.690	18.225
139	EM54	E.T. Y SERVICIOS MULTIPLES SUR LIMA S.A.	-	29.964	-	29.964
140	SCR31	E.T. Y SERVICIOS MULTIPLES SUR PRIMERO DE JUNIO S.A.C.	-	-	21.879	21.879
141	EM48B	E.T. Y TURISMO CINCO ESTRELLAS S.A.	-	34.111	-	34.111
142	SO25	E.T.COMER.E IMPOR.MARTIR OLAYA S.A.	-	15.049	-	15.049
143	SO64C	E.T.CORAZON VALIENTE S.A. (ETRACOVASA)	-	-	18.837	18.837
144	EM05	E.T.HA.DE SERVICIOS MULTIPLES DE PROPIETARIOS UNIDOS HUASCAR	-	28.092	421	28.513
145	SM19G	E.T.LA ENCANTADA S.A.	2.640	-	-	2.640
146	SCR01	E.T.PUENTE DE LURIN S.A."EMTRANPLUSA"	-	-	16.286	16.286
147	SM21	E.T.S. SAN JUAN NUMERO CIENTO OCHO S.A.	-	24.970	-	24.970
148	SO93	E.T.S. VIRGEN DE LA PUERTA S.A.VIPUSA-TOURS	12.981	6.399	-	19.379
149	SCR17	E.T.S.M. VILLA ALEJANDRO S.A.	-	-	14.333	14.333
150	SCR05B	E.T.SERV.SAN PEDRO DE PAMPLONA S.A.	-	-	19.305	19.305

Final

N°	Ruta	Empresa	Pasajeros (Diarios)			
			Ómnibus	Microbus	C. Rural	Total
151	SM14	E.T.SERV.SAN PEDRO DE PAMPLONA S.A.	-	-	11.934	11.934
152	SM44	E.T.SERV.SAN PEDRO DE PAMPLONA S.A.	-	30.500	-	30.500
153	SO42	E.T.T. EL MARQUEZ S.A.	-	29.964	-	29.964
154	SO55C	E.T.TRABAJADORES CORAJE S.A.	-	780	28.665	29.445
155	SCR11	E.T.TURISMO SAN JUANITO S.A	-	-	15.444	15.444
156	SCR14	E.T.TURISMO SAN JUANITO S.A	-	1.115	26.325	27.440
157	SCR41	E.T.TURISMO SAN JUANITO S.A	-	-	26.208	26.208
158	SCR11B	E.T.UNION SAN JUANITO S.A.	-	-	11.993	11.993
159	SCR40	EMP. DE TRANSP. VIRTUAL EXPRESS S.A.	-	-	21.294	21.294
160	EM59	EMP. DE TRANSP. Y SERV. LA HUAYRONA S.A.	-	53.508	-	53.508
161	EO71	EMP. TRANSP. ALAS PERUANAS S.R.L.	-	-	6.962	6.962
162	ECR21	EMP. TRANSP. INV Y SERVIC. NUEVA SOCIEDAD S.A. - ETINSSA	-	-	27.437	27.437
163	SCR01A	EMP. TRANSP. Y SERV. VIRGENCITA DE PACHACAMAC S.A.	-	-	12.636	12.636
164	SCR38B	EMP.TRANS.SERV.ESP.CARMELITAS 2001 S.A.	-	669	18.603	19.272
165	NO53C	EMPRESA BUSINESS CORPORATION MILENIUM S.A.	629	27.200	-	27.829
166	SM19F	EMPRESA DE SERV. MULTIPLES EL CONDOR S.A.	6.600	-	1.966	8.566
167	EM47	EMPRESA DE SERVICIOS GENERALES CRUZ DE MOTUPE S.A.C.	-	-	32.643	32.643
168	SCR42	EMPRESA DE TRANSPORTE IMAGEN DE JESUS S.A. "E.T.IMAJESA"	-	-	17.784	17.784
169	SCR11A	EMPRESA DE TRANSPORTES DRICOJOMA S.A.C.	-	-	14.742	14.742
170	SCR14B	EMPRESA DE TRANSPORTES DRICOJOMA S.A.C.	-	1.115	25.740	26.855
171	EO125	EMPRESA DE TRANSPORTES HUASCAR S.A.	-	-	-	-
172	SM42B	EMPRESA DE TRANSPORTES KID GALAHAD S.A.	-	3.344	19.890	23.234
173	ECR33A	EMPRESA DE TRANSPORTES SANTA MARIA MARISCAL CACERES S.A.C.	-	-	27.378	27.378
174	ECR24	EMPRESA DE TRANSPORTES TURISMO HUANUCO S.A.C.	-	-	20.709	20.709
175	SO08	EMPRESA DE TRANSPORTES URBANO LINEA 4 S.A.	36.207	-	-	36.207
176	SM46B	EMPRESA DE TRANSPORTES Y SERVICIOS MULTIPLES TALIA S.A.C	-	-	21.528	21.528
177	EO113	EMPRESA DE TRANSPORTES Y SERVICIOS SESENTICINCO S.A.	-	468	14.251	14.719
178	EO96A	EMPRESA DE TRANSPORTES Y TURISMO MANOS DE DIOS S.A.	-	-	24.570	24.570
179	ECR17	INVERSIONES Y SERVICIOS MULTIPLES SAN ILDEFONSO S.A.C.	-	-	20.885	20.885
180	NO104	LINEA PERUANA DE TRANSPORTES S.A. LIPETSA.	40.262	-	-	40.262
181	EO126	MULTISERVICIOS E INV. VIRGEN DE COPACABANA S.A.	-	51.033	-	51.033
182	SO94	SAN FELIPE EXPRESS S.A.	15.621	312	-	15.933
183	NO53B	SCANDALO S.A.	-	25.862	-	25.862
184	NO53D	STARLET CONSORCIO S.A	-	34.557	-	34.557
185	SM42A	TRAGEPSA S.A.	-	25.416	702	26.118
186	IO20	TRANSLIMA S.A.	-	24.346	-	24.346
187	NM46	TRANSPORTES 17 DE NOVIEMBRE S.A.	754	16.052	842	17.649
188	EM15	TRANSPORTES HUASCAR S.A.	-	28.092	246	28.337
189	EM23	TRANSPORTES HUASCAR S.A.	-	23.187	-	23.187
190	EM43	TRANSPORTES HUASCAR S.A.	3.080	21.849	-	24.929
191	IM26	TRANSPORTES HUASCAR S.A.	440	14.670	-	15.110
192	IO52	TRANSPORTES HUASCAR S.A.	-	24.079	-	24.079
193	EM48	TRANSPORTES NEGOCIACIONES SANTA ANITA S.A.	660	34.646	-	35.306
194	EM48A	TRANSPORTES NEGOCIACIONES SANTA ANITA S.A.	-	26.888	-	26.888
195	EM37	TRANSPORTES RAPIDO UNIVERSAL S.A.	-	35.583	-	35.583
196	IO11	TRANSPORTES RAPIDO UNIVERSAL S.A.	-	7.803	-	7.803
197	SM24	TRANSPORTES SAN IGNACIO S.A.	-	34.646	-	34.646
198	EO96C	TRANSPORTES VARA S.A.	-	-	18.603	18.603
199	EM53	TRANSPORTES Y SERVICE CANADA S.A.	-	3.210	19.375	22.586
GRAN TOTAL			876.143	2.368.911	1.584.157	4.829.210

B. PROPUESTA DE SISTEMA FUTURO. SISTEMA DE RUTAS

B.1. ESCENARIO I: RACIONALIZACIÓN DE RUTAS MODERADA

Se plantea con dos horizontes: 2013, puesta en marcha del tramo 1, 2015, puesta en marcha del conjunto de la línea 1. Las rutas se han agrupado según su funcionalidad para proponer el tratamiento que se debe dar a las mismas. Los apartados siguientes muestran la propuesta de tratamiento para el conjunto del sistema de rutas afectado por el proyecto.

a. Grupo 1A. Sureste – Noreste

Año	Rutas	Intervención
2013	EO07, SO04	Mantener desde San Juan de Lurigancho hasta el Metropolitano
	SO13	Mantener desde San Juan de Lurigancho hasta Ayacucho
	SO30, SM24	Mantener el tramo Cabitos - San Juan de Lurigancho
2015	EM02, EM37	Eliminar tramo San Juan de Lurigancho (hasta Tacna)
	EO101	Eliminar tramo San Juan de Lurigancho (hasta N.Ayllón)

b. Grupo 1B. Sureste – Noreste por Aviación

Año	Rutas	Intervención
2013	EM05, EM15	Mantener el Tramo San Juan de Lurigancho - Estación Grau
	EM43	Mantener el Tramo San Juan de Lurigancho - Mexico
	EO17	Mantener el Tramo San Juan de Lurigancho - Canada
	EO18	Mantener la ruta
	EO21	Mantener el Tramo Malecón Checa - Mexico
	EO65A, EO65B	Mantener el tramo Riva Agüero - San Juan de Lurigancho
2015	EO18	Suprimir el tramo desde SJL hasta Av. Grau
	EO21	Mantener el Tramo Malecón Checa - Mexico

c. Grupo 1C. Sureste – Noreste por la Panamericana

Año	Rutas	Intervención
2013	EO125	Mantener el tramo Sur hasta Evitamiento (incluido)
	EO25	Mantener el tramo Sur hasta centro Lima
	SO11	restringir al tramo Atocongo – San Juan de Lurigancho
2015	SO11	Suprimir

d. Grupo 2A. Sureste –San Isidro

Se propone mantener la práctica totalidad de las rutas de este grupo (CR15, EM53, IO20, IO24, IO30, NO07, NO101, OM19, OM21, OM36, OM37, SCR15, SO05, SO42), que afectan poco o nada al trazado de la línea 1 del Metro, y actuar sobre las siguientes:

- Ruta IO28, se suprime desde la fase I
- Ruta SO14, se desvía, sustituyendo el tramo Pachacutec / Caminos del Inca por Allende / Benavides

e. Grupo 2B. Sureste – Av. Aviación

Año	Rutas	Intervención
2013	IM22	Mantener el tramo Ventanilla – Centro
	IO06	Mantener el tramo Ventanilla - Javier Prado
	IO11	Desvío para llegar desde Angamos a Cabitos por Marsano
	IO17	Mantener el tramo Callao – Canada
	IO29	Mantener Colonial – Canada
	IO77, IO96	Mantener Callao – Cabitos
	NM36	Mantener TGA – Angamos
	OM33	Mantener Callao - TGA - Angamos
	SM09	Se suprime la ruta
SO41	Se mantiene la ruta	

f. Grupo 2C. Sureste – Av. Aviación - Norte

Año	Rutas	Intervención
2013	IO36	Mantener Centro - Universitaria
	NM27	Mantener Canada - Centro - Panam Norte
	NO20	Mantener Mexico - Panam Norte (pdte COSAC I)
	NO24	Desvío. Sustituir Benavides - Aviacion por Caminos del Inca - San Luis
	NO87	Desvío. Sustituir Aviacion por San Luis
	SM40	Mantener desde Canadá hasta H.Cenepa
	SO20, NM46	Suprimir
	SO92	Mantener desde Canadá hasta el norte

g. Grupo 2D. Sureste – Chorrillos

Año	Rutas	Intervención
2013	SCR14, SCR14B, SCR22, SCR41, SCR41A, SM37, SO25, SO50, SO64B, SO64C	Se mantiene la ruta
	SM42, SM42A, SM42B	Desvío por S.Allende / San Juan
	SM49	Mantener el tramo Chorrillos - San Juan

h. Grupo 2E. Sureste – Evitamiento

Año	Rutas	Intervención
2013	NO01, NO104, SM19, SM19B, SM19C, SM19D, SM19E, SM19G, SO49A	Mantener Panamericanas – Atocongo
	SM14, SM19A, SM19F, SO12, SO12A, SO12B, SO33, SO93, SO94	Se mantiene la ruta

i. Grupo 2F. Sureste – Panamericana

Año	Rutas	Intervención
2013	IM06	Mantener desde Atocongo - Panamericana – Circunvalación - Ventanilla
	IO80, OM14, OM77, SCR33, SM06, SM21, SM25, SM33, SM44, SO15, SO17, SO71	Se mantiene la ruta
	SCR21, SM28	Mantener desde Atocongo - Panam – Circunvalación - Centro
	SM30	Mantener desde Atocongo - Panam - Circunval - Centro - Brasil - Ejercito

j. Grupo 2G. Sureste – Marsano

Año	Rutas	Intervención
2013	EO113	Mantener Ate - San Luis - Angamos
	IM13	Mantener Callao - Cabitos
	IO23	Mantener Venezuela - Cabitos
	IO49, IO78	Mantener Norte - Cabitos
	SCR11, SCR11B, SCR11A	Mantener Barranco - Chorrillos - Ayacucho
	SO24	Mantener Cabitos – Castellana - Tupac
	SO31	Mantener Cabitos - Benavides - Centro – Este
	SCR04, SCR04A, SCR06, SO67B, SCR17, SCR31, SCR38, SCR38A, SCR38B, SM20, SM20A, SM20B, SM35, SM35A, SO51A, SO67A	Suprimir la ruta

k. Grupo 3A. Aviación

Año	Rutas	Intervención
2013	CR19	Suprimir tramo Cabitos - J. Prado
	EM40	Suprimir tramo Rosales - Angamos
	EM54	Afectada Metropolitano
	EM73	Suprimir la ruta
	EO26	Suprimir desde Angamos hasta Próceres (Aviación)
	IO51	Tramo 1: Panam Norte - Javier Prado; Tramo 2. Cabitos - Barranco - Chorrillos
	IO88	Tramo 1: Ate - Aviación; Tramo 2: Callao - Aviación
	NM12	Suprimir desde Angamos a Chorrillos
	NM35	Desde San Luis pasar a Aviación por Intihuatana (para evitar estación Angamos)
	NM38	Convertir a Rimac - TGA - Armendariz - Cabitos
	OM23	Convertir a Bertello - Granda - Rimac - TGA - Armendariz - Cabitos
	EO100, IO74, OM27	Mantener la ruta
	SM38	Afectada Metropolitano
	SO21	Suprimir el tramo de Aviación desde Cabitos a Canadá
SO35	Tramo 1. Norte hasta J.Prado; tramo 2 - Cabitos - Barranco – Chorrillos	

I. Grupo 4A. Noreste - Aviación

Año	Rutas	Intervención
2013	EO64	Partir. Acabar en Angamos con Aviación
	EO69	Desviar por Ayllón
	EO71, EO96A	Desviar por Ayllón - Circunvalación
2015	EO69	mantiene el tramo Caja de agua – La Molina
	EO71, EO64, EO96A	Suprimir las rutas

m. Grupo 4B. Noreste - Sur

Año	Rutas	Intervención
2015	EM16, SO08	Suprimir la ruta
	EO126	Partir. Se Mantiene Caja de Agua - Prol. J.Prado
	EO96B	Partir. Se mantiene Los Jardines - Chorrillos

n. Grupo 4C. Noreste - Brasil

Año	Rutas	Intervención
2015	EM23, EM30	Partir. Mantener Ejercito - Brasil - Acho
	EM36	Partir. Mantener Ejercito - Acho
	EM59	Partir. Mantener Ejercito - Grau
	EM71	Partir. Mantener Cadiz - Acho
	EO35	Partir. Mantener Tacna - Chorrillos
	NM11, OO08	Partir. Mantener Caja de Agua - La Marina
	OO17	Partir. Mantener Tacna - La Mar
	OO18	Partir. Mantener Acho - La Marina

o. Grupo 4D. Noreste - Callao

Año	Rutas	Intervención
2015	IM09, IM10, IM43, IO66	Suprimir la ruta
	IM26	Mantener Acho - Ventanilla
	IM32	Partir. Mantener Caja de Agua - Ventanilla
	IM42	Partir. Mantener Peru - Estacion central
	IO32	Mantener la ruta
	IO37	Partir. Mantener Callao - Acho
	IO46	Partir. Mantener Acho - Callao - Huandoy
	IO52	Partir. Mantener Tacna - Haya de la Torre
	IO60	Partir. Mantener Grau - la Perla
	IO69	Partir. Mantener los Jardines - Panam Norte
	OM42	Partir. Mantener ventanilla - Tacna

p. Grupo 4E. Noreste - Centro

Año	Rutas	Intervención
2015	ECR09, ECR33A	Partir. Mantener Los Jardines - Lince
	EO01	Partir. Mantener Acho - Santa Rosa
	NO53B, NO53C, NO53D	Partir. Mantener Grau - Peru
	ECR17, ECR21, ECR24, EM47, EM47A, EO96C, NO56	Suprimir la ruta

q. Grupo 4F. Noreste - Este

Año	Rutas	Intervención
2013	EM13, EM41, EM41A, EO49	Suprimir la ruta
	EM48, EM48A, EM48B	Partir. Mantener Los Jardines – Manchay

r. Grupo 4G. Noreste - Norte

Suprimir las rutas de este grupo el 2015, por la coincidencia con proyectos en funcionamiento o en curso: EM34, EM74, IO34, NCR13, NO31, NO41, NO90.

s. Grupo 5A. Internas Sureste

Año	Rutas	Intervención
2013	SCR05, SCR12, SCR39, SCR42, SO55C, SO58B, SO91,	Mantener la ruta
	SCR40, SCR01A	Suprimir la ruta
	SM46A, SM46B	Unir a SM46
	SO51	Desviar: VMT - Allende - San Juan – Est. San Juan
	SO55	Partir. Mantener desde el sur hasta Atocongo
	SO55D	Unir a SO55
	SCR01	Partir. Desde Pque Bandera/Arica hasta Unanue
	SCR05B, SCR30	unir a SCR05
	SCR07	Cortar en El Sol (Alimenta El Sol)
	SCR39A	Unir a SCR39
	SM46	Restringir en Pumacahua (Estac)

t. Rutas Nuevas

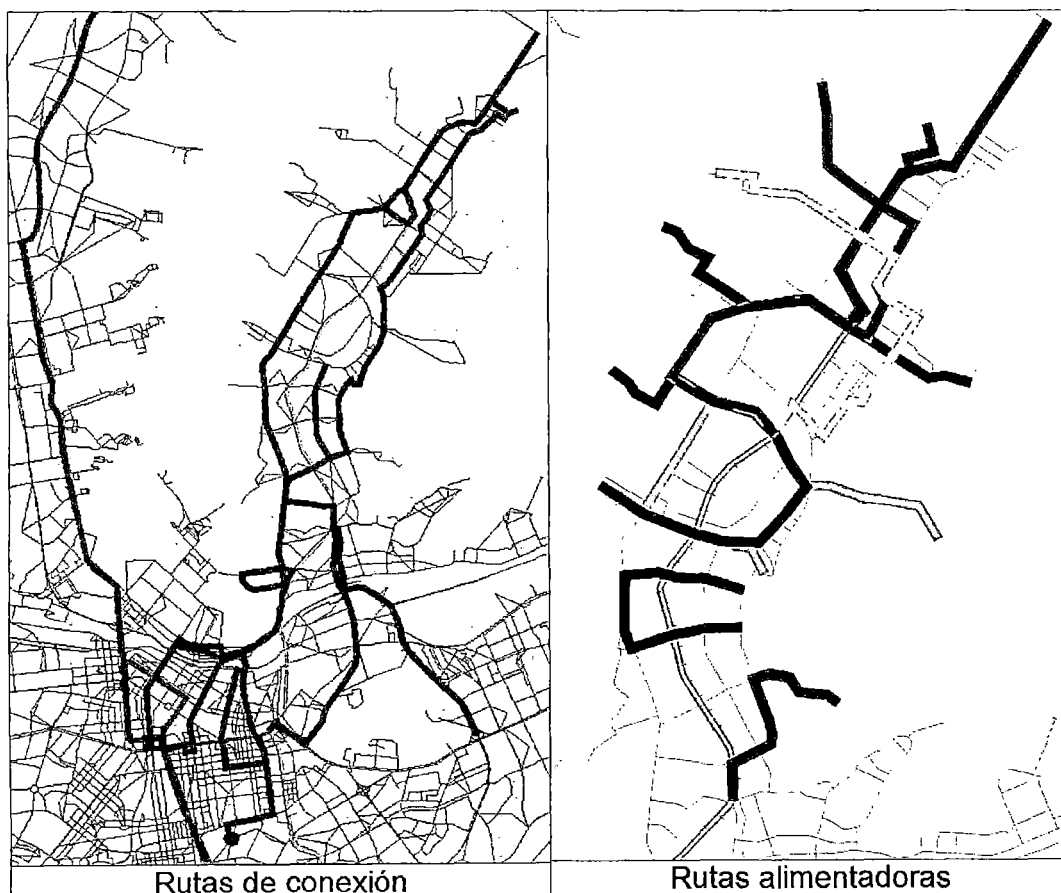
San Juan de Lurigancho plantea un tratamiento complejo, al poder considerarse la mayor parte de las rutas existentes como coincidentes en buena medida con el Metro. Por ello se plantean supresiones en muchos casos, y la definición de un conjunto de rutas que completen el servicio de transporte en la zona.

- Rutas de conexión

Año	Rutas	Intervención
2013	SJ01	Pachacutec (final) - Wiese - Estación Bayovar
	SJ02	Mar de Aral / Mar de Timor - Pachacutec - Wiese - Canto Grande - las Flores - Tusilagos - Puente Nuevo - Riva Agüero - Estacion Grau
	SJ03	Mar de Coral - Avenida central - Santa Rosa - Los Jardines - las Flores - 9 octubre - Abancay - Estac. Central
	SJ04	Canto Grande (desde El Sol) - Flores - Lima - Perú - 9 octubre - Tacna - Estac. Central
	SJ05	13 de enero (desde El Sol) - Los Jardines - Las Flores - Los Tusilagos - Puente Nuevo - Pte Sta Anita
	SJ06	Estación Bayovar – Canto Grande – Las Flores – 9 de Octubre – Huánuco – Mexico -Pque Unión Panamericana

• Rutas alimentadoras

Año	Rutas	Intervención
2013	SJ11	San Martín de Porres - Canto Grande - El Sol
	SJ12	Basadre (desde Santa Rosa) - Canto Grande - Flores - Los Postes (Hasta Sta Roas)
	SJ13	Todo Heroes del Cenepa - Mariategui - Los Tulipanes
	SJ14	Calle 47 - Wiese - Bayovar
	SJ15	12 de febrero - Los Jardines - Santa Rosa - Los Tusilagos
	SJ16	Principal - Cajamarca - San Martín - Los Alamos - El Sol Los Olmos
	SJ17	Pampa Alta - Central - Bayovar - Mariategui - San Martín
	SJ18	Pampa Chica - El Muro - Circunvalación - San Martín



B2. ESCENARIO II: RACIONALIZACIÓN DE RUTAS OPTIMISTA

Plantea una racionalización más profunda, prescindiendo de la definición actual de rutas y tratando de satisfacer la conexión con la red de transporte masivo y los deseos de viaje de los usuarios. Esta definición busca facilitar los accesos lejanos identificados en las líneas de deseo obtenidas a partir de las matrices origen/destino y los accesos a los puntos de interés dentro del distrito.

Así, para la **zona sur** los principales puntos de interés identificados son los siguientes: Hospital María Auxiliadora, Municipalidades, Mercado y Terminal Pesquero VMT. Los distritos de destino preferente son los siguientes: Lima-Cercado, Surco, Chorrillos, Miraflores, La Victoria, Surquillo y San Isidro.

En la zona norte, San Juan de Lurigancho, los destinos de interés se sitúan sobre el eje central, incluyendo la municipalidad de San Juan de Lurigancho, el parque zonal y la zona comercial en su proximidad, mientras que los distritos identificados como destinos preferentes son los siguientes: Lima-Cercado, La Victoria, Rímac, Jesús María, Breña, El Agustino y San Isidro.

Con objeto de avanzar en la racionalización, esta se plantea completa para el año 2013, incorporando una serie de rutas troncales, con vocación de recoger la flota actualmente en uso, a lo largo del eje del tramo II de la línea 1 del tren, como sustitución de la oferta futura. Se contempla asimismo un funcionamiento cuasi troncal del eje de las Panamericanas, previsible objeto de actuaciones por parte de la Gerencia de Transporte Urbano.

El tratamiento que se plantea para las rutas existentes es el siguiente:

a. Supresión de todas las rutas de los grupos:

- Grupo 1A. Sureste – Noreste
- Grupo 1C. Sureste – Noreste por Panamericana
- Grupo 2E. Sureste – Evitamiento
- Grupo 2F. Sureste – Panamericana
- Grupo 4G. Noreste – Norte
- Grupo 5A. Internas sureste

b. Tratamiento igual al del escenario moderado a los grupos:

- Grupo 2C. Sureste – Av. Aviación – Norte
- Grupo 2G. Sureste – Marsano
- Grupo 3A. Avenida Aviación
- Grupo 4A. Noreste – Avenida Aviación
- Grupo 4F. Noreste – Este

c. Grupo 1B. Sureste – Noreste por Aviación: Se suprimen todas las rutas salvo el tramo Malecón Checa – México de la ruta EO21

d. Grupo 2A. Sureste – San Isidro (2013)

Rutas	Intervención
EM53	Partir en La Curva. Mantener La Curva - Centro Lima
IO24	Partir en Angamos con Panam Sur. Mantener tramo centro
IO28	Partir en Angamos con Aviacion. Mantener tramo Angamos - Callao
NO07	Suprimir
OM19, OM21, OM36, OM37	Partir en Cabitos. Mantener tramo oeste
CR15, IO20, IO30, NO101, SCR15, SO05, SO14	Partir en Panam Sur. Mantener tramo oeste
SO42	Partir en La Curva. Mantener La Curva - Centro Lima

- e. **Grupo 2B. Sureste – Av. Aviación:** Criterios similares al escenario moderado, salvo en las rutas IO11, que se parte en Panamericana Sur, y SO41, que se parte en Benavides.
- f. **Grupo 2D. Sureste – Chorrillos:** Suprimir todas las rutas salvo la SM37, que se propone partir en la Curva, manteniendo el tramo en Chorrillos.
- g. **Grupo 4B. Noreste – Sur:** Suprimir todas las rutas salvo la ruta EO126 en la que se mantiene el tramo Tacna – Prol. Javier Prado.
- h. **Grupo 4C. Noreste – Brasil:** Tratamiento idéntico al planteado en el escenario moderado, salvo en las rutas NM11 (mantener el tramo Tacna – La Marina) y OO08 (mantener el tramo Acho – La Marina).
- i. **Grupo 4D. Noreste – Callao:** Tratamiento idéntico al planteado en el escenario moderado, salvo en las rutas IM43 (suprimir) e IO69 (partir al sur del Puente Nuevo, suprimiendo el tramo de San Juan de Lurigancho)
- j. **Grupo 4E. Noreste – Centro:** Suprimir todas las rutas salvo la EO01 y las NO53 (B, C y D) para las que se plantea el mismo tratamiento que en el escenario moderado.

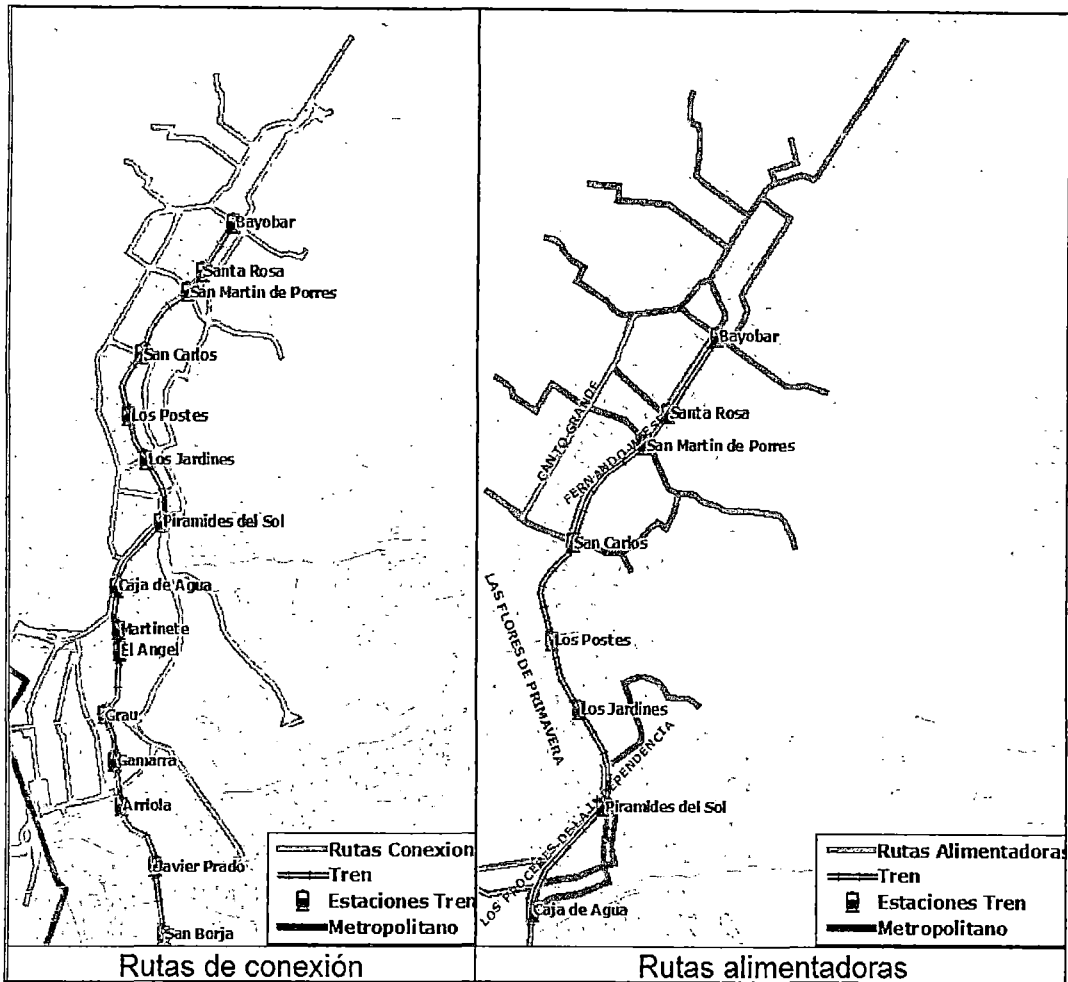
k. Rutas nuevas San Juan de Lurigancho (2013)

Se propone la creación de las siguientes rutas de conexión:

Rutas	Intervención
SJ02	Mar de Aral / Mar de Timor - Pachacutec - Wiese - Canto Grande - las Flores - Tusilagos - Puente Nuevo - Riva Agüero - Estacion Grau
SJ03	Mar de Coral - Avenida central - Santa Rosa - Los Jardines - Las Flores - 9 octubre - Abancay - Estac. Central
SJ03B	Héroes del Cenepa - Santa Rosa - Los Jardines - Las Flores - 9 octubre - Abancay - Estac. Central
SJ04	Cto Grande (desde El Sol)-Flores-Lima-Perú-9 octubre-Tacna- Est. Central
SJ05	13 de enero (desde El Sol) - Los Jardines - Las Flores - Los Tusilagos - Pte Nuevo - Pte Sta Anita
SJ06	Estación Bayovar - Canto Grande - Flores - 9 octubre - Abancay - Manco Capac - Prol Iquitos - Paseo Parodi
SJ07	Estación Bayovar – Mariátegui - Canto Grande - Flores - 9 octubre - Abancay - Grau - Colón - Todo Brasil
SJ08	Cto Grande (desde El Sol)-Flores-9 octubre-Huanuco-Abtao- Pq Union-Panam
SJ09	13 de enero (desde El Sol) - Los Jardines - Las Flores - Los Tusilagos - 9 de Octubre - Abancay - Grau - Colón - Todo Brasil
SJ10	13 de enero (desde El Sol) - Los Jardines - Las Flores - Los Tusilagos - 9 de Octubre - Abancay - Manco Capac - Prol Iquitos - Paseo Parodi
SJ21	Canto Grande (desde El Sol) - Flores - Pirámide del sol - Puente Nuevo - Riva Agüero - Circunvalación hasta J.Prado
SJ22	Pachacutec – Wiese – Canto Grande – Los Jardines – 13 de Enero – Lurigancho – Próceres – Estación Caja de Agua
SJ23	Héroes del Cenepa – Canto Grande – Las Flores – Próceres – 9 de Octubre – Abancay – Manco Capac (hasta México)
SJ24	Miguel Grau – Los Tulipanes – Canto Grande – Las Flores – Próceres – 9 de Octubre – Abancay – Manco Capac (hasta México)
SJ25	Pampa Alta – Wiese – Canto Grande – Tusilagos – Puente Nuevo – Riva Agüero – México - Canevaro
SJ26	Pampa Chica – Wiese – Canto Grande – El Sol – 13 de Enero – Lurigancho – Próceres – 9 de Octubre – prol. Tacna
SJ28	San Martín de Porres–Cto Grande–Flores–Próceres–9 Octubre–Tacna – Est Central
SJ30	Estac. Pirámides del Sol – Puente Nuevo – Evitamiento – Pte Sta Anita
SJ31	Estac. Pirámides del Sol – Próceres – 9 de Octubre – Tacna – Estación Central
SJ32	Estac. Pirámides del Sol – Próceres – 9 de Octubre – Abancay – Colón - Brasil
SJ33	Wiese – Cto Grande – Flores – Próceres–9 Octubre–Abancay–Colón–Brasil

Y de las siguientes rutas alimentadoras e internas:

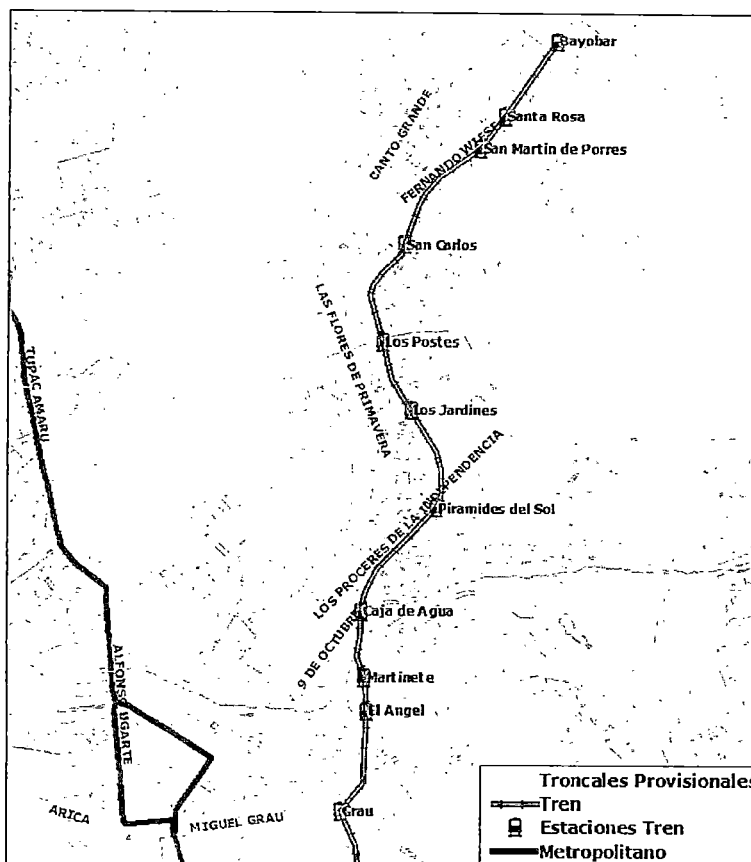
Rutas	Intervención
SJ01	Pachacutec (final) - Wiese - Estación Bayovar – Santa Rosa
SJ11	San Martín de Porres (Este) - Wiese - El Sol
SJ13	Todo Heroes del Cenepa
SJ14	Calle 47 - Wiese - Bayovar
SJ15	12 de febrero - Los Jardines - Santa Rosa - Los Tusilagos (Este)
SJ16	Principal - Cajamarca - San Martín - Los Alamos - El Sol - Los Olmos
SJ17	Pampa Alta - Central – Estac. Bayovar
SJ18B	Pampa Chica - El Muro – Wiese – Estac. Bayovar
SJ19	Miguel Grau – Los Tulipanes – Canto Grande – Sta Rosa – Estac. Sta Rosa
SJ27	Pachacutec – Wiese – Canto Grande – El Sol – Estac. El Sol
SJ29	Lima–Perú–Próceres–Chimú–Chinchaisuyo/Pirámides del Sol–Próceres



Para el periodo transitorio 2013 – 2015 se propone implementar tres rutas troncales con material existente a lo largo del eje del Tren:

Rutas	Intervención
T01	Bayovar - Proceres - Piramide del Sol - Pte Nuevo - Riva Agüero – Est. Grau
T02	Bayovar - Próceres - 9 octubre - Huanuco - Grau
T03	Bayovar - Próceres - 9 octubre - Abancay - Grau

Rutas troncales temporales



I. Rutas Nuevas zona Sur:

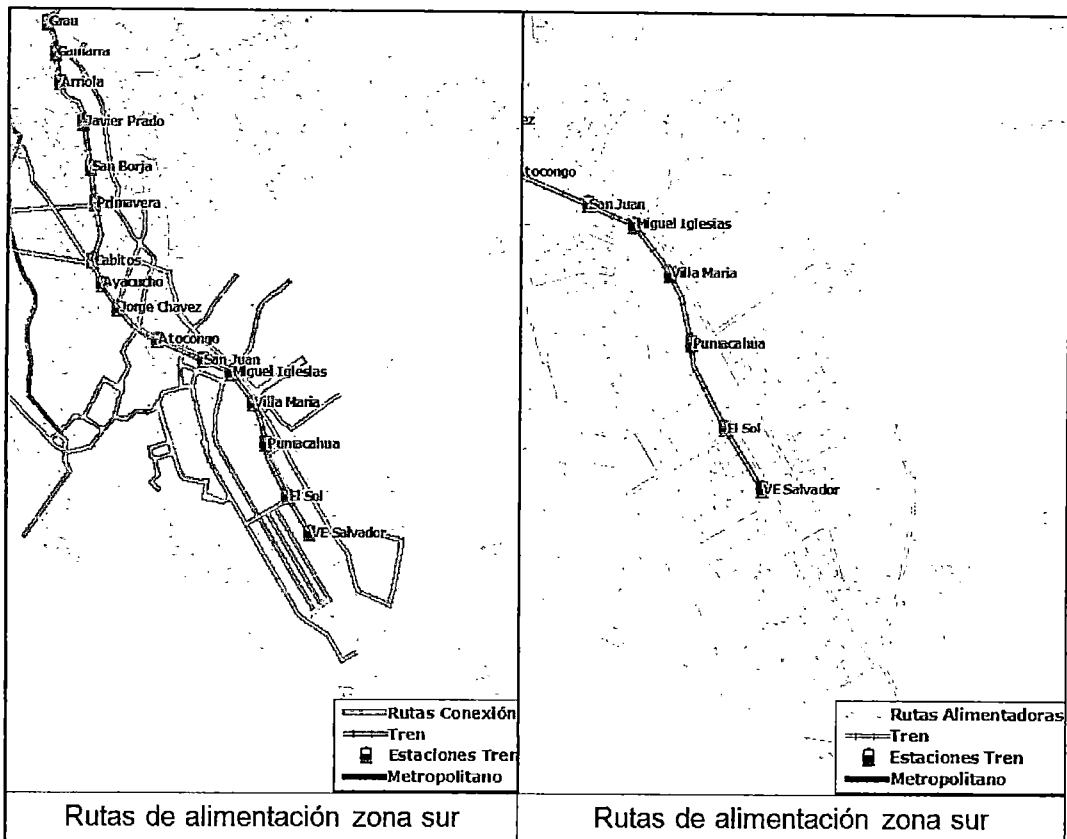
Se propone la creación de las siguientes rutas de conexión

Rutas	Intervención
SM01	Agraria-San Juan-Vargas Machuca-Alipio Ponce-Guardia Civil-Alameda Sur
SM02	Reforma Agraria - San Juan - Vargas Machuca - Alipio Ponce – El Sol – Matellini - Huaylas
SM03	Salvador Allende – Benavides – Marsano – Panamá – Canaval y Moreira
SM04	San Juan - Vargas Machuca - Alipio Ponce - Guardia Civil - Alameda Sur
VE01	María Reiche - Todo Pastor Sevilla - Canevaro - Vargas Machuca - Alipio Ponce - Guardia Civil - El Sol - Matellini
VE02	Micaela Bastidas - Miguel Iglesias - Allende - Benavides – Miraflores (Óvalo)
VE03	Pachacutec - Allende - Benavides – Miraflores (Óvalo)
VE04	Pastor Sevilla-Billinghurst-San Juan-Allende- Benavides - Marsano - Begonias
VE05	Micaela Bastidas - M.Iglesias - Billinghurst - San Juan - Heroes - Caminos del Inca - San Luis - Mexico (hasta Ayllon)
VE06	Revolución / Los Alamos - El Sol - separadora Industrial - Pachacutec - Allende - Benavides - caminos del Inca - Velasco Astete - Angamos - Camino Real / Conquistadores (Hasta Ovalo Paz Soldán)
VE07	Pumacahua-America-Auxiliar Pan Sur-Alipio Ponce-Vargas Machuca-San Juan
VE08	Canevaro – Vargas Machuca – Alipio Ponce – El Sol – Matellini – La Curva
VE09	Revolución / Los Alamos - El Sol - separadora Industrial - Pachacutec - Allende - Benavides – Miraflores (Óvalo)

VE10	San Juan – Santa Rosa - Pumacahua - America - Auxiliar Panam Sur - Alipio Ponce -Vargas Machuca – Billinghamurst – Miguel Iglesias
VE11	Canevaro - San Juan - Allende - Benavides - Marsano – Begonias
VE12	Billinghamurst-San Juan-Héroes-Caminos del Inca-San Luis- Mexico (hasta Ayllon)
VE13	El Sol - separadora Industrial - Pachacutec - Allende - Benavides - Caminos del Inca - Velasco Astete - Angamos - Camino Real / Conquistadores (Hasta Ovalo Paz Soldán)
VE14	Pachacutec – El Sol – 1 de Mayo – Auxiliar Panamericana Sur – Alipio Ponce – Guardia Civil - Huaylas
VE15	Pachacutec – Allende – Benavides – Miraflores (Óvalo)
VT01	Mariategui - Héroes - Próceres - Guardia Civil - Matellini (Terminal)
VT02	Villa María-Allende-San Juan-Héroes-Próceres-Gaviotas-Matellini-Huaylas
VT03	26 de Noviembre - Allende - San Juan - Heroes - Velasco Astete - Caminos del Inca - Angamos
VT04	Arica – Lima – Pachacutec – El Sol – 1 de Mayo – Auxiliar Panamericana Sur – Guardia Civil - Huaylas
VT05	Mariategui – Allende – Benavides – Miraflores (Óvalo)
VT07	Mariategui – Allende – Venavides – Marsano - Begonias

Las rutas internas o de alimentación de la zona sur son las siguientes:

Rutas	Intervención
ASJ01	Ollantay - Progreso - Mariategui - Allende - Héroes (Hasta San Juan)
ASJ03	Nazareth - Centenario - Allende - San Juan - Billinghamurst - Miguel Iglesias
ASJ04	Edilberto Ramos - Gabriel Torres - Héroes - San Juan
ASJ05	Avelino Cáceres - Central -Allende - Miguel Iglesias - Velasco Alvarado
ASJ06	Iquitos - Solidaridad - Allende - San Juan - Canevaro - Billinghamurst
ASJ07	Los Laureles – Progreso – Mariategui – Estac. Miguel Iglesias
ASJ08	Cajamarca – Reforma Agraria – Centenario – Allende – Estac. Miguel Iglesias
ASJ09	Velasco Alvarado – Miguel Iglesias – Allende – San Juan
AVE01	Antigua Panamericana Sur - Lima - Separadora Industrial (Hasta estación VES)
AVE02	J. C. Tello-Antigua Panam Sur-Lima-Pachacutec-El Sol (Hasta estación El Sol)
AVE03	Revolución - 200 millas - Central - Velasco Alvarado - Separadora (est. VES)
AVE04	Prol Maria Elena Moyano - Magisterio (separadora Agroindustrial) - El Sol (hasta estación El Sol)
AVE05	Revolución / Los Alamos - M.Bastidas - Arguedas - M.Scorza - C.Vallejo - Heroes del pacífico - Billinghamurst - San Juan
AVE06	1 de mayo-Central-Velasco A.-Separadora Industrial (est. VES) - Gral Córdova
AVE07	Los Álamos / Revolución – Velasco Alvarado – Estación VES
AVT01	Ferrocarril - Lima – Pachacutec - Universitaria - Separadora Ind. - central - Velasco Alv - separ. (estación VES)
AVT02	26 de Noviembre - Pachacutec (hasta Miguel Iglesias)
AVT03	La Unión-26 de noviembre-Pachacutec-Miguel Iglesias- Billinghamurst - San Juan
AVT04	Unión - Los Cedros - Pachacutec - Velasco Alvarado - Separadora Industrial (estación VES)
AVT05	General Vidal - Velasco Alvarado - Separadora Industrial - estación El Sol
AVT06	Flora Tristán-Bolognesi-27 de diciembre - Pachacutec - El Sol (Est. El Sol)
AVT07	Los Incas - 27 de diciembre - Gral Hoyos - Pachacutec - Estación Pumacahua
AVT08	Villa María / El Triunfo – Pachacutec - Estación Miguel Iglesias
AVT09	Arica – Lima – Separadora Industrial – Estación VES
AVT10	Villa María / El Triunfo – Allende – San Juan
AVT11	Lima – Pachacutec – Héroes (hasta San Juan)
VT06	Arica – Lima – Pachacutec – Los Héroes
VT08	Arica – Lima – Pachacutec – El Sol – Pastor Sevilla

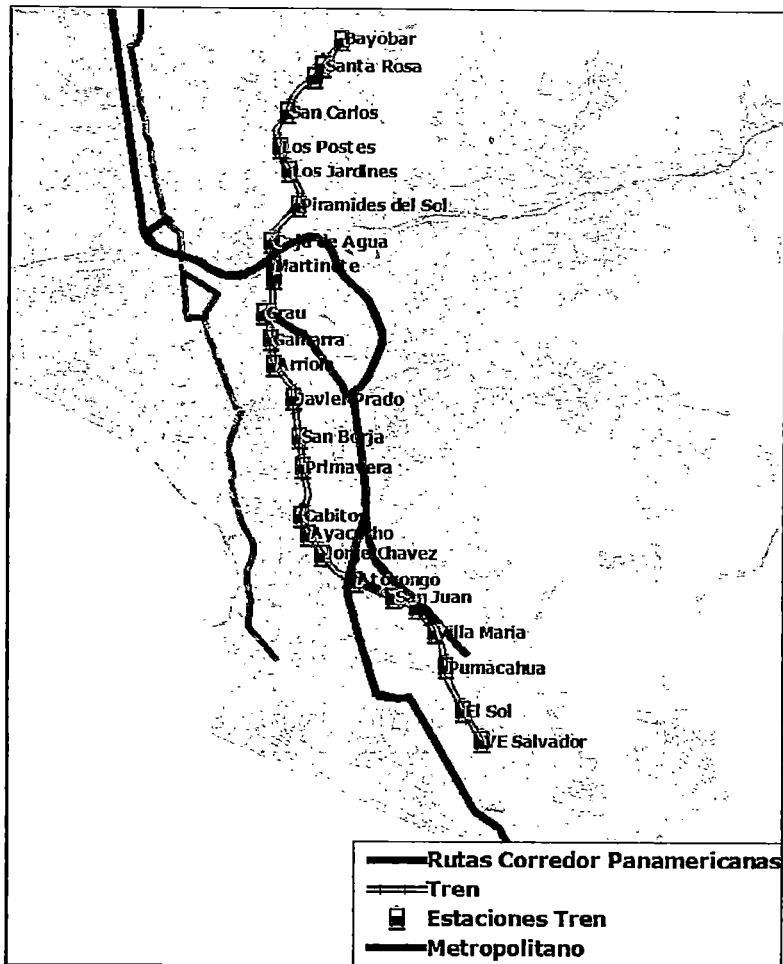


m. Corredor de las Panamericanas.

Dentro del proceso de transformación emprendido en la ciudad se prevé una racionalización/troncalización del corredor de las Panamericanas (Panamericana Sur – Evitamiento – Panamericana Norte). Este proceso queda fuera de la racionalización del área de influencia de la línea 1 del Metro, pero es imprescindible tenerla en cuenta para analizar el comportamiento del sistema racionalizado. Para reproducir los efectos de esa previsible troncalización se introducen en el modelo 4 rutas sobre ese eje:

Rutas	Intervención
P01	Pastor Sevilla – Panamericanas
P02	Allende - Panamericanas - Habich - Uni
P03	Atocongo - Panamericanas – Habich - Uni
P04	Pastor Sevilla - Panamericanas - Circunvalación - Estación Central

Rutas Panamericana Troncalizada

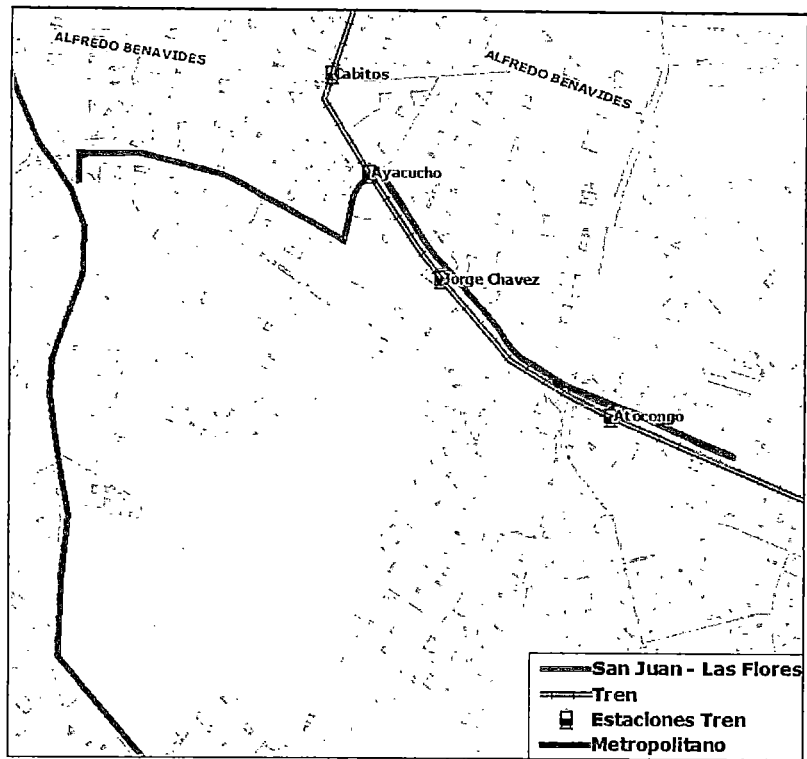


n. Otras rutas de interconexión

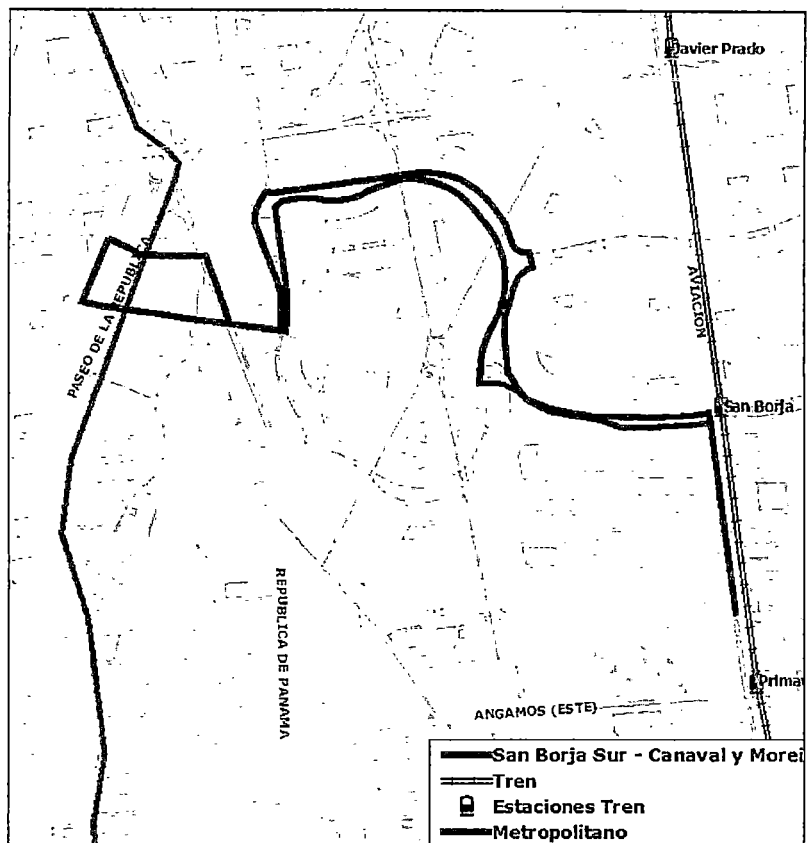
El planteamiento futuro para la ciudad intenta configurar una red de transporte masivo, incorporando en esa red Metro y Metropolitano. Es interesante la conexión entre ejes, al menos en tanto se vaya conformando esa red. En este proceso de racionalización se plantean las siguientes rutas de interconexión entre sistemas troncales:

- Lanzadera Estación Grau – Estación Central (Sólo hasta 2015, entrada en funcionamiento del eje de transporte masivo Este-Oeste)
- San Juan – Las Flores (San Juan - Atocongo - Marsano - Ayacucho - Tallanes - Castilla - Panamá (estación las Flores))
- San Borja Sur – Canaval y Moreira (Aviación - Estación San Borja Sur - San Borja Sur - Parque Norte - Carriquiri - Canaval y Moreira - Begonias - Andres Reyes)

Rutas de interconexión (1)



Rutas de interconexión (2)



B3. ESCENARIO III: CORREDORES TRONCALES

La introducción de corredores troncales y sistemas de transporte masivo incrementan el número de transbordos de los usuarios; al generarse un sistema más eficiente en coste, pueden plantearse bonificaciones a las transferencias (integración tarifaria) de cara a no gravar económicamente a los usuarios del sistema. El escenario III mejora al escenario II planteando una integración tarifaria compatible con la estructura de costes del nuevo sistema.

La estructura tarifaria que se plantea es la siguiente:

- Rutas de transporte masivo (Metropolitano, Metro, Panamericanas): 1.50
- Nuevas rutas en las zonas norte y sur: 1.20
- Bonificación en la transferencia entre las rutas del nuevo sistema (transporte masivo y nuevas): 0,50 (entre rutas nuevas) o 0,80 (rutas nuevas con rutas de transporte masivo)

El resto de las rutas se mantienen en sus condiciones actuales hasta su racionalización.

Así, un pasajero que utilice una ruta nueva y transborde al Metro pagaría $1.20 + 1.50 - 0.80 = 1.90$

Y un pasajero que utilice una ruta nueva y transborde a otra ruta nueva pagaría $1.20 + 1.20 - 0.50 = 1.90$

Sobre estas tarifas se aplicarán los descuentos de ley para estudiantes y universitarios.

C. CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO DEL SISTEMA METRO

Para este caso se consideran las características de diseño adoptadas para la Línea 1 del Metro de Lima.

C.1. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL RODANTE

Se describe las características del material rodante existente (de los años 90 adquiridos por la AATE) y las características del material rodante por adquirir por el Consorcio Metro de Lima, quien operara la Línea 1 por 30 años.

C.1.1. Características del Material Rodante Existente

- El parque actual es de 5 trenes + una UDT
- Tecnología Italiana
- Fabricantes: BREDA FIAT, ANSALDO y ERCOLE MARELLI.
- Una UDT está compuesta de 2 coches motrices acoplados continuamente (M20 +M21)
- Composición del tren: UDT + M22-M22 + UDT.
 - M20: coche motriz con motores de tracción y cabina de conductor
 - M21: coche motriz con motores de tracción y equipo chopper.
 - M22: coche remolcado.
- Capacidad : 1200 pax.
- Longitud del tren: 107.4 mt.



Material rodante existente

Unidad de Tracción (UDT)

- Voltaje : 1500 Vcc.
- Longitud total de caja : 17.84 m.
- Ancho de caja : 2.85 m.
- Altura sobre el piso : 1.10 m.
- Asientos : 64 (32+32)
- Aceleración y desaceleración: 1.2m/s².
- Desaceleración emergencia : 1.5m/s².
- Velocidad máxima : 90 Km/h.

C.1.2. Características del Material Rodante Adquirido

El cuadro a continuación resume las características del material rodante que se encuentra en fabricación y que empezara a operar en la Línea 1 del metro de Lima a partir del 2013, se tratan de 19 trenes de 5 coches cada uno, de tecnología francesa, que se unirán a los trenes anteriormente descritos.

Características del Material Adquirido

Descripción	Característica
Fabricante	ALSTOM
Modelo	Metropolis 900
Dimensiones	
Altura de piso (m)	1.100
Altura del vehículo (m)	3.896
Ancho de vía (m)	1.435
Anchura exterior(m)	2.710
Longitud de tren (m)	87.370
Paso libre puertas (m)	1.300 x 1.900
Diámetro de ruedas (m)	0.876
Velocidad/Aceleración	
Velocidad máxima (Km/h)	80.00
Aceleración servicio (m/s ²)	1.00
Deceleración servicio (m/s ²)	1.20
Capacidad (pasajeros)	
Coches	5
Plazas de pie por tren (6p/m ²)	804
Plazas sentadas por unidad de tren	154
Total plazas	958
Energía	
Alimentación (Vcc. catenaria)	1,500



Material rodante adquirido

C.2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE TRAZO

Los cuadros a continuación resumen las características de diseño geométrico del Reglamento Nacional del Sistema Eléctrico del Transporte de Pasajeros en vías férreas que formen parte del Sistema Ferroviario Nacional, elaborado por el MTC el 2010, en base a reglamentación internacional.

Características técnicas del viaducto de Metro

Concepto	Valor	Unidad
Gradiente Longitudinal (Pendiente)		
Máxima en Viaducto	3.5	%
Mínima en Túnel	0.3	%
Radio de Curvas Horizontales		
Mínimo en Viaducto	200	m
Espiral para radios menores a	2000	m
Radio de Curvas Verticales		
Mínimo en Viaducto	3000	m
Tramo en Tangente		
Con misma pendiente (mínimo)	80	m
Con misma pendiente (ideal)	120	m
Entre curva y contracurva	120	m
Cola de vía (mínimo)	250	m

Características Técnicas de Estaciones de Metro

Concepto	Valor	Unidad
Gradiente Longitudinal (Pendiente)	0.5	%
Radio Mínimo de Curvas Horizontales	800	m
Distancia Mínima entre estaciones	700	m
Distancia Máxima entre estaciones	2000	m

C.3. CARACTERÍSTICAS DEL VIADUCTO

El viaducto y su vía férrea presentan las siguientes características:

- El Ancho del viaducto es de 8.40 m.
- Entre el Km. 0.00 y el Km. 7.834, el viaducto es en superficie.
- Del Km 7.834 al Km. 34.45 el viaducto es en elevado
- Trocha de 1.435 m.
- Riel 50 UNI en vía principal.
- Riel 36 UNI en el Patio Taller.
- Anclaje de rieles tipo elástico (clips) en línea principal.
- Cambiavías tipo UNI 50 tangente 0.12.
- Rieles continuos soldados.
- Durmientes bi-bloque de concreto armado en línea principal con una separación de 0.60 m.
- El apoyo es sobre capa de balasto con un espesor de 0.20 m. En superficie, y 0.25 m. en los tramos en elevado.

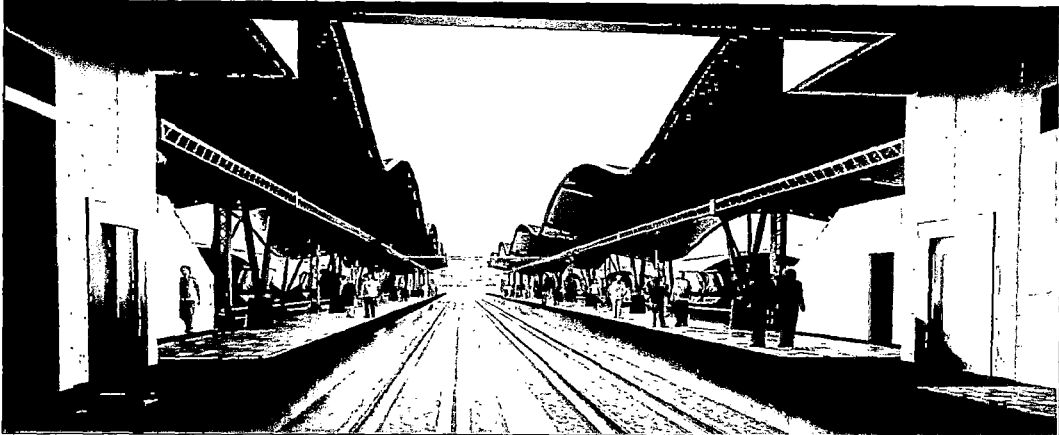


Vista de la construcción del viaducto elevado de la Línea 1, en San Borja

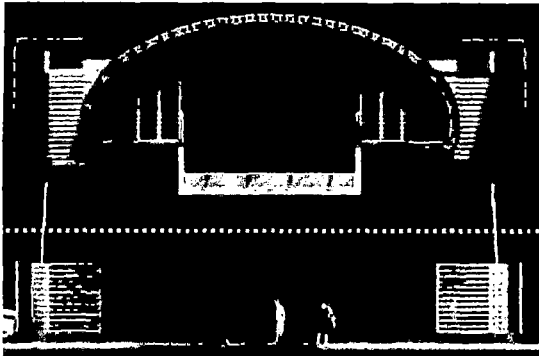
C.4. CARACTERÍSTICAS DE ESTACIONES

C.4.1. Tipos de Estación

De las estaciones de pasajeros de la Línea 1, las primeras 6 (entre VES-Atocongo) son a nivel, el resto (20) son elevadas (entre Atocongo y Bayovar).



Vista en perspectiva de las estaciones a nivel

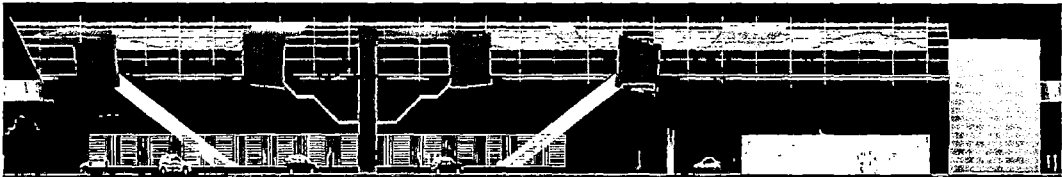


20 Estaciones de pasajeros elevadas

2do nivel:
ZONA DE ANDENES

1er nivel:
ACCESO Y AMBIENTES PUBLICOS Y PRIVADOS

Esquema de distribución de las estaciones elevadas



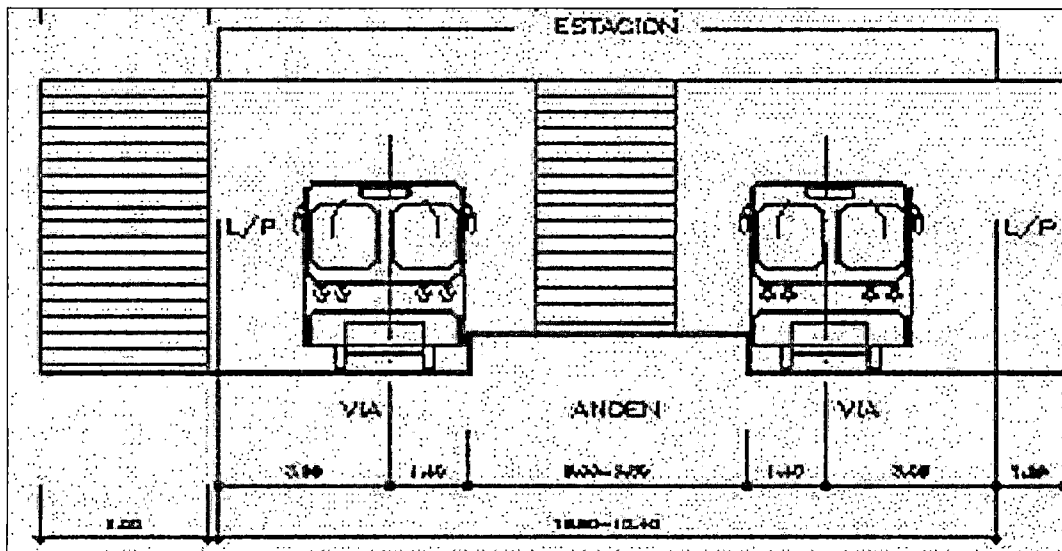
Vista lateral de las estaciones elevadas

C.4.2. Tipos de Anden

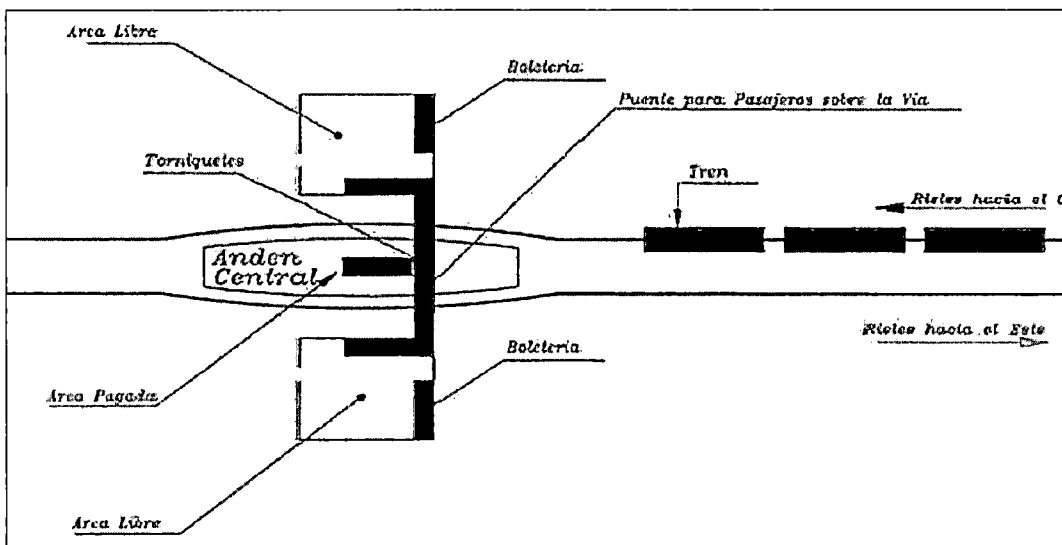
Existen 2 tipos de estaciones, con andenes laterales y centrales.

Requisitos de estaciones

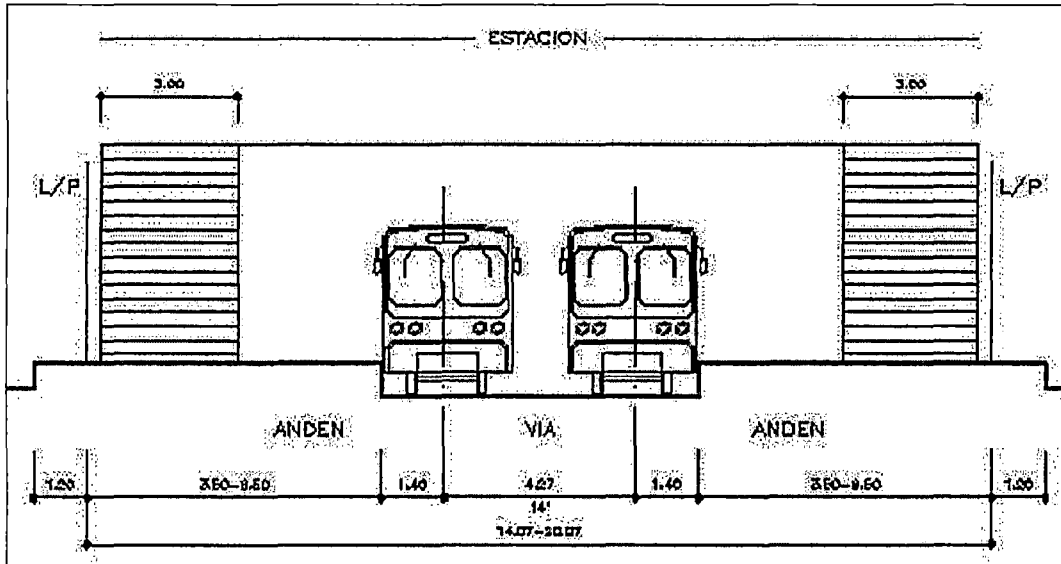
Concepto	Valor	Unidad
Ancho Mínimo Anden Lateral	4	m
Ancho Mínimo Anden Central	6	m
Capacidad Mínima de Anden	1.5	pax/m ²



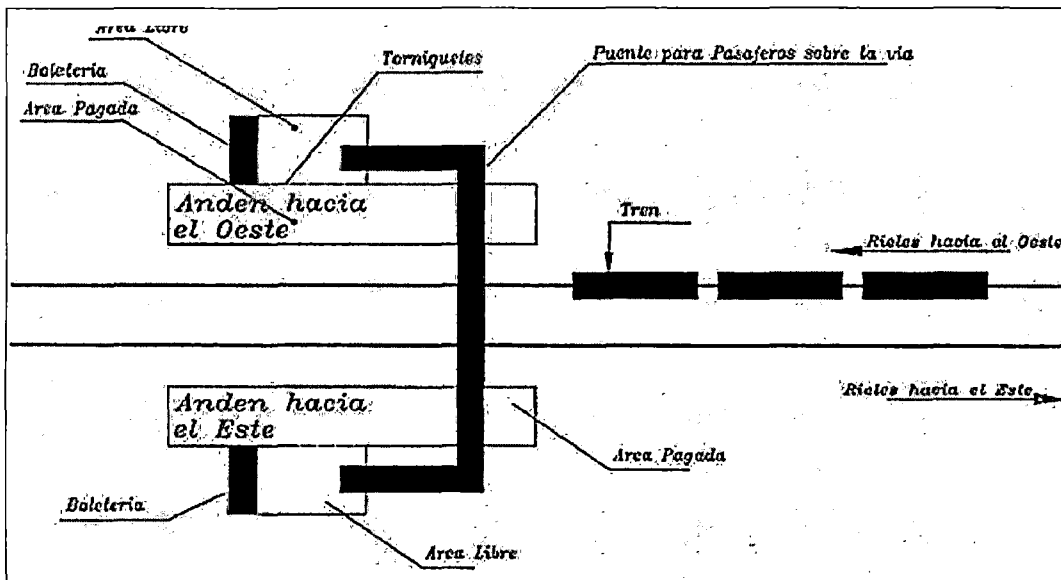
Vista lateral de estación con Anden Central



Vista en planta de estación con Anden Central



Vista lateral de estación con Anden Lateral



Vista en planta de estación con Anden Lateral

Todas las estaciones de la Línea 1 estaciones de la Línea 1 están diseñadas con andenes laterales, cuya longitud es de 120m.

Las estaciones elevadas tienen un ancho promedio de 4m por andén.

En el caso de las estaciones a nivel tienen un ancho promedio de 7m.

C.4.3. Distancia entre estaciones

Las estaciones para cubrir condiciones de operación, desarrollo de velocidades y de satisfacer el origen-destino de viajes requieren de ciertas distancias.

Distancias entre estaciones

Concepto	Valor	Unidad
Distancia Mínima entre estaciones	700	m
Distancia Máxima entre estaciones	2000	m

Del desarrollo de la Línea 1, en el cuadro a continuación vemos que se ha respetado el requerimiento de espaciamiento.

Distancia entre Estaciones de la Línea 1 del Metro de Lima

Nº	ESTACION	UBICACIÓN	DISTANCIA (Metros)	UBICACIÓN (Kilómetro)
1	Villa El Salvador	Velasco Alvarado		0.00
2	El Sol	El Sol	1366	1.37
3	Pumacahua	Pumacahua	1876	3.24
4	Villa María	Villa María	1475	4.72
5	Miguel Iglesias	Hospital M. Auxiliadora	1104	5.82
6	San Juan	San Juan	1136	6.96
7	Atocongo	Panamericana Sur	1610	8.57
8	Jorge Chávez	Jorge Chávez	853	9.42
9	Ayacucho	Ayacucho	1132	10.55
10	Los Cabitos	Ovalo Higuiereta	881	11.43
11	Angamos	Angamos	2000	13.43
12	San Borja Sur	San Borja Sur	1015	14.45
13	Javier Prado	Javier Prado	1595	16.04
14	Nicolás Arriola	Nicolás Arriola	1730	17.77
15	Gamarra	CC. Gamarra	935	18.71
16	Intermodal Grau	AV. Grau	1258	19.97
17	El Ángel	Cementerio el Angel	1194	21.16
18	Martinete	FCC	591	21.75
19	Caja de agua	Sacsayhuaman	1281	23.03
20	Pirámides del Sol	Pirámides del Sol	1616	24.65
21	Los Jardines	Los Jardines Oeste	1472	26.12
22	Los Postes	Los Postes Este	1052	27.17
23	San Carlos	El Sol	1738	28.91
24	San Martín	San Martín de Porras	1533	30.44
25	Santa Rosa	Santa Rosa de Lima	800	31.24
26	Bayóvar	Bayóvar	1137	32.38

C.5. CARACTERÍSTICAS DE LOS TERMINALES

En el caso de los terminales o patios se considera lo siguiente:

Concepto	Valor	Unidad	Observación
Si Long. De viaducto < 25Km		1 patio	Patio Taller
Si Long. De viaducto > 25Km		2 patio	Patio Taller y de Maniobras
Curvas Horizontal Mínima		75 m	

En el caso de la Línea 1, tiene una longitud de 34.45Km (mayor a 25Km.), lo que implica que requiere de 2 patios, los cuales están contemplados en la ejecución del proyecto:

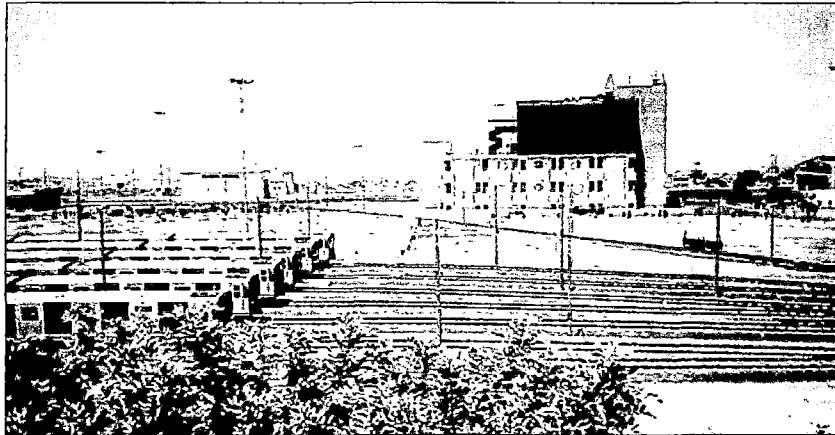
- Patio Taller, en Villa El Salvador, Km 0+000 (Parque Industrial)
- Patio de Maniobras, en San Juan de Lurigancho, K, 34+450 (Bayovar)

C.5.1. PATIO TALLER

El Patio Taller alberga actualmente los siguientes edificios:

- Taller de mantenimiento corriente a los trenes.
- Torre de Control donde está ubicado el Puesto central de Operaciones (PCO).
- Sub Estación 60/20 KV, que es la sub estación eléctrica principal y de llegada de energía.
- Sub estación rectificadora No 1, que abastece de energía eléctrica en 1500 Vcc al patio
- Cabina eléctrica No 1, que abastece de energía en baja tensión a los ambientes del patio.
- Planta de Emergencia, que cuenta con 3 grupos electrógenos de 1,800 KW.
- Almacén general
- Taller de soplado, que sirve como complemento del taller de mantenimiento.
- Sala de bombeo de agua, que abastece de agua para uso normal y agua contar incendio.
- Sala de aire comprimido
- Torno en Fosa
- Locales para los conductores y oficina del jefe del patio.

- Zona de estacionamiento
- Fosa de inspección



Vista de las instalaciones del patio taller en Villa el Salvador

C.5.2. PATIO DE MANIOBRAS

El Patio de Maniobras albergara los siguientes edificios:

- Oficinas administrativas.
- Taller de mantenimiento menor a los trenes.
- Sub Estación 60/20 KV.
- Sub estación rectificadora.
- Cabina eléctrica.
- Almacén
- Vestuarios

D. CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO DEL SISTEMA DE BUSES

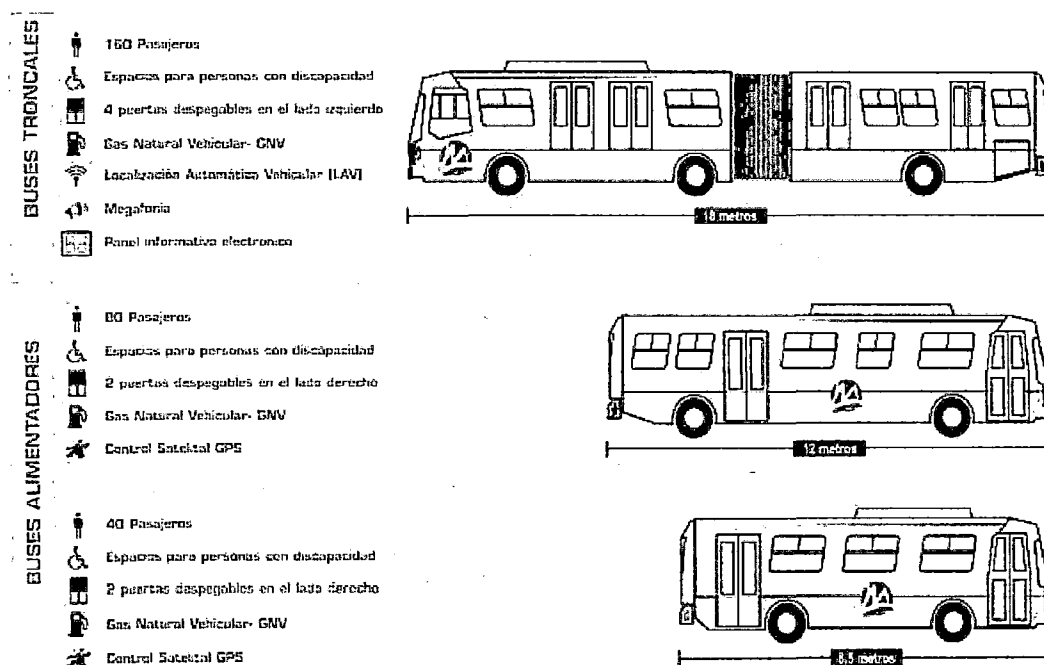
Como ya se vio, el sistema de metro (Línea 1) se encuentra en proceso de operación (Tramo 1) y por construir (Tramo 2). Lo que faltaría implementar es el sistema de buses, para este caso se consideran las características de diseño adoptadas por PROTRANSPORTE para el sistema de buses del COSAC 1.

D.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS BUSES

Se considera las características de las flotas de buses que operan actualmente en el Metropolitano.

Características técnicas de los buses

Tipología	Dimensiones (m)			Ocupación (pasajeros)		
	Largo	Ancho	Altura	Sentado	De pie	Total
Bus Troncal	17.0 - 18.3	2.4 - 2.6	3.0 - 3.5	45	115	160 a +
Bus Alimentador 1	11.0 - 13.2	2.4 - 2.6	3.0 - 3.5	32	48	80 a +
Bus Alimentador 2	7.50 - 9.00	2.0 - 2.5	2.5 - 3.0	20	20	40 a +



Esquema de los buses que operan en la ciudad

D.2. CARACTERÍSTICAS DE TRAZO

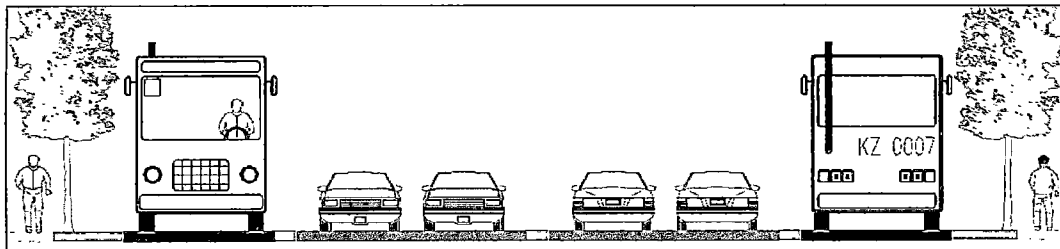
Los cuadros a continuación resumen las características técnicas para el diseño geométrico de rutas para buses.

D.2.1. ANCHOS REQUERIDOS

A continuación se tabulan los anchos recomendables y los mínimos absolutos para una pista común, en recta, según la velocidad de diseño.

Anchos de pista mínimos recomendables y absolutos

V (Km/h)	1 PISTA SOLO BUS		2 PISTAS JUNTAS ⁽²⁾	
	Min. Rec.	Min. Abs.	Min. Rec.	Min. Abs.
30	3,50	3,25	6,50	6,25
40	3,50	3,25	6,50	6,25
50	3,50	3,25	6,75	6,50
60	3,75	3,50	6,75	6,50
70	3,75	3,50	7,00	6,75
80	3,75	3,50	7,25	7,00



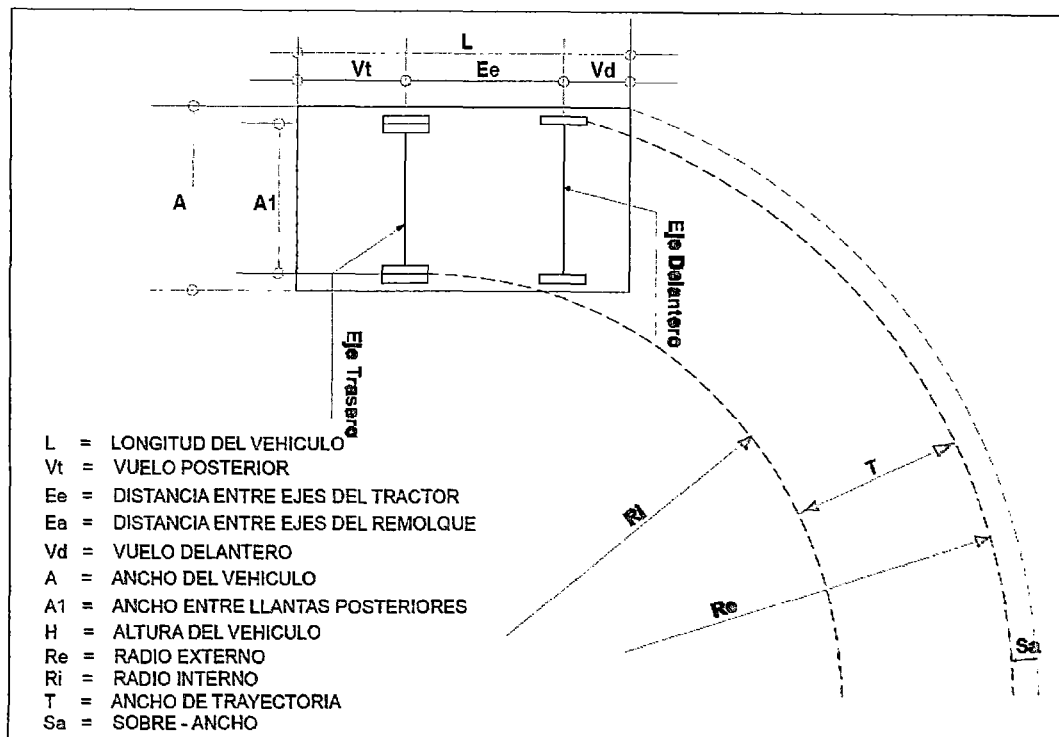
Esquema de distribución de calzada para buses

D.2.2. RADIOS DE GIRO

El ancho, la separación entre ejes y la longitud total de un vehículo determinan su mínimo radio de giro. A estos efectos el radio de giro mínimo es el radio de la circunferencia que describe la rueda delantera del lado contrario a aquel hacia el que se gira. Este radio es el que permite conocer el espacio que requiere un vehículo para cambiar de sentido de marcha o para girar 180° sin efectuar maniobras. Los elementos que se proyectan con curvas de radios mínimos no suelen recorrerse nunca a una velocidad superior a los 15 km/h.

Radios de giro mínimo para buses (V=15km/h)

Vehículo tipo del proyecto	Dimensiones del radio Giro mínimo (m)			
	Re	Ri	T	Sa
Bus Troncal	12.00	5.30	6.70	1.40
Bus Alimentador 1	13.50	8.90	4.60	1.50
Bus Alimentador 2	9.00	4.90	4.10	1.40



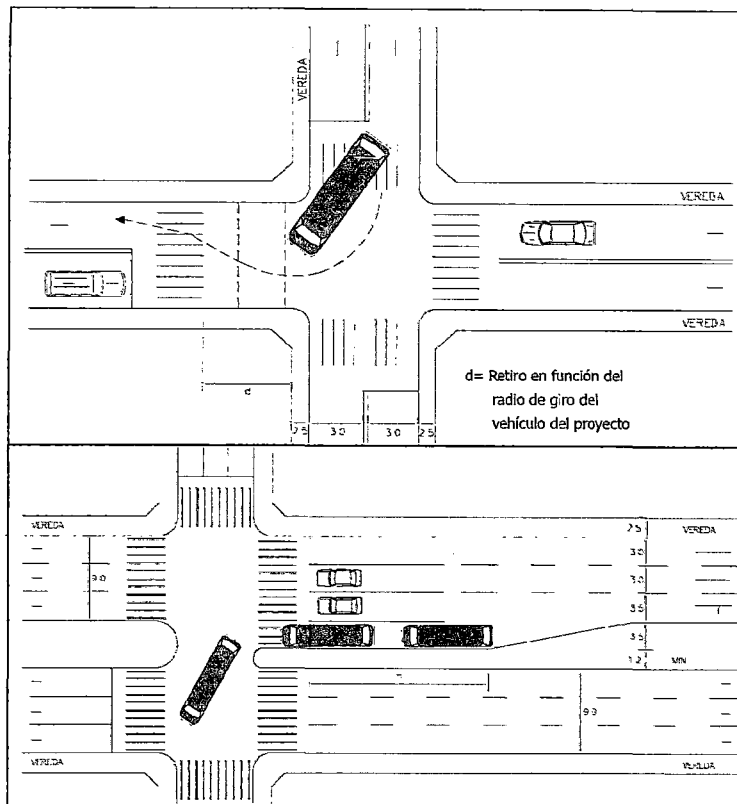
Esquema de radio de giro

Para velocidades de diseño mayor se adoptan, los radios de la tabla siguiente:

Radios mínimos en función a la velocidad de diseño

V(Km/hr)	Coef. Fricción Transversal f max	Valor Real de R Mínimo con p max deseable		Valor Práctico de R Mínimo con p max deseable	
		p max 4%	p max 6%	p max 4%	p max 6%
20	0.18	14.32	13.12	15	15
30	0.17	33.75	30.81	35	30
40	0.17	59.99	54.78	60	55
50	0.16	98.43	89.48	100	90
60	0.15	149.19	134.98	150	135
70	0.14	214.35	192.91	215	195
80	0.14	279.97	251.97	280	250
90	0.13	375.17	335.68	375	335
100	0.12	492.13	437.45	490	435
110	0.11		560.44		560
120	0.09		755.91		755
130	0.08		950.51		950

En las intersecciones se requieren de soluciones especiales para favorecer los giros:



Diseño para giros de buses en intersecciones

D.2.3. ALINEAMIENTOS

El trazado de una vía está compuesto generalmente por una sucesión de alineamientos rectos enlazados entre sí por curvas. Para el caso de vías urbanas se adoptan las recomendaciones siguientes:

Longitud Mínima de Tangentes para el Diseño

VELOCIDAD DIRECTRIZ		LONGITUD MÍNIMA DE TANGENTES PARA EL DISEÑO GEOMÉTRICO			
		EXPRESAS Y ARTERIALES		COLECTORAS Y LOCALES	
		¹ T	² T	³ T	⁴ T
Km/h	m/s	Metros	Metros	Metros	Metros
30	8.33	—	—	15	20
40	11.11	—	—	20	25
50	13.88	35	50	25	30
60	16.66	45	60	30	35
80	22.22	60	80	—	—

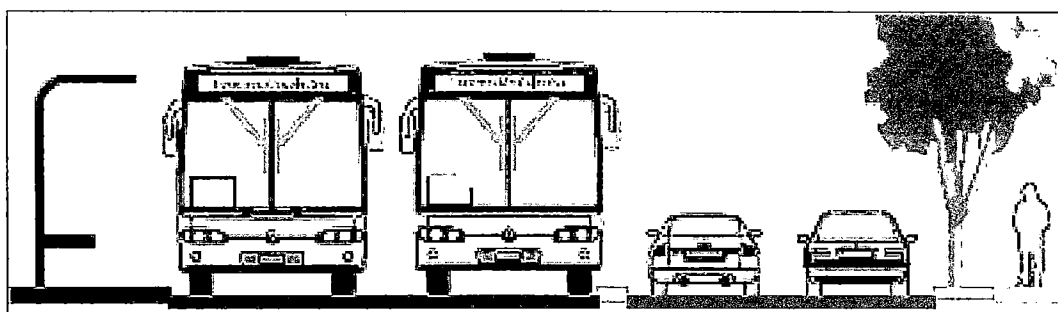
D.3. CARACTERÍSTICAS DE PARADEROS

Los paraderos del sistema racionalizado deben contar con las siguientes características:

Ancho de calzada recomendable en paraderos

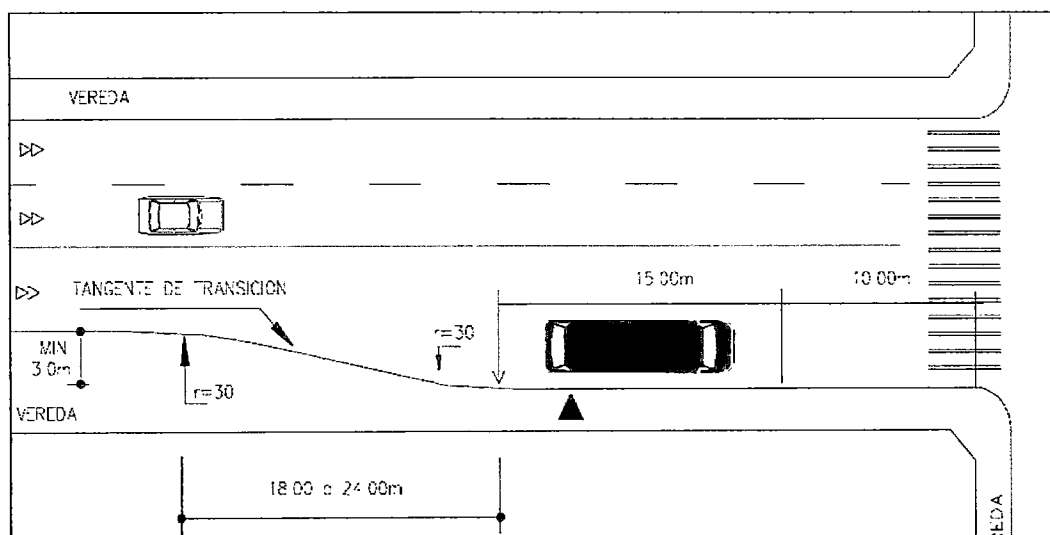
BUSES SIMPLES		BUSES ARTICULADOS	
Mín Rec.	Mín. Abs.	Mín Rec.	Mín. Abs.
6,50	6,25	6,75	6,50

Las vías por donde transiten las rutas alimentadoras deberían contar con mencionados anchos para permitir la correcta operación de los buses.



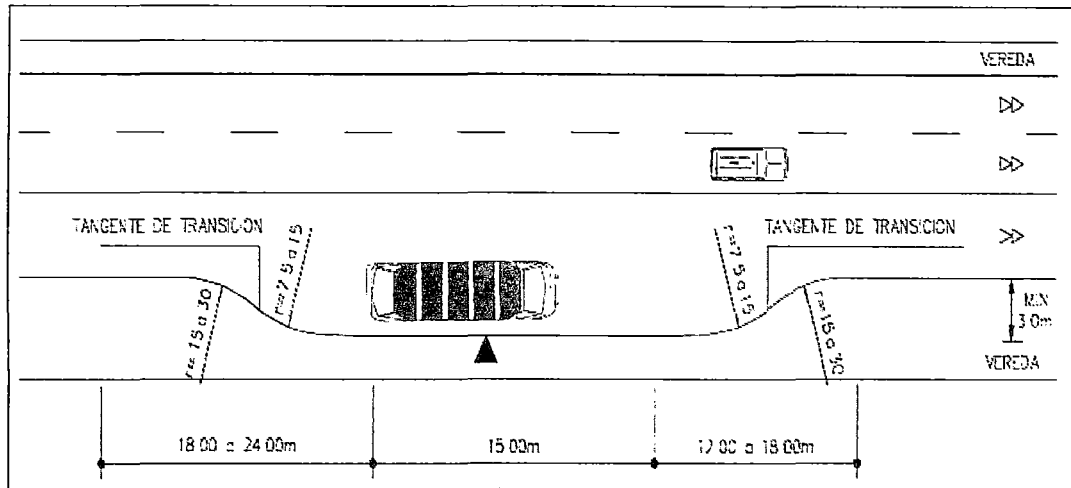
Vista de ancho requerido de paraderos (2 carriles)

A continuación algunos esquemas para el diseño de paraderos:



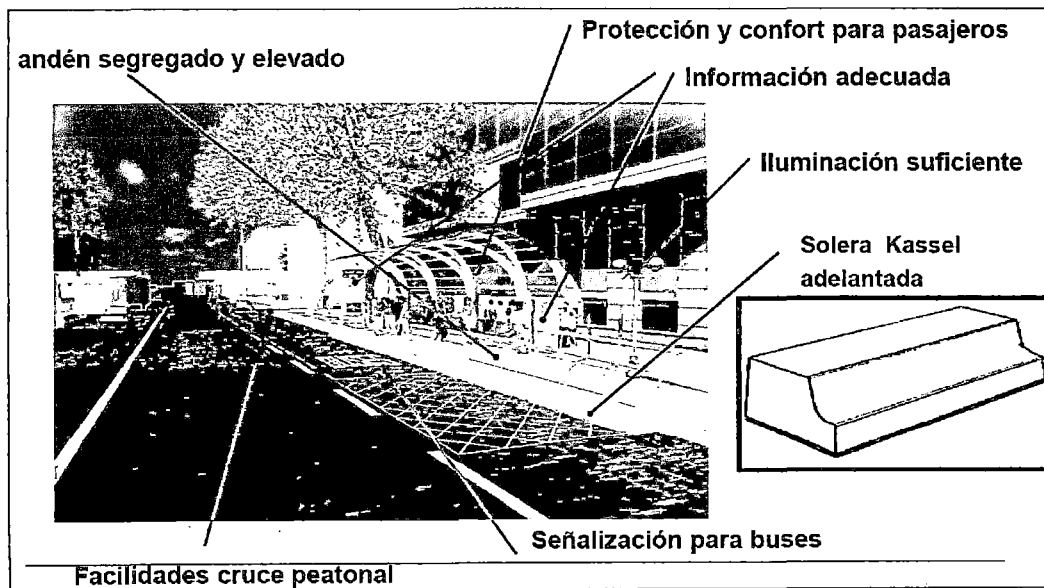
Vista en planta de paradero ubicado cercano a la intersección

Pero los paraderos, por diversas circunstancias del acceso a estaciones o espacio, podrían ubicarse a mitad de una cuadra:



Vista en planta de paradero ubicado a mitad de cuadra

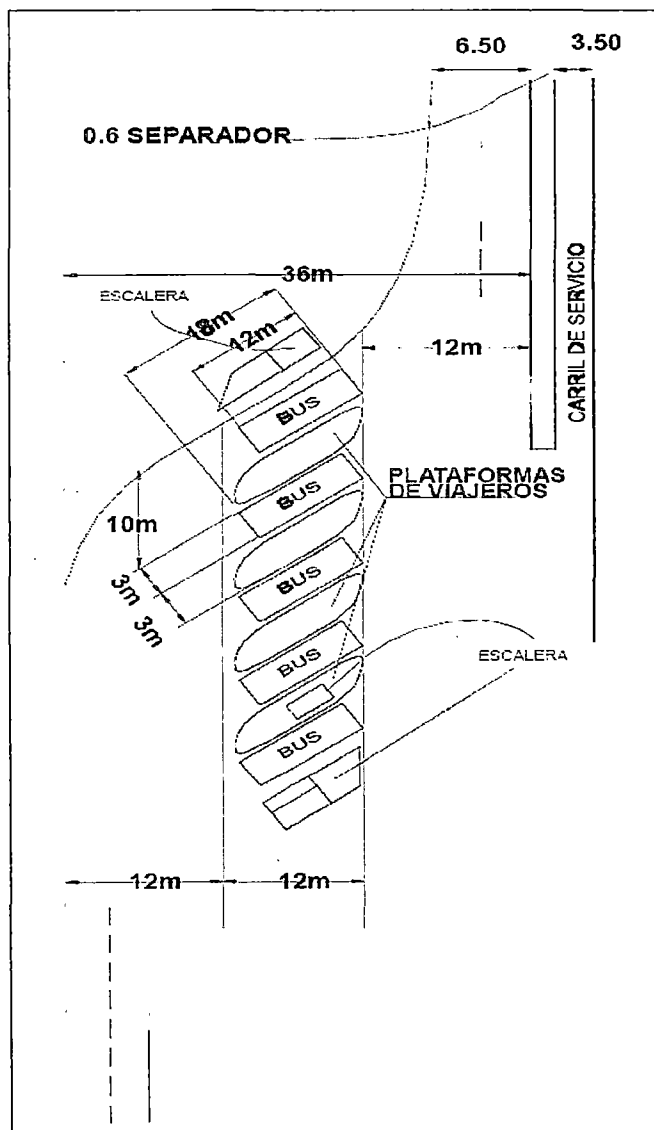
Los paraderos también requieren de ciertas facilidades para los usuarios que usaran el servicio de los buses, así como se muestra la figura a continuación:



D.4. CARACTERÍSTICAS DE TERMINALES

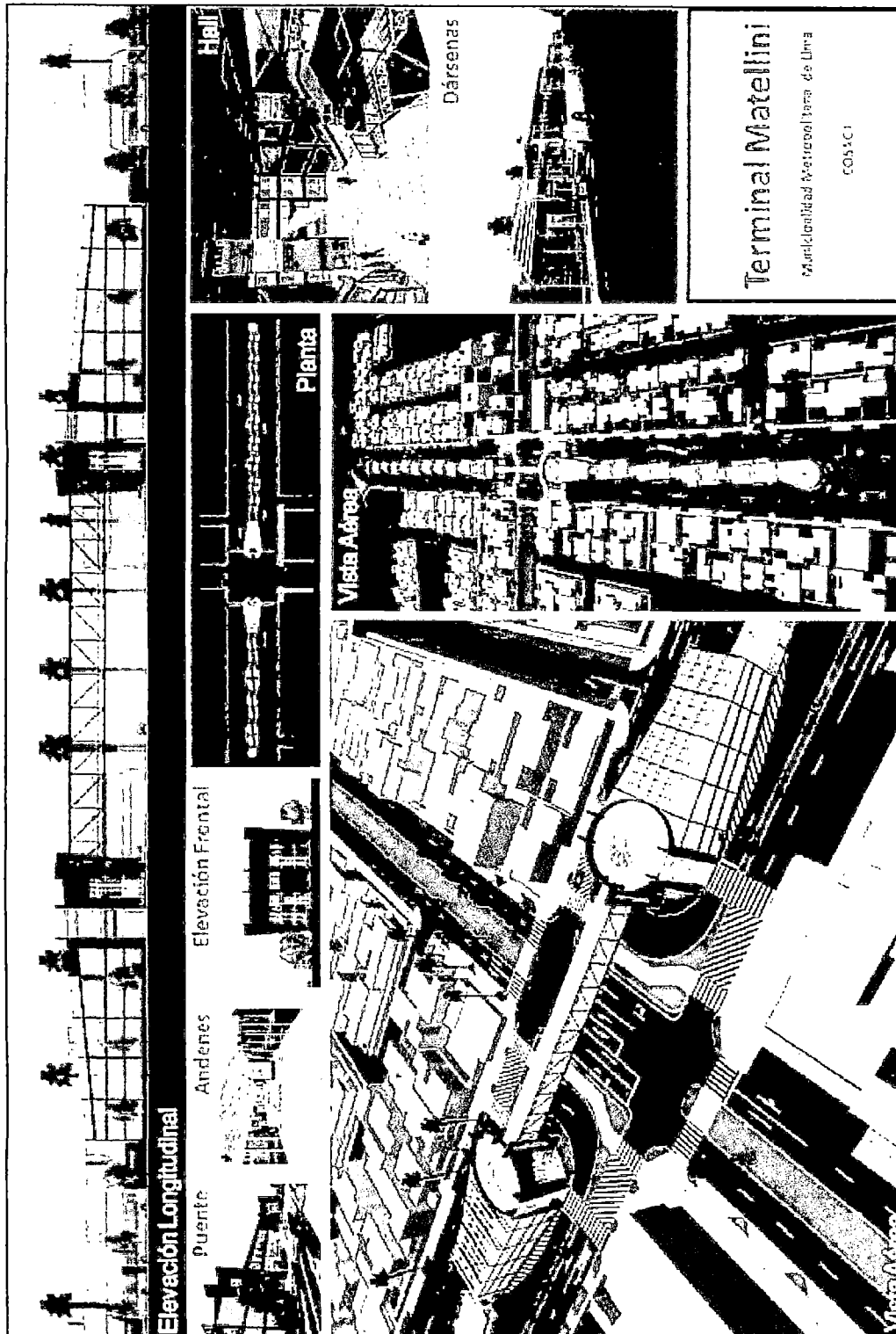
En el caso de algunas rutas troncales, que a su vez se integren con otras alimentadoras, se requieren de terminales, tal como sucede con los ya construidos en Matellini y Naranjal para el proyecto de buses Metropolitan.

Así, para terminales de buses pequeños, se recomienda la disposición de la terminal con una serie de andenes en paralelo, que forman un ángulo de 45° respecto a las calzadas de acceso. El acceso se hace por un ángulo y la salida por el opuesto, como lo muestra la figura. Un terminal de este tipo requiere de un ancho de 40m aproximadamente.



Diseño de un terminal de buses

Existen también los terminales de buses mayores, los que requieren de mayor espacio, como muestra la figura:



Vistas del terminal de buses Matellini