

2.

Medios de Transporte Urbano

Este capítulo presenta las clasificaciones de conceptos y definiciones de los términos utilizados en el transporte urbano de pasajeros. Los medios de transporte urbano de pasajeros pueden ser definidos de varias formas, siendo éstos interdependientes entre sí. Así por ejemplo, un medio puede ser clasificado en función de la tecnología utilizada –únicamente– aun cuando también se tomen en cuenta las características del derecho de vía y su tipo de operación.

A continuación se presentarán las clasificaciones del transporte urbano de pasajeros, incluyéndose dentro de estas las clasificaciones básicas y la definición de los componentes físicos del sistema. Los diferentes medios de transporte urbano pueden ser clasificados por el tipo de servicio que prestan o por el volumen de viajes que manejan. Atendiendo a la primera forma de clasificación se tienen tres tipos de medios de transporte:

Transporte privado, el cual se presta en vehículos operados por el dueño de la unidad, circulando en la vialidad proporcionada, operada y mantenida por el Estado. Entre estos medios de transporte se encuentran: el automóvil, la bicicleta, la motocicleta y el peatón. Asimismo, en algunas comunidades rurales podemos citar el uso de vehículos de tracción animal o el animal mismo.

Transporte de alquiler, el cual puede ser utilizado por cualquier persona que pague una tarifa en vehículos proporcionados por un operador, chofer o empleado ajustándose a los deseos de movilidad del usuario. Entre estos servicios se encuentran los taxis, los servicios de respuesta a la demanda y en algunos casos los servicios de colectivos.

Transporte público, los cuales son sistemas de transportación que operan con ruta fijas y horarios predeterminados y que pueden ser utilizados por cualquier persona a cambio del pago de una tarifa previamente establecida.

Estas dos últimas modalidades son las que integran el transporte público urbano.

El Cuadro 2.1 presenta la clasificación por tipo de servicio, observándose que las características de la disponibilidad, la provisión del servicio, la determinación de la ruta y el horario de servicio y la relación precio-costos tiende a particularizarse en el individuo en el caso del transporte privado y a colectivizarse o depender de otros individuos conforme se hace público el servicio.

CARACTERÍSTICAS	TIPO DE SERVICIO				
	Privado		De alquiler		Público
Disponibilidad	dueño		público		público
Proveedor	usuario		chofer		transportista
Determinación de ruta	usuario (flexible)		usuario-chofer		chofer (fijo)
Determinación de horario de uso/servicio	usuario (flexible)		usuario-chofer		chofer (fijo)
precio/costo	lo absorbe el usuario		tarifa-fija		tarifa fija
Por volumen	Individual		Por grupo		
	automóvil	automóvil compartido	taxi	respuesta a demanda	minibús
	bicicleta	rondas	automóvil rentado	colectivo	autobús, trolebús
	motocicleta			autobús escolar	transporte superficial
	peatón			autobús de alquiler	tren ligero
					metro
					tren regional
					transporte especializado

Cuadro 2.1.

Clasificación del transporte urbano por tipo de servicio.

Por otra parte, el transporte urbano puede clasificarse según el volumen de viajes que maneja, pudiéndose hablar de transporte individual cuando un vehículo sirve a una persona o un grupo organizado de usuarios que viajan a un mismo destino, o bien de transporte en grupos cuando traslada a personas sin ninguna relación entre sí y con destinos diferentes.

2.1 Características de los medios de transporte

Las diferencias que existen entre un medio de transporte y otro se pueden establecer a partir de tres características principales, las cuales se describen a continuación:

2.1.1 Tipo de derecho de vía

Dentro del presente texto se entiende como derecho de vía la porción de vialidad o superficie de rodamiento por donde circulan las unidades de transporte, incluyendo el peatón. Estos derechos de vía pueden presentarse en tres variantes diferentes [1], pudiendo a lo largo del trazo de la vialidad presentar uno o varios tipos de derechos de vía, siendo éstos:

- *Derecho de vía tipo C*, el cual representa la vialidad en la que su superficie de rodamiento es compartida entre varios medios de transporte. Es decir, opera con tránsito mixto. Esta operación puede incluir tratos preferenciales en todo a algunas partes de su desarrollo. Ejemplos típicos son las vialidades de cualquier ciudad, incluyendo aquellas calles por donde se tienen acciones de preferencia hacia el transporte público, como lo pueden ser los ejes viales de la Ciudad de México. La Figura 2.1 muestra un ejemplo.



Figura 2.1.
Derecho de vía tipo C (Burgos, España).



Figura 2.2.
Derecho de vía tipo B (Guadalajara, México).

- ***Derecho de vía tipo B***, el cual muestra una separación física longitudinal a través de elementos fijos, tales como barreras o guarniciones. Sin embargo, se mantienen los cruces a nivel con otros vehículos así como con los peatones. Como ejemplo notable se encuentran las vialidades dedicadas al transporte público en la ciudad Curitiba en Brasil, o el tren ligero en las ciudades de Guadalajara y México, tal y como se muestra en la Figura 2.2.
- ***Derecho de vía tipo A***, el cual muestra una separación física tanto longitudinal como vertical del derecho de vía, lo que evita cualquier interferencia entre vehículos y peatones. Este tipo de solución puede ser subterránea, elevada o a nivel y los casos mas representativos son los sistemas de metro que existen en muchas ciudades, las autopistas urbanas para el caso del transporte privado y los sistemas de autobuses guiados de algunas ciudades (Adelaide en Australia y Essen en Alemania, por ejemplo) y que quedan ejemplificados en la Figura 2.3.



Figura 2.3.
Derecho de vía tipo A (Ciudad de México, México).

2.1.2 Tipo de tecnología utilizada

La tecnología se relaciona directamente con dos aspectos principales: las características mecánicas de las unidades de transporte y las características del camino mismo. En algunos caso estas dos características están relacionadas entre sí y se tienen cuatro componentes principales a considerar [1]:

- **Soporte**, el cual es el contacto vertical entre la unidad de transporte y la superficie de rodamiento sobre la que se transfiere el peso mismo del vehículo. Ejemplos típicos de este soporte lo dan los neumáticos sobre el asfalto o concreto; la rueda de acero sobre el riel; el colchón de aire o bien; el soporte magnético.
- **Guía**, la cual se refiere a la forma que permite controlar al vehículo en sus movimientos laterales, presentándose dos tipos fundamentales: los sistemas que son dirigidos desde el vehículo a través de un volante, como es el caso de un autobús, trolebús o automóvil o aquellos siste-

mas que su control lateral viene dado por las guías o rieles con que cuentan como es el caso de un tren ligero, metro o autobús guiado. Una característica importante de la tecnología basada en el riel es que el conjunto rueda-riel permite combinar tanto el soporte como la guía de la unidad de transporte.

- **Propulsión**, la cual se refiere al tipo de unidad motriz con que cuenta el vehículo así como el método de transferir las fuerzas de aceleración y desaceleración. Como tipo de unidad motriz se pueden citar los motores de combustión interna o los motores eléctricos, mientras que los métodos de transferencia de las fuerzas tractivas puede ser a través de la fricción-adhesión, la magnética o por hélice.
- **Control**, la cual es la forma que permite regular los movimientos de las unidades de transporte que operan en un sistema, pudiendo ser manual-visual (operación de un automóvil); manual-señal (operación del tren ligero) o bien; completamente automático (operación del metro).

2.1.3 Tipo de servicio

El concepto de tipo de servicio se refiere básicamente a los tipos de rutas que se presentan en el sistema y a la forma y horario en que opera el sistema de transporte. Así se tiene que:

- **Tipo de ruta**, las cuales pueden ser de *frecuencia intensiva* cuando se presta servicios de baja velocidad con altas densidades de viajes dentro de pequeñas áreas, como lo son los servicios de transporte en aeropuertos, los servicios especiales en los centros históricos. Asimismo, se tienen las *rutas de transporte urbano*, las cuales son las que cubren el servicio en una ciudad y, finalmente, las *rutas de transporte regional o suburbanas* que permiten obtener altas velocidades con pocas paradas a lo largo del trayecto y sirviendo a viajes de cierta longitud dentro de un área metropolitana.
- **Tipo de operación**, la cual se puede clasificar en: *servicios locales* el cual se presta haciendo uso extensivo de todas las paradas a lo largo de la ruta; *servicio de paradas alternadas*, el cual busca alternar el servicio en las paradas a lo largo de una ruta con el fin de acelerar la prestación misma del servicio y; el *servicio expreso* en que se busca lograr velocidades comerciales altas mediante el espaciamiento de las paradas por arriba del promedio del sistema.

- **Hora de operación**, se puede clasificar a su vez en: *horario regular*, en el que se encuentran la mayoría de las rutas que conforman el sistema de transporte básico; *horario pico*, el cual se compone por rutas operadas durante las horas de máxima demanda, siendo generalmente radiales de la periferia al centro histórico y operando exclusivamente durante días hábiles. Finalmente, los *servicios especiales* que operan durante eventos, en casos de emergencia o bien, como servicios de transporte contratados expreso para un determinado viaje (por ejemplo, servicios escolares, turísticos o a maquiladoras).

A partir de estas características se clasifican a los medios de transporte y se consideran diferentes si difieren substancialmente en una o mas de las tres características anteriores. Así por ejemplo, un trolebús y un autobús son medios de transporte urbano diferentes puesto que difieren en su tecnología, pero no existe una diferencia entre un autobús regular, un minibús y un articulado si los tres operan bajo las mismas condiciones.

A su vez, si comparamos la tecnología, y en especial su forma de guía, con el tipo de derecho de vía en que opera encontramos que los sistemas de transporte mejoran conforme pasamos de un derecho de vía a otro a la vez de presentarse la necesidad de establecer una tecnología guiada. El Cuadro 2.2 muestra esta situación. Esto nos lleva a reclasificar nuevamente a los medios de transporte en cuatro clases genéricas, basando la misma en el derecho de vía en el que opera. Así se tiene que:

- **Transporte de superficie**, compuesto por aquellos medios de transporte que operan en calles con tránsito mixto. Ejemplo: autos y autobuses.

TECNOLOGIA (GUIA) DERECHO DE VIA	Libre	Semiguñado	Guiado	Especializado
C	de alquiler autobús	trolebús	tranvía	ferrys chalanas
B	autobús	autobús guiado trolebús guiado	tren ligero tren regional	funicular
A	autopista urbana	trolebús en túnel O-Bahn	metro	teleférico

Cuadro 2.2.
Clasificación en función de la tecnología y del derecho de vía.

- **Transporte semiconfinado**, el cual está compuesto por aquellos medios de transporte que operan en vialidades reservadas pero que presentan cruces en sus intersecciones.
- **Transporte confinado**, el cual está representado por aquellos medios de transporte que operan con un derecho de vía exclusivo, segregado completamente de otras unidades de transporte y presentan altos rendimientos. Ejemplo: metro.
- **Transportes especializados**, los cuales presentan consideraciones especiales en cuanto a su derecho de vía, a su tecnología o a su forma de operar, encontrándose entre estos los funiculares, teleféricos y ferrys, entre otros.

2.2 Componentes físicos de los sistemas de transporte

Un sistema de transporte se compone principalmente de tres elementos físicos, siendo éstos:

- **Vehículo**. Son las unidades de transporte y normalmente su conjunto se describe como *parque vehicular* en el caso de autobuses y trolebuses y de *equipo rodante* para el caso del transporte férreo. Dentro del texto se hablará de *unidad de transporte* cuando se componga de un solo vehículo o un agrupamiento de vehículos que formen un tren y operen conjuntamente como uno solo.
- **Infraestructura**. Está compuesta por los derechos de vía en que operan los sistemas de transporte, sus paradas y/o estaciones –ya sean éstas terminales, de transbordo o normales– los garages, depósitos, encierros o patios, los talleres de mantenimiento y reparación, los sistemas de control –tanto de detección del vehículo como de comunicación y de señalización– y los sistemas de suministro de energía.
- **Red de transporte**. Está compuesta por las rutas de autobuses, los ramales de los sistemas de colectivos y minibuses y las líneas de trolebuses, tren ligero y metro que operan en una ciudad. La diferencia existente entre ruta y línea se muestra en la Figura 2.4.

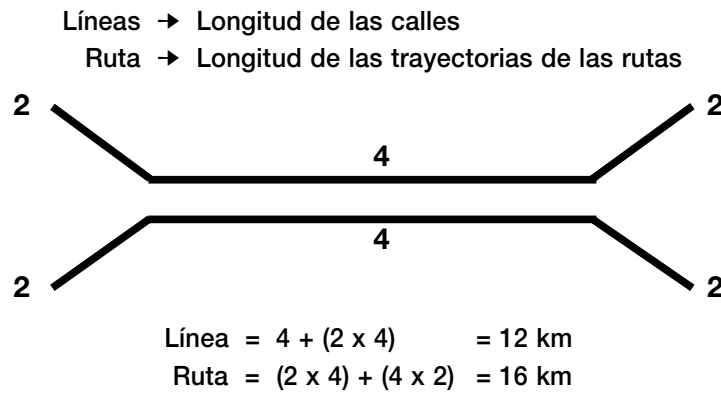


Figura 2.4.
Diferencia entre ruta y línea.

2.3 Características de los sistemas de transporte

Se debe distinguir entre lo que es la operación del transporte y el servicio de transporte. En el primer caso, se entiende por *operación del transporte* el punto de vista del prestatario de transporte en el que se incluye el establecimiento de horarios, la asignación de jornadas de trabajo o roles, la supervisión y operación diaria de las unidades de transporte, la recolección de las tarifas y el mantenimiento mismo del sistema. Por otra parte, se entiende por *servicio de transporte* la forma en que el usuario cautivo, eventual y potencial ve el transporte e integra conceptos tales como la calidad y cantidad del servicio, la información que se le proporciona, entre otros aspectos.

Se conciben cuatro características que permiten distinguir y comparar diferentes sistemas de transporte entre sí y el paquete seleccionado será aquél que muestre una mejor combinación de estas características, las cuales son:

2.3.1 Rendimiento o desempeño del sistema

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

- la cantidad de unidades que prestan el servicio de transporte durante un periodo de tiempo o *frecuencia de servicio*;

- la velocidad de viaje que experimentan los usuarios a bordo de una unidad o *velocidad de operación*;
- el porcentaje de llegadas a tiempo dentro de un margen aceptable o *confiabilidad del servicio*;
- la uniformidad de salidas de las unidades de transporte o *regularidad del servicio*;
- la *seguridad* del sistema en función del número de accidentes por año o kilómetro;
- el número máximo de espacios (capacidad ofrecida) o usuarios (capacidad utilizada) que las unidades de transporte pueden llevar a través de un punto durante un determinado periodo de tiempo o *capacidad de línea*;
- el producto de la velocidad de operación y la capacidad de línea, el cual integra un elemento básico que afecta al usuario (la velocidad) y otro que afecta al operador (la capacidad) y que permite comparar diversos medios de transporte o *capacidad productiva*;
- la *productividad*, la cual relaciona la cantidad producida y su unidad de insumo, como puede ser los vehículos-km entre una unidad de trabajo o una unidad de costo;
- la *utilización* de un sistema, en la cual se relaciona la producción y el insumo pero con unidades iguales o similares, como lo pueden ser persona-km entre espacio-km.

2.3.2 Nivel de servicio

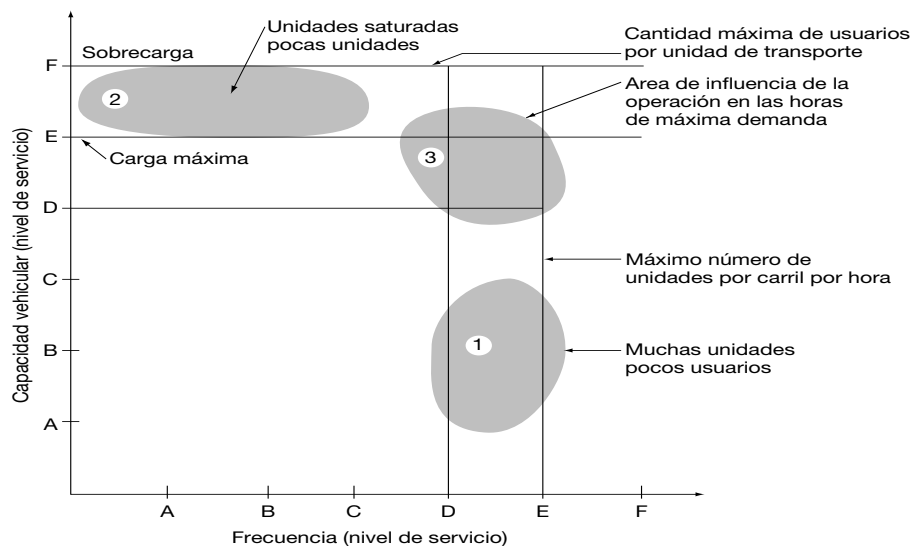
Esta categoría es una medida general que integra a todas las características del servicio de transporte que afectan al usuario. Este concepto es por mucho mas complejo que el utilizado en el caso de las vialidades ya que incluye aspectos del desempeño que afectan al usuario como lo son los relativos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

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

del derecho de vía. Finalmente, otro aspecto que indirectamente afecta el nivel de servicio que se presta es el nivel tarifario que se presenta en el sistema.

Desde un punto de vista de la capacidad existen dos aspectos relativos al nivel de servicio que deben considerarse: uno es el número de pasajeros por unidad de transporte y el otro es el número de vehículos por hora, los cuales deben ser reflejados por los criterios relacionados de la capacidad con los niveles de servicio. La Figura 2.5 muestra la naturaleza bidimensional del problema de la capacidad del transporte público urbano. De esta figura se puede observar que se pueden operar muchas unidades, cada una de ellas transportando pocos pasajeros [2].

Desde el enfoque de la capacidad vial, el número de vehículos puede estar cercanos a la capacidad de la vía, aun cuando operaran casi vacíos. Por otra parte, unas cuantas unidades pueden ir saturadas [2], lo que representa un nivel de servicio bajo desde el punto de vista de la comodidad del usuario. A su vez, los tiempos de espera demasiado largos pueden afectar el nivel de servicio esperado. Finalmente, el nivel de servicio para el diseño de los transportes públicos se ubica en el punto donde se operan un gran número de unidades cada una de ellas con niveles de carga cercanos a la saturación [3].



Transportation Research Board: *Highway Capacity Manual*. Washington, D.C.: NRC Special Report 209, 1985.

Figura 2.5.

Naturaleza bidimensional de los niveles de servicio de transporte público.

2.3.3 Impactos

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

El Cuadro 2.3 muestra una aproximación general de los impactos ambientales (emisiones, ruido, visual y seguridad) que generan diferentes tipos de sistemas de transporte.

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

Fuente: Alan Armstrong-Wright. *Urban Transit Systems: Guidelines for Examining Options*. Washington: World Bank Technical Paper No. 52, 1986.

Cuadro 2.3.

Impactos producidos por los medios de transporte público.

2.3.4 Costos

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

Estos varían considerablemente entre un sistema de transporte y otro. Así por ejemplo, los costos de operación que predominan en los sistemas de autobuses que operan en tránsito mixto presentan usualmente una relación de 5

a 1 mientras que en el caso de metros los costos de capital predominan con una relación de 1 a 4. Asimismo, los costos de operación se ven afectados por los salarios, energía y materiales los cuales varían considerablemente. Los costos de capital están relacionados íntimamente con las vidas útiles de los vehículos y de la infraestructura, pudiendo ir de 7 a 15 años para autobuses; hasta 30 años para el material rodante y 100 años para túneles.

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

Al realizar un análisis de los costos de transporte es importante tener en mente los siguientes aspectos [3]:

- *Reflejar en el análisis la operación que se viene dando.* Este análisis debe reflejar los resultados recientes de la operación, incluyendo la experiencia que se tenga en materia de costos y las tendencias operacionales asociadas de la empresa.
- *Anticipar las formas futuras en que operará el sistema.* Este debe cubrir la totalidad en las preocupaciones administrativas en el proceso de elaboración del presupuesto de la empresa, considerando aquéllos que variarán en el futuro. Como ejemplo, se tiene: la inflación, el *Contrato Colectivo de Trabajo*, las prestaciones, la edad del parque vehicular y de la infraestructura de apoyo, la nueva tecnología, la fuerza de trabajo, entre otros.
- *Apuntar todas las responsabilidades funcionales de la empresa o dependencia de transporte.* Muchas empresas de transporte y en especial las operadas por el Estado, no son responsables por el personal o la asignación de recursos de todas las funciones que se requieren en la operación y en la inversión.
- *Enfocarse en los componentes de costo principales.* El nivel de precisión debe ser consistente con la importancia relativa de cada área funcional que se esté analizando. En este sentido, entre algunas de las variables que deben ser estudiadas están: parque vehicular en la hora de máxima demanda, horas de servicio pagadas, vehículo-kilómetros, número de instalaciones de mantenimiento, entre otros.
- *Utilizar información consistente sobre el nivel de servicio.* Las estadísticas que se utilicen deben ser consistentes con los supuestos de análisis de demanda y con los itinerarios programados.
- *Utilizar la experiencia de otras empresas.* Estos análisis deben reflejar la experiencia combinada de los análisis de ingeniería y planeación así

como el sentido común y la experiencia de otros sistemas operativos en otras empresas.

- *Utilizar información fácilmente obtenible.*
- *Ofrecer información de costos perfectamente etiquetada a la cantidad de servicio ofrecido para su uso en un análisis de costo-efectividad.* Este tipo de análisis se basa en el supuesto de que en el largo plazo los diferentes costos administrativos e indirectos están relacionados directamente con la cantidad de servicio ofrecido.
- *Estructurar el análisis de sensibilidad.* Se debe efectuar un análisis de sensibilidad con el fin de considerar la incertidumbre en el componente de costos. Este análisis debe establecer los límites superior e inferior de los costos variando los valores de los siguientes componentes: inflación, productividad laboral y consumo de combustible.

2.4 Evolución de la familia de medios de transporte urbano


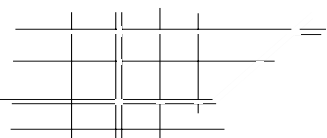
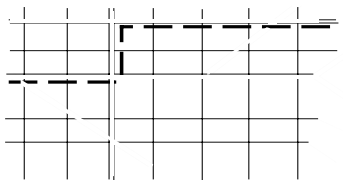
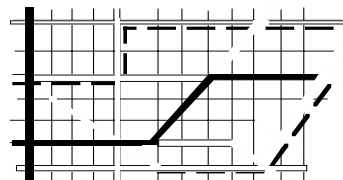
El objetivo primordial de esta sección es comprender las características inherentes que los medios de transporte presentan. Para ello es necesario liberarse de una serie de factores que distorsionan la utilización óptima de los medios de transporte. Entre estos factores se encuentran: los costos, las inversiones, las políticas y estrategias que favorecen un medio de transporte; las prácticas operativas que se siguen y las condiciones locales que afectan directa o indirectamente el uso de un medio de transporte.





Es por ello necesario establecer un modelo teórico [1] de desarrollo ideal del transporte que considera un área urbana dinámica, la cual cambia a lo largo del tiempo tanto en su densidad como espacialmente. Esto trae como resultado un análisis de las condiciones óptimas de operación de los medios de transporte en base a cuatro períodos de crecimiento de las ciudades. Inicialmente se parte de un asentamiento humano (ranchería, villa) hasta llegar a una gran metrópoli. Asimismo, se muestra el rango completo de requerimientos y se define sistemáticamente la secuencia deseable de aplicación de los distintos medios de transporte. Por ende, se incluye el espectro completo de capacidades y niveles de rendimiento ya que estos requerimientos varían a lo largo de cada una de las etapas evolutivas pasando de una población de baja densidad con viajes dispersos a una población de alta densidad con viajes concentrados a lo largo de un determinado número de arterias y zonas.

El Cuadro 2.4 muestra los cuatro períodos de crecimiento así como las poblaciones consideradas para cada período de tres regiones: México, Estados Unidos y Europa. Naturalmente, los tamaños poblacionales no están definidos en forma precisa y solamente sirven de referencia a partir de características similares de transporte que se presentan en estas tres regiones. Asimismo, la denominación utilizada para definir a las poblaciones solo pretende diferenciar distintos grupos poblacionales.

2.4.1 Asentamiento humano

El primer período de crecimiento considera un asentamiento humano formado por una serie de casas habitacionales, alguna industria manufacturera de

PERIODO DE CRECIMIENTO	ESQUEMA	MEXICO (hab)	EUROPA (hab)	ESTADOS UNIDOS (hab)
ASENTAMIENTO HUMANO		100,000	50,000	100,000
PUEBLO		100,000 A 1,000,000	300,000	100,000 A 500,000
CIUDAD DE MEDIANO TAMAÑO		1,000,000 A 5,000,000	3,000,000 A 1,300,000	500,000 A 2,000,000
GRAN METROPOLI		MAS DE 5,000,000	MAS DE 1,300,000	MAS DE 2,000,000

 Calle local
 Arteria
 Carril exclusivo transporte público
 metro

Cuadro 2.4.
Periodos de crecimiento y su comparación.

pequeña escala y otras construcciones de poca relevancia. Todas estas construcciones están conectadas, en el mejor de los casos, por calles de sección reducida. En este asentamiento la mayoría de los viajes son cortos y generalmente se realizan caminando.

Primer paso: Peatón

Conforme el asentamiento crece, se vuelve tedioso, incómodo y cansado el recorrer a pie las distancias que separan una actividad de otra. Esto hace que aparezcan las primeras unidades de transporte, las cuales pertenecen a la persona que invierte cierto capital en su compra. Con ello, el propietario del vehículo obtiene una mayor movilidad y le permite utilizarlo cuando y donde desee. Dentro de esta categoría se encuentran el caballo, la carreta, la bicicleta, la motocicleta y el automóvil, principalmente

Segundo paso: Unidad de transporte privada

La unidad de transporte privada (generalmente el automóvil) plenamente satisface las necesidades de transportación del asentamiento humano ya que presenta las siguientes ventajas (+) y desventajas (-):

- + provee un servicio de transporte en el momento y hacia donde se quiera
- + el servicio es cómodo
- + el servicio es aceptablemente barato
- la disponibilidad se limita únicamente a quien lo compra
- lo utilizan aquéllas personas que saben o pueden conducir así como sus acompañantes.

En base a las características arriba mencionadas, es posible mejorar el sistema de transporte si se provee algún tipo de servicio que permita transportar a aquéllos que no disponen de vehículo privado o que legal o físicamente se ven impedidos para conducirlo. Además, aparece el interés por comercializar la actividad de transporte. Así, inicia operaciones la unidad de transporte, operada por un chofer, el cual está facultado a transportar a cualquier usuario a un determinado costo. Se incluyen dentro de estas categorías las calandrias, las rickshas, los triciclos y los taxis, entre otros.

Tercer paso: Unidad de transporte de alquiler

Tanto el vehículo privado como el transporte de alquiler son las formas ideales para proporcionar movilidad a los asentamientos humanos pequeños y de baja densidad siendo el automóvil y el taxi, respectivamente, los que se utilizan mayormente en nuestro medio.

2.4.2 Pueblo

El asentamiento humano antes referido continúa su crecimiento en extensión, en población y en vehículos, especialmente motorizados. Esto induce al momento en que aparecen los primeros congestionamientos, fundamentalmente en las calles en donde se empieza a concentrar la actividad comercial. En consecuencia, se tienen que buscar soluciones que permitan incrementar la capacidad de movimiento. Las dos soluciones que se presentan son: (1) el ensanchamiento de las calles más afectadas por el congestionamiento o bien; (2) el uso de unidades de transporte con mayor capacidad.

La Figura 2.6 ilustra los efectos que produce el ensanchamiento de calles. Si se observa la primera curva se nota que conforme el volumen de vehículos aumenta, el costo por viaje se reduce hasta cierto punto (A) donde ya no es posible obtener mayores ahorros. Este costo por viaje se mantiene por un tiempo (segmento A-B) hasta que llega a un punto crítico, de inflexión, en donde se satura la capacidad de la vía o intersección (congestionamiento). A partir de este punto un pequeño incremento en el volumen, incrementa considerablemente el costo por viaje (segmento B-C). Al ensanchar la calle se logra extender la tendencia a la reducción del costo por viaje (segmento A-D) hasta que se vuelve a presentar la falta de capacidad (punto D) y en consecuencia, la situación ya descrita.

En suma, con el ensanchamiento de calles se logra reducir los costos sociales a los que se incurren debido al congestionamiento, a los impactos negativos y a los accidentes. La construcción de calles o caminos de mayor capacidad presenta las siguientes ventajas (+) y desventajas (-):

- + un mejor nivel de servicio
- + menores costos de transportación
- + un estímulo al crecimiento urbano
- mayores requerimientos de inversión

- mayores impactos al medio ambiente debido al ensanchamiento de calles y a la construcción de instalaciones de almacenaje de las unidades de transporte privadas (estacionamiento)

Cuarto paso: Ensanchamiento de calles

Si por el contrario, se decide utilizar unidades de transporte con mayor capacidad, entonces se inicia el servicio de transporte público propiamente dicho. Así, la mejor solución para volúmenes de pasajeros pequeños (600 a 2000 pasajeros por hora) es utilizar unidades de transporte de capacidad media con la que se preste un servicio que siga en lo posible los deseos del usuario, con frecuencias razonables y costos moderados. Dentro de esta categoría se incluyen los taxis colectivos y el minibús.

Si los volúmenes de pasajeros son grandes (2,000 a 12,000 pasajeros por hora) la mejor opción es utilizar unidades de transporte de alta capacidad. Como resultado de esta acción se vuelve imperativo establecer rutas fijas que

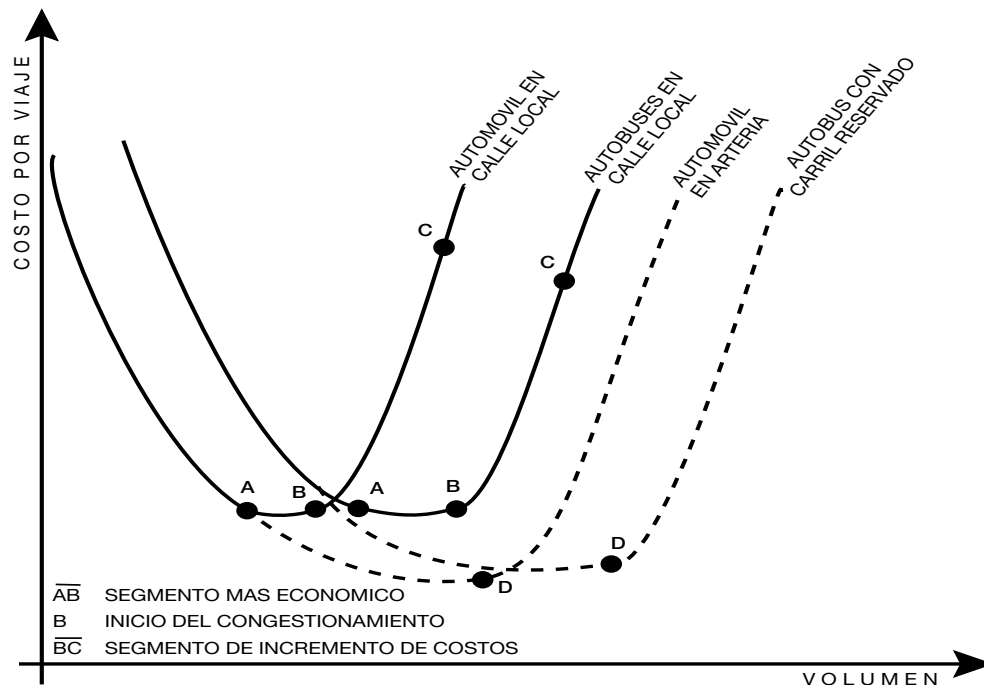


Figura 2.6.
Efectos en el congestionamiento debido al ensanchamiento de la vialidad.

cubran el área urbana y ubicar adecuadamente las paradas a determinada distancia una de otra (300 a 600 m) logrando con estas dos medidas, servir a un mayor número de personas y con un mejor nivel de servicio. El autobús y el trolebús ya sean regulares o articulados entran bajo esta categoría.

Con la introducción de un servicio de transporte público urbano se logran los siguientes cambios:

- + se logra una transportación más barata para todos los habitantes que viven dentro del área en que se presenta el servicio.
- + se obtiene un servicio sencillo y programado en toda la red de transporte.
- + se fomenta un incremento en la capacidad de las calles al haber un cambio del vehículo privado al transporte público, lo cual se traduce en un mejor nivel de servicio.
- + se reduce el congestionamiento así como, los impactos negativos.
- se puede presentar el problema de subsidios.

Asimismo, las ventajas (+) y desventajas (-) que se presentan con el cambio de un servicio de transportación que utiliza minibuses o taxis colectivos a un servicio que utiliza autobuses son las siguientes:

- + mayor capacidad de transportación
- + menor costo por unidad de capacidad, debido principalmente a una mayor productividad laboral
- + mayor comodidad
- menor frecuencia para una determinada demanda

Quinto paso: *Minibús-taxi colectivo*
Autobús-trolebús

2.4.3 Ciudades medias

Dentro del modelo en desarrollo, el pueblo continúa su crecimiento y pasa a ser una ciudad en donde la saturación de sus calles y avenidas se vuelve a presentar con la consecuente reducción del nivel de servicio. La solución radica en el establecimiento de derechos de vía que separen a los distintos medios de transporte mediante algún tipo de barreras físicas (camellón, guarnición, etc.) pero permitiendo los cruces a nivel. Con ello se logra un flujo estable,

evitándose las fricciones entre los distintos medios de transporte (peatón, automóvil, autobús).

Al considerar como factible esta solución aparece una interrogante: ¿a qué medio se le debe proporcionar inicialmente esta prioridad: al transporte privado o al transporte público? Como el transporte público (taxi, colectivo, minibús, autobús, trolebús) puede transportar de 5 a 50 veces más pasajeros que el automóvil y la estrategia fundamental a seguir es la de mover personas y no vehículos muchas ciudades han adoptado primeramente el derecho de vía confinado longitudinalmente para el transporte público. Esta separación de los medios de transporte trae como consecuencias:

- + la mejora del nivel de servicio y del rendimiento del sistema
- + la atracción de un número mayor de pasajeros
- + el establecimiento de una identidad e imagen más fuerte del sistema
- + la reducción de los costos unitarios de operación
- + la introducción de un mayor impacto en el uso del suelo y en la forma urbana debido a la permanencia que presenta
- = la modificación en las condiciones del tránsito, dependiendo si el derecho de vía para el transporte público se encuentra dentro o fuera de las calles existentes
- la necesidad de espacio extra
- el requerimiento de un costo de inversión y tiempo para su construcción.

Es importante enfatizar que un derecho de vía confinado longitudinalmente trae importantes incrementos a la velocidad de operación y a la confiabilidad del sistema. Únicamente de esta forma se puede lograr que el transporte público sea competitivo con el transporte privado.

Sexto paso: Separación de los medios de transporte

Una vez que el transporte público se encuentra segregado de otros medios de transporte entonces es cuando las ventajas que presenta la tecnología guiada empiezan a ser relevantes. Así, si se comparan los medios de transporte de tecnología guiada con los de tecnología conducida (o manejada), los primeros presentan las siguientes ventajas (+) y desventajas (–):

- + se obtiene una mayor capacidad y productividad debido a la operación de trenes (es decir, dos o más vehículos acoplados).

- + se logra un menor costo de operación por unidad de capacidad ofrecida
- + se cuenta con la posibilidad de tracción eléctrica
- + se presenta una mayor seguridad y confiabilidad en el sistema
- + se reduce la sección transversal del derecho de vía
- + se facilita la operación en túneles, viaductos y parques sin ocasionar un daño ambiental significativo
- se dificulta su compatibilidad con otros medios de transporte en calles con tránsito mixto.
- se ve limitado a la red de vías con que cuenta, lo cual hace que no sea económicamente factible en líneas de gran longitud que cubran exclusivamente áreas de baja densidad de población.
- se tiene una menor flexibilidad en cuanto a su operación
- se hace necesaria una mayor inversión

Se dice que se cuenta con un tren ligero cuando se establece un servicio de transporte público férreo que tenga alguna porción de su recorrido con un derecho de vía separado y que se proporcione por algún tipo de tecnología guiada.

Séptimo paso: Transporte guiado

2.4.4 Metrópoli

La ciudad de mediano tamaño continúa su desarrollo y pasa a ser una ciudad con grandes volúmenes de viajes en muchos corredores; con una gran diversificación de actividades y un gran espacio territorial. Esto implica que la ciudad requiera de un mayor rendimiento de su sistema de transporte que la que se puede prestar mediante el uso del automóvil en arterias o de la segregación del transporte público y privado. Con ello aparece la necesidad de proveer a la ciudad de sistemas de transporte -tanto privado como público- con un derecho de vía totalmente confinado y controlado.

Si se comparan los derechos de vía completamente controlados (intersecciones a desnivel, elevadas o subterráneas) con aquéllos que presentan una separación longitudinal y los que operan con tránsito mixto, se observan las siguientes ventajas (+) y desventajas (-):

- + se obtiene un mejor rendimiento (mayor capacidad, velocidad y confiabilidad)

- + se logra un nivel de servicio más alto
- + se tienen menores costos de operación
- + se establece una permanencia que definitivamente afecta el uso del suelo
- se requiere una superficie considerablemente mayor (especialmente en el caso de construcción de intersecciones a desnivel)
- se necesitan mayores costos de inversión
- se afecta el tránsito en el corredor durante su construcción

En el caso del transporte privado esta infraestructura es conocida como autopista urbana.

Octavo paso: Construcción de un derecho de vía controlado para el transporte privado (autopista urbana)

La tecnología guiada es siempre superior cuando se utiliza un derecho de vía controlado o exclusivo para el transporte público ya que sus ventajas operacionales y el rendimiento no se ven reducidos debido a su imposibilidad de operar fuera de las guías. Así, si se compara –para el caso del transporte público– un derecho de vía controlado con uno con separación únicamente longitudinal se obtienen las siguientes ventajas (+) desventajas (–):

- + se logra un mayor rendimiento (mayor capacidad, velocidad, confiabilidad y seguridad)
- + se obtiene un mejor nivel de servicio
- + se reducen los costos de operación por unidad de capacidad
- + se establece una imagen e identidad de gran importancia tanto para el sistema como para la ciudad
- + se induce una mayor atracción de pasajeros (como resultado de los tres últimos puntos)
- + se tienen impactos en el uso del suelo mucho mayores, los cuales son predecibles y controlables.
- + se presenta la posibilidad de controlar automáticamente el sistema
- se tiene la necesidad de separar el derecho de vía de cualquier influencia externa (subterráneo, elevado, cruces a desnivel)
- se necesita una gran inversión
- se afecta el tránsito en el corredor durante su construcción
- se ve limitada la extensión de la red

El medio de transporte que está representando con este tipo de derecho de vía es el metro.

Noveno paso: Establecimiento de un derecho de vía controlado para transporte público (metro)

La última mejora importante que se puede presentar dentro del sistema de transporte es la automatización de la operación de trenes. Para su logro es condición indispensable contar con un derecho de vía controlado y alguna de las variantes de la tecnología guiada. Los sistemas férreos se presentan como los mejores candidatos debido a su simplicidad y confiabilidad.


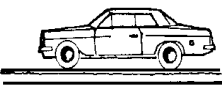




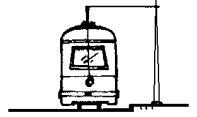
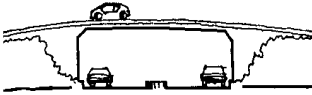
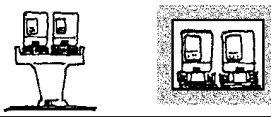

Las ventajas (+) y desventajas (–) que presenta un sistema automatizado en comparación con un sistema operado manualmente son las siguientes:

- + se aumenta la frecuencia sin incurrir en un costo adicional
- + se obtiene un menor consumo de energía y desgaste del vehículo debido a la preprogramación de su recorrido.
- + se facilita la recuperación de tiempos perdidos
- + se logran menores costos de operación si los ahorros por concepto de salarios son mayores que los costos que se incurren por la complejidad del sistema
- + se logra una mayor seguridad (al eliminar el error humano)
- se necesita un costo de capital considerablemente mayor
- se tiene una menor confiabilidad del equipo debido a la complejidad técnica que existe
- se requiere una supervisión del equipo automático de vía y una comunicación con el usuario para controlar los casos de emergencia y seguridad.

Actualmente existen algunos servicios de este tipo (transporte automático de grupos) en algunos aeropuertos (Dallas- Fort Worth, Houston, Tampa) así como algunos sistemas de metro convencional que ya operan de esta manera.

Décimo paso: Automatización del transporte público

La Figura 2.7 presenta una síntesis de los diez pasos que se presentan en la evolución de un sistema de transporte urbano así como las características más importantes que afectan el rendimiento del sistema.

PASO	DESCRIPCION	FIGURA	CARACTERISTICAS	SISTEMA EN EL MUNDO REAL
1	PEATON			PEATONES
2	UNIDAD DE TRANSPORTE PRIVADA		<ul style="list-style-type: none"> • VELOCIDAD • COMODIDAD • CONVENIENCIA 	AUTOMOVILES PRIVADOS
3	UNIDAD DE TRANSPORTE DE ALQUILER		<ul style="list-style-type: none"> • SERVICIO PARA TODO PUBLICO 	TAXIS
4	ENSANCHAMIENTO DE CALLES		<ul style="list-style-type: none"> • CAPACIDAD • NIVEL DE SERVICIO 	ARTERIAS
5	UNIDAD DE TRANSPORTE PUBLICO		<ul style="list-style-type: none"> • CAPACIDAD • COSTO • COMODIDAD 	AUTOBUSES
6	SEPARACION DE LOS MEDIOS DE TRANSPORTE		<ul style="list-style-type: none"> • CONFIABILIDAD • CAPACIDAD • VELOCIDAD DEL TRANSPORTE PUBL. 	DERECHO DE VIA PARA EL TRANSPORTE PUBLICO SEPARADO LONGITUDINALMENTE
7	TRANSPORTE GUIADO		<ul style="list-style-type: none"> • CAPACIDAD • TRACCION ELECTRICA • COMODIDAD • COSTOS OPERACION 	TREN LIGERO, TRANVIA
8	DERECHO DE VIA CONTROLADO TRANSPORTE PRIVADO		<ul style="list-style-type: none"> • CAPACIDAD • VELOCIDAD • SEGURIDAD • CONVENIENCIA 	AUTOPISTA URBANA
9	DERECHO DE VIA CONTROLADO TRANSPORTE PUBLICO		<ul style="list-style-type: none"> • CAPACIDAD • VELOCIDAD • CONFIABILIDAD • IMPACTOS AL AREA 	DERECHO DE VIA CONTROLADO, EXCLUSIVO METRO
10	AUTOMATIZACION		<ul style="list-style-type: none"> • FRECUENCIA • COSTOS DE OPERACION • RENDIMIENTOS 	MEDIOS GUIADOS AUTOMATICOS, TRANSPORTE AUTOMATICO DE GRUPOS, METRO

Fuente: Referencia [1].

Figura 2.7.
Síntesis de la evolución del sistema urbano de transporte.

A su vez, la Figura 2.8 muestra los diferentes medios de transporte público urbano relacionándolos con su capacidad de línea.

El proceso de evolución antes explicado muestra que con un incremento en la densidad de viajes cada nuevo paso resulta en:

1. un mayor rendimiento del sistema, incluyendo la capacidad, la velocidad y la calidad del servicio
2. una mayor atracción de viajes
3. una mayor inversión inicial
4. un costo de operación más bajo por unidad de capacidad.

Por otra parte, este proceso no es absoluto debido a los muchos factores que influyen en él. En algunos casos la secuencia puede ser invertida sin que se presenten ineficiencias significativas. Por ejemplo, en muchas ciudades se da el caso de la introducción de tecnologías guiadas (paso 7) antes de establecer una separación de los medios de transporte (paso 6) o bien se pueden introducir los autobuses al sistema de transporte (paso 5) antes de construir arterias (paso 4). Sin embargo, esta secuencia general es válida para la mayoría de las áreas urbanas y cualquier desviación significativa usualmente trae

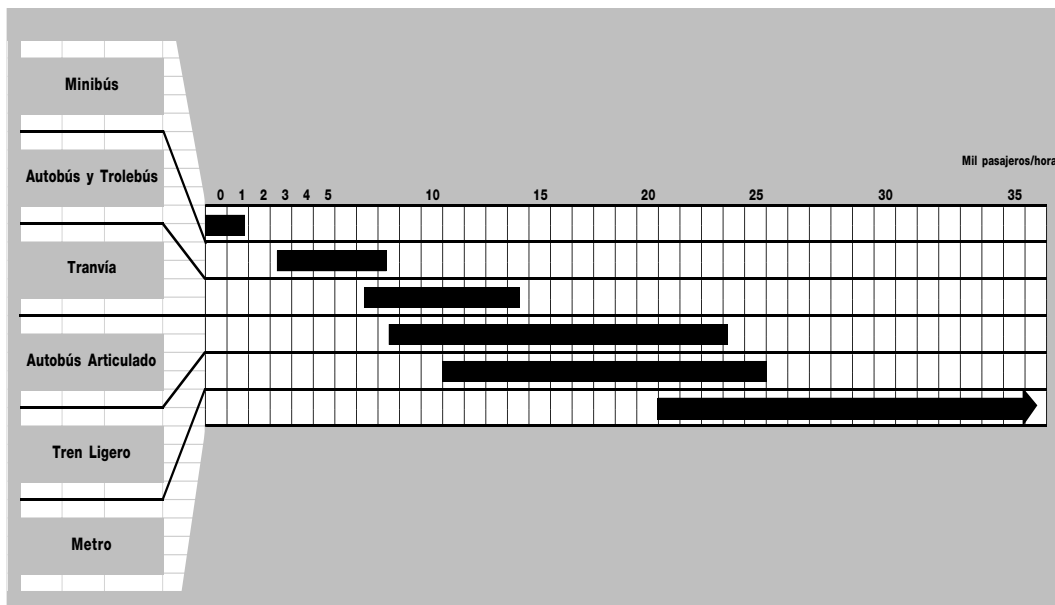


Figura 2.8.
Niveles de capacidad para diferentes tecnologías.

a la luz errores en cuanto a la planeación del sistema de transporte, resultando entonces en ineficiencias. Así por ejemplo, se han ocasionado problemas muy serios en muchas ciudades cuando se han fomentado las autopistas urbanas (paso 8) y se contaba solamente un servicio de transporte público en tránsito mixto (paso 5). Asimismo, el paso 1 –el peatón– es el elemento esencial en cualquier ciudad; desafortunadamente ha sido olvidado al tratar de solucionar el problema del tránsito motorizado (paso 2, 4, 8).

Finalmente, la Figura 2.9 muestra las secuencias que se han presentado en algunas ciudades así como, la secuencia ideal propuesta. En la figura se puede observar las variantes que se ha presentado así como los esfuerzos por corregir situaciones que afectan a la transportación urbana de las ciudades.

2.5 Comparación de los medios de transporte

Si se comparan las frecuencias máximas que pueden ofrecer los medios de transporte urbanos contra la capacidad de la unidad de transporte se observa un decrecimiento de las frecuencias conforme las capacidades de la unidad de transporte se incrementan. Esto se observa claramente en la Figura 2.10 en donde las mayores frecuencias se logran en los automóviles de baja capacidad bajo diferentes condicionantes. Las frecuencias decrecen conforme la ca-

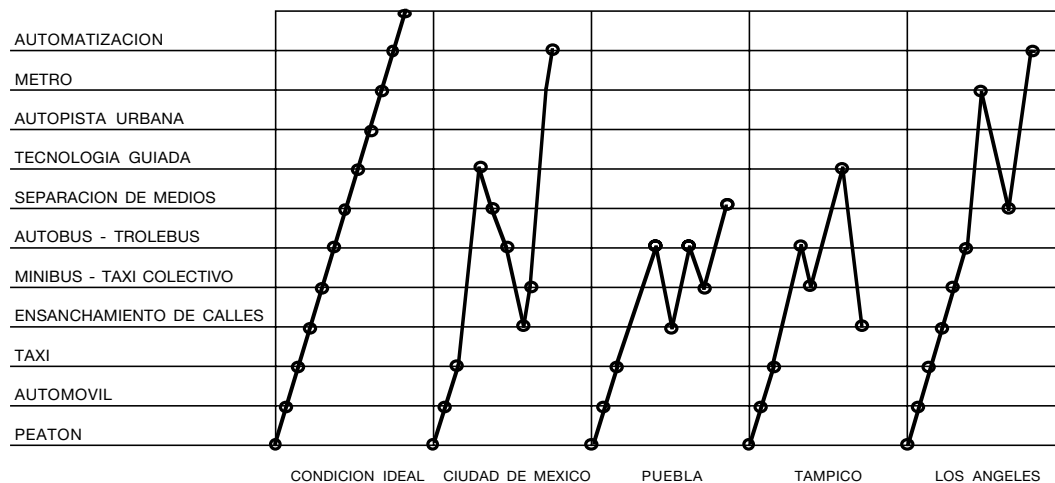
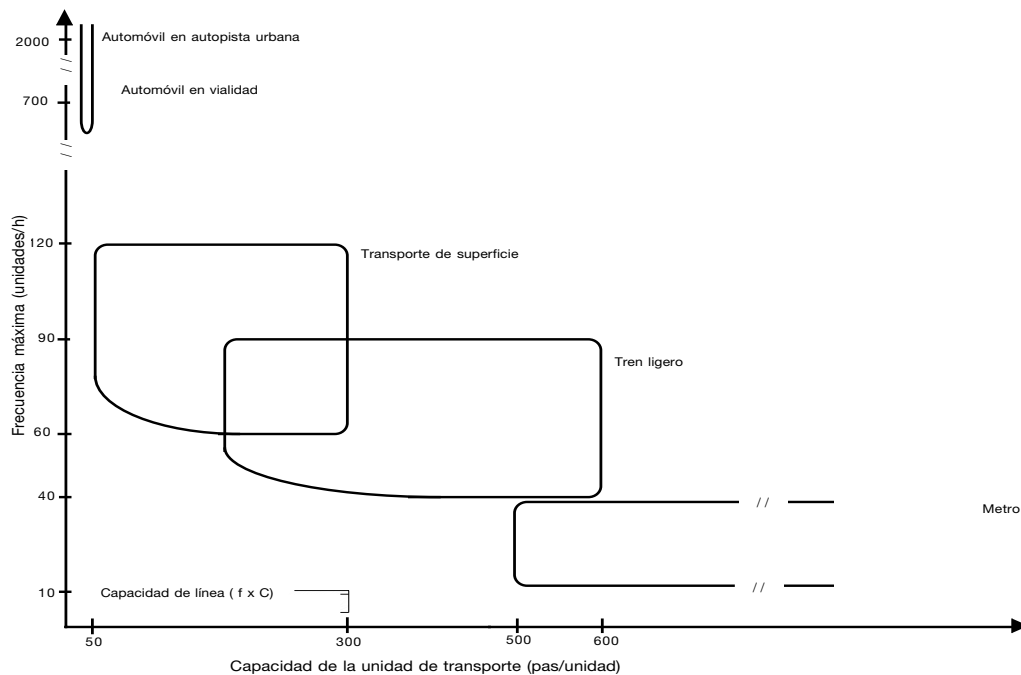


Figura 2.9.
Comparación de la evolución en varias ciudades.

pacidad del vehículo crece. El producto de la frecuencia y la capacidad del vehículo o unidad de transporte da como resultado la capacidad de línea.

Por otra parte, si relacionamos la velocidad de operación con la capacidad de línea antes obtenida se tiene el automóvil presenta altas velocidades, pero capacidades de línea bajas. A su vez, las distintas formas de transporte público incrementan su velocidad conforme se incrementa la capacidad de línea, teniéndose el caso de los sistemas de superficie con velocidades bajas y capacidades regulares mientras que los sistemas férreos se obtienen capacidades y velocidades altas. La Figura 2.11 muestra este caso y señala que el producto de la velocidad de operación y la capacidad de línea resulta en la capacidad productiva de cada medio.

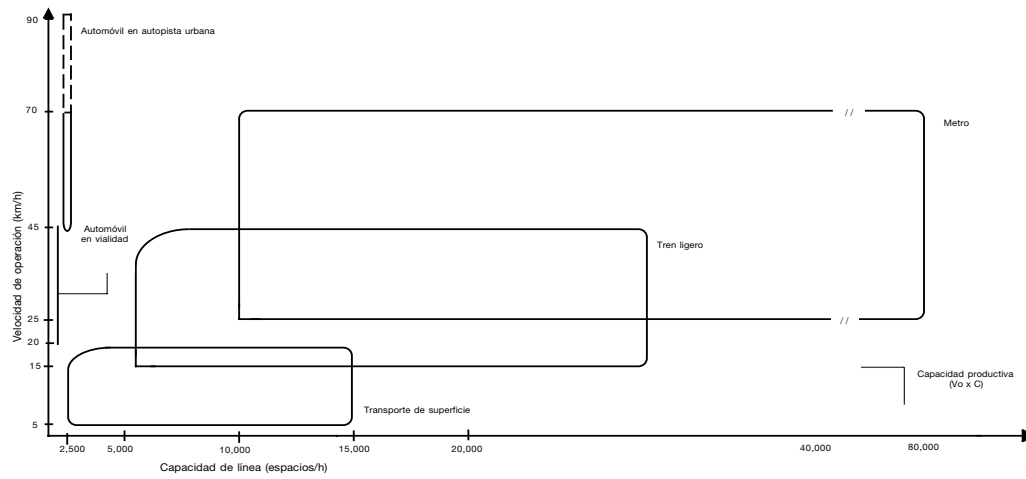
Finalmente, al graficar la capacidad productiva y el costo de inversión por cada par de carriles conforme a la Figura 2.12 se tiene que un mayor rendimiento (mayor capacidad productiva) corresponde a un mayor costo de inversión.



Fuente: Vukan R. Vuchic. *Urban Public Transportation: Systems and Technology*. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1981.

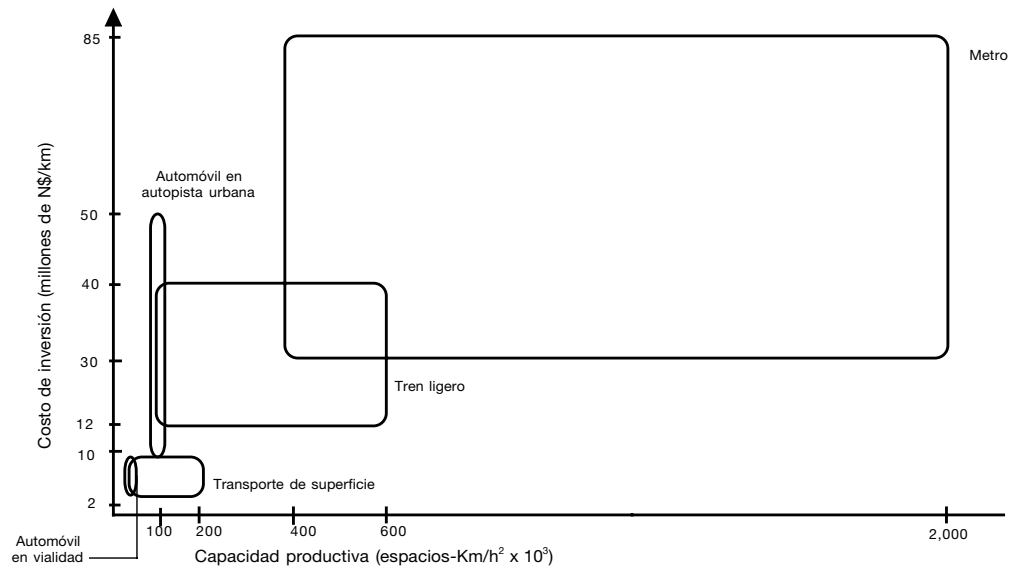
Figura 2.10.
Frecuencia vs capacidad vehicular.

34 Medios de Transporte Urbano



Fuente: Vukan R. Vuchic. *Urban Public Transportation: Systems and Technology*. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1981.

Figura 2.11.
Velocidad vs capacidad de línea.



Fuente: Vukan R. Vuchic. *Urban Public Transportation: Systems and Technology*. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1981.

Figura 2.12.
Costo de inversión vs capacidad productiva.

2.6 Requerimientos de un sistema de transporte

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

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

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

Como es de esperarse, cada uno de estos grupos presenta requerimientos particulares que en algunas ocasiones se contraponen. La Figura 2.13 sintetiza estos requerimientos [4].

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

Figura 2.13.
Requerimientos de un sistema de transporte.

2.6.1 Requerimientos del usuario

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

A su vez, requiere un *servicio puntual y confiable*, que le permita abordar la unidad que lo llevará a su destino dentro de rangos aceptables de demoras, la cual se puede situar para el caso de autobuses entre cero y cuatro minutos. El usuario aceptará mayores demoras dependiendo de la distancia que tenga que recorrer ya que las demoras por el tránsito y las interferencias ocasionadas por otros medios de transporte son las causas de retardos que se presentan mas frecuentemente. El factor más importante para lograr una confiabilidad en el sistema radica en el control operativo del sistema, lo cual implica la separación del derecho de vía del transporte público del resto de la circulación.

Otro requerimiento del que el usuario estará pendiente es su *tiempo de recorrido*, estando interesado en el tiempo de recorrido puerta a puerta. Un tiempo de recorrido demasiado largo inhibe el uso del transporte público, motivo por el cual se debe prestar atención especial no solamente a los tiempos abordo de la unidad sino también a los tiempos de espera y de caminata hacia/desde la parada. El hacer ameno sus recorridos a pie así como su tiempo de espera en las paradas orilla a que el usuario perciba de manera distinta los tiempos de recorrido. Una espera con actividades que realizar (observación de mapas de la red, adquisición de comida, teléfono a la mano) hace que el tiempo de espera se perciba como menor.

La comodidad es un requerimiento difícil de definir puesto que incluye una variedad de factores cualitativos Sin embargo, la disponibilidad de asiento y un recorrido suave son factores que aprecia el usuario. Otros no menos importantes son la comodidad misma del asiento, la geometría de las entradas y salidas del vehículo, el ancho de los pasillos, los niveles de ruido interior, el grado de privacidad y la apariencia tanto exterior como interior del vehículo.

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

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

Finalmente, *el costo* que presenta el transporte para el usuario es un requerimiento importante a tener en cuenta, siendo la tarifa la porción mas impactante. En el caso del automóvil, es importante tener presente los costos de acceso a que se incurre y, en especial, el referente al estacionamiento.

2.6.2 Requerimientos del prestatario

Entre los requerimientos del prestatario se encuentra el logro de una adecuada *cobertura de área*, misma que se define como la superficie o cuenca que se encuentra a 5 o 10 minutos de distancia recorrida a pie de una estación o parada. Esta cobertura se puede expresar como un porcentaje del área urbana que queda dentro del área de servicio. Al analizar el prestatario la cobertura que logra debe considerar la extensión misma de la red, la existencia de otros medios de transporte y la cobertura que logra en los puntos de mayor atracción o generación de viajes.

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

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

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

Un requerimiento del prestatario es lograr el equilibrio entre la *oferta y la demanda* del sistema que opera ya que de esta forma logrará satisfacer las necesidades de su clientela dentro de costos razonables.

Los *costos* son sin lugar a dudas el factor más importante para el prestatario. En la mayoría de los casos se analizan tres conceptos: el costo de inversión, el costo de operación y los ingresos. Naturalmente, los tres variarán

conforme a las características y condiciones locales de cada sistema así como a lo largo del tiempo (inflación). Es importante comparar los costos unitarios en lugar de los costos totales para medios individuales.

El prestatario tendrá como requerimiento el contar con una *flexibilidad* suficiente en cuanto al trazo mismo de las rutas, a la capacidad con que cuenta y al tipo de vehículos con que puede operar.

La atención que el prestatario debe prestar a la *seguridad* va encaminada no solamente hacia la seguridad del usuario sino que también a la seguridad operacional del sistema.

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

2.6.3 Requerimientos de la comunidad

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

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

REFERENCIAS

1. Vukan R. Vuchic. *Urban Public Transportation: Systems and Technology*. Englewood Cliffs: Prentice Hall Inc, 1981.
2. Transportation Research Board. *Highway Capacity Manual*. Washington, DC: NRC Special Report 209, 1985.
3. KPMG Peat Marwick. *Estimation of Operating and Maintenance Costs for Transit Systems*. Washington, DC: Federal Transit Administration, 1992.
4. Angel Molinero. *Evaluación y Requerimientos en el Transporte Urbano*. México: Segunda Semana de Ingeniería de Transportes UPIICSA, 1982.

PREGUNTAS

1. ¿Cuáles son las características que definen a un medio de transporte? A partir de las definiciones que presente, establezca las diferencias entre los siguientes medios de transporte:
 - Autobús y trolebús
 - Bicicleta y motocicleta
 - Autobús regular y autobús express
 - Tren ligero y metro
2. Se le solicita que evalúe la factibilidad de mejorar una ruta de autobuses que opera en un derecho de vía tipo C a partir de su separación de otros medios de transporte (derecho de vía tipo B) y sin cambiar su tecnología. Enumere los elementos que analizará, incluyendo los costos y sus beneficios así como la incidencia de los mismos en el proyecto.
3. ¿Cuál es la diferencia entre operación del transporte y servicio de transporte?
4. Al analizar el sistema de transporte de su ciudad ¿cuáles son las características principales que incidirán en su descripción y diferenciación entre los diferentes subsistemas?
5. ¿Que papel desempeña un sistema de trenes regionales en una zona metropolitana?
6. Analice la evolución del transporte urbano en su ciudad y describa cuáles han sido los pasos que ha seguido, sus aciertos y sus errores. ¿Qué factores han influido?
7. ¿Cuál es la principal consideración que se debe tener presente al ensanchar una vialidad?
8. ¿Cuáles son los grupos de decisión que intervienen en la evaluación de un sistema de transporte y sus requerimientos? ¿Existe contraposición de intereses? Dar ejemplos.